

ESTUDIOS
DE LA FUNDACIÓN

SERIE ECONOMÍA Y SOCIEDAD

■ INNOVACIÓN, CRECIMIENTO Y COMPETITIVIDAD: EL PAPEL DE LA POLÍTICA TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Joost Heijs (director)
Mikel Buesa (director)
Delia Margarita Vergara
Cristian Gutiérrez
Guillermo Arenas
Alex Javier Guerrero



ESTUDIOS
DE LA FUNDACION

SERIE ECONOMÍA Y SOCIEDAD



■ INNOVACIÓN, CRECIMIENTO Y COMPETITIVIDAD: EL PAPEL DE LA POLÍTICA TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Joost Heijs (director)
Mikel Buesa (director)
Delia Margarita Vergara
Cristian Gutiérrez
Guillermo Arenas
Alex Javier Guerrero

Funcas

PATRONATO

ISIDRO FAINÉ CASAS
JOSÉ MARÍA MÉNDEZ ÁLVAREZ-CEDRÓN
FERNANDO CONLLEDO LANTERO
CARLOS EGEA KRAUEL
MIGUEL ÁNGEL ESCOTET ÁLVAREZ
AMADO FRANCO LAHOZ
MANUEL MENÉNDEZ MENÉNDEZ
PEDRO ANTONIO MERINO GARCÍA
ANTONIO PULIDO GUTIÉRREZ
VICTORIO VALLE SÁNCHEZ
GREGORIO VILLALABEITIA GALARRAGA

DIRECTOR GENERAL

CARLOS OCAÑA PÉREZ DE TUDELA

Impreso en España
Edita: Funcas
Caballero de Gracia, 28, 28013 - Madrid
© Funcas

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, así como la edición de su contenido por medio de cualquier proceso reprográfico o fónico, electrónico o mecánico, especialmente imprenta, fotocopia, microfilm, *offset* o mimeógrafo, sin la previa autorización escrita del editor.

ISBN: 978-84-17609-46-7
Depósito legal: M-24798-2020
Maquetación: Funcas
Imprime: Cecabank

“Todos los imperios del futuro serán imperios del conocimiento y solamente los pueblos que entiendan cómo generar conocimiento y cómo protegerlo, cómo buscar jóvenes que tengan capacidad para hacerlo y asegurarse de que se queden en el país, serán países exitosos. Los otros, por más que tengan recursos materiales, materias primas diversas, litorales extensos, con iglesias, minas, historias fantásticas, etc., probablemente no se queden ni con las mismas banderas, ni con las mismas fronteras, ni mucho menos con un éxito económico”.

Albert Einstein (1879-1955)

PREFACIO	13
CAPÍTULO 1. IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD DE ESPAÑA: TEORÍA Y EVIDENCIA EMPÍRICA	21
1.1. INNOVACIÓN VERSUS COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL Y NACIONAL: REFLEXIONES GENERALES	29
1.2. EVOLUCIÓN DEL GASTO EN INNOVACIÓN EMPRESARIAL Y DEL GASTO PÚBLICO EN I+D EN ESPAÑA Y EUROPA	33
1.3. EL ESFUERZO PÚBLICO EN LAS POLÍTICAS EN I+D E INNOVACIÓN	51
1.4. COMENTARIOS FINALES Y CONCLUSIONES	57
APÉNDICE 1	61
Gráfico 1.1A. Coste salarial	61
Cuadro 1.1A. Clasificación sectorial (CNAE)	62
Gráfico 1.2A. Empresas con ayudas	64
CAPÍTULO 2. CRECIMIENTO REGIONAL EN ESPAÑA: EL PAPEL DE LAS POLÍTICAS DE I+D E INNOVACIÓN	67
2.1. INTRODUCCIÓN	69
2.2. DESARROLLO METODOLÓGICO DEL MODELO DE CRECIMIENTO APLICADO	71
2.3. LA ESPECIFICACION DEL MODELO PARA EL CASO DE ESPAÑA	73
2.4. RESULTADOS EMPÍRICOS PARA LAS CC.AA. DE ESPAÑA	86
2.4.1. El modelo básico con capital humano y el esfuerzo innovador	86
2.4.2. El modelo de crecimiento global: el papel de las ayudas públicas en I+D+i	88
2.4.3. Validez y robustez de los modelos	90
2.4.4. La convergencia económica entre las regiones españolas	92
2.5. CONCLUSIONES	92
APÉNDICE 2	95
Apéndice 2.1. Variables y datos descriptivos	95
Apéndice 2.2. Especificación econométrica de los modelos	96
Apéndice 2.3. Modelos de crecimiento: Métodos de estimación	98

CAPÍTULO 5. HETEROGENEIDAD DEL IMPACTO DE LAS AYUDAS A LA INNOVACIÓN EMPRESARIAL: LA ADICIONALIDAD FINANCIERA	181
5.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS Y REVISIÓN DE LA LITERATURA EMPÍRICA	185
5.1.1. Atribución causal, adicionalidad y PSM	185
5.1.2. Perfil de las empresas con un nivel de impacto diferenciado: la evidencia empírica	189
5.2. DATOS Y RESULTADOS GLOBALES DEL PSM: ATET VERSUS ITE	194
5.3. PERFIL DE ADICIONALIDAD A BASE DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS EMPRESAS	197
5.4. RESULTADOS	200
5.4.1. Características básicas de las empresas	200
5.4.2. Características del comportamiento innovador de las empresas	208
5.5. NIVEL DE IMPACTO POR EL PATRÓN DE PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS EN LOS PROGRAMAS Y SEGÚN SUS RESTRICCIONES FINANCIERAS	210
5.5.1. Nivel de impacto por el patrón de participación de las empresas	211
5.5.2. Nivel de impacto según la importancia de las restricciones financieras	216
5.6. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	218
APÉNDICE 5	223
Apéndice 5.1. Los resultados del <i>Propensity Score Matching</i>	223
Apéndice 5.2. Detalles econométricos de los modelos estimados	228
CAPÍTULO 6. PERFIL DE LAS EMPRESAS QUE RECIBEN CON MÁS FRECUENCIA LAS AYUDAS PÚBLICAS PARA LA I+D	231
6.1. ACCESIBILIDAD A LAS AYUDAS PARA LA I+D E INNOVACIÓN EMPRESARIAL	234
6.1.1. Accesibilidad a las ayudas según tipo de instrumento	234
6.1.2. Implementación de las ayudas como barreras de accesibilidad	240

6.1.3. Accesibilidad a las ayudas: comentarios finales	241
6.2. EL PERFIL DE LAS EMPRESAS RECEPTORAS DE AYUDAS A LA I+D E INNOVACIÓN	243
6.2.1. El perfil de las empresas beneficiarias: variables estructurales	244
6.2.2. El perfil de las empresas beneficiarias: comportamiento innovador	257
6.2.3. Los obstáculos financieros de la empresa versus el nivel de participación	260
6.2.4. Variación del perfil por ciclo económico	266
APÉNDICE 6	271
Apéndice 6.1.	271
Cuadro 6.1A. Calidad del modelo	271
Apéndice 6.2.	271
Cuadro 6.2A. Probabilidad de la participación en ayudas públicas: análisis descriptivo (porcentaje)	271
CAPÍTULO 7. RECAPITULACIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES POLÍTICAS	273
7.1. EL PAPEL Y EL IMPACTO MACROECONÓMICO DE LAS AYUDAS A LA I+D E INNOVACIÓN	276
7.2. IMPACTO MICROECONÓMICO DE LAS AYUDAS	277
7.2.1. El efecto global de las ayudas sobre el gasto en I+D empresarial	277
7.2.2. Heterogeneidad del impacto: una aproximación metodológica	279
7.2.3. Heterogeneidad del impacto: características estructurales de las empresas y su actitud innovadora	282
7.2.4. Heterogeneidad del impacto: la existencia de restricciones financieras	285
7.2.5. Heterogeneidad del impacto según el patrón de participación en los programas públicos	287
7.2.6. Impacto diferencial de las ayudas: consideraciones finales	290
7.3. LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA ESPAÑOL DE INNOVACIÓN: UN DESARROLLO FALLIDO	292
REFERENCIAS	297



PREFACIO

Este libro tiene por objeto el análisis del impacto de las ayudas a las actividades empresariales de investigación y desarrollo e innovación (I+D+i) en España. Se hace especial hincapié en el papel potencialmente mayor de las ayudas para I+D e innovación en los momentos de restricciones financieras. Abordamos el papel de las ayudas tanto en el terreno microeconómico –estudiando el papel de esas ayudas para las empresas que las reciben– como a nivel macroeconómico –cuantificando su incidencia sobre el crecimiento económico regional–. En el primer capítulo nos adentramos, desde un punto de vista abstracto, en los aspectos básicos de la relación entre la innovación y la competitividad empresarial, por una parte, y con respecto al bienestar y el crecimiento económico, por otra. Se presentan, además, los principales argumentos que avalan la importancia del progreso tecnológico y, simultáneamente, se contextualiza este debate en el marco de la situación real del tejido productivo y el sistema de innovación español. Es decir, a partir de los argumentos conceptuales utilizados se resalta la gran importancia de la innovación para que España retome la senda del crecimiento de la productividad y complete su recuperación económica, con especial hincapié en el papel de las políticas de I+D e innovación.

Una vez realizado este análisis se ha estudiado, en el mismo capítulo, la forma en la que España y sus empresas afrontan el desafío de convertir su sistema productivo en una economía basada en el conocimiento. Para ello, examinamos en qué medida España ha apostado por un mayor esfuerzo en I+D e innovación por parte de los agentes públicos y privados, y cómo se ha afrontado la necesaria intensificación de las iniciativas políticas que promueven o incentivan un mayor nivel de inversión en I+D por parte de las empresas privadas. Las conclusiones al respecto, como se podrá observar a largo de este estudio, resultan ser poco alentadoras.

Aunque España ha estado desde hace muchos años por debajo del nivel innovador de los países más avanzados, es destacable que en la etapa anterior a la reciente crisis financiera internacional logró una clara convergencia tecnológica respecto a esos países. Sin embargo, desde el inicio de la crisis –incluso un poco antes de la misma– España ha entrado en una senda negativa que la aleja cada vez más de ser una economía basada en la innovación o el conocimiento. Incluso se observa una divergencia con respecto a países más cercanos a nuestra economía que podrían considerarse como competidores directos, como Portugal o Italia. Un

país que quiera conseguir un nivel alto de bienestar a largo plazo para sus ciudadanos y pretenda obtener una ventaja competitiva sostenible en el mercado, debe iniciar una política económica no basada en salarios bajos e inversiones en capital, sino que debe orientarse hacia un tejido industrial innovador, asegurándose así de que su cultura empresarial se aleje de la búsqueda de beneficios a corto plazo. Se debe conseguir que las empresas no consideren la innovación como un coste a corto plazo, en el que solo se debe incurrir si es inevitable, sino una inversión y por ende una opción estratégica a largo plazo. Para ello, el gobierno español debería recuperar su empuje en la promoción de políticas de innovación y, al mismo tiempo, asegurar que las ayudas que conceda con tal finalidad se utilicen de forma efectiva y eficiente. Ello requerirá una modernización institucional de los distintos agentes públicos y privados involucrados en la I+D y las políticas correspondientes.

Además, tales políticas se justifican plenamente y han tenido un cierto nivel de éxito. En el segundo capítulo se evidencia el efecto positivo que ha tenido la política tecnológica en tanto que determina en parte el crecimiento económico en las comunidades autónomas (CC.AA.) españolas. En ese capítulo se ha examinado no solo el papel de los factores tradicionales del crecimiento económico (inversión en capital, población, capital humano e innovación), sino que el análisis se enfoca especialmente hacia el rol ejercido por las ayudas públicas a la I+D. Se muestra así la aportación de cada una de las líneas estratégicas definidas por el Estado en los planes nacionales de I+D e innovación. La metodología que hemos seguido ha permitido reproducir los resultados estándar de la literatura empírica sobre el crecimiento, destacando que las variables capital físico y humano siguen siendo factores clave detrás del proceso de crecimiento a largo plazo, y el modelo ampliado refleja que también las políticas e instituciones públicas contribuyen positivamente al crecimiento.

Estos dos primeros capítulos son de índole macroeconómica, mientras que en el resto del libro se entra en un nivel analítico micro para determinar, con datos de empresas, el papel de las ayudas públicas a la I+D en España. También este enfoque microeconómico permite justificar la aplicación de una política de incentivos a la innovación. Se demuestra que, en general, ese tipo de ayudas favorece que las empresas aumenten su gasto en I+D. Nuestras estimaciones indican que las empresas que las reciben invierten, *ceteris paribus*, unos seis puntos porcentuales más en I+D (gasto sobre ventas) que las empresas que no las obtienen.

El análisis microeconómico se desarrolla en tres capítulos. El primero de ellos (capítulo 3) es de carácter metodológico y se centra en los problemas que hay que afrontar para poder evaluar las ayudas a nivel empresarial utilizando microdatos, abordándose las soluciones metodológicas correspondientes. En ese capítulo se ofrece una revisión breve de los conceptos teóricos básicos relativos a la evaluación, muchos de ellos necesarios para entender las metodologías aplicadas en este libro y, sobre todo, para interpretar de forma correcta los resultados. Se explica en detalle que la dificultad básica para medir el impacto es el problema de selección. Tal problema se refiere al hecho que las empresas con y sin ayudas son muy dis-

tintas entre sí; y por ello, la diferencia en el gasto en I+D de ambos grupos no solo está causado por las ayudas sino por muchos otros posibles determinantes. Este capítulo incluye, además, una revisión de la literatura empírica con respecto a la forma en que se han llevado este tipo de evaluaciones, que a su vez guía el trabajo empírico realizado para nuestro estudio. La primera parte del capítulo se centra en los conceptos básicos y debate la cuestión principal de toda evaluación de programas públicos de carácter económico: el análisis coste-beneficio de los recursos presupuestarios utilizados en términos de bienestar social. Ello se completa con la discusión sobre el concepto de la adicionalidad y sus distintas vertientes. Después, en la segunda parte, se diseccionan otros dos conceptos: la definición del “estado contrafactual” y las distintas facetas del problema metodológico denominado “sesgo de selección” como una de las causas de la endogeneidad del modelo de evaluación. En la tercera parte se revisan varios aspectos de los estudios empíricos, principalmente cuáles son las variables se utilizan para crear el estado contrafactual y a qué resultados empíricos se llega al analizar la adicionalidad financiera, especialmente en el caso de España.

En el capítulo cuarto se cuantifica, para España, la adicionalidad financiera causada por las ayudas aplicando dos tipos de modelos: uno, basado en el método de emparejamiento; y el otro, fundamentado sobre el uso de variables instrumentales. Ambos métodos son los más utilizados para resolver los problemas metodológicos de endogeneidad mencionados en el anterior capítulo. El método de emparejamiento identifica, para cada empresa apoyada con fondos públicos, una empresa exactamente igual, pero sin ayudas, de manera que la diferencia en el gasto de I+D entre el grupo apoyado y el de control sin ayudas reflejaría la adicionalidad financiera. Por otro lado, el método de variables instrumentales, corrige el problema de endogeneidad a base de un ajuste econométrico en dos etapas que asegura que los efectos estimados obtenidos no estén sesgados. En ambos tipos de modelos se estima el efecto en términos generales y se analiza en qué medida existe un impacto diferenciado de las ayudas para las empresas que encuentran restricciones financieras así como el impacto diferencial de las ayudas según sea nivel administrativo (regional, nacional o europeo) de las agencias u organismos que las gestionan. Además, se hace especial hincapié al papel potencialmente mayor de las ayudas para I+D e innovación en los momentos de restricciones financieras. En este capítulo se estudia si el nivel del impacto de la política tecnológica ha sido distinto en las diferentes fases del ciclo económico: en el periodo anterior, durante y después de la crisis. Dicho de otra forma, se examina en qué medida las empresas innovadoras han desistido de realizar tales actividades debido a las restricciones financieras que surgen en épocas de crisis.

El quinto capítulo ofrece una aproximación novedosa para los estudios de evaluación de las políticas tecnológicas –incluso a nivel internacional– al definir con mayor exactitud el tipo de empresas para las que se registra un mayor o menor nivel de impacto de estas en términos financieros. El método de emparejamiento permite obtener una estimación del nivel de impacto individual para cada una de las empre-

sas. La gran mayoría de los estudios empíricos existentes que evalúan el efecto de las ayudas públicas a la I+D e innovación han usado la metodología del *Propensity Score Matching (PSM)* y ofrecen el efecto medio del incentivo sobre las empresas beneficiarias (*Average treatment effect on the Treated – ATET*) para el total de la muestra. Recientemente, varios estudios han mostrado que los programas de apoyo presentan efectos heterogéneos. Unos distinguen entre distintos tipos de empresas (principalmente por su tamaño y nivel innovador) y otros consideran que el nivel de impacto está relacionado con las características de los programas de apoyo (tanto en términos de la intensidad del apoyo como del nivel administrativo de las agencias gestoras de la política tecnológica). Además, unos pocos trabajos consideran las diferencias en el entorno, como las regiones de un país, o bien el ciclo económico (antes, durante o después de la crisis). La mayoría de estos estudios confirman las diferencias en el nivel de impacto de las submuestras analizadas. Sin embargo, ninguna de las referidas investigaciones considera simultáneamente las características de las empresas o de los programas de apoyo. El principal objetivo y novedad de este trabajo es ofrecer un perfil de las empresas que presentan un menor y mayor nivel de impacto, considerando simultáneamente sus características estructurales, su comportamiento innovador y su patrón de participación en los programas. Este perfil podría ser utilizado para ajustar los procesos de selección de las empresas beneficiarias.

El trabajo hace especialmente hincapié en la relación entre las restricciones financieras como obstáculos a la innovación y el nivel de adicionalidad. No cabe duda de que esta época de restricciones financieras y márgenes de beneficios menores por parte de las empresas implica mayores obstáculos a la innovación. Por lo que el Estado tendría un papel más importante y se podría esperar que las empresas con este tipo de restricciones presenten un mayor nivel de impacto en forma de adicionalidad financiera.

Para definir el perfil de empresas con niveles diferenciados de adicionalidad financiera se han estimado varios modelos de regresión que recogen simultáneamente todas las características de las empresas y que están basados en el efecto registrado por cada empresa (*Individual Treatment Effects – ITE*). Las diferencias en el efecto de las políticas, en términos de adicionalidad financiera, se estudian desde dos puntos de vista. Por un lado, examinando qué tipo de empresas registran un mayor o una menor intensidad del impacto (regresión de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) sobre el *ITE*). Por otro lado, se determinan las características de empresas que presenten una mayor probabilidad de reflejar adicionalidad financiera frente a las que muestran un efecto de sustitución mediante una regresión logística (*Probit*). Las estimaciones han sido llevadas a cabo usando los datos provenientes del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC), en el período 2007-2014, incluyendo los datos de casi 10.500 empresas.

En el capítulo sexto se elabora el perfil de las empresas según su participación en los programas de promoción del gasto en I+D e en innovación con dos objetivos. Por un lado, para revelar las prioridades subyacentes en las políticas, analizando

qué tipo de empresas reciben de forma más asidua ayudas, y comprobando si existe alguna complementariedad entre las ayudas ofrecidas por los distintos niveles de la Administración Pública, o, en su caso, revisando si en todas ellas se apoya al mismo tipo de empresas. El segundo objetivo de la elaboración del perfil de participación es saber si las ayudas públicas coadyuvan al alivio de las restricciones financieras de las empresas, especialmente en los momentos del *credit crunch* durante la crisis financiera. Se ha estimado un modelo de regresión binaria (PROBIT) que analiza las diferencias en el nivel de participación teniendo en cuenta simultáneamente todas las características de las empresas. El capítulo séptimo recoge una síntesis de los resultados y las conclusiones más relevantes, así como de las recomendaciones respecto a la política de I+D+i que se desprenden de ellas.

Respecto al proceso de elaboración de nuestro trabajo se puede resaltar que este libro resume el trabajo del proyecto de investigación “Política tecnológica en tiempo de crisis: una aproximación regional”, financiado por la Fundación de las Cajas de Ahorros y desarrollado por investigadores del Instituto de Análisis Industrial y Financiero¹ bajo la dirección de Joost Heijs y Mikel Buesa, y con la colaboración de Guillermo Arenas Díaz y Alex Javier Guerrero Picoita. Además se ha contado con la colaboración de dos investigadores externos: Delia Margarita Vergara Reyes, del Instituto de Investigaciones Económicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIEc-UNAM), y Cristian Gutiérrez, del Departamento de Tecnologías de Gestión de la Universidad de Santiago de Chile.

Las actividades investigadoras realizadas dentro del marco del proyecto financiado por Funcas se han llevado a cabo de forma paralela en colaboración con el IIEc-UNAM. De hecho, la revisión de la literatura recogida en diversos capítulos forma parte del proyecto “Efectos de la política tecnológica en el comportamiento innovador y el empleo” (PAPIIT IN 302317) –dirigido por Delia Margarita Vergara Reyes–, y un inventario de los datos de los 27 estudios están disponible en la página web del IIEc-UNAM². Los capítulos cuatro a seis del libro forman parte de los avances de la tesis doctoral de Alex Javier Guerrero Picoita. La metodología utilizada en estos capítulos también se ha desarrollado en colaboración con IIEc-UNAM. En este caso enmarcado dentro del proyecto “Nuevas formas de aplicación del PSM para analizar el impacto de las ayudas públicas a la I+D empresarial en México: un estudio microeconómico” (PAPIIT IN302620), también dirigido por la doctora Vergara Reyes³.

Se puede destacar que el libro está escrito de un modo que permite la lectura de cada capítulo de forma independiente. Por ello, algunos conceptos explicados de forma amplia en los capítulos conceptuales (especialmente en los capítulos tres y

¹ Contrato firmado entre Funcas, el IAIF y la Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid, referencia: 368-2017.

² Enlace con la página web: <http://ru.iiec.unam.mx/4530/>

³ Ambos proyectos PAPIIT han sido financiados por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

cuatro) se describen brevemente en los capítulos donde se aplican estos conceptos en los análisis empíricos. De esta forma se busca facilitar la lectura de los capítulos posteriores.



1

**IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN PARA
LA COMPETITIVIDAD DE ESPAÑA: TEORÍA
Y EVIDENCIA EMPÍRICA**

En las páginas que conforman este capítulo se entra en el debate acerca del papel de la innovación como determinante de la competitividad, tanto para las naciones como para las empresas. Se aborda, asimismo, una vez constatada la importancia de la innovación, el examen, para una serie de países seleccionados, de la evolución del esfuerzo de asignación de recursos a la I+D –sin duda, la principal fuente de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos– y a las actividades de innovación –que se refieren a la efectiva utilización de esos conocimientos en la producción de bienes y servicios⁴–. Además, se estudia en qué medida los gobiernos de esos países promueven la I+D e innovación para mejorar la competitividad de sus economías, así como de las empresas que operan en ellas.

Después de Schumpeter y de Solow, entre los economistas se reconoce ampliamente que una parte significativa del crecimiento económico se debe al aumento de la productividad, sustentado por las innovaciones que permiten que el capital y las capacidades humanas sean más productivas. En general, las empresas invierten en innovaciones para lograr mayores niveles de competitividad en los mercados locales e internacionales. Sin embargo, existen muchas empresas cuya supervivencia competitiva no se basa principalmente en una estrategia innovadora. El ejemplo de Coca-Cola, líder mundial del mercado de bebidas refrescantes, es paradigmático. Durante una entrevista radiofónica, realizada a mediados de los noventa, al director de Coca-Cola en España se le preguntó si una empresa debe ser innovadora para ser competitiva y tener éxito en el mercado. Él, de manera realista, restó importancia a la innovación afirmando que “mi empresa se dedica desde hace más de un siglo al mismo producto”. La Coca-Cola nació en una farmacia de Atlanta (Estados Unidos), en 1886, aunque la compañía no se fundó hasta cinco años más tarde y la marca no se registró hasta 1893. En Pemberton Place, el parque que la capital de Georgia dedicó a su inventor, el “World of Coca-Cola” exhibe más de tres centenares de refrescos diferentes que esta empresa ofrece en los mercados de todo el mundo. Ello podría desmentir al directivo español –porque, en efecto, Coca-Cola ha desarrollado múltiples variantes de su bebida, y ha lanzado otras muchas bajo una amplia variedad de marcas, incluso imitando a sus competidores⁵–, pero lo cierto es que el grueso fundamental de su negocio internacional sigue siendo la bebida

⁴ El recuadro 1.2. refleja la diferencia entre los conceptos de I+D básica, aplicada y otras actividades de innovación.

⁵ Algunos de los cambios adoptados por Coca-Cola se basaron en innovaciones introducidas con anterioridad por otras empresas (Siegel, 2006). Por ejemplo, la bebida sin azúcar “No Cal” introducida por Hyman Kirsch en 1952, y “Diet Rite Cola” en 1961 por la empresa RC Cola.

original. Ello señala que el valor económico y comercial de una innovación puede llegar a ser muy persistente en el tiempo y nos permite comprender que no es necesario introducir continuamente nuevas tecnologías o nuevos productos para que una empresa tenga un buen desempeño competitivo. De hecho, la gran mayoría de las empresas del mundo no realizan actividades innovadoras⁶; y ello no implica que no puedan competir, obtener beneficios y lograr permanecer en el mercado. Pero también es cierto que muchas de las empresas que cuentan con una larga trayectoria, aunque pudieran estar alejadas de la frontera tecnológica, fueron en algún momento de su existencia muy innovadoras. Lo que esto señala es que el premio de la innovación exitosa es la supervivencia, y que la capacidad competitiva requiere de otros factores igualmente relevantes.

Son muchos los estudios empíricos que confirman que las empresas más innovadoras están entre las que logran mejorar su rentabilidad y hacer crecer sus ventas o sus cuotas de mercado⁷. Además, estas empresas tienen más éxito en los mercados internacionales y una mayor capacidad de supervivencia, aunque al mismo tiempo, se señala que sus diferencias con otras no son tan grandes como sostienen los predicadores de todo lo nuevo. Esto implica que existen empresas que no están en la frontera tecnológica, pero que se mantienen en el mercado con cierto nivel de éxito, ya que la innovación es solo una de las opciones para competir⁸ y, de hecho, la gran mayoría de las empresas en el mundo –incluso en muchos de los países más avanzados (véase cuadro 1.1.)– no son innovadoras. Sin duda, el alto coste de la investigación, el diseño, la ingeniería y otras actividades generadoras de nuevos conocimientos, así como la fuerte incertidumbre a la que están sometidas –pues sus resultados no son muchas veces los esperados– son elementos que explican esta situación. En realidad, existe una amplia gama de estrategias para innovar (líderes tecnológicos, seguidores tecnológicos e imitadores) con base en dos orientaciones básicas: competir en calidad, prestaciones y nuevas funciones versus competir en costes. Se puede destacar que, en la lucha competitiva entre empresas innovadoras (de producto o proceso) y empresas imitadoras, no son siempre las primeras las que acopian la mayor parte de los beneficios de sus innovaciones⁹. Las empresas imitadoras cuentan con ciertas capacidades tecnológicas que les permiten copiar a las que se encuentran en la frontera tecnológica, ahorrándose los costes de las actividades de investigación y desarrollo. También puede darse el caso de que las empresas no se puedan clasificar en esas dos posiciones, sino de que se trate de una senda continua de opciones de nivel innovador (radical o incremental) y de tipo de innovación (de producto o de proceso basada en costes). Cada una de estas formas o estrategias innovadoras tendrá un efecto diferente sobre el éxito al

⁶ El porcentaje de empresas no innovadoras supera en la gran mayoría de los países el 70%, como es el caso de Rusia (90%), Polonia, Colombia o España (un 70-75%) e incluso, en los países más desarrollados, muchas empresas no innovan (Alemania, 37%).

⁷ Aunque cabe destacar que algunos de estos estudios ofrecen conclusiones contradictorias. Para una revisión de la literatura empírica véase Morales *et al.* (2018).

⁸ Además de con innovaciones se puede competir en salarios y/o costes o ser empresa imitadora.

⁹ Para un debate al respecto se recomienda Teece (1986, 2006).

competir o sobre los beneficios. Por ejemplo, las empresas innovadoras radicales en producto llevan a cabo proyectos de un mayor riesgo económico y técnico, aunque esperan obtener más beneficios, mientras que las empresas imitadoras pueden aprovecharse de las inversiones de las empresas pioneras, teniendo más seguridad identificando la tecnología más adecuada y sobre la existencia real de un mercado para el producto, aunque con márgenes de beneficios menores. Las más innovadoras mantienen muchas veces un esfuerzo continuado para proteger sus ventajas comparativas sobre las empresas seguidoras o imitadoras.

No cabe duda de que en el plano microeconómico las empresas pueden ser competitivas aun sin innovar, aunque ello depende de los ciclos del producto que ocurren en el sector (Geroski y Machin, 2013); pero en el terreno macroeconómico la situación es muy distinta. Más sustancial aún es que, si se compara el desempeño de las empresas innovadoras y no innovadoras a lo largo del tiempo, se observan diferencias en su desempeño, relativamente sistemáticas, que varían a lo largo del ciclo comercial: los innovadores superan sustancialmente a los no innovadores en épocas de recesiones, pero las diferencias se reducen considerablemente en los momentos de auge. Por lo tanto, aunque el producto de las actividades innovadoras es relevante, parece que el proceso de innovación (es decir, la forma en que se organizan las actividades de investigación de una empresa y cómo se integran con las otras actividades de la misma), es más importante como determinante del diferencial de desempeño entre empresas innovadoras y no innovadoras". (Geroski y Machin, 2013, p.85).

Existen empresas cuyos productos compiten en el mercado local, mientras que otras, tienen la capacidad necesaria para competir en el mercado global. La innovación empresarial es un aspecto esencial para que los países o regiones puedan competir internacionalmente con éxito; las más innovadoras son, sin duda, más prósperas, competitivas y exitosas. Los países o regiones que más destacan son aquellas que más gastan en Investigación y Desarrollo (I+D)¹⁰ y donde las empresas tienen un papel dominante¹¹. De hecho, son las empresas de estos países las que generan gran parte de la producción mundial de conocimientos (por ejemplo, de patentes) y de la gran mayoría de los productos innovadores. Además, estos países consiguieron —a pesar de tener los salarios más altos— bajos niveles de desempleo e incluso, en ciertos momentos, una situación de “pleno o sobre empleo” (véase, Appelbaum y Schettkat, 1994). Como se puede observar en el cuadro 1.1., algunos

¹⁰ La relación entre riqueza de un país y su nivel de innovación está ampliamente demostrada por la realidad. Los países más avanzados (América del Norte y Europa) gastan el 48% de gasto en I+D mundial, el sur de Asia y el Pacífico es responsable de otro 39% y el resto del mundo gasta el 12%. Y, por ejemplo, América Latina y el Caribe (ALyC) solo gastan el 3,6% y África un 0,8%. En términos de la intensidad innovadora, los países más avanzados (América del Norte y Europa) gastan un 2,4% de su PIB en I+D, el sur de Asia y el Pacífico un 2,1%; y el resto de las regiones el 1% o menos. Por ejemplo, Latinoamérica y el Caribe tienen una intensidad innovadora tan solo del 0,7%, Europa del Este del 1% y África un 0,4%. <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/fs42-global-investments-in-rd-2017-en.pdf>

¹¹ La excepción son las regiones o países con muchos recursos naturales u otras ventajas “naturales”.

de los países más innovadores¹² son aquellos con una mayor renta per cápita y/o índice de competitividad global y con menor nivel de desempleo.

En la literatura actual sobre competitividad e innovación (véase recuadro 1.1.) se subraya que la competitividad a nivel empresarial y la innovación se puede considerar un binomio indisoluble, donde un buen sistema innovador (Freeman, 1987) o un buen sistema productivo y un alto nivel de exigencia de los consumidores y productores (Porter, 1987) mejora el nivel competitivo tanto de las empresas individuales como el de los países y/o regiones. En España también existe un debate sobre el papel de la innovación en su desarrollo económico y su importancia para recuperar competitividad en la salida de la crisis. Existe la opinión generalizada de que la innovación será clave para la competitividad de la economía española. Además, como se analiza en la sección siguiente, España ha perdido tres de los mecanismos que utilizaba tradicionalmente para mejorar o mantener –de forma artificial– su situación competitiva (Heijs, 2012). Primero, porque la pertenencia a la zona del euro le impide recuperar competitividad mediante un ajuste del tipo de cambio. Segundo, porque, a pesar de la crisis y la disminución de los salarios de los últimos años, España ya no se puede considerar en el contexto internacional un país de salarios bajos y su coste laboral medio está muy por encima de algunos de sus socios en la Unión Europea (especialmente de los países del este de Europa) y de los países con salarios bajos en el resto del mundo¹³. Así, el coste laboral español es de tres a ocho veces mayor en relación a los países de la Unión Europea más pobres¹⁴ y supera en 5,7 veces el de China; y en el caso de India, la diferencia se multiplica en aproximadamente quince veces. Y, tercero, porque España ha llegado a un nivel de capital por trabajador relativamente alto lo que –como se explicará en la sección siguiente– dificulta aumentar su nivel de productividad mediante inversiones en capital productivo. Por todo ello, sorprende que España sea uno de los pocos países europeos que ha bajado la inversión en I+D y donde el gobierno ha recortado su esfuerzo en I+D y sus apoyos a la innovación empresarial, como se verá más adelante. Aparentemente, en España todavía se consideran los gastos en I+D e innovación como un coste en lugar de una inversión a medio y largo plazo, lo que es un problema importante porque la acumulación de los conocimientos resulta esencial en tales actividades y solo se puede asegurar un proceso continuado de aprendizaje a partir de inversiones regulares a lo largo del tiempo.

Existen muchos prejuicios con respecto a la relación entre la competitividad y sus determinantes como la innovación, el nivel salarial, el comercio internacional, la

¹² Como EE.UU., Alemania y Japón, que tienen índices de competitividad por encima de los 82 puntos, ocupando los puestos primero, tercero y quinto de este *ranking* mundial. Además, estos países reflejan las tasas de desempleo más bajas del grupo de países seleccionados (por debajo del 4,5%) y en los años sesenta tenían –en términos técnicos– pleno empleo (por debajo del 2%), (Appelbaum y Schettkat, 1994).

¹³ Véase cuadro 1.1. y el gráfico 1.1A. del Apéndice 1.

¹⁴ En concreto, los costes laborales de España en 2012 fueron unos 22,4 dólares por hora, o sea, 3,4 veces mayores que en Polonia (6,7\$), 5,9 veces mayores que en Rumania (3,8\$) y 7,7 veces mayores que en Bulgaria (2,9\$). (Fuente: Eurostat, véase gráfico 1.1A. del Apéndice 1).

INDICADORES DE LA COMPETITIVIDAD, INNOVACIÓN Y CALIDAD DE VIDA

1. PIB pc-ppp ¹	2. Índice de competitividad global ²	3. Gasto I+D (% PIB) ³	4. Peso de la I+D empresarial sobre el total	5. Empresas innovadoras ⁴ de producto/proceso para:		6. Coste laboral ⁵ (\$)	7. Capital stock por trabajador ⁶ (EE.UU. =100)(%)	8. Capital stock por trabajador (PPP en \$ de 2011)	9. Desempleo (%) ⁷	10.- Intensidad exportadora (X/PIB)
				La empresa	El mercado ⁸					
EE.UU.	62.641	2,8	72	29,0 ⁹	4,8	37,81	100,0	346.500	3,9	13,6
Alemania	48.196	2,9	68	63,4	13,3	43,18	100,2	356.800	3,2	46,0
Japón	39.287	3,3	78	33,0	7,2	26,46	78,8	280.600	2,4	17,5
España	30.524	1,2	53	28,6	5,7	23,40	134,6	479.100	14,7	33,1
Rusia	11.289	1,1	59	10,5	2,3		30,1	107.200	4,5	25,7
México	9.698	0,6	31	11,9 ¹⁰		3,91	36,5	129.900	3,4	38,2
Argentina	11.653	0,6	20			11,24	33,3	118.700	10,0	12,7
Brasil	8.921	1,2	36	35,6	4,2	8,00	36,2	128.900	12,2	12,5
Chile	2.549	0,4	34	28,8	2,5	5,62 ¹¹	42,0	149.700	7,4	28,5
Colombia	6.651	0,2	32	24,6	2,0	4,24 ¹²	21,5	76.400	9,2	14,0
Egipto	9.771	0,7	6				12,8	45.600	11,3	10,4
India	2.016	0,6	44	18,6		1,60	12,4	44.100	2,6	19,2
China	15.923	2,1	77	26,9		4,10	24,4	86.900	4,4	19,6
Rumania	12.301									
Bulgaria	9.273									

Notas: PIB pc-ppp: Producto interior bruto per cápita (PIBpc) en paridad de poder de compra (PPP); Todos los datos son del 2015 o 2016 o bien el último dato disponible.

Fuentes: ¹Fuente Indicadores 1, 9 y 10 Worldbank data: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?end=2015&start=1960&view=chart>; ²Economic World Forum (2018) http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf; ³Fuente indicadores 3 y 4: UNESCO, 2018; ⁴OECD, 2017. (sector manufacturero); ⁵The Conference Board 2016. <https://www.conference-board.org/ilcprogram/index.cfm?id=38269>. Los datos de China y La India son estimados por falta de datos concretos; ⁶Penn World Table <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/>; ⁷Worldbank: https://data.worldbank.org/indicator/SL.UEM.TOTL.ZS?name_desc=false; ⁸OECD; <http://www.oecd.org/innovation/inno/inno-stats.htm#indicators>; ⁹Borouh and Jankowski (2016). <https://www.nsf.gov/statistics/2016/nsf16308/pdf>; ¹⁰Moyeda y Arteaga (2016); ¹¹OCDE/BID/CIAT (2016); ¹²Idem.

intensidad de capital por trabajador y las inversiones. En la realidad, la competitividad y la innovación son dos conceptos que se utilizan a menudo de forma confusa tanto en el ámbito de la opinión pública, como incluso en la literatura académica. En este capítulo nos proponemos sintetizar las principales ideas acerca del papel de la innovación en la competitividad empresarial y en el bienestar y el crecimiento económico nacional, así como resaltar algunos prejuicios con respecto a los demás determinantes de la competitividad o sus límites a largo plazo. En la siguiente sección se explica la importancia de la innovación para la competitividad nacional –y su importancia para superar la crisis económica– y después –en la sección 1.2.– se reflejan los datos y tendencias globales de España sobre el gasto en innovación de las empresas y del Estado. Al final, se exponen las principales conclusiones del capítulo.

Recuadro 1.1.

COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL Y NACIONAL: UN BINOMIO INDISOLUBLE

Existen distintas consideraciones sobre la competitividad de las empresas y de los países que han generado un gran debate por la complejidad del término. Las empresas buscan posicionarse sobre sus competidores en el mercado ofreciendo bienes o servicios específicos que los demás no hacen; para ello, generan capacidades para competir y mantenerse en el mercado de diversas formas y en diferentes contextos. Stigler (1989) considera que “la competencia es una rivalidad entre individuos (o grupos o naciones), y surge cada vez que dos o más partes se esfuerzan por algo que no todos pueden obtener”, creando de esta forma ventajas comparativas. Buckley, Pass, y Prescott (1988) ofrecen una definición de la competitividad enfocada hacia las empresas: “la competitividad de una empresa significa que es capaz de producir y vender productos y servicios de calidad superior y costes más bajos que sus competidores nacionales e internacionales. La competitividad es el rendimiento en forma de ganancias a largo plazo de una empresa y su capacidad para compensar a sus empleados y proporcionar rendimientos superiores a sus propietarios”. Por otro lado, PCIP (1985) fue uno de los primeros en definir la competitividad de un país como “el grado en que, bajo condiciones de mercado libres y justas, puede producir bienes y servicios que cumplan con la prueba de los mercados internacionales y al mismo tiempo expandir la renta real de sus ciudadanos”.

En la literatura económica se trata el tema de la competitividad básicamente desde dos perspectivas. El enfoque neoclásico define, a partir desde un punto de vista abstracto y macroeconómico, un mercado de competencia perfecta, y analiza las implicaciones de tal mercado para el desarrollo económico. Mientras que, desde la visión de la Organización Industrial de índole microeconómica, se busca una aproximación mucho más práctica. Esta trata la competitividad real entre empresas, industrias y/o países donde las empresas son agentes heterogéneos con una racionalidad limitada (Simon, 1991). Durante los años ochenta los dos niveles de análisis micro versus macro, se utilizaron en gran medida de una forma aislada. Sin embargo, a partir de los trabajos publicados en esa década y en la siguiente con respecto a la competitividad de los países se subrayó la interdependencia entre los planos nacional y empresarial. Especialmente los trabajos de Porter (1985, 1993, 2004, 2008) y el enfoque de los sistemas nacionales de innovación (Nelson, 1993; Freeman, 1997; Lundvall, 1992) subrayan la interdependencia mutua de la competitividad de las naciones y de sus empresas. Por un lado, la capacidad empresarial en el plano microeconómico (estructura interna de las empresas; Lippmann y Rumelt, 1982) y sus recursos internos (como “la visión basada en los recursos de la empresa”, Barney, 1991, 2001) requieren estructuras productivas macroeconómicas –y un tejido empresarial de carácter mesoeconómico– que incentiven la mejora continua de la

Recuadro 1.1. (continuación)

COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL Y NACIONAL: UN BINOMIO INDISOLUBLE

competitividad; y, asimismo, la existencia de empresas competitivas asegura un mejor desarrollo del sistema nacional de producción y/o innovación.

Según Porter (1990) la competitividad depende de la productividad a largo plazo, cuyo aumento requiere un entorno empresarial que respalde la innovación continua en productos, procesos y gestión. Las cuatro condiciones subyacentes que impulsan la competitividad global de las empresas de un país incluyen: dotaciones de factores, condiciones de demanda, industrias relacionadas y de apoyo (*clusters* o conglomerados), y la estrategia, estructura y rivalidad de las empresas. La competitividad de una nación depende, a su vez, de la capacidad de su industria para innovar y actualizarse. Las empresas obtienen ventaja frente a los mejores competidores del mundo debido a la presión y el desafío de tener fuertes rivales nacionales, proveedores domésticos combativos y clientes locales exigentes.

Estos autores reflejan de forma directa o indirecta que el papel esencial de la competitividad es la productividad. De hecho, Krugman (1994:32) sostiene que "la competitividad resultaría ser una forma algo rara de decir "productividad" y no tendría nada que ver con la competencia internacional". Según este autor, el concepto es simplemente otra forma de expresar la productividad, ya que la capacidad de un país para mejorar su nivel de vida depende casi enteramente de su capacidad para aumentar su productividad. Esta idea se ajusta a la definición de competitividad utilizada por la OCDE y la Comisión Europea que combinan la capacidad de competir en el mercado internacional con la condición de ofrecer a los habitantes de la nación un alto nivel de vida. Según la OCDE (1992): "la competitividad es el grado en que una nación puede, bajo condiciones de libre comercio y mercado justo, producir bienes y servicios que cumplan con la prueba de los mercados internacionales, al mismo tiempo que mantiene y expande los ingresos reales de su gente a largo plazo." Siendo parecida a la definición de la Comisión Europea (2001) que indica que "la competitividad de una nación es la capacidad de una economía para proporcionar a su población altos y crecientes niveles de vida y altas tasas de empleo de manera sostenible."

■ 1.1. INNOVACIÓN VERSUS COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL Y NACIONAL: REFLEXIONES GENERALES

Se pueden destacar dos enfoques dominantes en el análisis de la relación entre la competitividad a nivel nacional (regional) y la innovación, abogando claramente por políticas de mejora del nivel innovador del país y sus regiones. El primero es la economía evolucionista, que incluye la perspectiva del Sistema Nacional o Regional de Innovación (SNI-SRI). Sus autores principales (Freeman, 1987; Nelson, 1993; Lundvall, 1993; Edquist, 1997) sostienen que la competitividad de los países o regiones se refleja en su capacidad para desarrollar ventajas comparativas mediante la transformación de su tejido productivo hacia sectores basados en la alta tecnología, creando un modelo de "economía del conocimiento". Subrayan que, a pesar de que las empresas son la base del nivel competitivo de un país, las condiciones del propio país, especialmente el grado de interacción entre los agentes económicos, la acumulación de experiencia y conocimientos, y la política innovadora, son muy relevantes para facilitar y estimular la competitividad de sus empresas. Un país o región debe asegurar la existencia de un sistema nacional innovador y un tejido productivo empresarial abierto a los cambios tecnológicos y científicos exter-

nos. Y la capacidad de aprendizaje para absorber las nuevas tecnologías que llegan de fuera por parte de las empresas y otros agentes del SNRI, depende del *stock* existente de conocimientos que, a su vez, será consecuencia de sus oportunidades y decisiones en el pasado (dependencia de la trayectoria).

Otra aproximación es el enfoque de los “clústeres” promovido por Porter (1990), quien enfatiza en la importancia de las ventajas competitivas de las naciones (el diamante de Porter), que permitiría a sus empresas aumentar su productividad y, por consiguiente, competir mejor en los mercados. Asimismo, defiende de forma clara una política activa para mejorar la competitividad de un país o región. En su opinión, el nivel tecnológico de proveedores y clientes es básico para asegurar un mejor nivel competitivo.

Ambos enfoques resaltan el papel importante, aunque limitado, de los gobiernos y las instituciones nacionales; y sostienen que son las empresas las que ocupan el eje central de la competitividad nacional, ya que son ellas las que compiten en los mercados introduciendo las innovaciones. Como indicó Schumpeter (1911, p. 84) “los emprendedores (las empresas) forman la parte central de la economía ya que son ellas las que convierten los resultados de las actividades de investigación –mediante el desarrollo tecnológico y la innovación– en productos para el mercado”. Ello se confirma al observar que aquellos países donde el porcentaje de los gastos en I+D del sector empresarial es más alto, se encuentran entre los más competitivos del mundo¹⁵, y sus compañías multinacionales tienen un papel dominante en el mercado internacional; mientras que en los países menos desarrollados las empresas tienen claramente un menor gasto en I+D.

La globalización de las economías y las ganancias o pérdidas en las cuotas del mercado internacional es uno de los grandes debates actuales con respecto a la competitividad. No cabe duda de que el éxito en los mercados internacionales ha sido ampliamente interpretado como un indicador que mide la competitividad. Por un lado, en esos mercados la presión competitiva es mucho mayor con la obligación de ofrecer productos de mejor relación calidad-precio, por lo que la innovación resulta fundamental. Además, en la gran mayoría de los países las grandes empresas multinacionales son el motor del sistema innovador nacional, hasta el punto de que las 2.500 empresas que más gastan en I+D concentran el 54% del gasto en I+D a nivel mundial (CE, 2019, p. 27)¹⁶ de manera que la ausencia de este tipo de empresas en un país dificulta su crecimiento. No obstante, Paul Krugman (1994) –en su trabajo *Competitividad: una obsesión peligrosa*– sostiene que no se puede simplificar la medición de la competitividad de un país según su fuerza o éxito en el mercado internacional como si de una empresa se tratara. Las empresas multina-

¹⁵ En los países más avanzados las empresas son responsables de entre dos tercios y tres cuartos del gasto en I+D, mientras que en los países en desarrollo este porcentaje es claramente menor (un 40% Brasil, un 30% en Colombia y Chile y un 20/25% en México o Argentina) y en la mayoría de los países poco desarrollados está por debajo del 20% (Fuente: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/fs42-global-investments-in-rd-2017-en.pdf>).

¹⁶ CE (2019) EU-Industrial R&D Scoreboard, 2018. <https://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard18.html>

cionales y los países compiten de forma muy diferente en el mercado, puesto que esas firmas venden casi toda su producción en el mercado internacional, mientras que los países (grandes) –y por ello la mayoría de sus empresas– venden solo una parte relativamente pequeña de su PIB en el exterior¹⁷. Como indica Prebisch, “la solución no está en crecer a expensas del comercio exterior, sino de saber extraer de un comercio exterior cada vez más grande, los elementos propulsores del desarrollo” (1950, p. 7), que se concretan, en gran medida, en la modernización del sistema productivo y en la mejora de las capacidades tecnológicas.

Hay que recordar que no se sabe exactamente hasta qué punto un modelo basado en las exportaciones se puede mantener. Tal modelo tendría que agotarse en algún momento, básicamente porque es imposible que todos los países sean exportadores netos. Un obstáculo adicional para España es que su forma tradicional para promover o mantener su nivel competitivo en el mercado internacional fue ajustando el tipo de cambio. La entrada en la zona del euro imposibilita esta opción por lo que la innovación aumenta su importancia para que las empresas españolas puedan competir en los mercados internacionales.

Otra razón que dificultaría el modelo de exportación en los países menos desarrollados estaría en las tendencias recientes de robotización y automatización en los países más avanzados, que podrían recuperar parte de las manufacturas que trasladaron en su momento a los países de bajos salarios. En cuanto al papel de la mano de obra en la producción, esta se reduciría drásticamente, por lo que los países de salarios altos recuperarán sus ventajas de localización cerca de los mercados. Además, los países menos desarrollados han visto dificultades respecto a la mejora de su competitividad debido a la “fuga de cerebros”, cuando los talentos privilegiados de los países menos competitivos desarrollan su actividad innovadora en los países más avanzados (con más incentivos en términos salariales y de oportunidades para desarrollar plenamente expectativas relacionadas con su inteligencia), lo que podría afectar seriamente a la capacidad tecnológica y científica de los sistemas de innovación de los países menos desarrollados (véase Agrawal *et al.*, 2011; Cervantes y Guellec, 2002; Beine, Docquier y Rapoport, 2008).

La moderación salarial como forma de recuperar la competitividad, una tendencia acentuada durante la crisis económica, es un aspecto relacionado con la productividad a menudo mal interpretado. Tal moderación no siempre es acertada y aparentemente solo funciona a corto plazo. Primero, porque países europeos con un coste salarial intermedio (como España, Grecia, o Portugal) no pueden competir con países con salarios realmente bajos. Como se observa en el cuadro 1.1., España tiene un coste laboral medio de 28 euros mientras que países como China o India están por debajo de los 5 euros. Además, algunos países de la Unión Europea están muy por debajo del nivel salarial español, España tiene un coste salarial del 82% con respecto a la media de los países de la zona del euro. Incluso, algunos países de la Unión Europea se encuentran muy por debajo de este nivel, como Polonia

¹⁷ EE.UU., 13,6%; Colombia, 14,0%; Argentina, 12,7%; China, 19,6%; Alemania, 46,0%.

(33%), Rumanía (23%), Bulgaria (19%) o las repúblicas de la antigua Yugoslavia (14%)¹⁸. Por ello, no será fácil para España rivalizar en salarios y habrá que competir en términos de calidad, prestaciones o aplicaciones del producto o productividad, reorientando las actividades productivas hacia una economía de conocimiento. Existen pocos ejemplos de países que –como Singapur en los años 60/70¹⁹– implementaron una política de aumento salarial continuo para forzar a las empresas a que apostaran por la innovación y por una mayor intensidad de capital por trabajador. No se debe olvidar que, al final, una política de salarios bajos es incompatible con el objetivo de un mayor nivel de bienestar. La única forma de tener un mayor nivel de vida es producir bienes con un alto valor añadido y/o aumentar la productividad, ambos consecuencia del proceso de innovación y no del precio del trabajo, o sea, los salarios.

Un último aspecto destacable, que implicaría una mejora de la competitividad de un país y, al mismo tiempo, elevaría la calidad de vida de los trabajadores, es la inversión en capital con el objetivo de aumentar la productividad. Todavía existe un gran número de países y/o regiones donde la industrialización apenas se ha iniciado²⁰. La transición de un sistema productivo artesanal, en el que predominan sectores intensivos en trabajo, hacia una economía industrial –aumentando drásticamente la intensidad en capital por empleado– generaría a corto plazo un crecimiento intenso de la productividad laboral (entre los puntos A y B del gráfico 1.1.) y, por ello, una convergencia económica rápida al inicio del proceso de industrialización en los países pobres. Pero esa inversión en capital perdería a partir de cierto momento su empuje potencial sobre la productividad debido al efecto de rendimientos marginales decrecientes (RMD)²¹. Una vez que una economía llega a cierto nivel de capital por trabajador (punto B del gráfico 1), el aumento en términos de productividad per cápita provocado por un aumento de las inversiones en capital se estanca. A partir de ese momento, tal sería el caso de España²², la única opción para aumentar de forma clara la productividad sería invertir en factores de producción más modernos –de mayor capacidad productiva– o confeccionar mejores bienes en términos de calidad y prestaciones; o, como señala Rosenberg (1982), aumentando la eficiencia, creando una producción cualitativamente mejorada y/o incrementando el volumen de la producción total. Es decir, a largo plazo solo se puede asegurar la competitividad de un país o región y/o un alto nivel de vida mediante la innovación en los procesos de producción y respecto a los productos.

¹⁸ Fuente: The Conference Board 2016. <https://www.conference-board.org/ilcprogram/index.cfm?id=38269>

¹⁹ <https://www.edb.gov.sg/content/edb/en/why-singapore/about-singapore/our-history/1980s.html>

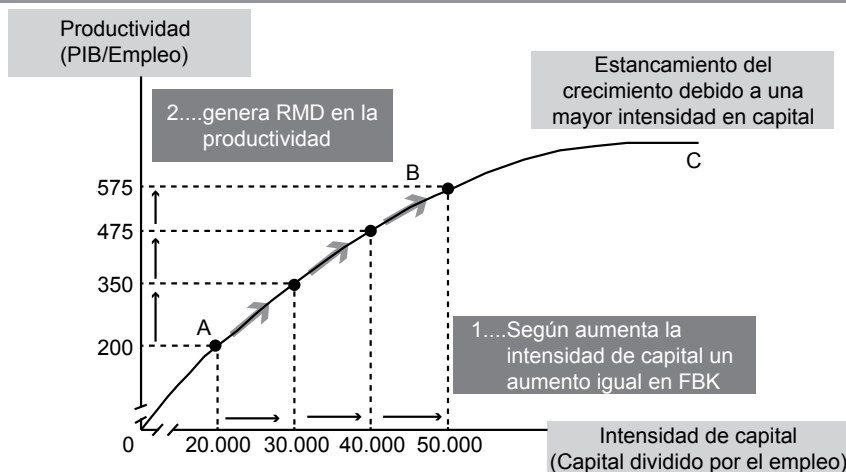
²⁰ Como podría ser Afganistán, Angola, Bangladesh, Bhután, Camboya, Etiopía o Haití. Fuente: Banco Mundial (<https://datos.bancomundial.org/region/paises-menos-desarrollados-clasificacion-de-las-naciones-unidas?view=chart>).

²¹ Se debe indicar que los RMD se observan en todos los puntos de la curva aunque el potencial del crecimiento de la productividad se reduce sobre todo a partir del punto B de la curva.

²² Como se puede observar en el cuadro 1.1., España tiene un muy alto nivel de *stock* de capital por trabajador.

Gráfico 1.1.

LOS RENDIMIENTOS MARGINALES DECRECIENTES EN LAS GANANCIAS EN PRODUCTIVIDAD VERSUS EL AUMENTO LA INTENSIDAD EN CAPITAL POR TRABAJADOR



Fuente: Elaboración propia.

1.2. EVOLUCIÓN DEL GASTO EN INNOVACIÓN EMPRESARIAL Y DEL GASTO PÚBLICO EN I+D EN ESPAÑA Y EUROPA

Conceptos básicos

Como se acaba de argumentar, dentro del nuevo contexto económico de España²³, la innovación es un aspecto fundamental para su recuperación económica y su convergencia con los países más avanzados. Para estudiar en qué medida España afronta este nuevo desafío, se analiza en esta sección la evolución de sus actividades innovadoras y de I+D en comparación con otras naciones grandes de su entorno. En un primer momento se examina el gasto en I+D e innovación y el número de empresas innovadoras antes y después de la gran crisis financiera. Más adelante se ofrece un análisis de cómo los gobiernos han afrontado el desafío de convertir a España en una economía basada en el conocimiento. Para ello, se mide, también comparativamente, el esfuerzo económico del Estado para desarrollar las políticas de I+D e innovación.

Con respecto a las economías basadas en el conocimiento, se diferencian normalmente dos tipos de actividades: la investigación y desarrollo versus las de innovación. La I+D aborda todo el trabajo creativo sistemático que genera conoci-

²³ Con salarios relativamente altos, una intensidad de capital relativamente alta y la pérdida de su moneda propia como instrumento para ajustar su falta de competitividad mediante una reducción artificial de precios.

mientos donde no existe un objetivo comercial directo (OCDE, 2002, p. 47). Mientras que la innovación estaría directamente relacionada con la introducción de los resultados en el mercado en forma de nuevos productos o procesos con el propósito de mejorar los resultados²⁴. Una empresa química explica la diferencia entre la I+D y la innovación de la siguiente forma: “Dentro de DSM²⁵ distinguimos entre I+D e innovación; donde la I+D convierte el dinero en conocimiento, y la innovación es el proceso de crear negocios a partir de este conocimiento. Se trata de encontrar las mejores soluciones sostenibles y comercialmente viables para las necesidades del mercado. E implica la integración de nuestras competencias en otras disciplinas, como compras, ingeniería y fabricación, y *marketing* y ventas”.

Recuadro 1.2.

ACTIVIDADES DE I+D VERSUS INNOVACIÓN: DEFINICIONES

El *Manual de Frascati* y el de Oslo son dos trabajos de obligada lectura para poder entender bien los conceptos de I+D y de innovación. El primero define las labores de investigación y desarrollo como “todo trabajo creativo realizado sistemáticamente para incrementar el volumen de conocimiento, incluido el del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones” (OCDE, 2002; *Manual de Frascati*, p. 47) y donde no existe un objetivo comercial directo. El *Manual de Frascati*, en su edición de 2015, actualiza la definición de las labores de investigación y señala que la I+D comprende el trabajo creativo y sistemático realizado con el objetivo de aumentar el volumen de conocimiento (incluyendo el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad) e idear las nuevas aplicaciones del conocimiento disponible. Además, enuncia un conjunto de características comunes que identifican las actividades de I+D destinadas a alcanzar objetivos generales o específicos, incluso cuando son llevadas a cabo por diferentes ejecutores. Para que una actividad se considere de I+D debe satisfacer cinco criterios básicos. La actividad debe ser: novedosa, creativa, incierta, sistemática, y transferible y/o reproducible. A partir de allí se distingue entre tres formas de I+D:

- *La investigación básica*, que consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden fundamentalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.
- *La investigación aplicada*, que consiste también en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos, pero está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.
- *El desarrollo experimental*, que consiste en trabajos sistemáticos fundamentados en los conocimientos existentes obtenidos a partir de la investigación o la experiencia práctica, y producción de nuevos conocimientos que se dirigen a la fabricación de nuevos productos o procesos, o a la mejora de los productos o procesos que ya existen.

El *Manual de Oslo* relaciona la innovación de forma directa con la introducción de los resultados en el mercado, definiéndola como “la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el *marketing* o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los

²⁴ Para unas definiciones más precisas véase el recuadro 1.1.

²⁵ Dutch State Mines (DSM). Tomado de la página web institucional de la empresa DSM en una fecha desconocida. Pero también se refiere a esta en el link: <https://www.linkedin.com/pulse/what-difference-between-rd-innovation-stefan-lindegard/>

Recuadro 1.2. (continuación)

ACTIVIDADES DE I+D VERSUS INNOVACIÓN: DEFINICIONES

resultados. Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología". El *Manual de Oslo* (2018) reconoce cuatro formas de innovación: de producto, proceso, organización y de comercialización

- *La innovación de producto*, que implica cambios significativos en las características de las mercancías o de los servicios. Se incluyen tanto las mercancías como los servicios totalmente nuevos y las mejoras significativas de los productos existentes.
- *La innovación de proceso*, que representa cambios significativos en los métodos de producción y de distribución.
- *La innovación de organización*, referida a la puesta en práctica de nuevos métodos de trabajo, tanto de la organización como del lugar de trabajo y/o de las relaciones exteriores de la empresa.
- *La innovación de comercialización*, que refleja la puesta en práctica de nuevos métodos de comercialización; desde cambios en el diseño y el empaquetado hasta la promoción del producto mediante nuevas políticas de precios y de servicios.

Fuente: OCDE (2006). *Manual de Oslo*.

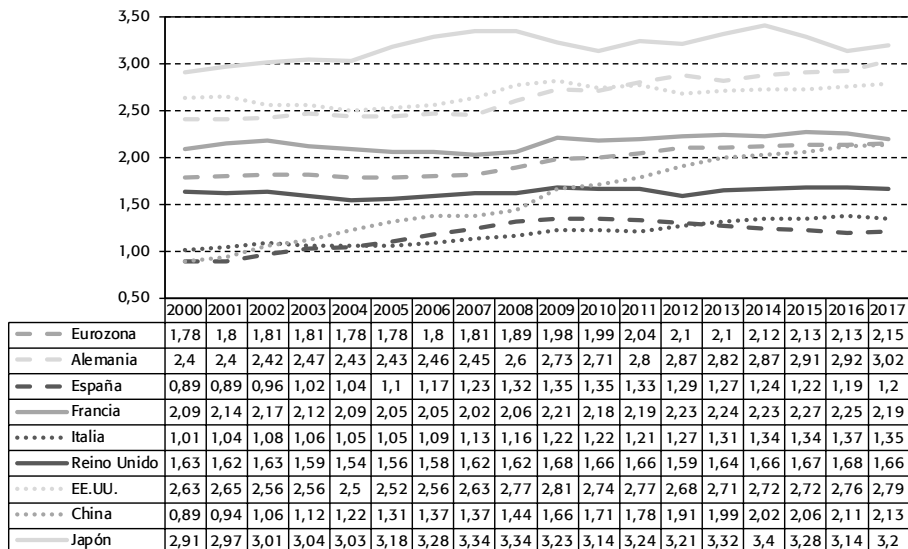
A continuación, se ofrecen datos relativos a la evolución de las actividades relacionadas con ambos tipos de actividades presentado diversas estadísticas de España. Se analiza básicamente el nivel y la evolución del gasto de I+D global versus el gasto empresarial y el número de empresas innovadoras, y se comparan estas tendencias en el caso de España.

La evolución de las actividades innovadoras y de I+D de España dentro el contexto europeo

Comenzando por la evolución de las actividades innovadoras y de I+D en España, el gráfico 1.2. recoge el valor relativo de esa variable como porcentaje del PIB. Como se puede apreciar, este indicador aumentó desde un 0,89% en el año 2000 hasta un 1,35% en 2010, pero desde entonces ha ido disminuyendo poco a poco hasta quedarse en el 1,2% en 2017. También se constata que está muy por debajo del promedio de la eurozona -2,15% en el último año-, así como de los países líderes (Japón, Alemania y Estados Unidos). De hecho, España es el único país donde el valor de este indicador ha disminuido claramente en el periodo 2008-2017. La tendencia en el gasto en I+D empresarial respecto al PIB es parecida a la anterior, en un nivel más reducido, con un aumento entre los años 2005 y 2008, llegando hasta el 0,55 del PIB, y después de un período de relativa estabilidad, en los tres últimos años decae para situarse en un 0,52%. Es decir, cuando a la luz de lo ocurrido en otros países cabía esperar una persistencia en el esfuerzo empresarial en I+D para afrontar la crisis, lo que encontramos en España es un retroceso (gráficos 1.2. y 1.3.).

Gráfico 1.2.

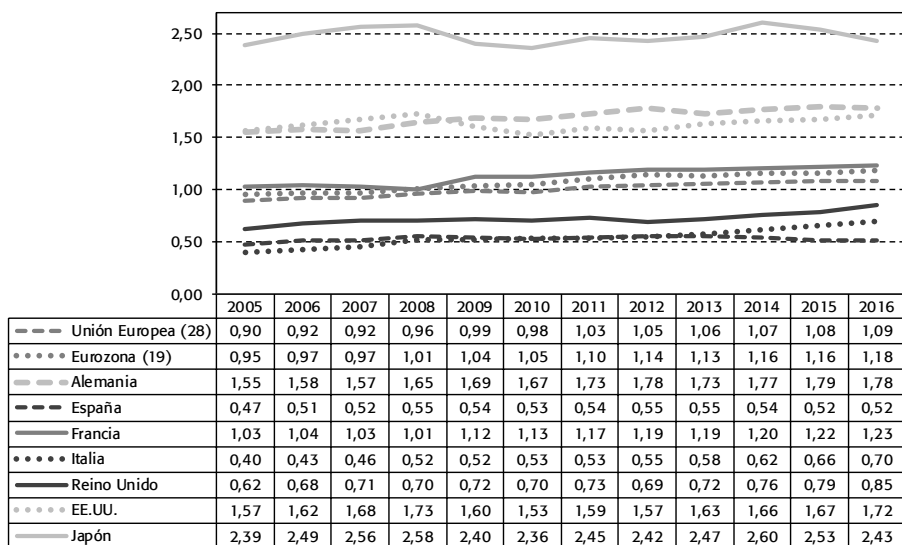
EVOLUCIÓN DEL GASTO EN I+D RESPECTO AL PIB



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Eurostat.

Gráfico 1.3.

EVOLUCIÓN DEL GASTO EN I+D EMPRESARIAL RESPECTO AL PIB

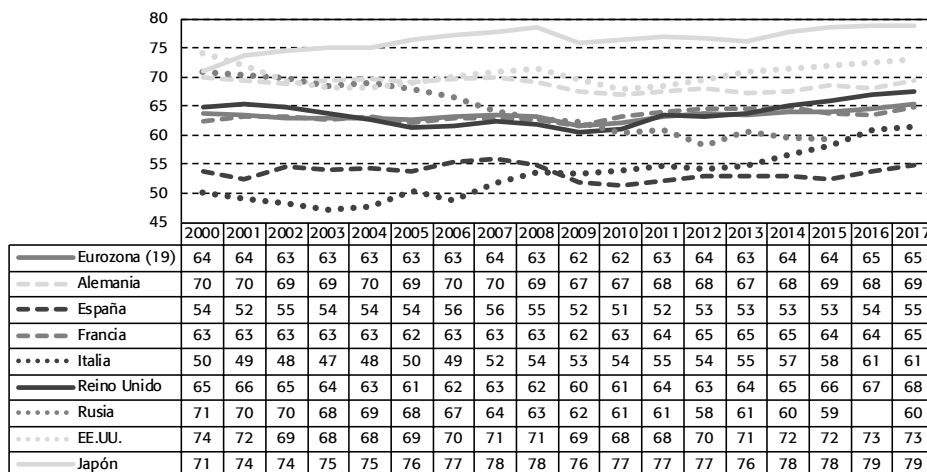


Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Eurostat.

Un aspecto importante para la configuración del sistema nacional de innovación es el que se refiere al papel de las empresas como ejecutoras del gasto total en I+D. Las empresas son el eje del sistema de investigación en tanto que son partícipes imprescindibles de la traslación de los nuevos conocimientos a la producción. Son ellas las que introducen la gran mayoría de las innovaciones en el mercado y, a nivel internacional, son las que más gastan en I+D. Por ejemplo, las 2.500 empresas grandes con mayor gasto en investigación del mundo fueron, en 2018, responsables del 54% de la inversión agregada de todos los países en I+D, representando también el 90% del gasto empresarial en I+D (CE, 2019, p. 27)²⁶. En el caso de España no se produce, más que de forma débil, este liderazgo de las empresas en el sistema de innovación. El gráfico 1.4. lo muestra sin ninguna duda. España (55%) está claramente por debajo del nivel medio europeo (65%) y muy por debajo del nivel de países como Alemania (69%), Estados Unidos (73%) o Japón (79%). De esta manera, en términos comparativos, en España las empresas constituyen el eslabón más débil de ese sistema. El papel de las empresas es, además, estructural ya que para todos los países representados en el gráfico este porcentaje se mantiene muy estable para el periodo analizado, con excepción de Italia y Japón donde el papel de la empresa ha crecido de forma continua, mientras que en Rusia se ha visto una tendencia opuesta.

Gráfico 1.4.

EVOLUCIÓN DEL GASTO EN I+D: PORCENTAJE EJECUTADO POR EL SECTOR EMPRESARIAL



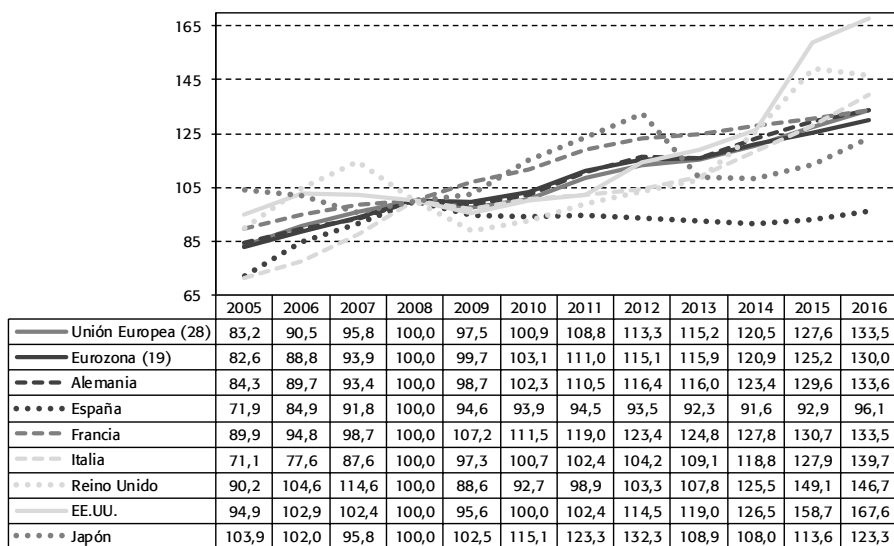
Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Eurostat.

²⁶ También dentro el conjunto de las empresas el gasto está altamente concentrado, ya que el top 10, 50, 100 y 500 de las empresas gastan respectivamente 15%, 40%, 53% and 81% del total del gasto en I+D empresarial (Ibidem, p.26).

Otro problema –muy preocupante– es el hecho de que la tendencia en términos de gasto en el sector empresarial español está empeorando, tanto con respecto al valor absoluto como en términos relativos al PIB. Además, la situación española diverge de forma negativa en comparación con los demás grandes países europeos. El gráfico 1.5. recoge el gasto en I+D empresarial (a precios corrientes) de los países seleccionados convertido en números índices (2008 = 100). Se puede observar que España es el único país donde el gasto empresarial ha bajado en términos absolutos (4%), mientras que la media europea ha aumentado entre un 30 y un 34%. En 2016, el gasto en I+D empresarial español respecto a su PIB (0,52%) se situó, como antes se ha expuesto, muy por debajo de la media de los 19 países de la zona del euro (1,18%) y de los 28 países de la UE (1,09%) –véase gráfico 1.3.–.

Gráfico 1.5.

EVOLUCIÓN DEL GASTO EN I+D EMPRESARIAL RESPECTO AL PIB (EN NÚMEROS ÍNDICES; AÑO BASE 2008)



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Eurostat.

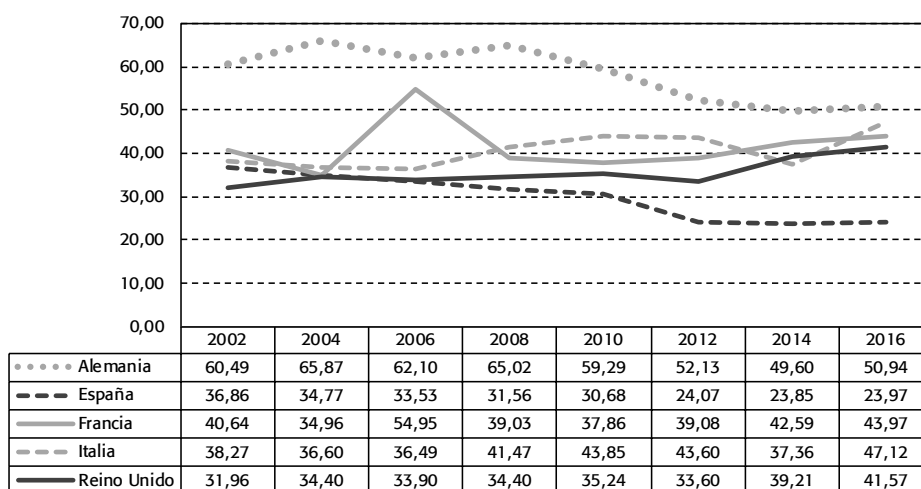
También para este indicador España es el único de los países seleccionados donde este porcentaje ha disminuido durante la recuperación económica de los últimos cinco años. Especialmente, la comparación con Italia sitúa a España en muy mal lugar, ya que en este país –con un nivel económico similar– el gasto empresarial en I+D con respecto al PIB estaba, en el año 2000, claramente por debajo del rasero español (0,40% versus 0,47%) mientras que en 2016 se situó muy por encima de este (0,70% versus 0,52%).

El inquietante panorama que dibujan los datos del gasto en I+D –que se refiere a actividades de medio y largo plazo en las que no existe un objetivo comercial directo (véase el recuadro 1.2.)– es similar al que revelan las estadísticas sobre las actividades innovadoras que sí están directamente enfocadas hacia el mercado. En concreto, una situación poco alentadora se confirma indudablemente con respecto al número y porcentaje de empresas innovadoras que hay en España. Se consideran ahora las empresas de diez o más trabajadores que han introducido innovaciones de producto y/o de proceso en el mercado. La comparación de la situación española con la de algunos países grandes de su entorno (véanse los gráficos 1.6. y 1.7.) refleja que, en España, ambas variables han experimentado una reducción drástica en el curso de los últimos años y sus valores se encuentran claramente por debajo de los que corresponden a los países más grandes de Europa. El porcentaje de empresas innovadoras bajó de un 37% en 2002 hasta un 24% en 2016 debido a la desaparición de casi 10.000 de las 16.443 empresas innovadoras contabilizadas en el año 2002. Actualmente, España cuenta con una proporción de empresas innovadoras del 24%, cifra esta muy alejada del 51% del caso alemán, pero también por debajo del nivel de Italia (47%).

La tendencia regresiva del sistema empresarial español de innovación es muy pronunciada si se compara con los países más cercanos. En año 2002 España tenía un porcentaje de empresas innovadoras similar al de los países líderes en este indicador, exceptuada Alemania, mientras que al final del periodo se ubica en el

Gráfico 1.6a.

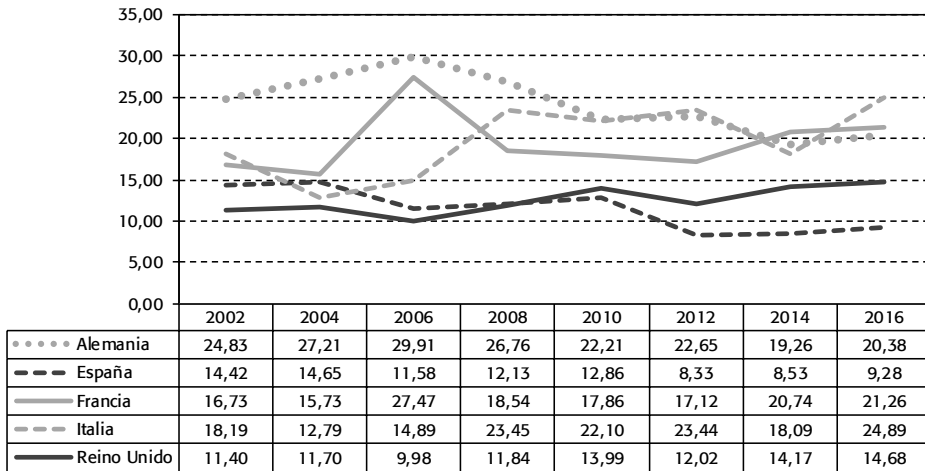
PORCENTAJE TOTAL DE EMPRESAS INNOVADORAS PRODUCTOS Y/O PROCESOS



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Eurostat.

Gráfico 1.6b.

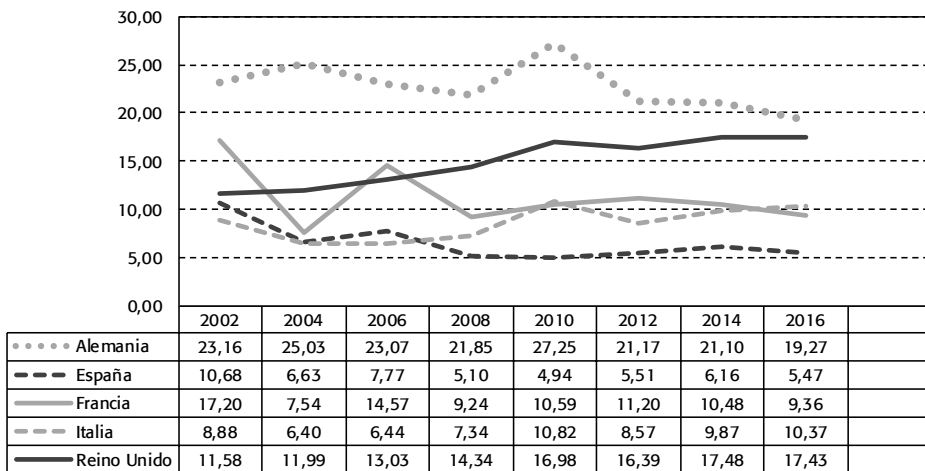
PORCENTAJE TOTAL DE EMPRESAS INNOVADORAS PRODUCTO Y PROCESO



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Eurostat.

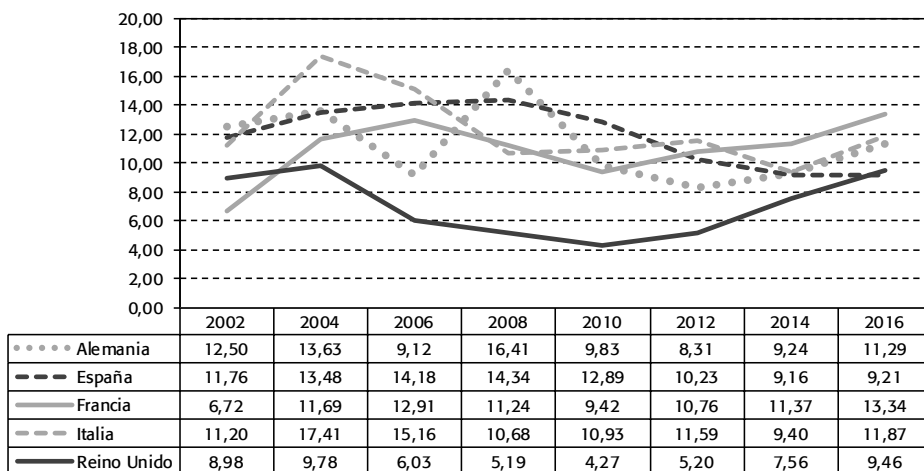
Gráfico 1.6c.

PORCENTAJE TOTAL DE EMPRESAS INNOVADORAS SOLO PRODUCTO



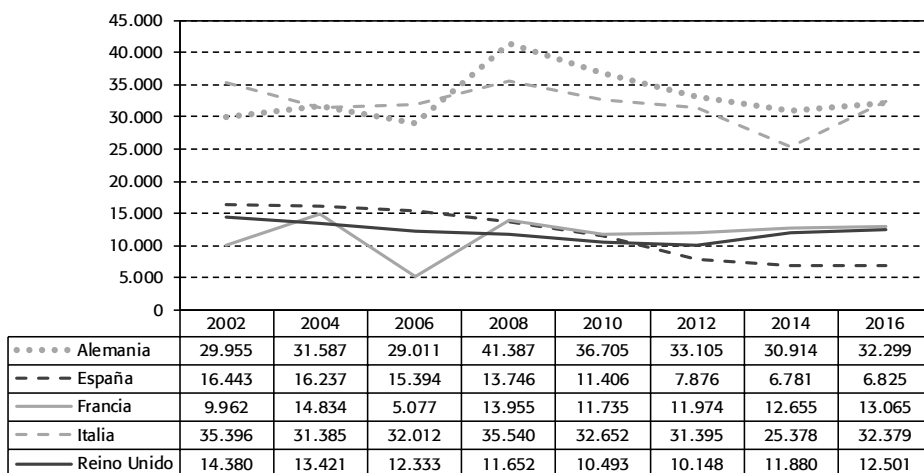
Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Eurostat.

Gráfico 1.6d.

**PORCENTAJE TOTAL DE EMPRESAS INNOVADORAS
SOLO PROCESO**


Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Eurostat.

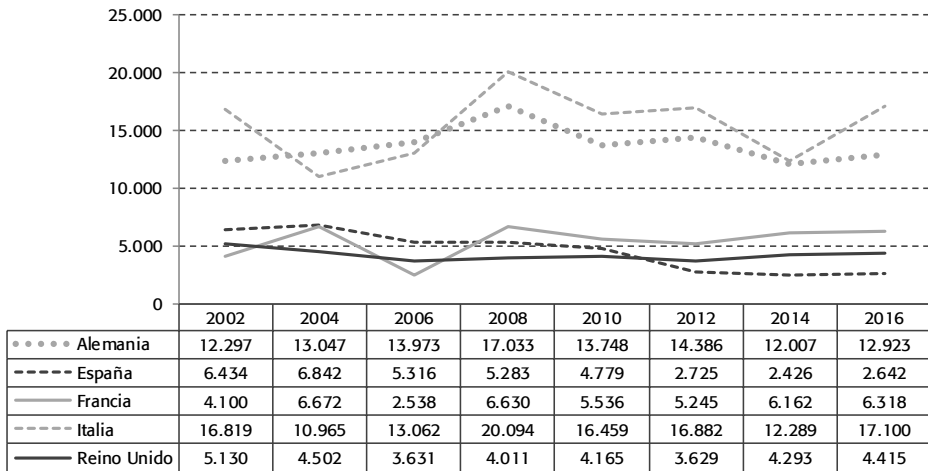
Gráfico 1.7a.

**NÚMERO DE EMPRESAS INNOVADORAS
PRODUCTOS Y/O PROCESOS**


Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Eurostat.

Gráfico 1.7b.

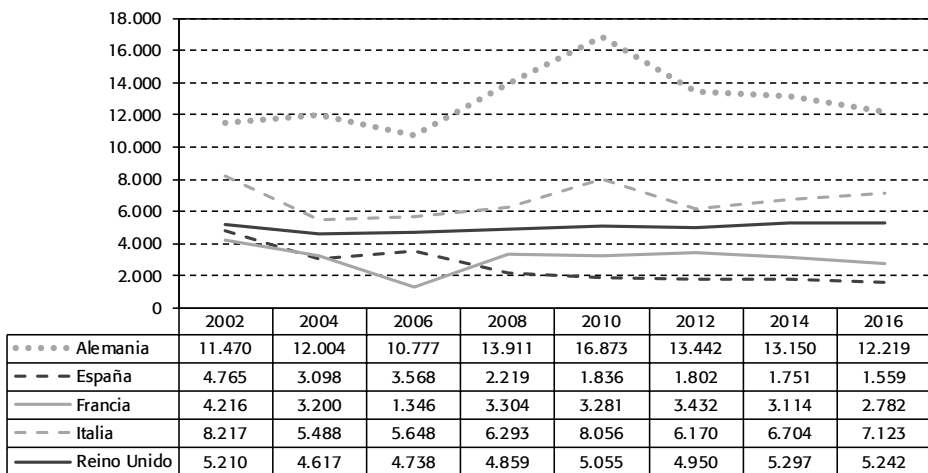
NÚMERO DE EMPRESAS INNOVADORAS PRODUCTO Y PROCESO



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Eurostat.

Gráfico 1.7c.

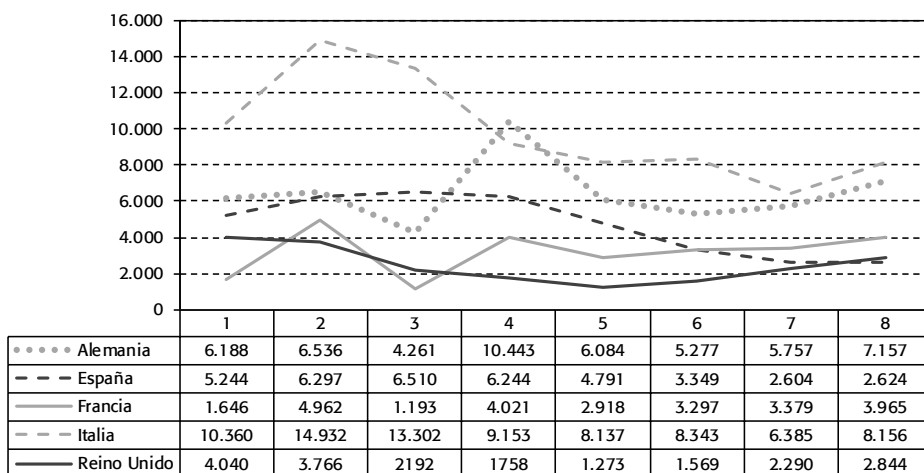
NÚMERO DE EMPRESAS INNOVADORAS SOLO PRODUCTO



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Eurostat.

Gráfico 1.7d.

NÚMERO DE EMPRESAS INNOVADORAS SOLO PROCESO



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Eurostat.

más bajo. El retraso tecnológico español se observa sobre todo en la innovación de producto. En los dos gráficos respecto a la introducción de productos nuevos o mejorados²⁷ se observa que España está especialmente por debajo del nivel de los países de referencia. Mientras que en el caso de la innovación de proceso se coloca en un nivel intermedio.

Otra conclusión es que la reducción drástica del número y del porcentaje de empresas innovadoras se inició mucho antes de la crisis. La pérdida del número de empresas innovadoras se inició desde el año 2002, cuando un 36,9% de las empresas de todos los sectores declaraban ser innovadoras de proceso o de producto, llegando a un 31,6% en 2008. La pérdida del número de empresas innovadoras se aceleró después de 2010, en plena crisis de la economía, llegando a un porcentaje por debajo del 25% en el año 2016. Sin embargo, lo contrario ocurrió en el Reino Unido, Italia y Francia, donde la proporción de empresas innovadoras se ha visto incrementada. En Alemania –igual que en España– se observa una reducción importante, pero los datos de Alemania se deben analizar de forma más detenida. No se debe olvidar que estos porcentajes están sujetos al cambio del número total de las empresas de cada país. De hecho, observando el número absoluto de empresas innovadoras entre 2002 y 2016 (gráfico 1.7.), se comprueba, para Alemania y Francia, un ligero aumento (2-3%) y para el Reino Unido e Italia una reducción de en torno al 10%, mientras que España pierde el 58% de sus empresas. De hecho,

²⁷ Solo o en combinación con innovación de proceso.

el número absoluto de empresas innovadoras en España se reduce de unas 16.500 en 2002 a 6.800 en 2016.

Como se explica en el recuadro 1.2., la OCDE reconoce, además, de las innovaciones de producto y de proceso, también las innovaciones en términos de organización y comercialización o *marketing* (empresas innovadoras en el sentido amplio)²⁸. El cuadro 1.2. refleja que España contaba en 2008 con unas 42.000 empresas innovadoras en el sentido amplio y en 2016 este dato se había reducido a unas 18.000, lo que implica una tasa de variación negativa del 57%. Es decir, también en este caso se observa una caída drástica del número de empresas innovado-

Cuadro 1.2.

EVOLUCIÓN DE LA INNOVACIÓN ENTRE 2008-2015

Datos de 2008	Número de empresas innovadoras	Porcentaje empresas innovadoras sobre total de empresas del sector	Intensidad de innovación (gasto sobre ventas)	Gastos en innovación (en miles de euros)
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	1.341	19,1	0,7	150.068
Industria	14.249	31,1	1,2	8.014.113
Construcción	7.410	15,7	0,3	867.191
Servicios	19.207	18,7	0,9	10.887.574
Total empresas 2008	42.206	20,8	1,0	19.918.946
Datos de 2015				
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	381	4,9	0,4	79.973
Industria	7.061	23,2	1,1	6.499.759
Construcción	900	6,6	0,2	145.145
Servicios	9.927	11,0	0,8	6.949.298
Total empresas 2015	18.269	12,8	0,9	13.674.177
Tasa de variación 2008-2015 (%)				
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	-72	-75	-49	-47
Industria	-50	-26	-8	-19
Construcción	-88	-58	-29	-83
Servicios	-48	-41	-18	-36
Total empresas	-57	-38	-8	-31

Fuente: Elaboración propia.

²⁸ Es decir, para elaborar el cuadro 1.2. se utiliza una definición más amplia de empresa innovadora por lo que el total del número de empresas innovadoras es mucho más alto que los recogidos en los gráficos 1.6. y 1.7.

ras; y en términos de su proporción con respecto al conjunto total de las empresas del país, ocurre lo mismo, pues esta pasó del 21% al 13% en igual período.

Como se acaba de comentar, España ha tenido un comportamiento en términos de gasto en I+D y número de empresas innovadoras muy distinto a los demás países europeos grandes o al de Japón y EE.UU. España siempre ha estado por debajo del nivel innovador de estos países pero aun así en el periodo anterior a la crisis se observó –por lo menos en términos de gasto– una convergencia. El problema es que, una vez desencadenada la crisis, esta tendencia se invirtió, de manera que las cifras españolas se fueron alejando cada vez más de esos referentes. De este modo, parece que el país renunció a tener una economía basada sólidamente en la innovación y el conocimiento. Concluyendo, España es el único país grande de la Unión Europea donde todos los indicadores empeoran de forma continua, tanto en sus valores absolutos como relativos.

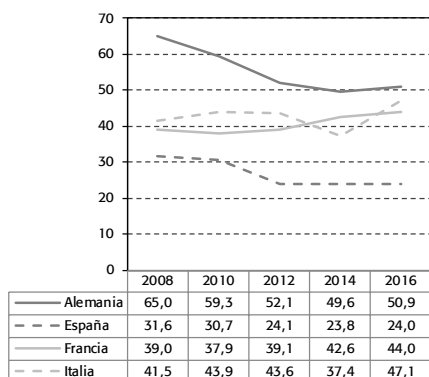
Tendencias sectoriales diferenciadas para el caso de España

Hechas las consideraciones comparativas precedentes para un nivel agregado de análisis, nos adentraremos a continuación en una perspectiva sectorial. Para ello, se hará primero una referencia básica (véase cuadro 1.2. y gráfico 1.8.) a los grandes grupos de sectores: Industria, Servicios, Construcción y Agricultura. Y después se abordará un examen más desagregado teniendo en cuenta 37 sectores específicos –definidos a partir de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) a dos o tres dígitos (véase el cuadro 1.1A. del Apéndice 1.)– para los

Gráfico 1.8.

DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DE LAS EMPRESAS INNOVADORAS

a. Porcentaje de empresas innovadoras sector manufacturero



a. Número de empresas innovadoras sector manufacturero

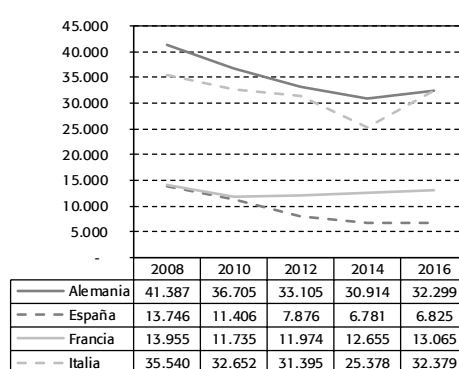
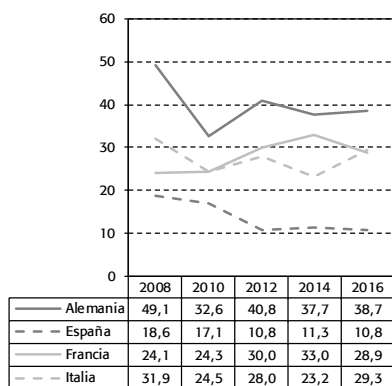


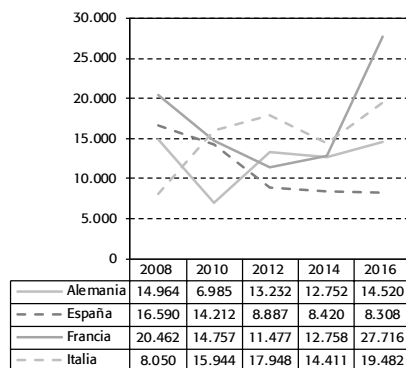
Gráfico 1.8. (continuación)

DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DE LAS EMPRESAS INNOVADORAS

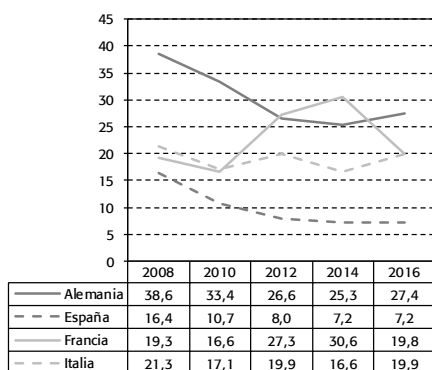
b. Porcentaje de empresas innovadoras Sector de servicios



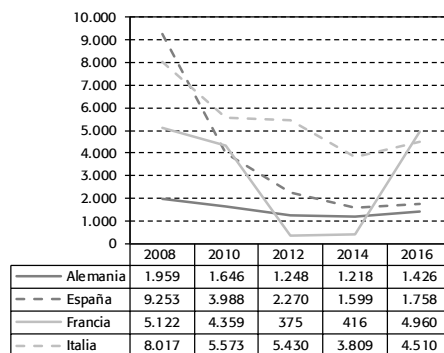
b. Número de empresas innovadoras Sector de servicios



c. Porcentaje de empresas innovadoras agricultura y otros



c. Número de empresas innovadoras agricultura y otros



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Eurostat.

que se estimará su esfuerzo innovador y verá su papel en términos del valor añadido, agrupándolos según su nivel tecnológico. De esta manera, se comprobará qué parte del valor añadido se debe a los sectores tecnológicamente más avanzados.

El cuadro 1.2. refleja que el gasto global en innovación bajó un 31% entre 2008 y 2015. El sector industrial tuvo un comportamiento menos negativo –con una caída del 19%– que el sector de servicios –con una reducción del 36%– y, más aún, el de la agricultura y la construcción –que experimentaron un retroceso del 47% y 83%, respectivamente–. Los otros indicadores sectoriales –número y porcentaje de

empresas innovadoras e intensidad del gasto en innovación sobre ventas— reflejan unas tenencias muy parecidas.

En el cuadro 1.1A. del Apéndice 1 se analizan los efectos sectoriales de la crisis sobre el gasto en I+D. Para ello, se ha calculado el efecto de la crisis sobre esa variable y también sobre el gasto en innovación tanto a corto como a largo plazo. Debido a la inestabilidad de los datos sectoriales, se ha calculado el impacto a partir de los promedios de cuatro años. El impacto a largo plazo se basa en las tasas de variación de las magnitudes en el periodo inmediatamente anterior a la crisis (media de 2003-2006) y la situación en los últimos cuatro años de la serie disponible (2012-2015). El efecto a corto plazo se basa en la comparación de los valores medios del periodo 2003-2006 con la media de los años más intensos de la crisis 2008-2012.

Quizás lo más importante es el efecto a largo plazo a fin de aproximarnos a la situación existente en el momento de afrontar la recuperación. Lo primero que se puede destacar es que el efecto de la crisis a largo plazo ha sido muy notable en cuanto a la reducción del número de empresas innovadoras —con una pérdida del 58,5%—, pero no en lo referido al gasto total en innovación —donde la variación es mínima y se cifra en el 2,2% a precios corrientes—. Además, el gasto en I+D ha aumentado un 15,7% entre el periodo anterior a la crisis y el de recuperación.

Teniendo en cuenta la información desagregada, se comprueba que existen grandes diferencias intersectoriales. Tanto a corto como a largo plazo el número de empresas innovadoras disminuyó drásticamente. A largo plazo, como se ha dicho ya, se perdió casi un 60% de las empresas innovadoras. Para trece de los 37 sectores la pérdida fue mayor a la media, en otros doce sectores la reducción fluctuó entre el 30% y el 60%, y solo para cinco sectores²⁹ se observa un aumento del número de empresas innovadoras. El de mayor crecimiento positivo se produjo en el sector de saneamiento y protección del medio ambiente (209%). A su vez, las ramas donde se aprecia una mayor pérdida de empresas innovadoras son las del sector de construcción (-88,3%) y los sectores manufactureros del mueble (-77%), madera y corcho (-71%) y la construcción naval (-74%). Esta reducción tan elevada del número absoluto de empresas innovadoras ha implicado que su porcentaje con respecto al conjunto total de las empresas del país haya disminuido desde un 21% a un 11%.

A partir de la comparación sectorial del gasto en I+D en los cuatro años anteriores a la crisis (la media del 2003-2006) y la situación en los primeros cuatro años de la recuperación (2012-2015), se constata que ese gasto total en I+D subió a largo plazo un 16%, un incremento que se observa en 21 sectores, mientras que para los otros dieciséis ocurre lo contrario. En el caso del gasto en innovación solo doce sectores han aumentado su esfuerzo innovador por encima del nivel anterior de la crisis, mientras que 25 lo han disminuido. Los sectores más destacables son, en general, los mismos que se han mencionado respecto al número de empresas

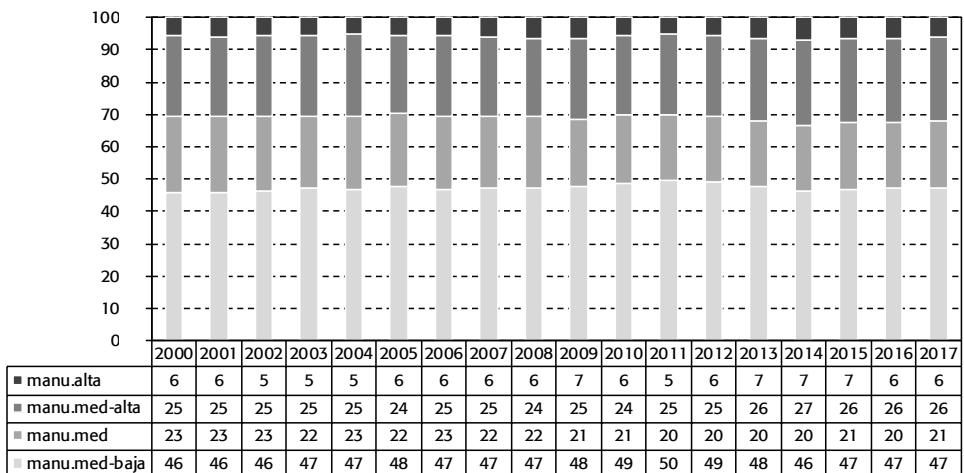
²⁹ Servicios en I+D, programación y consultoría informática, saneamiento y protección medioambiente, energía y agua y otros servicios de TIC.

innovadoras. Aunque, en este caso cabe destacar la excepción del sector de textil, que refleja una pérdida muy elevada del número de empresas innovadoras (72%) pero al mismo tiempo registra un aumento muy destacado del gasto en I+D (+151%) y del gasto en innovación (60%)³⁰.

Llama la atención, que la reducción de los gastos en I+D e innovación de los 37 sectores se observa sobre todo como un efecto a largo plazo. Mientras que a corto plazo (comparando el gasto medio de 2003-2006 versus 2008-2011) se constata todavía un aumento de esos gastos para 27 y 22 sectores, respectivamente. Es decir, al inicio de la crisis, en muchos sectores, las empresas mantuvieron –o por lo menos no recortaron– sus gastos en estas actividades. Sorprendentemente en este mismo periodo se reduce de forma clara el número de empresas innovadoras: por lo que se puede concluir que las unidades que dejaron de ser innovadoras fueron, sobre todo, las adoptantes de nuevos procesos a través de la compra de maquinaria y equipos, que apenas gastaban en I+D. O bien, que tenían proyectos de corta duración que no se proyectaron hacia el futuro. En otras palabras, se trató principalmente de empresas para las que la innovación era puntual o no estratégica; y, por tanto, con poco efecto –como muestra el gráfico 1.2. y los datos del anexo– sobre el gasto total en innovación y muy poca incidencia sobre el gasto en I+D.

Gráfico 1.9a.

EVOLUCIÓN DEL VAB INDUSTRIAL DE ESPAÑA, 2000-2016 SEGÚN NIVEL TECNOLÓGICO (ESTRUCTURA PORCENTUAL)

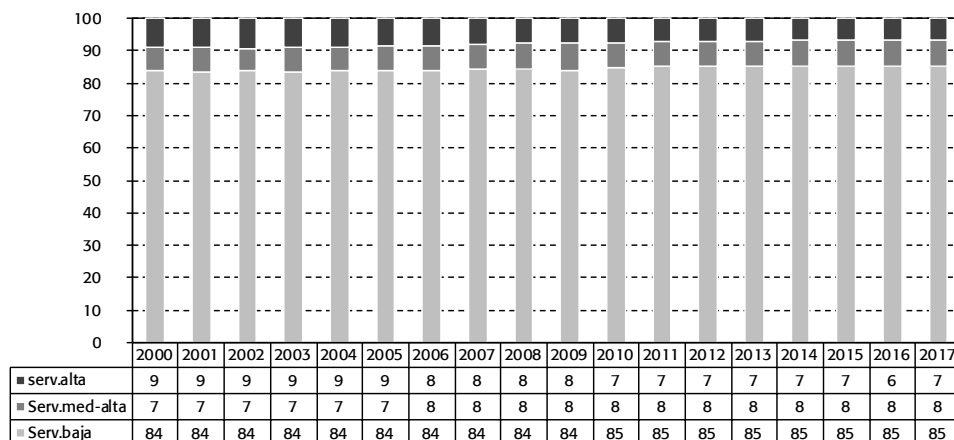


Fuente: Elaboración propia.

³⁰ Otros sectores donde disminuye el número de empresas innovadoras y aumentan el gasto en I+D y/o innovación son el petrolero, farmacéutico y otros equipos de transporte.

Gráfico 1.9b.

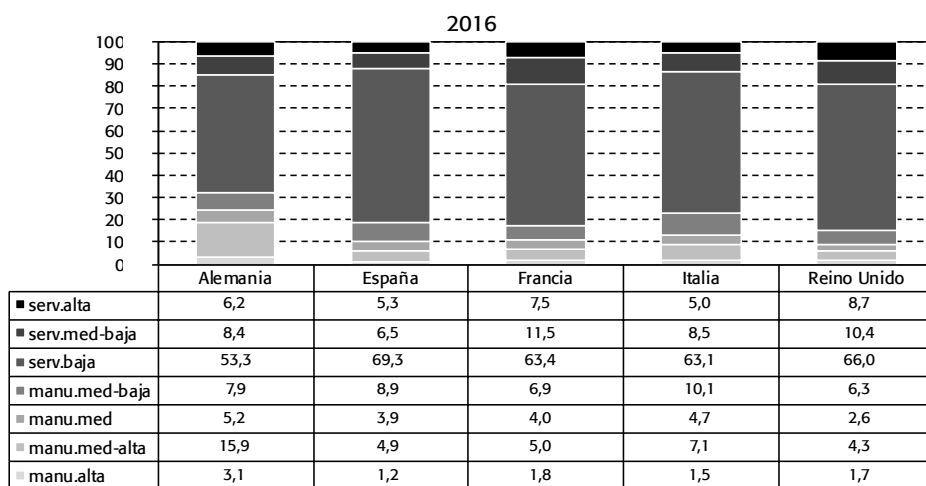
EVOLUCIÓN DEL VAB DEL SECTOR DE SERVICIOS DE ESPAÑA, 2000-2016 SEGÚN NIVEL TECNOLÓGICO (ESTRUCTURA PORCENTUAL)



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1.9c.

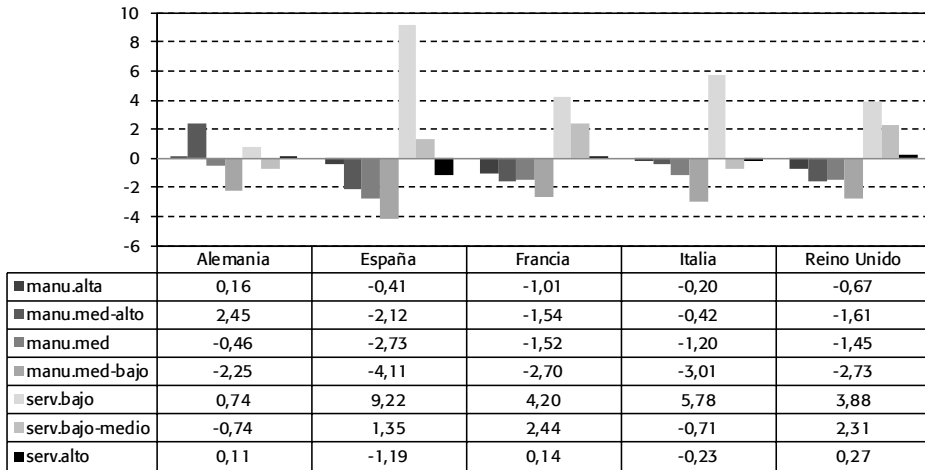
VAB DE PAÍSES SELECCIONADOS SEGÚN NIVEL TECNOLÓGICO (2016, ESTRUCTURA PORCENTUAL)



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1.9d.

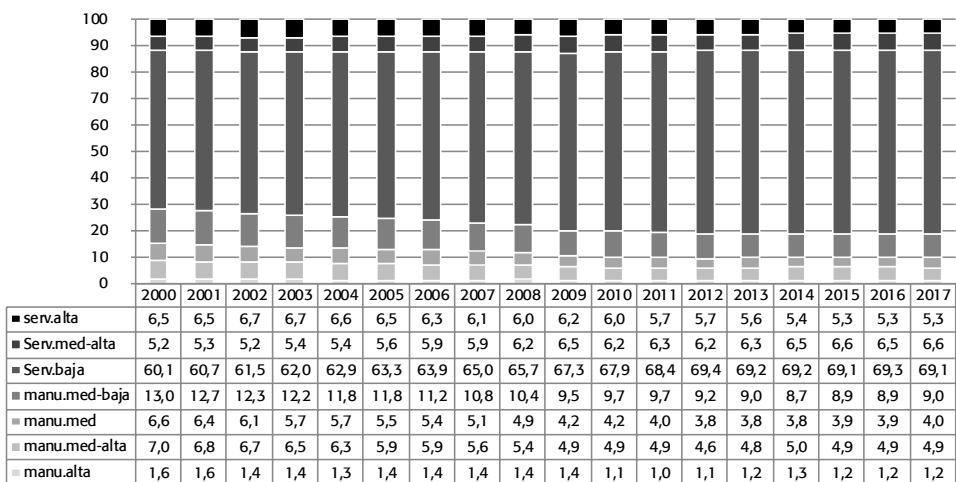
EVOLUCIÓN DEL VAB DE PAÍSES SELECCIONADOS SEGÚN NIVEL TECNOLÓGICO 2000-2016 (CAMBIO EN LA ESTRUCTURA PORCENTUAL)



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1.9e.

EVOLUCIÓN DEL VAB DE LOS SECTORES DE SERVICIOS E INDUSTRIALES DE ESPAÑA, 2000-2017 SEGÚN NIVEL TECNOLÓGICO (ESTRUCTURA PORCENTUAL)



Fuente: Elaboración propia.

Hasta ahora se ha analizado básicamente el tamaño del sistema español de innovación y su evolución. Otra forma de estudiar la intensidad innovadora del sistema productivo es a partir del nivel tecnológico de la producción. Es decir, en qué medida la producción se corresponde a productos de sectores de alta, media o baja tecnología. Los gráficos 1.9a. y 1.9b. muestran la evolución del valor añadido bruto (VAB) para el sector de manufacturas y el sector de servicios, respectivamente.

Se puede observar que en el 2016 la producción de los sectores manufactureros españoles que corresponde a sectores de alta tecnología y de media-alta tecnología fue del 6% y 26% respectivamente, siendo este porcentaje casi el mismo que el correspondiente al año 2000. La participación de los sectores de medio-bajo nivel tecnológico recoge un 21% del VAB, mientras los sectores de baja tecnología son responsables de casi la mitad de la actividad manufacturera (47%). El gráfico 1.9b. refleja la distribución sectorial del valor añadido para los sectores de servicios. En 2016, el 7% correspondió a los servicios alta tecnología, constatándose una reducción de dos puntos porcentuales con respecto al año 2000 (9%). Entretanto, la participación de los servicios de tecnología media aumentó tan solo de un 7% a un 8% en ese periodo. Por consiguiente, el peso de los sectores de servicios de baja tecnología es abrumador y, en los últimos años, ha permanecido estable en el 85% del valor añadido. Comparando esta situación con la de algunos de los países de nuestro entorno (véase el gráfico 1.9c.) se puede constatar que, en el año más reciente para el que se dispone de datos, en España el 6,1% de la producción de bienes y el 11,8% de los servicios se clasifica como de alta o media alta tecnología, siendo esta una proporción ligeramente menor a la de Italia (8,6% y 12,5%), pero considerablemente más baja que la de países como Alemania (19,0%-14,6%), Reino Unido (6,0%-19,1%) o Francia (6,8%-19%). Debe añadirse que, tanto en España como en los países mencionados, estos porcentajes apenas han variado en los últimos años.

■ 1.3. EL ESFUERZO PÚBLICO EN LAS POLÍTICAS EN I+D E INNOVACIÓN

Los Presupuestos Generales del Estado dedicados a la I+D

En las páginas precedentes se ha mostrado que, en lo que va del siglo XXI, España ha ido perdiendo terreno en el ámbito de la innovación, hipotecando así su crecimiento al sostenimiento de los sectores de poca complejidad tecnológica y baja productividad. Se ha constatado así la reducción del gasto en I+D e innovación y del número de empresas innovadoras, junto a la baja participación de los sectores de servicios o manufactureros de alta tecnología en la actividad productiva, lo que no se corresponde con las tendencias observadas en los países más avanzados.

La reducción en el gasto en I+D e innovación en España es un hecho que, desde nuestro punto de vista, constituye un factor negativo para el futuro económico

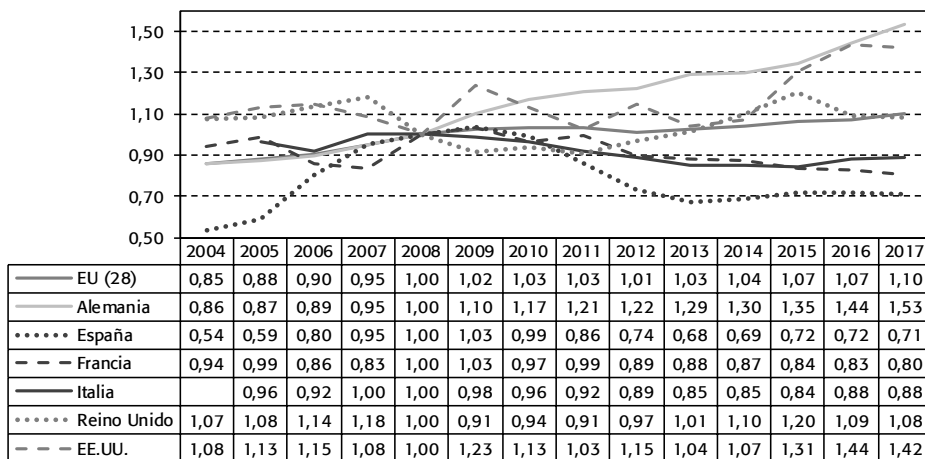
del país. No es que este no pueda crecer sustentado en un sistema productivo de bajo nivel tecnológico –pues, de hecho, así lo hizo en el período que precedió a la crisis financiera internacional y así lo está haciendo en la reciente recuperación, basando esa expansión sobre la ampliación del empleo de mano de obra, muchas veces en situaciones precarias en cuanto a su retribución y su inestabilidad–, sino que, a partir de esa base, se verá enfrentado a situaciones de vulnerabilidad, especialmente si se producen cambios importantes en el terreno tecnológico y competitivo, así como en el de la geopolítica del poder económico mundial. Por ello, son importantes las políticas industriales y tecnológicas que se orientan hacia el fortalecimiento de las capacidades de innovación sobre las que pueden fundamentarse avances sustantivos en el potencial de crecimiento y en el posicionamiento internacional del país.

En esta sección estudiamos en qué medida el Estado español se ha enfrentado a las tendencias negativas apuntadas desarrollando una política de I+D e innovación. Se analiza así la importancia que atribuye la política española a la I+D, o si se prefiere, cuál es la “prioridad revelada” de tal política, según se desprende del examen de los presupuestos estatales. Como se verá a continuación, esa prioridad política en el apoyo a la I+D es, en España, muy reducida. También en este caso se apunta el *Spain is different*, dado que se trata de uno de los países donde más han disminuido el gasto en I+D pública y las ayudas a las empresas. Ello, en un contexto, el de los países (europeos) de mayor desarrollo, en el que los gobiernos han apostado claramente por intensificar la política tecnológica mediante un incremento de los presupuestos de sus Administraciones dedicados a la I+D.

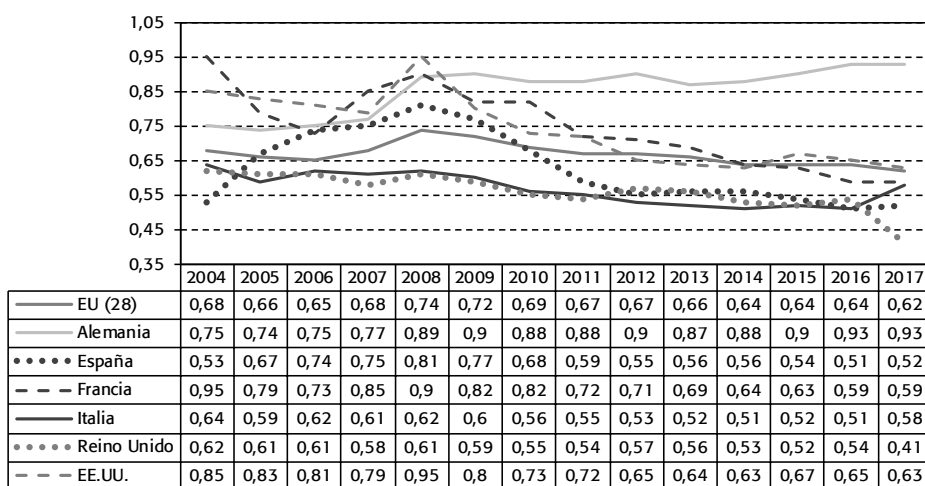
En efecto, el capítulo de gastos en I+D de los Presupuestos Generales del Estado (PGE) se redujo hasta más de un 30% una vez desencadenada la crisis financiera (véase el gráfico 1.10a.), lo que señala que el apoyo a la ciencia y la tecnología ha sido uno de los conceptos sacrificados como consecuencia de las políticas de austeridad. Este dato contrasta con la tendencia en los países de la zona del euro donde los presupuestos para la I+D e innovación han subido como media casi un 20%, y en algunos países concretos como Alemania, EE.UU. o Japón, tal incremento fue aún mayor –de entre el 25 y el 40%–.

Otra manera de ver cuál ha sido la prioridad relativa dada a la política en I+D e Innovación es considerar su cuantía presupuestaria con respecto al PIB o a la población (véase gráfico 1.10b. y 1.10c.). De nuevo, ambos indicadores reflejan que, España, después de haber experimentado un fuerte avance antes de la crisis, hasta el punto de converger con el promedio europeo, a partir de 2009 retrocedió aceleradamente, mostrando así la poca importancia que los sucesivos gobiernos han asignado a esa política. Y así, el PGE, expresado como porcentaje del PIB, se ha visto reducido de un 0,81% en 2008 hasta un 0,52% en 2017; y medido en términos per cápita bajó de 188 a 134 euros. La divergencia con respecto a la media europea ha sido, de esta manera, muy notoria.

Gráfico 1.10.

PRESUPUESTOS GENERALES DEL ESTADO (PGC)
**a. Volumen de créditos presupuestarios públicos en I+D
(Número índices 2008=100)**


Fuente: Elaboración propia.

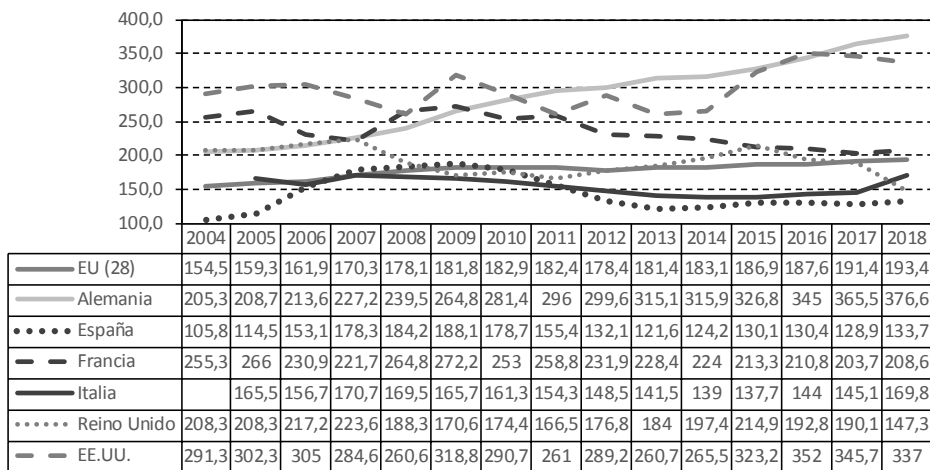
**b. Créditos presupuestarios públicos de investigación y desarrollo
(GBAORD como % del PIB)**


Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1.10 (continuación)

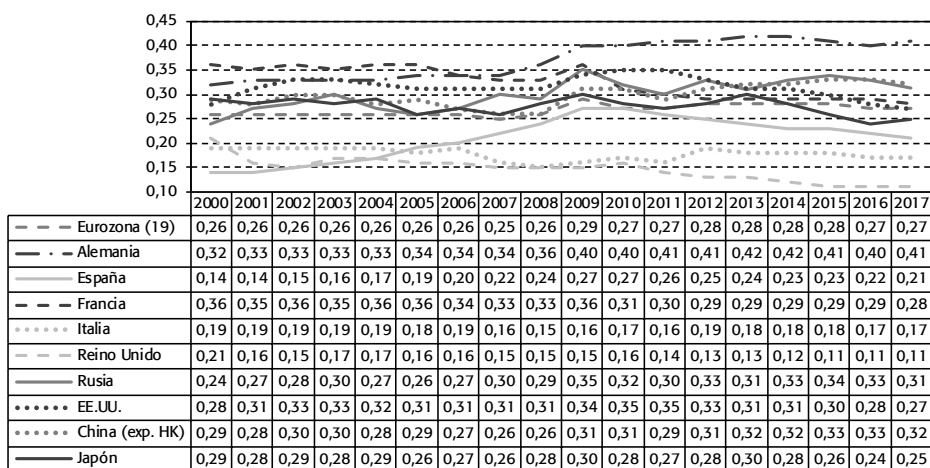
PRESUPUESTOS GENERALES DEL ESTADO (PGC)

c. Créditos presupuestarios públicos de investigación y desarrollo (GBAORD por habitante)



Fuente: Elaboración propia.

d. Gasto en I+D público como porcentaje del PIB



Fuente: Elaboración propia.

Este comportamiento presupuestario ha tenido su reflejo en el gasto en I+D ejecutado por las administraciones públicas. Los datos disponibles, expresados como porcentaje del PIB, muestran que, tras un aumento importante entre los años 2004 y 2009 –en los que subió desde el 0,16 hasta 0,27%–, hubo un retroceso continuado hasta llegar al 0,21% en el 2017 (véase gráfico 1.10.d.). Aunque no de manera generalizada, en los países que se han tomado como referente, tuvo lugar un proceso similar al español, pero este fue por lo general menos intenso. Ello significa que, en su comportamiento real como prestatarias de servicios de investigación, sobre todo de carácter científico, las administraciones españolas han tenido un comportamiento más homologable con la dinámica internacional que el que refleja la política presupuestaria. En consecuencia, el fuerte retroceso de los créditos consignados en los PGE ha tenido una incidencia mayor en el capítulo de las ayudas a las empresas que en el de la financiación de la ciencia.

Apoyo al gasto en I+D empresarial

La reducción del apoyo público a la innovación empresarial ha sido, en España muy notoria, aunque también hay otros países en los que los retrocesos han sido importantes. Tomando como referencia a los socios de la OCDE, se puede comprobar, en primer lugar, que la intensidad de las ayudas directas (subvenciones) y las ayudas fiscales –expresadas como porcentaje del PIB– es relativamente baja: 0,12% del PIB para el último año disponible (véase los gráficos 1.11a. y 1.11b.). Esta proporción, que se reparte a partes iguales entre los dos conceptos considera-

Gráfico 1.11.

APOYO AL GASTO EN I+D EMPRESARIAL

a. Apoyo directo a la I+D empresarial en países seleccionados (como porcentaje del PIB, 2006 – 2016)

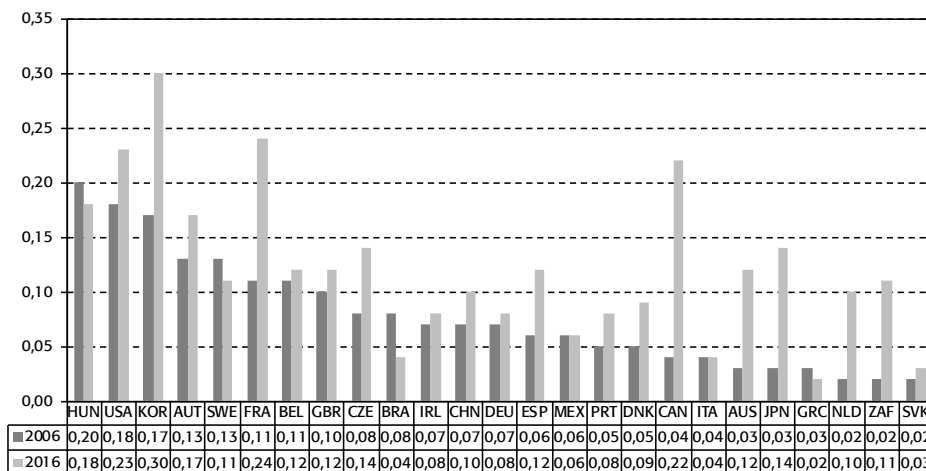
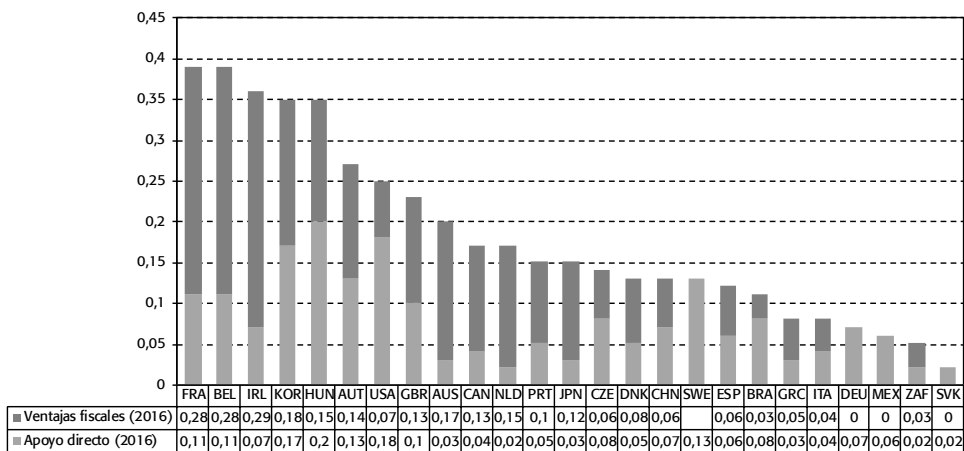


Gráfico 1.11. (continuación)

APOYO AL GASTO EN I+D EMPRESARIAL

b. Apoyo directo a la I+D empresarial versus ventajas fiscales en países seleccionados (como porcentaje del PIB, 2016)



Abreviaturas: USA, EE.UU.; AUS, Australia; AUT, Austria; BEL, Bélgica; BRA, Brasil; CAN, Canadá; CHN, China; CZE, República Checa; DEU, Alemania; DNK, Dinamarca; ESP, España; FRA, Francia; GBR, Reino Unido; GRC, Grecia; HUN, Hungría; IRL, Irlanda; ITA, Italia; JPN, Japón; KOR, Corea del sur; MEX, México; NLD, Países Bajos; PRT, Portugal; SVK, República Eslovaca; SWE, Suecia; ZAF, Sur África.

Fuente: <https://www.oecd.org/sti/rd-tax-stats.htm>

dos, coloca a España en la decimoséptima posición entre los veintidós países, solo por encima de Grecia, Italia, Brasil, la República Eslovaca y Suráfrica. Y superan a España, con un apoyo que triplica el dato apuntado, países como Irlanda (0,36%); Francia (0,39%); Bélgica (0,39%) Corea (0,35%) y Hungría (0,35%), siendo el principal factor de su diferenciación con respecto al caso español la mayor intensidad de sus beneficios fiscales a la I+D.

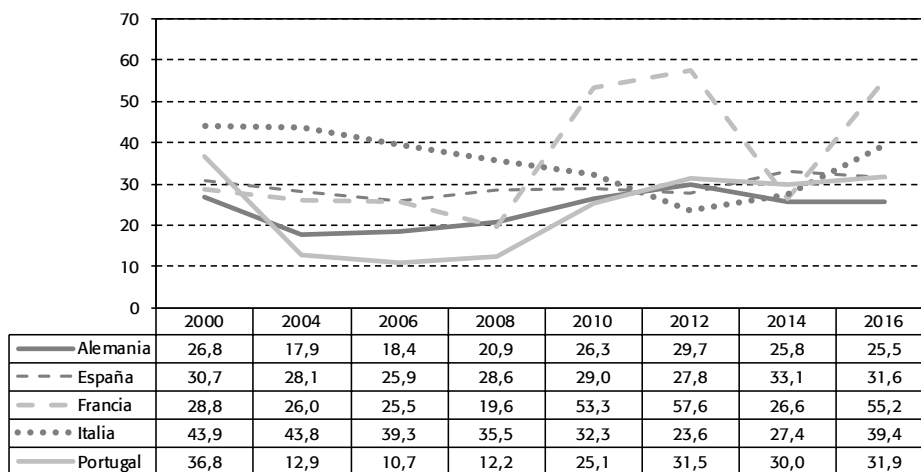
Por otra parte, teniendo en cuenta solo las ayudas directas (gráfico 1.11b.), España se encuentra en la decimocuarta posición con un apoyo equivalente al 0,06% de su PIB en 2016. De nuevo aquí se observa la pérdida de la intensidad relativa de las ayudas estatales españolas, ya que en 2006 ese apoyo duplicaba la cifra anterior y España ocupaba, en aquel año, el puesto noveno³¹ de la OCDE.

Un segundo indicador para medir el apoyo estatal a la I+D+i privada es el que refleja el porcentaje de empresas innovadoras que reciben ayudas para este tipo de actividades. En este caso solo se dispone de datos comparables para unos pocos

³¹ Un puesto compartido con cuatro países más.

Gráfico 1.12.

PORCENTAJE DE EMPRESAS CON AYUDAS



Fuente: Elaboración propia.

países para el periodo 2000 a 2016. En el gráfico 1.12. se observa que el Estado español ha subvencionado entre un 26% y 33% de las empresas innovadoras con pocas fluctuaciones en el tiempo. Dentro del grupo de los cinco países seleccionados, España ocupa una posición intermedia durante casi todo el periodo de análisis. Si analizamos las tendencias de cada país desde el 2000 se observa que en Francia y Portugal ha aumentado de forma clara el porcentaje de empresas con ayudas (en casi 20 puntos porcentuales)³², en Alemania y España hay un avance reducido y en el caso de Italia se constata una tendencia claramente a la baja, excepto para los datos del último año disponible³³.

1.4. COMENTARIOS FINALES Y CONCLUSIONES

En la primera parte de este capítulo se ha hecho referencia al debate sobre los interrogantes y controversias del papel de la innovación para la competitividad entre los países y/o sus regiones. De forma implícita se han analizado distintas posibles

³² Un aumento producido básicamente por mayores niveles de ayudas ofrecidas por el Gobierno central.

³³ Cabe mencionar que para algunos países los datos fluctúan mucho por lo que habría que analizar la tendencia global. Tales fluctuaciones se deben posiblemente a la implementación de las ayudas en un año concreto. Por ejemplo, si una agencia retrasa la decisión sobre las ayudas podría darse el caso de que las ayudas de dos convocatorias anuales se abonen en el mismo año. Aunque, la causa de las fluctuaciones pueden ser también errores de medición o una realidad cambiante.

estrategias para competir y se ha señalado que la competición a base de salarios bajos y del manejo de los tipos de cambio serían mecanismos puramente artificiales que solo podrían funcionar a corto plazo; pero a largo plazo se requiere un aumento real de la productividad. Además, la España actual no puede competir sobre la base de salarios bajos debido a sus altos costes laborales, que son entre tres y ocho veces mayores que en los países más pobres de la Unión Europea y China, y además superan en quince veces a los de la India. España tampoco cuenta ya con una moneda propia que le permita una política competitiva con base al tipo de cambio. Además, una política de moderación salarial beneficiaría sobre todo a las empresas menos innovadoras con un valor añadido menor de sus productos.

Se puede destacar que la base del bienestar social está –como indica Krugman (1994)– en el aumento de la productividad y, por tanto, en la mejora de la eficiencia del sistema productivo o en la producción de bienes y servicios de mejor calidad o mejores prestaciones. Tal productividad se podría mejorar utilizando una mayor cantidad de capital por trabajador, aunque, como ya se ha indicado la intensidad de capital cuenta con rendimientos marginales decrecientes (véase el gráfico 1.1.), lo que implica que a largo plazo su efecto sobre la productividad es limitado. Pero resulta que las empresas españolas ya cuentan con un nivel relativamente alto de capital por trabajador; y por ello, el aumento de la productividad dependerá básicamente de su capacidad de convertir el sistema productivo español en una economía basada en el conocimiento. Concluyendo, para España la innovación se hace cada vez más importante para asegurar la competitividad y el crecimiento económico.

Sin embargo, lo que hemos observado en todos los indicadores referidos a la I+D y la innovación es que, en España, ha habido un deterioro continuo desde que se desencadenó la crisis financiera. El gasto en I+D respecto al PIB ha bajado desde 1,35% en 2010 hasta un 1,2% en 2017 y el papel de las empresas en la ejecución de este gasto está muy por debajo del que reflejan los países más avanzados. Especialmente preocupante es la pérdida de un gran número de empresas innovadoras, unas 10.000 (de producto y de proceso) entre los años 2002 y 2017. La ratio de las empresas innovadoras sobre el total de las empresas del país ha bajado del 37% al 24%. Esta dinámica ha separado a España de la trayectoria seguida por la mayoría de los países de su entorno, que han visto aumentar este porcentaje o, al menos, el número absoluto de empresas innovadoras. Aparentemente, en las empresas españolas se considera el gasto en I+D e innovación todavía como un coste en vez de una inversión a medio y largo plazo. Especialmente antes y durante la crisis, gran parte de las empresas han dejado de realizar tales actividades. Ello es un problema importante porque la acumulación de los conocimientos resulta esencial y solo se puede asegurar tal mecanismo de aprendizaje a base de unas inversiones continuas.

Una causa de la pérdida del número de empresas innovadoras podría estar en la reducción del apoyo a la I+D por parte de la Administración Pública. Tal apoyo se ha visto mermado de forma clara y generalizada como consecuencia de la reducción que han experimentado los recursos presupuestarios destinados a estos fines,

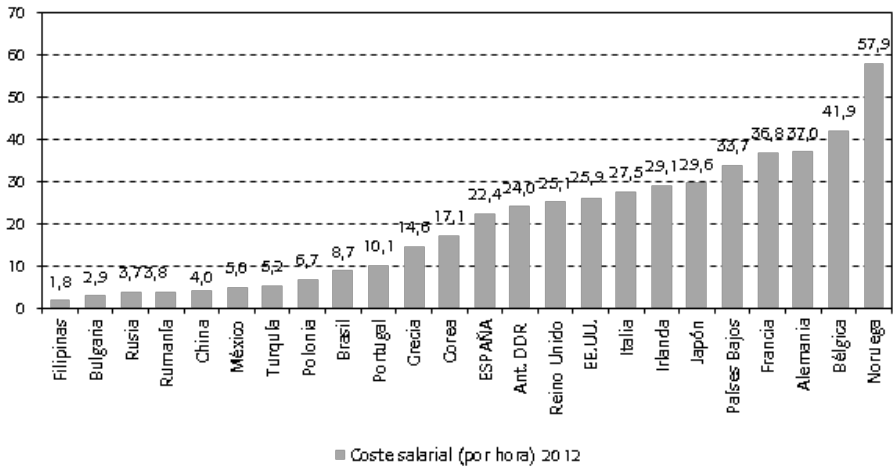
que ha afectado más a las ayudas a las empresas que a la financiación de las instituciones científicas.

En síntesis, el panorama que hemos presentado sería más bien poco alentador a medio y largo plazo de cara a la competitividad, debido a las pérdidas que ha experimentado el sistema de innovación y, dentro de él, la política científica y tecnológica. Esta carece hoy de la prioridad necesaria en la acción de los gobiernos nacional y regional. Un país que quiera crear un alto nivel de bienestar a largo plazo para sus ciudadanos y obtener una ventaja competitiva sostenible en el mercado, debe contar con una política económica que oriente y promueva un tejido industrial innovador, a la vez que asegure la extensión de una cultura empresarial alejada de la búsqueda exclusiva de beneficios a corto plazo. Se debe conseguir que las empresas no consideren la innovación como un coste inmediato, sino una inversión estratégica con efectos a largo plazo. Para ello, un gobierno como el español debería recuperar su empuje a base de políticas para promover la innovación y al mismo tiempo asegurar que estas ayudas se utilicen de forma efectiva y eficiente a partir de una modernización institucional de los distintos agentes públicos (y privados) de I+D (Heijs, 2012; ERA-watch, 2009).

■ APÉNDICE 1

Gráfico 1.1A.

COSTE SALARIAL



Fuente: Elaboración propia.

CLASIFICACIÓN SECTORIAL (CNAE)

	Impacto a largo plazo a base de tasas de variación (media de 2003-2006 versus media de 2012-2015) (%)				% empresas innovadoras			Impacto a corto plazo a base de tasas de variación (Media 2003-2006 versus media 2008-2011) (%)		
	Gasto en I+D	Gasto en Innovación	Núm. de empresas innovadoras		2008	2015	Tasa de variación	Gasto en I+D	Gasto en Innovación	Núm. de empresas innovadoras
1. Industria extractiva (05-09)	2,7	-58,8	-63,5		21,1	10,4	-10,7	30,0	-16,2	-9,4
2. Alimentos, bebidas y tabaco (10-12)	14,3	-2,0	-32,2		31,0	19,5	-11,5	41,1	30,4	3,6
3. Textil (13)	-43,2	-75,9	-67,4		31,1	21,2	-9,9	-24,0	-69,9	-46,9
4. Confección (14)	151,3	61,0	-71,5		16,5	12,2	-4,3	47,4	21,8	-46,3
5. Cuero y calzado (15)	3,5	-22,5	-68,0		17,1	12,3	-4,8	28,8	-4,8	-49,9
6. Madera y corcho (16)	-41,4	-64,4	-70,5		24,1	13,4	-10,7	-4,6	-25,9	-19,1
7. Cartón y papel (17)	-38,3	-35,1	-49,0		35,1	25,6	-9,5	1,0	-12,0	-19,8
8. Artes gráficas (18)	-71,2	-84,0	-78,5		34,6	16,9	-17,7	-54,8	-49,8	-39,3
9. Industria petroléa (19)	30,9	10,1	-28,9		21,1	10,4	-10,7	-2,6	-1,0	-18,4
10. Química (20)	8,1	-2,5	-24,7		61,8	52,6	-9,2	24,9	17,8	-1,3
11. Farmacia (21)	27,8	31,9	-12,2		66,9	70,4	3,5	30,7	31,8	3,1
12. Caucho y plásticos (22)	21,2	-4,8	-37,6		37,8	30,6	-7,2	28,0	17,0	-12,9
13. Prod. minerales no metálicos (23)	-39,7	-50,3	-71,1		25,7	16,9	-8,8	-7,7	-14,2	-30,2
14. Metalurgia (24)	-12,3	-26,2	-37,1		37,2	28,4	-8,8	12,8	2,1	-0,8
15. Manufacturas metálicas (25)	17,7	-34,6	-59,0		25,4	20,0	-5,4	32,5	-4,4	-19,5
16. Prod. informáticos, electrónicos y ópticos (26)	-20,4	-25,6	-39,3		61,7	57,7	-4,0	10,1	8,1	-14,6
17. Material y equipo eléctrico (27)	-3,6	-15,1	-49,2		47,1	41,7	-5,4	0,0	2,4	-17,9
18. Otra maquinaria y equipo (28)	-27,0	-33,2	-49,5		40,1	36,7	-3,4	-22,1	-26,0	-28,9

CLASIFICACIÓN SECTORIAL (CNAE)

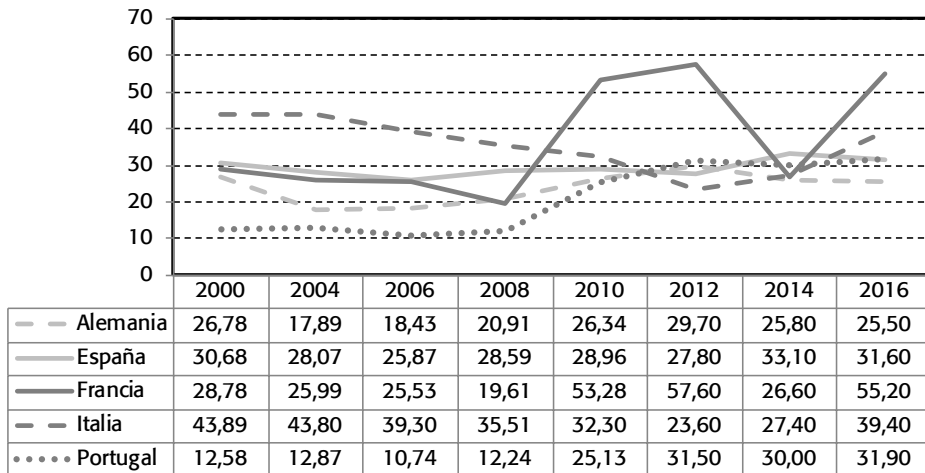
	Impacto a largo plazo a base de tasas de variación (media de 2003-2006 versus media de 2012-2015) (%)			% empresas innovadoras			Impacto a corto plazo a base de tasas de variación (Media 2003-2006 versus media 2008-2011) (%)		
	Gasto en I+D	Gasto en Innovación	Núm. de empresas innovadoras	2008	2015	Tasa de variación	Gasto en I+D	Gasto en Innovación	Núm. de empresas innovadoras
19. Vehículos de motor (29)	-5,9	-1,3	-28,7	44,8	41,8	-3,0	-19,8	-6,2	0,6
20. Construcción naval (301)	2,2	-1,7	-74,0	36,0	32,2	-3,8	54,8	130,6	-60,4
21. Sector aeronáutica y espacial (303)	10,8	-8,2	-8,7	63,7	54,9	-8,8	9,8	-5,3	16,7
22. Otro equipo de transporte (30-301-303)	107,6	76,9	-17,6	64,1	61,3	-2,8	105,7	85,9	14,3
23. Muebles (31)	-50,1	-64,9	-77,2	24,4	16,6	-7,8	-19,5	-28,3	-40,0
24. Otras actividades manufactureras (32)	135,7	110,2	-29,4	40,5	26,3	-14,2	178,8	152,1	26,8
25. Reparación e instalación de maquinaria y equipo (33)	-55,5	-57,4	-58,3	23,0	15,6	-7,4	-18,2	-26,2	-4,5
26. Energía y agua (35, 36)	196,8	50,1	5,2	24,8	21,5	-3,3	168,3	49,7	21,1
27. Saneamiento y protección medioambiente (37-39)	276,9	180,5	206,8	23,5	12,5	-11,0	497,5	293,1	396,0
28. Construcción (41-43)	-38,5	-62,3	-88,3	15,8	7,2	-8,6	21,8	9,0	-53,8
29. Transportes y almacenamiento (49-53)	-17,2	-52,1	-45,7	17,4	9,8	-7,6	40,6	87,4	1,4
30. Comercio (45, 46, 47) +25. Hostelería (55, 56)	-38,0	-37,3	-63,8	8,6	3,7	-4,9	9,4	24,8	-27,7
31. Otros servicios de TIC (58-60, 63)	125,1	126,0	42,0	27,8	21,3	-6,5	192,4	265,4	153,8
32. Telecomunicaciones (61)	-3,1	-11,1	-54,5	37,4	30,9	-6,5	56,3	75,6	-50,7
33. Programación, consultoría y activ. informáticas (62)	83,7	82,7	30,6	53,9	41,6	-12,3	91,8	81,2	51,3
34. Serv. financieros y de seguros (64, 65, 66)	51,1	113,5	-30,2	38,0	25,3	-12,7	102,7	60,9	-1,0

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1.2A.

EMPRESAS CON AYUDAS

a. Porcentaje de empresas con ayudas, por lo menos de uno de los tres niveles administrativos



b. Porcentaje de empresas con ayudas del Gobierno Central

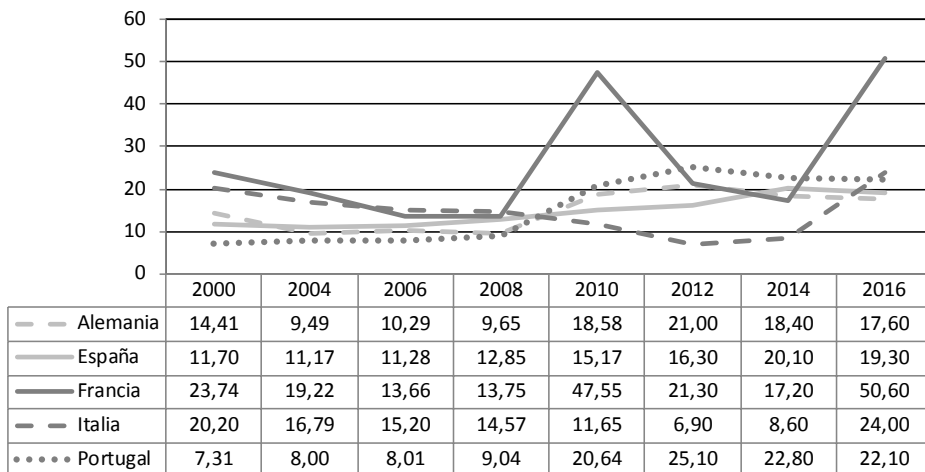
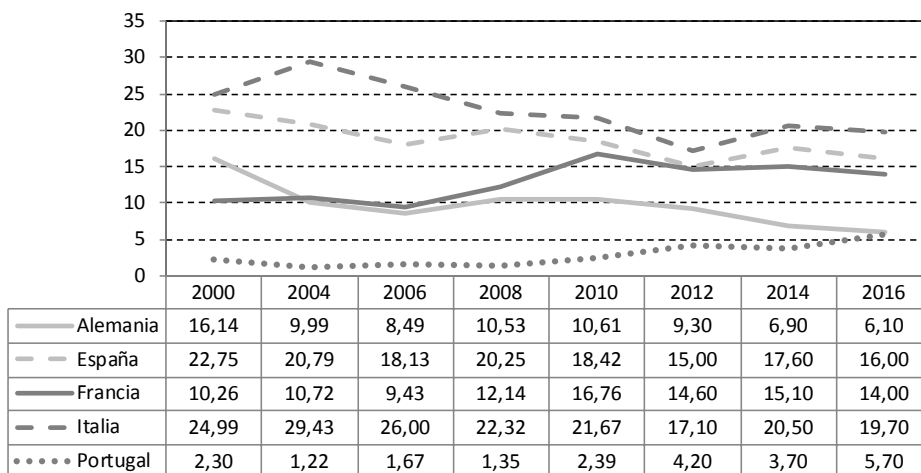


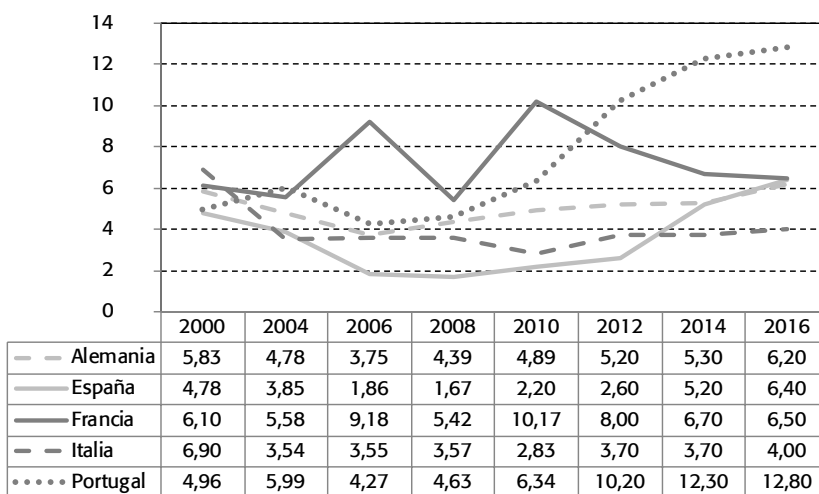
Gráfico 1.2A. (continuación)

EMPRESAS CON AYUDAS

c. Porcentaje de empresas con ayudas regionales o locales



d. Porcentaje de empresas con ayudas europeas



Fuente: Elaboración propia.



2

CRECIMIENTO REGIONAL EN ESPAÑA: EL PAPEL DE LAS POLÍTICAS DE I+D E INNOVACIÓN

■ 2.1. INTRODUCCIÓN

Si en el capítulo anterior se ha subrayado la importancia de la I+D y de la innovación para determinar la capacidad competitiva de un país o de una región, ahora nos adentraremos en el terreno empírico para observar de qué manera ello se concreta en el crecimiento regional, tomando en consideración el caso de las comunidades autónomas españolas. Además se hará una referencia especial al papel del estado como promotor de las actividades de creación del conocimiento tecnológico. El objetivo central de este capítulo es estudiar el impacto de las políticas de I+D+i sobre el crecimiento económico regional.

El tema del crecimiento económico y la búsqueda de respuestas a las preguntas de por qué crecen los países y por qué unos crecen más que otros, ha estado en el corazón de la ciencia económica desde sus inicios. De hecho, estas preguntas son las que motivaron a Adam Smith, el padre de la economía moderna, a escribir su *Investigación sobre la Naturaleza y Causa de la Riqueza de la Naciones* en 1776. Sin embargo, no es hasta mediados del siglo XX cuando se generan los primeros modelos formales de crecimiento económico a partir del trabajo seminal de Robert Solow (1956) dentro de una concepción neoclásica (Gutiérrez *et al.*, 2016). Con estos modelos y principalmente con sus limitaciones explicativas empieza una fuerte tendencia en la ciencia económica para estudiar los determinantes del crecimiento; uno de los más reconocidos es el de la innovación. Autores como Schumpeter (1939), el mismo Solow (1956), Abramovitz (1986), Griliches (1986), Fagerberg (1988) y Freeman (1994), reconocen a la innovación como un factor clave para el desarrollo y el crecimiento económico. Por otro lado, autores como Freeman (1987), Porter (1990) y Nelson (1993), señalan que la obtención de tecnologías nuevas y avanzadas es un determinante importante de la posición competitiva de un país o región, de lo que se desprende que la innovación sería la única forma para que un país pueda generar, a largo plazo, una mejor posición competitiva y un crecimiento económico sostenible. Y si esto es así, una hipótesis plausible a formular es que las ayudas públicas a la I+D, corrigiendo los fallos de mercado a los que se ve sometida la creación de tecnología, pueden tener un impacto positivo en el crecimiento económico a largo plazo. Lo verificaremos así en el caso de las regiones españolas.

Por consiguiente, este capítulo tiene como objetivo analizar cuál es el papel de las ayudas públicas a la I+D y la innovación con respecto a los demás determinantes que explican el proceso de crecimiento económico en las comunidades autóno-

mas españolas. Es decir, además de los factores tradicionales (inversión en capital, población, capital humano y la innovación) se estudia especialmente el papel de las ayudas públicas a la I+D a través de las líneas estratégicas al respecto definidas anualmente por la Administración Pública en los respectivos planes nacionales de I+D+i. Por otro lado, se examina la posible existencia de convergencia económica entre las regiones españolas. Es decir, se observa si las regiones con menores niveles de PIB per cápita tienden a crecer de una forma más rápida que las que han alcanzado un mayor nivel de vida.

En las comparaciones regionales existen una serie de consideraciones importantes a la hora de abordar el análisis. En general hay una perfecta movilidad de personas y capitales (entendidos como el conjunto de recursos, bienes y valores disponibles para satisfacer una necesidad o llevar a cabo una actividad definida y generar un beneficio económico); hay también una base institucional y regulatoria común, y se configura una proximidad cultural, social y económica (Boschma, 2005), con la consecuente rebaja en los costes de transacción interregionales. Pese a lo anterior, y en términos generales, la aplicación de los modelos macroeconómicos clásicos de crecimiento sigue siendo válida; más aún, si se consideran las diferencias de corto plazo, que en el caso español son relevantes, dados los importantes grados de autonomía alcanzados por las regiones en términos administrativos y, en nuestro caso, con relación a sus políticas científicas y tecnológicas, que son las variables de nuestro interés. Por otro lado, la evidencia muestra que existe convergencia económica regional con el mismo instrumental analítico usado en la comparación de países, aunque a ritmos distintos según el marco teórico utilizado. Así mientras el enfoque neoclásico estándar (convergencia beta y sigma) presenta evidencia de rápida convergencia (Sala i Martin, 1994); el enfoque del crecimiento endógeno aplicado al contexto regional concluye en tasas de convergencia muy inferiores (Martin y Sunley, 1998). En el contexto de la política tecnológica, Guangzhou (2007) encuentra evidencia de que los parques tecnológicos chinos experimentan convergencia en la productividad laboral entre ellos, ratificando los postulados del modelo de crecimiento económico neoclásico.

Nuestro análisis empírico se inicia con la consideración de los determinantes básicos del crecimiento económico –acumulación de capital físico y tasa de aumento de la población–, que se amplía al incorporar el capital humano y la convergencia condicional, siguiendo el modelo de Mankiw, Romer y Weil (1992), para posteriormente añadir específicamente las políticas e instituciones del sistema de innovación, variables que representan el esfuerzo innovador (público y privado), según los modelos propuestos por Bassanini y Scarpeta (2001). La metodología utilizada en el desarrollo empírico de este trabajo consiste en aplicar el estimador econométrico denominado “Promedio de Grupos Agrupado” (en adelante PMG) desarrollado por Pesaran, Shin y Smith (1999), por adaptarse mejor a los propósitos fijados, ya que permite a los coeficientes de corto plazo ser diferentes entre las comunidades autónomas (CC.AA.), y al mismo tiempo, impone restricciones sobre los coeficientes de largo plazo para que sean homogéneos en todas ellas. Las ecuaciones de

crecimiento han sido estimadas con un panel dinámico para las diecisiete CC.AA. españolas, durante el período 2000-2016. La base de datos fue desarrollada en el Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Complutense de Madrid a partir de información recopilada para tal efecto de las fuentes estadísticas del Instituto Nacional de Estadística de España, así como de las memorias anuales de los planes nacionales de I+D.

El capítulo se configura con la siguiente estructura. A continuación, se presenta una breve revisión del modelo de crecimiento de referencia desarrollado por Bassanini y Scarpeta (2001). Las especificaciones del modelo de crecimiento aquí utilizado, los datos, las variables incluidas y una descripción de los componentes básicos de los modelos son tratados en el apartado tres. En el cuarto, se desarrolla el análisis econométrico presentando, además, los resultados obtenidos. Para finalizar, en el quinto y último epígrafe se presentan las conclusiones y reflexiones finales del estudio.

■ 2.2. DESARROLLO METODOLÓGICO DEL MODELO DE CRECIMIENTO APLICADO

En este trabajo se aplica el modelo desarrollado por Bassanini y Scarpeta (2001) que, a su vez, toma como punto de partida el de Mankiw, Romer y Weil (MRW, 1992, ver Apéndice 2.2.) y, al ser una ampliación del modelo neoclásico de Solow-Swan (1956), hace suya también la hipótesis de rendimientos constantes a escala, así como todos los supuestos comentados en el modelo MRW haciendo uso de la función de producción Cobb-Douglas.

$$Y_t = K_t^\alpha H_t^\beta [A_t L_t]^{1-\alpha-\beta} \quad [1]$$

Los factores de producción son el capital físico (K), el capital humano (H), el trabajo (L), la eficiencia con la que actúan conjuntamente, y el nivel de la tecnología (A). Su evolución en el tiempo determina el nivel de la producción per cápita en el estado estacionario, que depende de la propensión a la acumulación de capital físico³⁴, del *stock* de capital humano, de la tasa de crecimiento de la población, del nivel y la tasa de crecimiento de la tecnología, y de la tasa de depreciación del capital. En este contexto, el crecimiento de la producción de cada región en un período determinado según Bassanini y Scarpeta (2001), haciendo abstracción de la fluctuación cíclica, puede analizarse como la combinación de tres fuerzas diferentes: i) el progreso tecnológico subyacente –que se supone es exógeno–; ii) un proceso de convergencia de la producción per cápita en la transición al estado esta-

³⁴ Este término se refiere a la acción conjunta mediante la cual una economía realiza la inversión efectiva (fracción de la producción que se ahorra) y la inversión requerida (volumen de inversión necesaria para mantener el *stock* de capital). Este tratamiento consta en estudios como los de Bassanini y Scarpeta (2001), Arnold (2008) y Romain *et al.* (2011).

cionario; y, iii) las modificaciones en el estado estacionario (crecimiento o nivel del PIB per cápita) que pueden surgir por cambios en las políticas y las instituciones, así como en las tasas de inversión y en las tasas de crecimiento de la población. Formalmente, Bassanini y Scarpetta incorporan al modelo de MRW (1992) las políticas y las instituciones, y un factor de convergencia (la variable dependiente rezagada en niveles). El modelo considera los factores determinantes básicos del estado estacionario, es decir, la acumulación de capital físico y la tasa de crecimiento de la población. En una primera ampliación se introduce la variable que representa la educación, para posteriormente añadir las variables que representan el gasto en I+D, diferenciando claramente entre gasto total, público y privado³⁵.

Dada la disponibilidad de datos, en los primeros estudios acerca de los determinantes del crecimiento, se utilizaban promedios de tiempo largos, así como medias de cinco años para purgar las influencias cíclicas a corto plazo, pero solo si las economías están en sus estados estacionarios o si las desviaciones del estado estacionario son independientes e idénticamente distribuidas, las ecuaciones de crecimiento pueden tener una relación simple entre sus determinantes y la transición a los nuevos estados de equilibrio. Por esta razón, la nueva literatura empírica sobre este tema ha puesto su foco en la utilización de datos anuales en una estructura de panel de efectos fijos modelando la dinámica de transición de manera explícita, en lugar de aceptar la pérdida de información que representan los datos anuales promediados. Esto implica la necesidad de diseñar una estimación que sea capaz de dar cuenta de la dinámica del PIB per cápita fuera del equilibrio, que incluya las variables explicativas en niveles y en primeras diferencias para controlar los componentes cíclicos, además de la variable dependiente rezagada en niveles para estimar la convergencia.

Teniendo en cuenta que un panel recoge datos para economías a lo largo de un determinado período (i denota países o regiones, t el tiempo) la ecuación de crecimiento logarítmica en forma intensiva se puede escribir de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Delta \ln y_{i,t} = & a_{0,i} - \phi_i \ln y_{i,t-1} + a_{1,i} \ln s_{k,i,t} + a_{2,i} \ln h_{i,t} - a_{3,i} \Delta \ln N_{i,t} + \sum_{j=4}^m a_{j,i} \Delta \ln V_{i,t}^j + a_{m+1,i} t \\ & + b_{1,i} \Delta \ln s_{k,i,t} + b_{2,i} \Delta \ln h_{i,t} + b_{3,i} \Delta \ln N_{i,t} + \sum_{j=4}^m b_{j,i} \Delta \ln V_{i,t}^j + \epsilon_{i,t} \end{aligned} \quad [2]$$

donde y es la producción per cápita; ϕ es el parámetro de convergencia³⁶; s_k es la propensión a la acumulación de capital físico; h es el *stock* de capital humano; N es la población en edad de trabajar ($\Delta \ln N$, será entonces la tasa de crecimiento de la población); t es una tendencia en el tiempo; ϵ es el término de error habitual; y el nivel de progreso tecnológico puro «exógeno» esta denotado por a . La V_j es un

³⁵ Es importante distinguir que la inversión en I+D es una apuesta a futuro, mientras que la acumulación de capital humano es el fruto de acciones pasadas.

³⁶ Como lo explican Basannini y Scarpetta (2001), en un modelo de crecimiento teórico, ϕ es una función del crecimiento de la población ($n_{i,t}$) y el progreso tecnológico ($g_{i,t}$) y entonces podría variar entre regiones y a través del tiempo. Para los objetivos del análisis econométrico, la homogeneidad en el tiempo ha sido impuesta, pero los parámetros anteriores pueden variar entre países o regiones.

vector de variables influenciadas por las instituciones y las políticas públicas, que en este estudio representan a las actividades innovadoras. Los *b-regresores* capturan la dinámica de corto plazo.

Es importante notar aquí que, mientras en MRW (1992) se asume una tasa de progreso tecnológico común para todos los países de la muestra ($g + \delta = 0,05$), en nuestro estudio, al no ser posible obtener observaciones específicas para la tasa de tecnología y la depreciación a escala regional, se considera que el coeficiente asociado a este término no tiene mayor trascendencia en los objetivos de la investigación. Por este motivo a partir del modelo [2] solo se incluye la tasa de crecimiento de la población (N) denotada por $\Delta \ln N$.

2.3. LA ESPECIFICACION DEL MODELO PARA EL CASO DE ESPAÑA³⁷

Considerando lo comentado anteriormente, la primera aplicación empírica de este estudio³⁸ consiste en la estimación del “Modelo de Crecimiento Aumentado con Políticas” de Bassanini y Scarpeta (2001) para una muestra de las diecisiete CC.AA. españolas con datos anuales para el periodo 2000-2016, utilizando el estimador PMG por adaptarse mejor a nuestros propósitos de esta sección, ya que permite estimar una relación de largo plazo común entre las regiones al mismo tiempo que acepta una heterogeneidad sin restricciones en el corto plazo. Tiene como ventaja sus ganancias en coherencia y eficacia frente a otros estimadores de paneles de corrección de errores, además de su “sencillez” computacional, comparado con otros métodos.

Formalmente, sobre la base de los parámetros de la función de producción, así como de los coeficientes estimados del estado estacionario, se formula la *hipótesis de largo plazo* que permite identificar directamente los parámetros que afectan la dinámica de transición al estado de equilibrio, denotada por $a_{s,i} / \phi_i = \theta$.

Con el procedimiento PMG obtenemos la versión restringida de la ecuación de corrección de errores [2] que permite estimar datos de series temporales agrupados para cada región:

$$\begin{aligned} \Delta \ln y_{i,t} = & -\phi_i \{ \ln y_{i,t-1} - \theta_1 \ln sk_{i,t} - \theta_2 \ln h_{i,t} + \theta_3 \ln N_{i,t} - \sum_{j=4}^m \theta_j \ln V_{i,t}^j - a_{m+1,i} t - \theta_{0,i} \} \\ & + b_{1,i} \Delta \ln sk_{i,t} + b_{2,i} \Delta \ln sh_{i,t} + b_{3,i} \Delta \ln N_{i,t} + \sum_{j=4}^m b_{j,i} \Delta \ln V_{i,t}^j + \epsilon_{i,t} \end{aligned} \quad [3]$$

En esta expresión se supone que la tasa de crecimiento del PIB per cápita va a depender de su nivel inicial, de la acumulación de capital físico, del *stock* de capital

³⁷ Esta sección ha sido adaptada desde Gutiérrez, Buesa, Heijs y Baumert (2016) “Innovación y crecimiento económico: Aplicación de análisis factorial y modelos dinámicos de datos de panel” IAIF, Documento de Trabajo, 101.

³⁸ En el Apéndice 2.2. se hace referencia al método de estimación econométrica, mientras que los datos y las variables consideradas en las diversas etapas de estimación seguidas del primer modelo de crecimiento son explicados en detalle en el Apéndice 2.3.

humano, del crecimiento de la población y de un conjunto de factores normativos e institucionales, que en nuestro caso representan a las actividades innovadoras. Los *b-regresores* controlan los componentes cíclicos de corto plazo.

El coeficiente de convergencia de los parámetros de corrección de errores, ϕ_i , y los coeficientes de largo plazo, θ_1 , θ_2 , θ_3 y θ_j , son de interés primario. Con la inclusión de θ_{0i} , se permite una media distinta de cero de la relación de cointegración (Blackburne y Frank, 2007). Por lo tanto, esperamos que ϕ_i sea negativa bajo el supuesto previo de que las variables muestran un retorno al equilibrio de largo plazo.

La hipótesis de homogeneidad de largo plazo de los parámetros del modelo no se puede suponer *a priori*, siendo necesario probarla empíricamente en todas las especificaciones a través de la prueba de Hausman³⁹. Por otra parte, dada la limitación de grados de libertad en las regresiones de crecimiento específicas de cada región, en este trabajo no se ha incluido la tendencia en el tiempo.

a. Componentes básicos del modelo

La muestra ha sido ampliamente trabajada y depurada con el objetivo principal de capturar, dentro de un enfoque econométrico, las interacciones que existen entre los factores de crecimiento que conforman la expresión [2] vista anteriormente, poniendo especial atención en las variables que definen el esfuerzo innovador, la población y el capital humano. Además, los resultados de las estimaciones permiten interpretar y medir el efecto de cada variable en el crecimiento económico de las CC.AA. En lo que respecta al informe de las variables relevantes, solo se proporcionan los coeficientes de las variables de largo plazo siguiendo a Basannini y Scarpetta (2001), quienes indican que los elementos relevantes del modelo son los coeficientes del largo plazo, ya que, los coeficientes correspondientes al corto plazo (los que difieren entre las regiones), no poseen una interpretación económica más allá del ajuste temporal para el que se incluyen en el modelo.

En el gráfico 2.1. se muestran los cambios que han experimentado los componentes del crecimiento en niveles, tomando el período final y confrontándolo con el período inicial de la investigación, para las diecisiete CC.AA. que conforman la muestra, donde se puede apreciar a grandes rasgos que regiones como Galicia, País Vasco, Extremadura, Castilla y León y Asturias han aumentado de manera importante sus PIB per cápita, mientras que en el otro extremo, Canarias y las Islas Baleares la han reducido (medida por la diferencia en niveles). Esto se explica fundamentalmente por las dinámicas poblacionales experimentadas por las regiones

³⁹ Prueba de Hausman. Se puede probar la hipótesis nula –homogeneidad de coeficientes a largo plazo– a través de este estadístico basado en la comparación entre los estimadores PMG y MG (promedio de grupos). Si H_0 no se rechaza hay evidencia de una relación de largo plazo. En el caso contrario, si H_0 se rechaza, entonces no habría ninguna evidencia de una relación de largo plazo, y los coeficientes obtenidos en las regresiones serían el promedio simple de los coeficientes específicos de cada región.

en el período de estudio. A continuación, se presenta una definición detallada de los determinantes básicos que ilustran el comportamiento teórico del modelo de crecimiento planteado:

b. La acumulación de capital físico

Según Weil, D. (2006) el capital lo conforman las herramientas –los objetos físicos que aumentan nuestra capacidad o que hacen el trabajo por nosotros– que se utilizan en casi cualquier actividad laboral, por lo que es lógico suponer que los

Gráfico 2.1.

VARIACIÓN DE NIVELES EN LOS COMPONENTES DEL CRECIMIENTO*

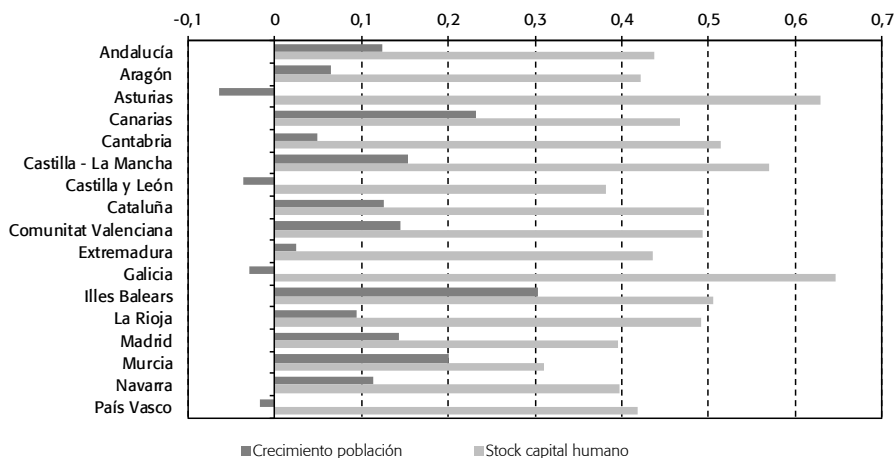
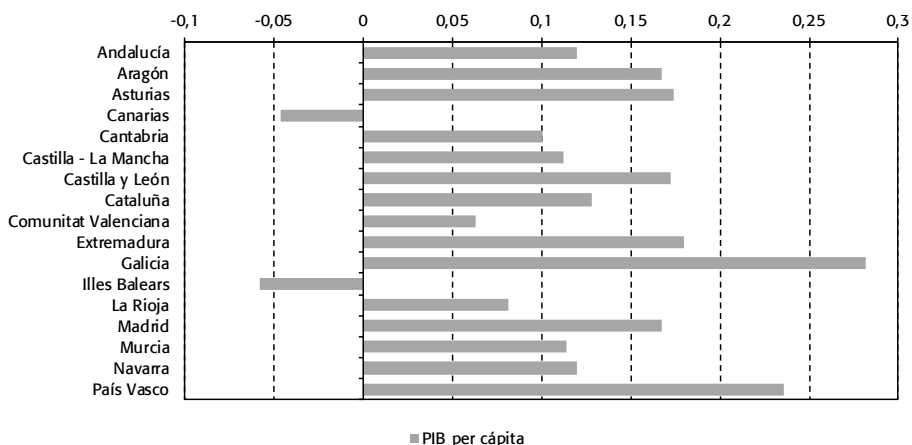
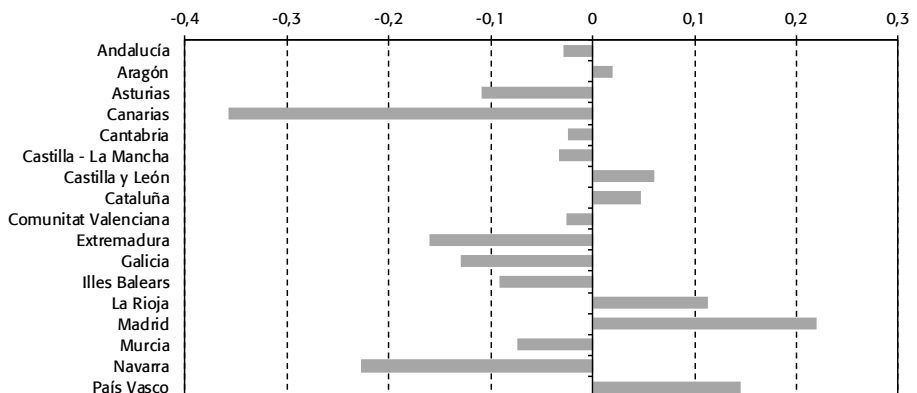
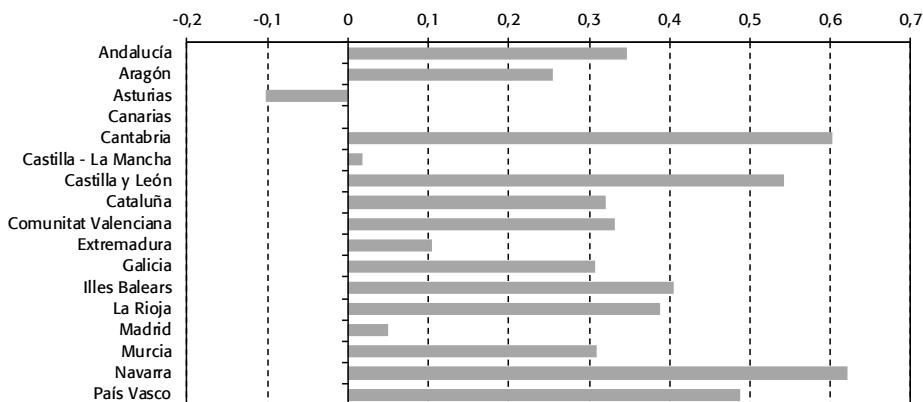


Gráfico 2.1. (continuación)

VARIACIÓN DE NIVELES EN LOS COMPONENTES DEL CRECIMIENTO*



■ Acumulación capital físico



■ I+D total

Nota: * = El impacto estimado entre los niveles final e inicial (2016-2000) de cada variable está expresado en logaritmos, salvo en el caso de la acumulación de capital físico que se comparan los años 2015-2000.

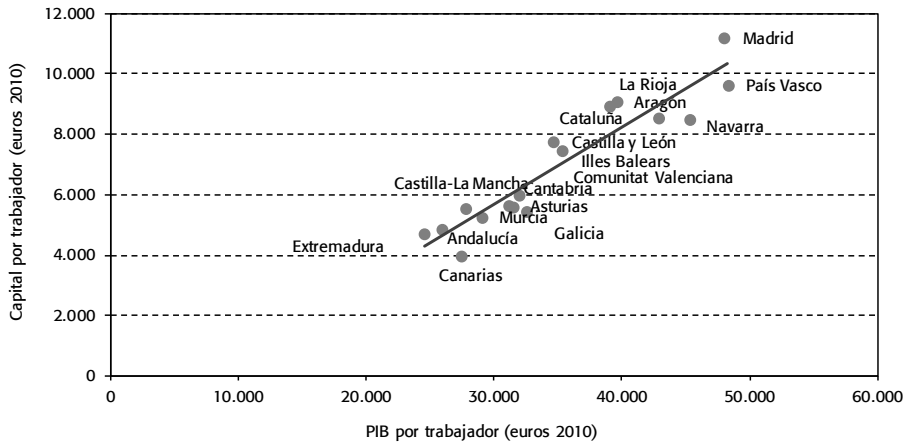
Fuentes: IAIF a partir de INE y elaboración propia.

que los trabajadores que tienen más capital pueden producir más. Las cinco características clave que debe cumplir el capital son: ser productivo, ser producido (ser el producto de una actividad productiva), tener un uso limitado, poder generar un rendimiento y experimentar un desgaste con el tiempo y con el uso. El gráfico 2.2. muestra la relación, en el año 2015, entre los niveles de capital físico por trabajador (en euros del 2010) y el PIB per cápita de las diecisiete CC.AA. consideradas en la

muestra. La estrecha relación entre estas dos variables es innegable. Las enormes diferencias entre las cantidades de capital de que disponen los trabajadores en las distintas regiones son una explicación obvia de las grandes diferencias entre los niveles de producción de las CC.AA.

Gráfico 2.2a.

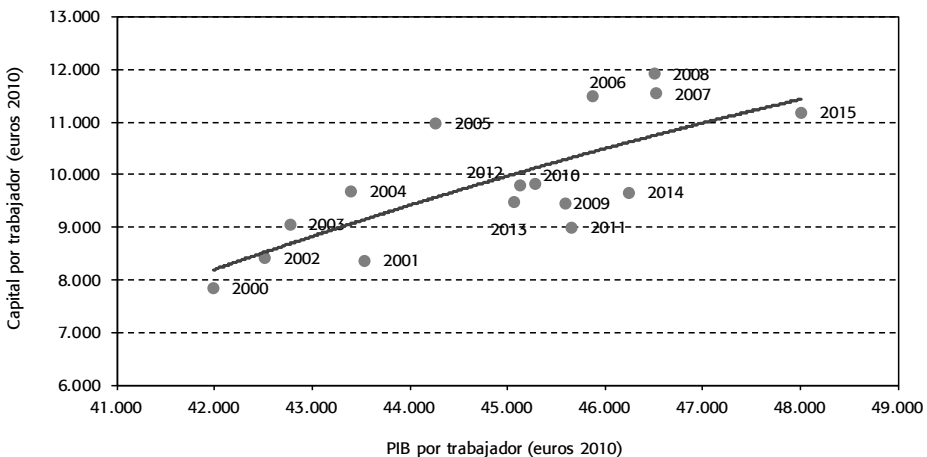
EL PIB Y LA ACUMULACIÓN DE CAPITAL FÍSICO, AÑO 2015



Fuentes: IAIF a partir de INE y elaboración propia.

Gráfico 2.2b.

EL PIB Y LA ACUMULACIÓN DE CAPITAL FÍSICO, COMUNIDAD DE MADRID



Fuentes: IAIF a partir de INE y elaboración propia.

Así, uno de los principales determinantes del nivel de PIB per cápita es la acumulación de capital físico, aunque sus efectos pueden ser más o menos permanentes, en función de la medida en que el nivel de educación de la población y la innovación tecnológica se incorporan en los nuevos bienes de capital. Sin embargo, solo la mitad de las diferencias observadas en los niveles de PIB per cápita entre regiones es explicada por la variación media de los *inputs* rivales (capital físico y humano, y población activa), como analizan Jones y Romer (2009) para el caso de los países.

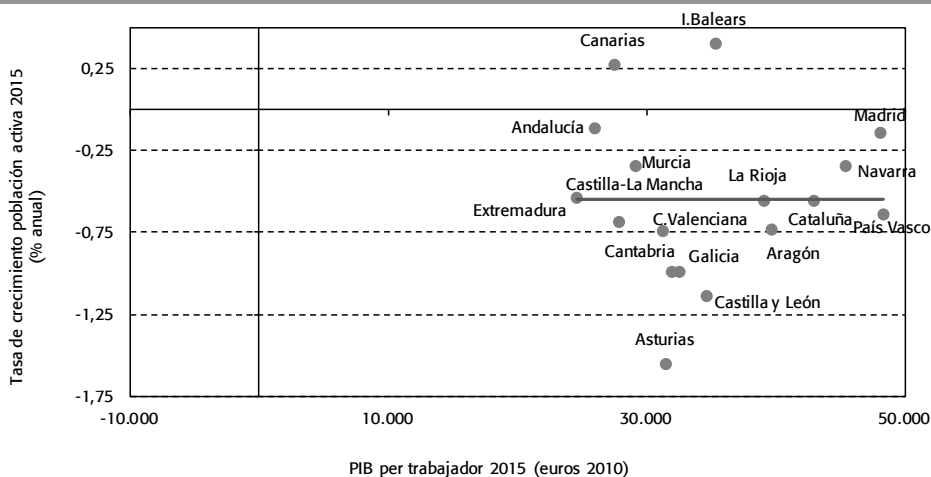
En esta investigación, uno de los componentes básicos del modelo es la *propensión a la acumulación de capital físico* por parte de agentes privados y públicos; se utiliza como *proxy* la formación bruta de capital fijo como porcentaje del PIB, al igual que en Arnold (2008) y Romain *et al.* (2011). Este componente considera mejoras en la tierra, la maquinaria y las compras de equipo, así como la construcción de carreteras, ferrocarriles y otras infraestructuras, incluidas las escuelas, oficinas, hospitales, viviendas residenciales privadas, y edificios comerciales e industriales. Al estar representados los sectores público y privado en el modelo a estimar, se obtiene un mejor ajuste de los coeficientes; y el signo esperado del coeficiente de esta variable en la estimación es positivo.

c. Tasa de crecimiento de la población

Las variaciones de la población afectan tanto a las necesidades de consumo de una economía como a su capacidad productiva, reduciéndose, por lo tanto, las magnitudes expresadas en términos per cápita. Esta sencilla observación es la base para incluir la población en el modelo de crecimiento neoclásico, que predice

Gráfico 2.3.

EL PIB Y EL CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN, AÑO 2015



Fuentes: IAIF a partir de INE y elaboración propia.

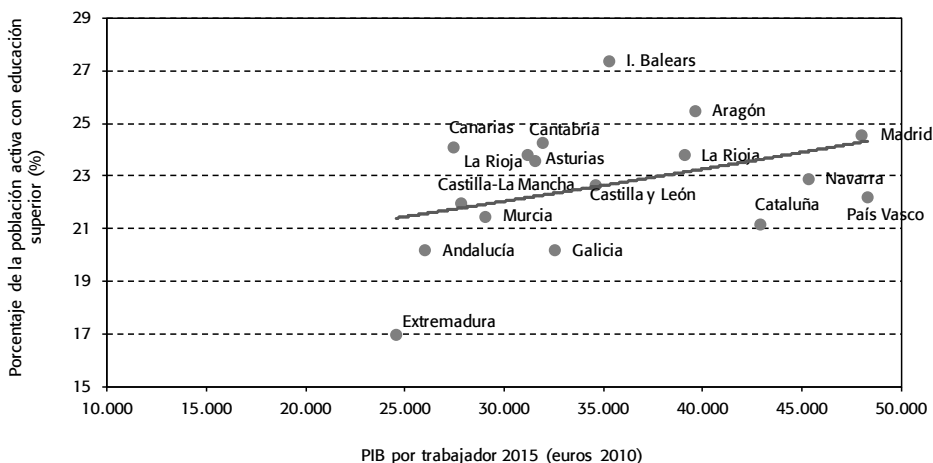
un signo negativo, tal como se analiza y se explica en MRW (1992), Bassanini y Scarpetta (2001), Arnold (2008) y Romain *et al.* (2011). En nuestro estudio utilizamos la tasa de crecimiento de la población para analizar la interacción con los otros factores productivos, que se define como la población activa entre 15 a 64 años. En el gráfico 2.3. se muestra la relación negativa que existe entre el crecimiento del PIB per cápita y la tasa de crecimiento de la población. Según Weil (2006) esta relación causal “puede ser una prueba de que un rápido crecimiento demográfico es la causa de que una economía sea pobre o de que hay algo en el hecho de ser pobre que provoca un rápido crecimiento de la población o de que la causalidad va en ambos sentidos”.

d. El stock de capital humano

Este componente se denomina capital humano porque comparte algunas de las características del capital físico, como ser productivo, producirse, poder generar un rendimiento y desgastarse. La idea fundamental que se quiere comprobar es en qué medida las diferencias de calidad –habilidades y experiencia– entre los trabajadores son una de las explicaciones de las desigualdades de renta entre las economías. En este estudio se utiliza como *proxy*, el porcentaje de personas en edad de trabajar que tienen en educación superior, para representar el *stock* de capital humano⁴⁰. Según la evidencia empírica, desarrollada por MRW (1992), Bassanini

Gráfico 2.4.

EL PIB Y EL PORCENTAJE DE POBLACIÓN CON EDUCACIÓN SUPERIOR, AÑO 2015



Fuentes: IAIF a partir de INE y elaboración propia.

⁴⁰ MRW (1992) utilizan como *proxy* el porcentaje de la población en edad de trabajar que van a la educación secundaria.

y Scarpetta (2001), Arnold (2008), su contabilización conjunta con el capital físico da como resultado una mejor participación en el producto que la que se obtiene al utilizar únicamente el *simple* capital físico, es decir, reduce la sobreestimación del capital físico y mejora la capacidad explicativa del modelo, y consecuentemente, el signo esperado para esta variable es positivo. Para el caso de las regiones españolas la efectiva y persistente relación que existe entre la productividad aparente (PIB por trabajador) y la variable de capital humano se aprecia en el gráfico 2.4.

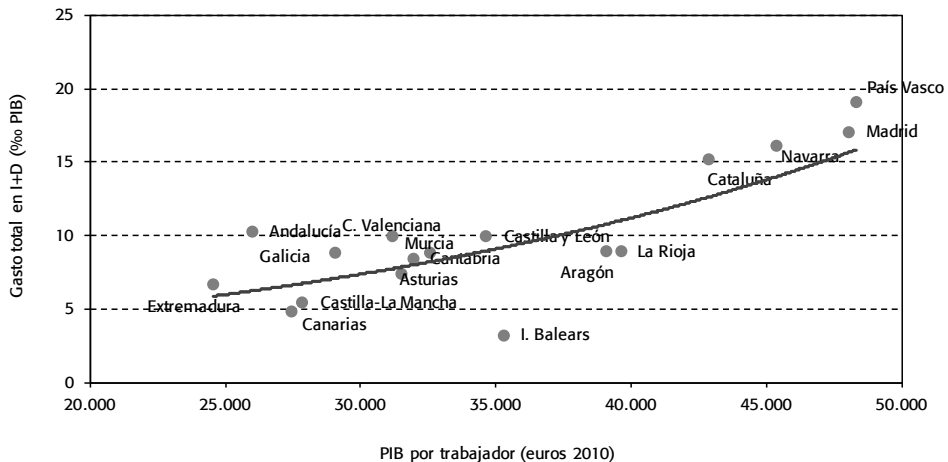
e. Medidas de intensidad de la investigación y desarrollo

Las mejoras de la tecnología permiten que los mismos factores produzcan un volumen de producto mayor. Por lo tanto, el progreso tecnológico puede tener la clave para conseguir un crecimiento económico continuo. La creación de nueva tecnología requiere, como en el caso del capital físico y humano, la inversión de recursos en ella. En el caso de la tecnología, esta inversión se conoce con el nombre de investigación y desarrollo, que puede traducirse en: nuevas tecnologías, absorción más rápida de las ya existentes o formas más eficientes de utilizar los recursos disponibles de capital físico y humano (Romain *et al.*, 2011, p. 11). La tecnología es totalmente distinta a los factores de producción como el capital físico y el capital humano, ya que sus dos características clave –la no rivalidad y ser parcialmente excluible– se deben a que las tecnologías son esencialmente ideas más que objetos (Weil, 2006; Romero y Sanz, 2007).

La evidencia empírica demuestra que la tecnología se transfiere más fácilmente entre los países (regiones) ricos que de los países (regiones) ricos a los pobres,

Gráfico 2.5.

EL PIB Y EL GASTO TOTAL EN I+D, AÑO 2015



Fuentes: IAIF a partir de INE y elaboración propia.

según Weil (2006, pp. 231-233), por dos motivos fundamentales: i) los factores de producción que disponen los países (regiones) pobres no son los adecuados; y ii) los países (regiones) pobres no son capaces de utilizar la tecnología desarrollada en los países (regiones) ricos, debido a la carencia de conocimientos específicos necesarios para que funcionen las tecnologías. En el gráfico 2.5. se muestra la relación positiva que existe entre el PIB por trabajador y el gasto total en I+D (como porcentaje del PIB), concentrándose el mayor gasto en I+D en las regiones ricas.

El importe de los gastos en I+D puede verse influido por las instituciones y los gobiernos, tanto a través de la provisión pública de los servicios de investigación y la financiación de los agentes públicos y privados que hacen I+D, como por medio de medidas indirectas de fomento de esta, como son los incentivos fiscales y la protección de los derechos de propiedad industrial e intelectual. Por otra parte, las inversiones del sector privado y de las instituciones de enseñanza de nivel superior en I+D han aumentado considerablemente desde la década de 1980 en la mayoría de países (regiones) desarrollados (Bassanini y Scarpetta, 2001, p. 16). Estos aspectos han sido considerados para analizar los efectos de la I+D sobre el crecimiento económico. En este estudio se utiliza la variable gasto en I+D total, incluyendo además, según la clasificación que establece el *Manual de Frascati* (2002)⁴¹, variables alternativas como los gastos en I+D realizados por los siguientes sectores:

- **Empresas.** Este sector comprende todas las empresas, organismos e instituciones cuya actividad principal consiste en la producción mercantil de bienes y servicios (exceptuando la enseñanza superior) para su venta al público.
- **Administración Pública**⁴². Este sector comprende todos los departamentos, oficinas y otros organismos que suministran, generalmente a título gratuito, servicios colectivos (exceptuando la enseñanza superior), que no sería fácil ni rentable suministrar de otro modo y que, además, administran los asuntos públicos y la política económica y social de la colectividad.
- **Enseñanza superior.** Este sector comprende todas las universidades y las escuelas técnicas, cualesquiera que sea el origen de sus recursos y su per-

⁴¹ En junio de 1963, la OCDE celebró una reunión de expertos nacionales en estadísticas de investigación y desarrollo en la Villa Falconieri de Frascati, Italia. Fruto de sus trabajos fue la primera versión oficial de la Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental, más conocida como el *Manual de Frascati*. Esta publicación es su sexta edición y constituye la norma para las encuestas de I+D en todos los países del mundo.

⁴² Según la definición dada por el Sistema de Contabilidad Nacional (ONU, 1968; CEC, 1994) de "productores de servicios otorgados por las administraciones públicas", este sector incluye una amplia gama de actividades tales como: administración; defensa y mantenimiento del orden público; sanidad, enseñanza, servicios culturales, recreativos y sociales en general; promoción del crecimiento económico y del bienestar; y desarrollo tecnológico. Los órganos legislativos y ejecutivos, los departamentos, establecimientos y otros organismos de la administración deben incluirse aquí, independientemente del tratamiento que se les dé en la contabilidad pública. Los fondos de la Seguridad Social administrados por el Gobierno también se incluyen.

sonalidad jurídica. Incluye también todos los institutos de investigación, estaciones experimentales y hospitales directamente controlados, administrados o asociados a centros de enseñanza superior.

El signo esperado de estas variables en las estimaciones es positivo, como han mostrado Bassanini y Scarpetta (2001) y Arnold (2008).

f. Descripción de las ayudas públicas a la I+D

Para los fines del este capítulo, recopilamos algunos datos con los que analizar la posibilidad que las ayudas públicas a la I+D no hubieran seguido un criterio racional en cuanto a su reparto regional y que, todo lo contrario, hubieran respondido a una política de "café para todos". Estudiamos así la distribución regional de los fondos del Plan Nacional de I+D e innovación en comparación con el gasto en I+D (GID) como fracción del PIB. Nuestra hipótesis es que el uso de criterios de excelencia y relevancia debería generar una distribución del apoyo público similar a la intensidad de I+D de las regiones. Por lo tanto, calculamos la correlación entre la intensidad de apoyo y la intensidad de I+D de las regiones para el período 2000-2016.

Los resultados de este análisis (véanse los gráficos 2.6., 2.7. y el cuadro 2.1.) muestran una correlación negativa entre la intensidad de apoyo regional del citado Plan Nacional y de las ayudas del CDTI, y la intensidad de I+D regional (para el período 2000-2016). Este coeficiente de correlación negativo (-0.3), aunque no importante en magnitud, sí es significativo en términos estadísticos, revela que las regiones más innovadoras o las regiones con el mayor potencial innovador obtienen relativamente menos apoyo que las regiones que pueden considerarse periféricas en términos de innovación. En otras palabras, para los datos del Plan Nacional la hipótesis de "cohesión" parece estar confirmada.

Al analizar la correlación de cada una de las diferentes líneas de trabajo agregadas (los diferentes tipos de instrumentos) del Plan Nacional, podemos observar que este signo negativo se genera principalmente por el apoyo o la promoción de recursos humanos (con un coeficiente de correlación de -0,31) y el apoyo a los proyectos de I+D (-0,29).

Sin embargo, esta correlación negativa significa también que la distribución del presupuesto no depende de la intensidad de I+D regional. Además, revela una distribución al azar donde algunas regiones de alta tecnología y baja tecnología obtienen presupuestos relativamente altos y otras regiones de alta tecnología y baja tecnología obtienen un presupuesto relativamente bajo. En conclusión, también para este tipo de instrumento (los proyectos de I + D), parece existir la hipótesis del "café para todos" y parece que los criterios de excelencia pura no se aplican.

Cuadro 2.1.

MATRIZ DE CORRELACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD DEL APOYO REGIONAL DEL PLAN NACIONAL PARA POLÍTICAS CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS Y DE INNOVACIÓN (PN-CTI) Y LA INTENSIDAD DE LA I+D REGIONAL PARA EL PERÍODO 2000-2016, POR TIPO DE APOYO

		PIBpw	PIBpc	GID (% PIB)
CDTI (% GID)	Correlación de Pearson	-,158**	-,162**	-,339**
	Sig. (bilateral)	,007	,006	,000
	N	289	289	289
PN Proyectos I+D (% GID)	Correlación de Pearson	-,155**	-,155**	-,294**
	Sig. (bilateral)	,008	,008	,000
	N	289	289	289
PN RR. HH. (% GID)	Correlación de Pearson	-,244**	-,246**	-,314**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000
	N	289	289	289
PN Infraestructura (% GID)	Correlación de Pearson	-,202**	-,190**	-,223**
	Sig. (bilateral)	,001	,001	,000
	N	289	289	289
PN Transferencia Tecnológica (% GID)	Correlación de Pearson	-,219**	-,237**	-,272**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000
	N	289	289	289
PN Acciones Especiales (% GID)	Correlación de Pearson	-,163**	-,164**	-,253**
	Sig. (bilateral)	,005	,005	,000
	N	289	289	289
PN TOTAL (% GID)	Correlación de Pearson	-,195**	-,192**	-,307**
	Sig. (bilateral)	,001	,001	,000
	N	289	289	289

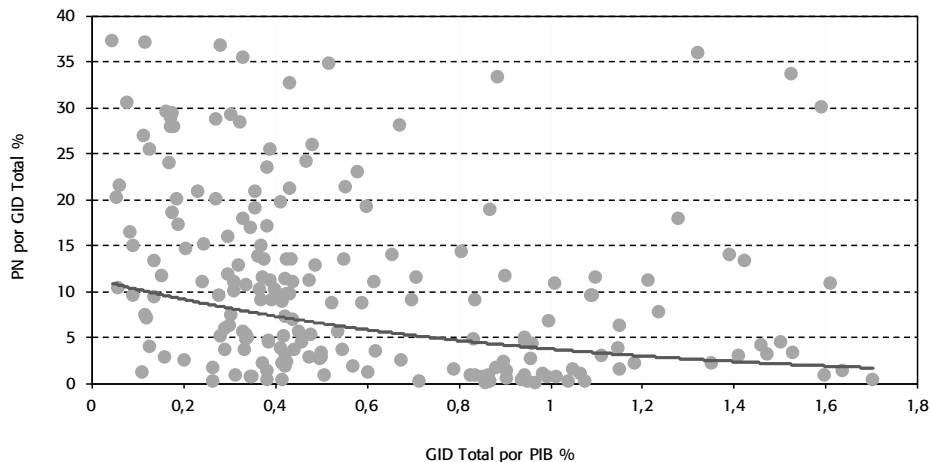
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuentes: Elaboración propia basada en información de INE y Reportes Anuales del PN-CTI.

Lo anterior se traduce en la poca claridad con la que estas ayudas impactan en el crecimiento económico de las regiones (gráfico 2.8.) donde no se aprecia una clara y robusta relación positiva entre ambas variables (el coeficiente de correlación pese a ser positivo no es estadísticamente significativo).

Gráfico 2.6.

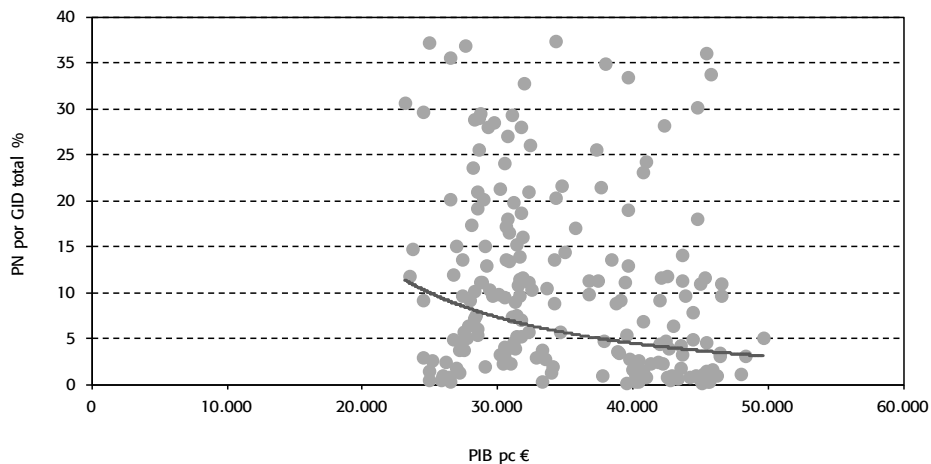
DISPERSIÓN DE LA INTENSIDAD DEL APOYO REGIONAL DEL PLAN NACIONAL PARA I+D VERSUS LA INTENSIDAD DE LA I+D REGIONAL (2000-2015)



Fuentes: IAIF a partir de informes anuales del Plan Nacional e INE y elaboración propia.

Gráfico 2.7.

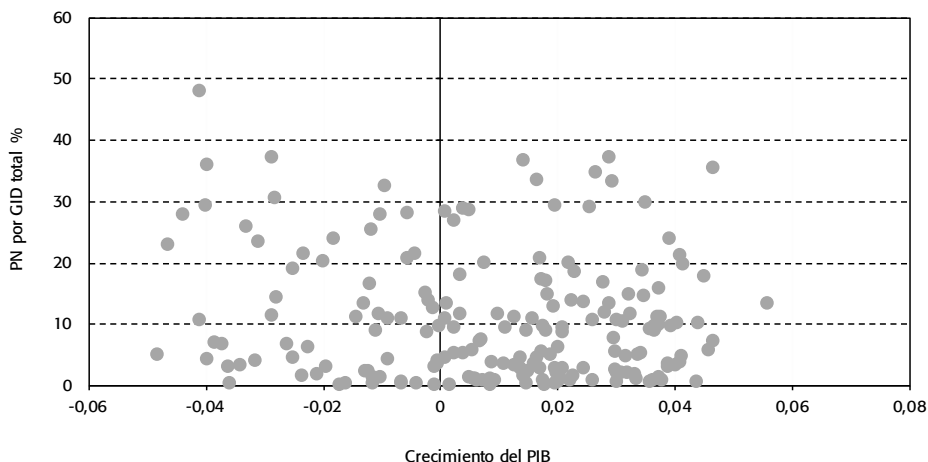
DISPERSIÓN DE LA INTENSIDAD DEL APOYO REGIONAL DEL PLAN NACIONAL PARA I+D VERSUS EL PIB POR TRABAJADOR REGIONAL (2000-2015)



Fuentes: IAIF a partir de informes anuales del Plan Nacional e INE y elaboración propia.

Gráfico 2.8.

DISPERSIÓN DE LA INTENSIDAD DEL APOYO REGIONAL DEL PLAN NACIONAL PARA I+D VERSUS LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB POR TRABAJADOR REGIONAL (2000-2015)



Fuentes: IAIF a partir de informes anuales del Plan Nacional e INE y elaboración propia.

En conclusión, los datos presentados confirman los comentarios cualitativos hechos por los expertos y responsables políticos: la dispersión del apoyo debido a la presión política parece impedir una política real basada en la excelencia.

En nuestra opinión, debe evitarse el uso de presupuestos públicos de I+D, cuya distribución debiera responder a un criterio de excelencia, para corregir el atraso regional. Debería existir una política de cohesión relacionada con las políticas científicas, tecnológicas y de innovación; sin embargo, recomendamos la transparencia si es que estas políticas están vinculadas a la I+D (producción de nuevos conocimientos con dimensión internacional) así como que la innovación vinculada a la explotación de los conocimientos y talentos con relevancia regional deben separarse con sus propios presupuestos. En otras palabras, además del Plan Estatal de I+D+i (que debería basarse en la excelencia), España debería desarrollar también programas nacionales de I+D y (especialmente) de innovación con un enfoque en las regiones de convergencia o competitividad (alcance geográfico) y/o en sectores tradicionales.

Un buen ejemplo es la Unión Europea con dos políticas claramente diferenciadas: el Programa Marco y los Fondos Estructurales. Una distinción así de clara sería una forma de mitigar la cultura del “café para todos”, ofreciendo transparencia en los criterios de selección y distribución de los fondos y brindando a los responsables de las políticas la oportunidad de construir ecosistemas de innovación efectivos, donde

el objetivo de excelencia, especialización y relevancia, sean alcanzados mediante el principio de solidaridad en el nivel de gobierno más apropiado.

g. Variable de convergencia

Se incluye una sola variable de convergencia con el propósito de controlar las diferencias estructurales relacionadas con la variación en el tiempo de la tasa de crecimiento del PIB per cápita entre los países, tal como lo hacen Bassanini y Scarpetta (2001) y Arnold (2008). Esta variable es un indicador del nivel de vida del año anterior, si el coeficiente de la estimación es *negativo y significativo* implica que los países (regiones) más pobres crecen más rápido y por lo tanto el proceso de convergencia (condicional⁴³) se producirá más rápidamente que en los países (regiones) ricos, por el contrario, si el signo es *positivo y significativo*, significa que los países (regiones) más ricos crecen más rápido y habría divergencia. Por último, si el coeficiente se presenta no significativo quiere decir que todos los países (regiones) crecen igual.

2.4. RESULTADOS EMPÍRICOS PARA LAS CC.AA. DE ESPAÑA

2.4.1. El modelo básico con capital humano y el esfuerzo innovador

En esta sub sección se analiza el modelo básico incluyendo primero el capital humano y en un segundo paso el esfuerzo innovador. En el cuadro 2.2. se presentan dos especificaciones de la ecuación de crecimiento, donde se puede observar que los *inputs* rivales de capital –físico y humano– y la población aparecen con el signo esperado y son altamente significativos. Sin embargo, la introducción del *stock* de capital humano en la segunda especificación tiene un efecto en el coeficiente de la acumulación de capital físico (pasa de 0,021 a 0,109), mientras el coeficiente estimado a largo plazo de la tasa de crecimiento de la población de 15-64 años también cae de manera sustancial. Esto es esperable de acuerdo con MRW ya que la acumulación de capital humano está correlacionada con las tasas de ahorro y las tasas de crecimiento de la población, por lo tanto, su omisión puede generar sesgos al alza en los coeficientes de esas variables. Asimismo, podemos sugerir que un incremento del 1% en el *capital físico* (columna [2]) representaría un aumento del 0,109% en la tasa de crecimiento del PIB per cápita, mejorando la productividad, mientras que un incremento similar en el crecimiento de la población daría lugar a una disminución del 0,606%.

En lo relacionado al *stock de capital humano*, a un 1% adicional en la población que accede a la educación terciaria le corresponde un aumento estimado en la tasa

⁴³ Estas condiciones son: primero, una fuerte tasa de inversiones, luego, una elevada educación de la población, y, finalmente, un alto esfuerzo en I+D, es decir, la convergencia condicional está relacionada con el hecho que, si se descartan estos factores claves existe una tendencia hacia la convergencia en todas las regiones, incluso las más pobres.

de crecimiento del PIB per cápita del 0,298%. La literatura empírica no es el del todo concluyente ya que algunos estudios han encontrado ningún o muy limitados efectos del capital humano sobre el crecimiento (véase, por ejemplo; Benhabib y Spiegel (1994); Easterly y Levine (2001)). Para aquellos estudios donde esta variable resulta significativa, el efecto es positivo y puede tener implicaciones de política económica. Bassanini y Scarpetta (2001, p. 26) manifiestan que “en la medida en que la política afecta a la acumulación de capital humano (lo más importante a través de políticas de educación), y los efectos colaterales son lo suficientemente grandes como para dar a entender en general rendimientos no decrecientes durante algún intervalo, su efecto sobre el crecimiento no puede limitarse a un cambio en el nivel de salida del estado estacionario sino posiblemente conduzca a efectos más persistentes (aunque no necesariamente irreversibles)”.

Otro punto a destacar es que, cuando se incorpora la variable de capital humano al modelo, la variable de convergencia cambia, pasando de -0,501 a -0,693.

Cuadro 2.2.

REGRESIONES AÑADIENDO CAPITAL HUMANO¹ (2000-2016)

<i>Variable dependiente: crecimiento PIB per cápita</i>	<i>Ecuación estándar (1)</i>	<i>Ecuación con capital humano (2)</i>
Formación bruta de capital fijo (% PIB)	0,021** 0,010	0,109*** 0,011
Tasa de crecimiento de la población	-1,448*** 0,045	-0,606*** 0,057
Educación Superior (% Pobl.)		0,298*** 0,029
Coefficiente de convergencia	-0,501*** 0,077	-0,693*** 0,062
Años en cubrir distancia media	1,38	1,00
Nº de CC.AA.	17	17
Nº de observaciones	255	255
Log máxima verosimilitud	683,46	754,20

Nota: 1. Todas las ecuaciones incluyen la dinámica de corto plazo y las condiciones especificadas de cada región. Los errores estándar están en las segundas líneas.

***, **, * Indica una significación de los coeficientes en el nivel del 1%, 5% y 10% respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los determinantes del crecimiento puede ampliarse también respecto el esfuerzo en la innovación. El indicador de innovación usado en este estudio corresponde a la tasa de crecimiento de la intensidad del gasto en I+D

(GID respecto al PIB). Esta variable refleja el esfuerzo de las actividades ligadas a la I+D y describe al impacto que tiene la innovación cuando esta entra realmente en el proceso productivo. Los resultados del cuadro 2.3. muestran que al añadir la variable de innovación (columna 3), esta se presenta positiva y es estadísticamente significativa. Este hecho se encuentra en línea con otros estudios que incluyen esta variable como reflejo de la actividad innovadora (ver Pavitt y Soete, 1982; Fagerberg, 1988). El coeficiente se interpreta como elasticidad, es decir, un aumento de un 1% en la tasa de gastos en I+D genera un aumento del 0,073% en la tasa crecimiento de la economía del año en curso.

Al descomponer el esfuerzo innovador entre los tres actores más importantes del sistema regional de I+D; empresas, universidades y Administración Pública, todas son significativas y positivas destacando el aporte de las universidades (0,044%) y las empresas (0,030%). Además, la inclusión de esta variable aumenta moderadamente el poder explicativo del modelo medido por el log máxima verosimilitud. Finalmente, al agregar el capital avanzado (personas con educación superior como porcentaje de la población) y desagregado por actores del sistema regional de I+D, nuevamente destaca el aporte de las universidades (0,046%), seguido por las empresas (0,031%).

■ 2.4.2. El modelo de crecimiento global: el papel de las ayudas públicas en I+D+i

Para evaluar el aporte de las ayudas públicas en I+D (% del gasto en I+D total) sobre el crecimiento económico en la CC.AA. españolas se generaron los últimos modelos incorporando las variables que dan cuenta de las líneas estratégicas contenidas en los planes nacionales en I+D: proyectos de I+D, infraestructura, recursos humanos y transferencia tecnológica. Primero, cada variable del plan nacional se incorporó de manera individual, entrando todas de manera positiva y significativa al modelo de crecimiento, para luego evaluarlas todas juntas en un modelo global. En este modelo, la variable del plan nacional de recursos humanos se hace no significativa, asumiendo que la variable de capital humano (educación superior) absorbe todo el impacto de este tipo de capital en el crecimiento económico, y el resto se mantienen positivas y significativas al 90% de confianza salvo infraestructuras, que es significativa al 99%. La variable del plan nacional que mayor impacto tiene sobre el crecimiento económico regional es la que guarda relación con los proyectos de I+D, aunque de una magnitud muchísimo menor (0,004%) a la de las variables tradicionales del modelo neoclásico de crecimiento económico.

Cuadro 2.3.

REGRESIONES AÑADIENDO LA INNOVACIÓN¹ (2000-2016)
(ESTIMADOR DE PROMEDIO DE GRUPOS AGRUPADO, PMG)

<i>Variable dependiente: crecimiento PIB per cápita</i>	<i>Ecuación con I+D Total (3)</i>	<i>Ecuación con I+D por actor del SRI (4)</i>	<i>Ecuación con capital humano avanzado (5)</i>
Formación bruta de capital fijo (% PIB)	0,054*** 0,008	0,063*** 0,007	0,085*** 0,007
Tasa de crecimiento de la población	-0,394*** 0,045	-0,375*** 0,032	-0,787*** 0,056
Educación superior (% pobl.)	0,163*** 0,018	0,184*** 0,014	0,201*** 0,015
Crecimiento del gasto en I+D total (% PIB)	0,073*** 0,014		
Crecimiento del gasto en I+D empresas (% PIB)		0,030*** 0,007	
Crecimiento del gasto en I+D universidades (% PIB)		0,044*** 0,010	
Crecimiento del gasto en I+D administraciones públicas (% PIB)		0,022*** 0,007	
Staff I+D empresas (% pobl.)			0,031*** 0,009
Staff I+D universidades (% pobl.)			0,046*** 0,010
Staff I+D Administración Pública (% pobl.)			0,020** 0,009
Coefficiente de convergencia	-0,557*** 0,051	-0,570*** 0,044	-0,665*** 0,052
Años en cubrir distancia media	1,24	1,21	1,04
Nº de regiones	17	17	17
Nº de observaciones	238	238	255
Log máxima verosimilitud	734,56	797,25	800,32

Nota: 1. Todas las ecuaciones incluyen la dinámica de corto plazo y las condiciones especificadas de cada región. Los errores estándar están en las segundas líneas.

***, **, * Indica una significación de los coeficientes en el nivel del 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2.4.

**REGRESIONES AÑADIENDO LAS AYUDAS PÚBLICAS A LA I+D¹ (2000-2016)
(ESTIMADOR DE PROMEDIO DE GRUPOS AGRUPADO, PMG)**

<i>Variable dependiente: crecimiento PIB per cápita</i>	<i>Proyectos I+D (6)</i>	<i>Infraestructura (7)</i>	<i>Recursos humanos (8)</i>	<i>Transferencia tecnológica (9)</i>	<i>Global (10)</i>
Formación bruta de capital fijo (% PIB)	0,082*** 0,009	0,099*** 0,011	0,090*** 0,010	0,084*** 0,009	0,082*** 0,005
Tasa de crecimiento de la población	-0,599*** 0,050	-0,603*** 0,057	-0,546*** 0,053	-0,486*** 0,047	-0,607*** 0,035
Educación superior (% pobl.)	0,253*** 0,024	0,301*** 0,029	0,280*** 0,026	0,234*** 0,023	0,248*** 0,016
Plan nacional en proyectos de I+D (% GIDT)	0,006*** 0,001				0,004** 0,002
Plan nacional en infraestructuras (% GIDT)		0,003*** 0,001			0,003*** 0,000
Plan nacional en recursos humanos (% GIDT)			0,006*** 0,001		-0,004 0,002
Plan nacional en transferencia tecnológica (% GIDT)				0,005*** 0,000	0,002** 0,001
Coefficiente de convergencia	-0,599*** 0,049	-0,675*** 0,060	-0,624*** 0,052	-0,589*** 0,047	-0,659*** 0,034
Años en cubrir distancia media	1,15	1,02	1,11	1,17	1,05
Nº de regiones	17	17	17	17	17
Nº de observaciones	255	255	255	255	255
Log máxima verosimilitud	784,38	773,84	782,10	783,69	866,10

Nota: 1. Todas las ecuaciones incluyen la dinámica de corto plazo y las condiciones especificadas de cada región. Los errores estándar están en las segundas líneas.

***, **, * Indica una significación de los coeficientes en el nivel del 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

■ 2.4.3. Validez y robustez de los modelos

En esta parte de capítulo se profundiza en los detalles técnicos de los modelos y su validez en términos econométricos. Se han realizado muchas pruebas para comprobar la robustez de los modelos. Entre otras, y para fines de comparación, se han desarrollado regresiones alternativas obtenidas con los estimadores PMG, MG y DFE (estimador dinámico de efectos fijos), para los modelos [5] y [10], “capital humano avanzado” y “global para las ayudas públicas”, respectivamente⁴⁴, y valiéndonos de la prueba estadística de Hausman⁴⁵ se justifica que, en términos econo-

⁴⁴ Las estimaciones correspondientes se pueden consultar en el Apéndice 2.4.

⁴⁵ Véase también el apartado 2.3.: especificación econométrica.

métricos, el mejor estimador para la aplicación empírica es el estimador PMG por sus ganancias en coherencia y eficacia al compararlo con los otros estimadores de corrección de errores. Además, se puede apreciar que el *coeficiente de corrección de errores agrupados* en todos los casos es estadísticamente significativo y con el signo esperado (negativo), valores que caen dentro del rango de una dinámica estable⁴⁶. Lo que revela un fuerte proceso de convergencia condicional de las regiones de España y puede ser considerado como un indicador de cointegración entre las variables y por tanto de la existencia de una relación de largo plazo confirmando así la especificación adoptada en la ecuación [3].

En lo relacionado con los *coeficientes de corto plazo*, y como ya se explicó anteriormente, no se limitan a ser los mismos en todas las regiones, figurando solo el efecto promedio de las CC.AA. En este sentido, una conclusión general válida sería que la relación entre la tasa de crecimiento del PIB per cápita y los determinantes de largo plazo son varias veces mayor cuando se comparan con los determinantes de corto plazo. Todas las variables se muestran muy sensibles ante cambios de largo y corto plazo. Por otro lado, se comprueba que los residuos de la ecuación de largo plazo sean estacionarios para evitar regresiones incorrectas, para lo cual, se utilizan las pruebas de raíz unitaria para paneles de Im-Pesaran-Shin (2003) y de Levin-Lin-Chu, rechazándose, en ambos casos, la hipótesis nula, concluyendo que la serie es estacionaria (Apéndice 2.5.).

Con el propósito de asegurar que los resultados son robustos a la exclusión de las observaciones atípicas y dinámicamente inestables (es decir, los que no cumplen las condiciones de homogeneidad a largo plazo), se realizan dos pruebas adicionales. Se determina en qué medida los coeficientes de largo plazo y, especialmente, el promedio de los coeficientes de corto plazo son sensibles a la exclusión de regiones cuyos coeficientes estimados a corto plazo son considerablemente más grandes (en valor absoluto a dos desviaciones estándar de la media, Loayza y Ranciere, 2005, p. 12) que la media de los coeficientes de la muestra. Se comprueba mediante estimaciones individuales⁴⁷ que ninguna región tiene coeficientes de corto plazo que queden fuera del rango impuesto. Además se ha verificado para qué regiones las estimaciones no cumplen la condición econométrica de estabilidad dinámica (no inferior a -2). Se comprueba mediante estimaciones específicas para cada región que ninguno tiene un *coeficiente de corrección de errores agrupado* que caigan fuera del rango estable.

⁴⁶ Existe evidencia de una relación de largo plazo (estabilidad dinámica o rango estable) al utilizar las técnicas desarrolladas por Pesaran, Shin y Smith (1999) para estimar paneles dinámicos no estacionarios (PMG, MG y DFE), cuando el coeficiente de corrección de errores agrupado no es inferior a -2, es decir, cuando las raíces de las ecuaciones (largo y corto plazo) caen dentro del círculo unitario, y por lo tanto, se considera que el proceso es estacionario. Caso contrario, si el coeficiente cae fuera del rango permitido se revela que para algunos grupos (regiones en nuestro caso) la condición de estabilidad dinámica no se sostiene.

⁴⁷ La opción *full* del estimador *xtpmg* en Stata permite generar una regresión cuya primera ecuación (largo plazo) se presenta en forma agrupada (etiquetada por ec) y la segunda ecuación (corto plazo) presenta un listado individual por los grupos específicos, en nuestro caso por cada comunidad autónoma.

■ 2.4.4. La convergencia económica entre las regiones españolas

La velocidad de convergencia varía en la literatura empírica, pues mientras la mayoría de los estudios sugieren que a una economía le tomaría entre 20 y 30 años cubrir la mitad de la distancia entre los niveles iniciales y su estado de equilibrio (Mankiw, Romer y Weil, 1992; Barro y Sala-i-Martin, 1995), otros pocos refieren que sería necesario menos de nueve años para cubrir la mitad de la distancia (Caselli, Esquivel y Lefort, 1996). Según Bassanini y Scarpeta (2001, p. 23) “identificar y diferenciar el efecto de crecimiento temporal o permanente puede parecer un tanto semántico si la velocidad de convergencia al estado estacionario es muy lenta o relativamente rápida, y por tanto, la elección entre las dos interpretaciones alternativas puede conducir a diferentes conclusiones políticas”. En este estudio se interpreta que los coeficientes estimados solo tendrán efectos temporales sobre las tasas de crecimiento, y pueden tener impactos permanentes en los niveles de PIB per cápita entre regiones.

En todas las especificaciones el parámetro estimado de convergencia es negativo y significativo, lo que sugiere que las regiones menos desarrolladas en sentido tecnológico crecen más rápido y, por lo tanto, el proceso de convergencia condicional se producirá más rápidamente que en las regiones desarrolladas. Se aprecia que la especificación donde se añade el *stock* de capital humano, la velocidad con que las regiones convergen a sus respectivos estados estacionarios de PIB per cápita es relativamente más rápida (-0,693). De manera similar, cuando se incluye en la especificación el esfuerzo en I+D, y las políticas científicas y tecnológicas, la tasa a la cual ocurre la convergencia se mantiene estable en un rango entre -0,557 y -0,675, con un rango de 1 a 1,38 los años en alcanzar la distancia media⁴⁸. Estos resultados validan el supuesto teórico planteado anteriormente que sugiere que un cambio de política solo tendrá un impacto temporal en el crecimiento y el potencial efecto sobre los niveles de vida se sentirán rápidamente.

■ 2.5. CONCLUSIONES

En este estudio analizamos la relación entre las variables básicas, el capital humano, las políticas científicas y tecnológicas, el esfuerzo en I+D y el crecimiento en un conjunto de regresiones de crecimiento a base de un panel de datos para las diecisiete CC.AA. en España. El análisis se basa en datos anuales para el período 2000-2016, utilizando la especificación de corrección de errores (PMG) para modelar las dinámicas de crecimiento de largo y corto plazo de forma explícita. Y la metodología planteada permitió reproducir los resultados estándar de la literatura empírica sobre el crecimiento, destacando entre otros temas lo siguiente:

⁴⁸ Bassanini y Scarpeta (2001) encuentran para un panel de 27 años y 21 países OCDE un rango para los años en recorrer la distancia media entre 3,9 y 4,3 años.

- Los coeficientes de las variables capital físico y humano se presentan con signo positivo y significativo en todas las especificaciones en este estudio, lo que sugiere que son factores claves detrás del proceso de crecimiento a largo plazo, especialmente cuando la innovación tecnológica se incorpora en nuevos bienes de capital y el capital humano aporta una mayor contribución a los incrementos de la productividad, ya que estos *dos aspectos* añaden implícitamente un avance tecnológico.
- El esfuerzo en I+D global y diferenciado por tipo de agentes del sistema de innovación –gasto en I+D, y el gasto y empleo en I+D por agentes institucionales– contribuyen positivamente al crecimiento.
- Las políticas que promuevan el sistema de innovación –reflejadas mediante el esfuerzo en términos de ayudas públicas en I+D recogidas en las memorias anuales del Plan de I+D+i– contribuyen positivamente al crecimiento. Sin embargo, los resultados obtenidos solo dan un rol menor a las ayudas públicas en I+D en relación a las variables tradicionales del modelo neoclásico, confirmando solo parcialmente la hipótesis planteada.
- La evidencia obtenida en este estudio sobre la rápida velocidad con la que las regiones parecen converger a su senda de crecimiento de estado estacionario, sugiere que las regiones menos desarrolladas son las que más rápidamente crecen; además sugiere que las diferencias observadas entre regiones en los niveles de PIB per cápita puede ser en gran parte el resultado de diferencias en los niveles de estado estacionario en lugar de distintas posiciones de las regiones a lo largo de sendas de transición hacia los nuevos estados de equilibrio, este resultado es similar al obtenido por Bassanini y Scarpeta (2001).

Respecto a los resultados, se deben hacer algunas advertencias. Como comenta Arnold (2008), cualquier visión empírica generada a partir de datos macroeconómicos entre regiones solo revela una imagen que es cierta en promedio. Bajo circunstancias específicas, puede haber razones para esperar desviaciones en los patrones generales presentados aquí y asumir diferentes efectos en casos específicos. Una mirada más cercana a la situación específica de una comunidad autónoma determinada es, por lo tanto, necesaria antes de hacer recomendaciones de política sobre la base del análisis empírico presentado en este estudio. La aplicación empírica refuerza la advertencia anterior, ya que las distintas líneas de ayuda pública a la I+D tienen diversos efectos sobre el crecimiento económico.

■ APÉNDICE 2.

■ APÉNDICE 2.1. VARIABLES Y DATOS DESCRIPTIVOS

Las ecuaciones de crecimiento se han estimado sobre una matriz de datos de panel para una muestra de las diecisiete CC.AA. españolas⁴⁹ y con datos anuales durante el período 2000-2016. La base de datos fue desarrollada en el Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Complutense de Madrid a partir de información recopilada para tal efecto de las fuentes estadísticas del Instituto Nacional de Estadística de España y las Memorias anuales de los planes de I+D. Con el fin de capturar posibles efectos proporcionales, todas las variables de control utilizadas en la regresión se especifican en logaritmos naturales, y son las siguientes:

- *Variable dependiente*: el crecimiento del PIB per cápita a precios constantes de la población entre los 15-64 años, expresados en euros del 2010.
- *Variable de convergencia*: el PIB per cápita a precios constantes rezagado de la población entre los 15-64 años, en euros del 2010.
- *Acumulación de capital físico*: la intensidad respecto a la acumulación de capital físico: la formación bruta de capital fijo respecto del PIB a precios constantes.
- *Stock de capital humano*: está representado por el porcentaje de personas que cuentan con educación superior (EDUSUP) en cada una de las CC.AA.
- *Tasa de crecimiento de la población*: es el crecimiento de la población en edad de trabajar: de 15 a 64 años.
- *Medidas de intensidad de I+D*: las tasas de crecimiento de:
 - i) el gasto bruto total en I+D como porcentaje del PIB;
 - ii) el gasto en I+D del sector empresas como porcentaje del PIB;
 - iii) el gasto en I+D del sector enseñanza superior como porcentaje del PIB; y,
 - iv) la diferencia entre el gasto bruto total y los gastos de los sectores empresas y enseñanza superior que se registra como el gasto del sector Administración Pública en I+D como porcentaje del PIB.
- *Medidas de capital humano avanzado*: corresponden al número de personas empleadas en los sectores de I+D en las empresas, universidades y AA.PP.

⁴⁹ Andalucía, Aragón, Asturias, Canarias, Cantabria, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Cataluña, Comunidad Valenciana, Extremadura, Galicia, Islas Baleares, La Rioja, Comunidad de Madrid, Murcia, Navarra y País Vasco. Se han excluido las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla.

- *Medidas de ayudas públicas directas a la I+D*: corresponden a los gastos regionalizados de los Planes Nacionales de I+D+i de España desagregados según las distintas líneas que componen tales planes: infraestructura, proyectos de I+D, recursos humanos y transferencia tecnológica. Las cantidades monetarias fueron deflactadas, relativizadas respecto al gasto en I+D total regional y se les aplicó logaritmos.

■ APÉNDICE 2.2. ESPECIFICACIÓN ECONOMETRICA DE LOS MODELOS

a. El Modelo de Mankiw, Romer y Weil (1992)

El enfoque utilizado por Mankiw, Romer y Weil (1992) se inicia a partir del modelo neoclásico desarrollado por MRW (1992) conocido como “Modelo Ampliado de Solow”, que se caracteriza por rendimientos constantes a escala y productividades decrecientes, aunque positivas, de cada uno de los factores productivos. Considera el supuesto de una economía cerrada que tiene un solo sector productivo, y hace uso de la función de producción Cobb-Douglas. El modelo utiliza el capital físico, el trabajo y el capital humano –que representa las habilidades formales y la experiencia incorporada en la fuerza de trabajo– como principales factores de producción. La función de producción en el tiempo t viene dada por:

$$Y_t = K_t^\alpha H_t^\beta [A_t L_t]^{1-\alpha-\beta} \quad [1]$$

donde Y_t es la producción (es decir, el PIB), K_t es el *stock* de capital físico, H_t es el *stock* de capital humano, L_t es la fuerza de trabajo, y A_t captura el estado actual de la eficiencia tecnológica y económica, que por simplicidad entra multiplicando al trabajo, así $A_t L_t$ representa el número de unidades de “trabajo eficiente”⁵⁰, α y β son las elasticidades parciales de la producción con respecto al capital físico y humano.

Se asume que L y A crecen exógenamente a las tasas n y g , respectivamente, tal que:

$$L_t = L_0 e^{nt} \quad [2]$$

$$A_t = A_0 e^{gt} \quad [3]$$

Así el número de unidades de trabajo eficiente, $A_t L_t$, crece a la tasa $n + g$.

La evolución de la economía en el tiempo t está determinada por:

$$\begin{aligned} \text{a] } k_t &= s_k y_t - (n+g+\delta) k_t \\ \text{b] } h_t &= s_h y_t - (n+g+\delta) h_t \\ \text{c] } y &= k^\alpha h^\beta \\ \text{d] } A &= gA \\ \text{e] } L &= nL \end{aligned} \quad [4]$$

⁵⁰ Lo que se conoce como un cambio tecnológico a la *Harrod-neutral* o *labor augmenting*.

Donde $y=Y/AL$, $k=K/AL$, y $h=H/AL$ son cantidades por unidad de trabajo eficiente. Además, considera los siguientes supuestos: i) los consumidores ahorran (invierten) una fracción constante de la producción en capital físico y en capital humano que denotamos por s_k y s_h ; ii) tanto el *stock* de capital como el de capital humano se deprecian a una misma tasa constante que denotamos por δ ⁵¹.

El supuesto neoclásico de rendimientos decrecientes de cada uno de los factores –cuando se cumple que $\alpha + \beta < 1$ – tiene, como consecuencia forzosa, el hecho de que la única tasa de crecimiento sostenible en el “estado estacionario” –situación en la que todas las variables per cápita del modelo crecen a una tasa constante– es cero. Es decir, la única tasa de crecimiento consistente con el modelo neoclásico es nula. Es así, que al formar un sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden en k y h mediante las ecuaciones [4a] y [4b], y al resolverlo se obtienen los valores en el estado estacionario, es decir, la economía converge hacia k^* y h^* , que definen un equilibrio estable mediante las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}
 \text{a) } k^* &= \left[\frac{s_K^{1-\beta} * s_H^\beta}{n + g + \delta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \\
 \text{b) } h^* &= \left[\frac{s_H^{1-\alpha} * s_K^\alpha}{n + g + \delta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Ahora, al reemplazar [5] en [4c] –la función de producción– obtenemos el producto por unidad de trabajo eficiente en el estado estacionario, tomando logaritmos y expresando en función de s_h (inversión en capital humano) y el resto de las variables, se tiene:

$$\ln \left[\frac{Y_t}{L_t} \right] = \ln A(0) + g_t - \underbrace{\frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(n + g + \delta)}_{\text{Dependencia negativa}} + \underbrace{\frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_h)}_{\text{Dependencia positiva}}
 \tag{6}$$

Esta ecuación muestra que el nivel de la productividad en la senda de crecimiento equilibrado depende: i) negativamente de la tasa de crecimiento del trabajo efectivo y de la depreciación; y ii) positivamente de las tasas de inversión de capital humano, del capital físico y del *stock* de conocimientos científicos básicos que existe. Cabe destacar, que el término $A(0)$ no solo representa la tecnología, sino también las dotaciones de recursos, el clima, las instituciones, etc., esto significa que podría por lo tanto diferir en las economías (MRW,1992). Por lo que, se

⁵¹ Se asume la misma función de producción para el capital humano, el capital físico y el consumo. En otras palabras, una unidad de consumo puede ser transformada a bajo coste ya sea en una unidad de capital físico o en una unidad de capital humano.

asume que: $\ln A(t) = a + \epsilon$, donde a es una constante y ϵ es un *shock* específico a las regiones. Así la expresión del PIB per cápita⁵² en un tiempo dado es:

$$\ln \left[\frac{Y_t}{L_t} \right] = a - \frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_h) + \epsilon \quad [7]$$

Una forma alternativa de expresar el papel del capital humano en la determinación del ingreso per cápita se obtiene al combinar [7] con la ecuación que establece el nivel de estado estacionario del capital humano dado en [5b], siendo:

$$\ln \left[\frac{Y_t}{L_t} \right] = a - \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1 - \alpha} \ln(h^*) + \epsilon \quad [8]$$

Esta expresión indica que la tasa de crecimiento en la senda al estado estacionario depende de: i) un índice del nivel de tecnología dado (denotado por a); ii) un efecto negativo, debido a la tasa de crecimiento del trabajo eficiente y de la depreciación (tasas expresadas en el término: $n+g+\delta$); y iii) un efecto positivo, debido a las tasas de inversión de capital físico (s_k) y nivel (*stock*) de capital humano (h^*).

■ APÉNDICE 2.3. MODELOS DE CRECIMIENTO: MÉTODOS DE ESTIMACIÓN

Los primeros estudios empíricos sobre crecimiento económico internacional y convergencia utilizando análisis econométrico fueron con datos de sección cruzada, como Barro (1991) y MRW (1992), que se desarrollaron bajo el supuesto de homogeneidad tanto de los parámetros de la función de producción como del término de convergencia entre países (regiones), es decir, los países (regiones) convergerían a la misma tasa de crecimiento. Posteriormente, al introducir modelos con datos de panel, los procedimientos tradicionales de los modelos agrupados (efectos fijos, variables instrumentales o el método generalizado de momentos) producían una significativa pérdida de información al tomar promedios de los datos anuales, dificultando tener en cuenta la heterogeneidad no observada de cada economía, y entorpeciendo significativamente la interpretación de las estimaciones.

En años recientes (mediados de los noventa del siglo pasado), la literatura sobre modelos dinámicos de datos de panel empezó a centrarse en paneles donde el número de observaciones de sección cruzada (N) y el número de series de tiempo observados (T) son grandes en ambos casos. En este contexto, uno de los hallazgos centrales de la literatura para este tipo de paneles es que la suposición de homogeneidad de los parámetros es a menudo inadecuada en modelos dinámicos, porque normalmente conducen a estimaciones sesgadas y a una lenta velocidad de ajuste⁵³. Por este motivo considerar heterogeneidad, no solo de los parámetros

⁵² Se habla de PIB per cápita ya que se considera la población en edad de trabajar (15 a 64 años) y se asume pleno empleo.

⁵³ Ver Loayza y Ranciere (2005).

de la función de producción sino además de la tasa de convergencia, se convirtió en un supuesto necesario que permitió evidenciar cambios importantes en las estimaciones una vez que se relajó el supuesto de homogeneidad en la tasa de crecimiento al estado estacionario (ver Pesaran *et al.*, 1999).

La literatura sobre la estimación de modelos dinámicos de paneles heterogéneos en el que ambos N y T son grandes sugiere varios métodos para la estimación. En un extremo, el estimador *dinámico de efectos fijos* (DFE, por sus siglas en inglés), puede ser aplicado a cualesquiera datos de serie de tiempo que estén agrupados por cada grupo, en este enfoque se restringe a todos los coeficientes de la pendiente a ser igual entre los distintos grupos, en otras palabras, comparten la misma tasa de crecimiento hacia el estado estacionario, sin embargo, los coeficientes de la pendiente son de hecho no idénticos, lo que ocasiona que el enfoque de DFE genere resultados inconsistentes y potencialmente engañosos. En el otro extremo, el estimador *promedio de grupos* (MG, por sus siglas en inglés) propuesto por Pesaran y Smith (1995) puede ser aplicado por separado para cada grupo, y en este estimador están permitidos a diferir entre los grupos: las intersecciones, los coeficientes de pendiente y las varianzas de error. Según esta metodología se estima regresiones separadas para cada grupo y se calcula los promedios no ponderados de los coeficientes específicos de corto y largo plazo en todos los grupos, obteniéndose estimaciones consistentes de los parámetros sin imponer restricciones de homogeneidad para ninguno de ellos, sin embargo, cuando existe homogeneidad en las pendientes este estimador deja de ser eficiente. Otra desventaja de este método es que puede ser afectado por valores atípicos de la muestra, especialmente cuando N es pequeño, esto puede influir gravemente en los promedios de los coeficientes, lo que sesgaría los estimadores.

Posteriormente, Pesaran, Shin, y Herrero (1997, 1999) proponen el estimador *promedio de grupos agrupado* (PMG, por sus siglas en inglés) que combina los dos anteriores: agrupación y promedio. Este estimador intermedio permite que los interceptos, los coeficientes de corto plazo y las varianzas de error difieran entre los grupos (al igual que el estimador MG), pero restringe los coeficientes de largo plazo para que sean igual en todos los grupos (al igual que el estimador DFE). En pocas palabras, como comenta Blackburne, E. y Frank, M. (2007), el estimador PMG procede de la siguiente manera. *En primer lugar, la estimación de los coeficientes de la pendiente a largo plazo se lleva a cabo de manera conjunta para todos los países (regiones) a través de un procedimiento (concentrado) de máxima verosimilitud desarrollado por Pesaran, Shin y Smith (1999). En segundo lugar, la estimación de los coeficientes de corto plazo (incluyendo el parámetro de convergencia ϕ_i), la intersección específica de cada país (región) ($b_{n,i}$), y la varianza de error específica de cada país (región), se realizan tomando el promedio simple de los coeficientes país por país (región por región), también a través de máxima verosimilitud, y el uso de las estimaciones de los coeficientes de la pendiente a largo plazo previamente obtenidos.*

Si los coeficientes a largo plazo son de hecho iguales entre los países (regiones), entonces las estimaciones PMG serán consistentes y eficientes, mientras que las estimaciones de MG solo serán consistentes. Si, por otro lado, los coeficientes de largo plazo no son iguales en todos los países (regiones), la ecuación fue incorrectamente especificada, y entonces las estimaciones PMG serán incompatibles, mientras que el estimador MG todavía proporciona una estimación consistente de la media de los coeficientes a largo plazo entre países. Loayza y Ranciere (2005).

Considerando el objetivo de la primera parte de esta investigación y en virtud de la muestra con la cual trabajamos, parece posible asumir que las CC.AA. tienen características, si no comunes, por lo menos semejantes como acceso a tecnologías, intensivo comercio intrarregional, inversión extranjera directa, restricciones presupuestarias o de liquidez, por mencionar algunas, todos estos factores contribuyen con parámetros similares a la función de producción, por lo que pareciera lógico considerar la homogeneidad entre CC.AA. por lo menos en el *largo plazo*. Mientras que este supuesto no resulta tan evidente para la dinámica de *corto plazo*, ya que cada economía regional muestra diferentes grados de flexibilidad a temas como la vulnerabilidad de los choques internos y externos, los mecanismos de ajuste fiscal y presupuestario, flujos migratorios, entre otros.

■ APÉNDICE 2.4. RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES ALTERNATIVAS: COMPARACIÓN ESTIMADORES PMG, MG, DFE

Preferimos el estimador PMG por sus ganancias en coherencia y eficacia frente a otros estimadores de paneles de corrección de errores. Este estimador depende de las siguientes condiciones de especificación: 1) La primera, es que los residuos de la regresión sean correlacionados en serie y que las variables explicativas puedan ser tratadas como exógenas; 2) La segunda, es que tanto los efectos específicos de cada región y los factores comunes entre CC.AA. se contabilicen; 3) La tercera condición se refiere a la existencia de una relación de largo plazo (estabilidad dinámica) y exige que el coeficiente del término de corrección de error sea negativo y no inferior a -2 (es decir, dentro del círculo unitario); y, 4) La cuarta condición es que los parámetros de largo plazo deben ser el mismo entre las CC.AA. (Loayza y Ranciere, 2005, pp. 9-11).

Como se explicó en el apartado de especificación econométrica, la estadística de Hausman permite establecer las diferencias entre los tres tipos de estimadores: PMG, MG y DFE. En este estudio se obtuvieron los siguientes resultados para los modelos (5) y (10):

- Al comparar los coeficientes de los estimadores MG y PMG, no se rechaza la hipótesis nula –las diferencias en los coeficientes no son sistemáticas– al obtener un estadístico de 0 y un p-valor mayor de 0,05. Es decir, existe evidencia de una relación de largo plazo en nuestra muestra y, por lo tanto,

se prefiere el estimador PMG que se revela eficiente y consistente, estas propiedades le otorgan robustez econométrica al modelo.

- De forma similar, la prueba de Hausman compara los coeficientes de los estimadores MG y DFE, este último restringe aún más la velocidad de convergencia de los coeficientes de ajuste y los coeficientes de corto plazo a ser igual. Los resultados indican que el sesgo de ecuaciones simultáneas es mínimo para esta muestra y concluimos que el estimador de DFE es preferido sobre el estimador MG (Blackburne y Frank, 2007, pp. 206-207).

Cuadro 2.4.1A.

MODELO CAPITAL HUMANO AVANZADO (CUADRO 2.3. COLUMNA 5)

Modelo (5) capital humano avanzado				
Prueba de Hausman - Comparación MG - PMG				
	Coefficients			
	(b) mg	(B) pmg	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
LnY_1	.1433574	-.6656827	.80904	1.06e+11
LnFBKF	.097838	.0852376	.0126004	1.35e+10
LnN	-.8792531	-.7879946	-.0912585	2.02e+11
LnEDUSUP	.1156226	.2016919	-.0860693	4.67e+10
LnStaffIDEmp	.1045448	.0311211	.0734237	2.38e+10
LnStaffIDU~v	-.097322	.046528	-.1438499	2.55e+10
LnStaffIDA~P	-.0031609	.0206115	-.0237724	1.87e+10
b = consistente bajo Ho y Ha; obtenido de xtpmg				
B = inconsistente bajo Ha, eficiente bajo Ho; obtenido de xtpmg				
Prueba: Ho: diferencia de coeficientes no sistemática				
$\text{chi2}(7) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$				
$= 0.00$				
$\text{Prob}>\text{chi2} = 1.0000$				

Cuadro 2.4.1A. (continuación)

MODELO CAPITAL HUMANO AVANZADO (CUADRO 2.3. COLUMNA 5)

Comparación MG - DFE

	Coefficients			
	(b) mg	(B) DFE	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-v_B)) S.E.
LnY_1	.1433574	-.6737496	.817107	1.61e+14
LnFBKF	.097838	.0822554	.0155826	2.04e+13
LnN	-.8792531	-.4061033	-.4731498	3.05e+14
LnEDUSUP	.1156226	.2323829	-.1167603	7.07e+13
LnStaffDEmp	.1045448	.0160107	.088534	3.60e+13
LnStaffIDU~v	-.097322	-.0027852	-.0945368	3.85e+13
LnStaffIDA~P	-.0031609	-.0121142	.0089533	2.83e+13

b = consistente bajo Ho y Ha; obtenido de xtpmg

B = inconsistente bajo Ha, eficiente bajo Ho; obtenido de xtpmg

Prueba: Ho: diferencia de coeficientes no sistemática

$$\chi^2(7) = (b-B)'[(V_b-v_B)^{-1}](b-B)$$

$$= 0.00$$

$$\text{Prob}>\chi^2 = 1.0000$$

Cuadro 2.4.2A.

MODELO AYUDAS PÚBLICAS GLOBAL –EXCLUYENDO RR.HH.–
(CUADRO 2.4. COLUMNA 10)

Modelo (10) ayudas públicas global (excluyendo RR.HH.)

Prueba de Hausman: Comparación MG - PMG

	Coefficients			
	(b) mg	(B) pmg	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-v_B)) S.E.
LnY_1	1.703324	-.5589358	2.26226	8.45e+12
LnFBKF	.1327249	.0719721	.0607528	1.26e+12
LnN	-1.41858	-.448256	-.9703238	7.52e+12
LnEDUSUP	.5166832	.2003245	.3163587	2.40e+12
LnPNID	-.0192929	.0028862	-.0221791	1.30e+11
LnPNTT	.0042408	.0043065	-.0000657	7.06e+10
LnPNINFA	-.0014714	.0008196	-.002291	6.23e+10

b = consistente bajo Ho y Ha; obtenido de xtpmg

B = inconsistente bajo Ha, eficiente bajo Ho; obtenido de xtpmg

Prueba: Ho: diferencia de coeficientes no sistemática

$$\chi^2(7) = (b-B)'[(V_b-v_B)^{-1}](b-B)$$

$$= 0.00$$

$$\text{Prob}>\chi^2 = 1.0000$$

Cuadro 2.4.2A. (continuación)

**MODELO AYUDAS PÚBLICAS GLOBAL –EXCLUYENDO RR.HH.–
(CUADRO 2.4. COLUMNA 10)**

Comparación MG - DFE				
	Coefficients			
	(b) mg	(B) DFE	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
LnY_1	1.703324	-.5951484	2.298473	1.79e+16
LnFBKF	.1327249	.0588069	.0739181	2.66e+15
LnN	-1.41858	-.3718811	-1.046699	1.59e+16
LnEDUSUP	.5166832	.175763	.3409202	5.08e+15
LnPNID	-.0192929	.0104824	-.0297753	2.75e+14
LnPNTT	.0042408	.0006689	.0035719	1.49e+14
LnPNINFA	-.0014714	-.0005102	-.0009612	1.32e+14
b = consistente bajo Ho y Ha; obtenido de xtpmg				
B = inconsistente bajo Ha, eficiente bajo Ho; obtenido de xtpmg				
Prueba: Ho: diferencia de coeficientes no sistemática				
$\chi^2(7) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$				
= 0.00				
Prob>chi2 = 1.0000				

■ APÉNDICE 2.5. PRUEBAS DE ESTACIONARIEDAD DE RESIDUOS

Cuadro 2.5.1A.

MODELO CAPITAL HUMANO AVANZADO (CUADRO 2.3. COLUMNA 5)

Modelo (5) capital humano avanzado

Im-Pesaran-Shin unit-root test for res

Ho: All panels contain unit roots	Number of panels = 17
Ha: Some panels are stationary	Number of periods = 16
AR parameter: Panel-specific	Asymptotics: T,N → Infinity sequentially
Panel means: Included	
Time trend: Not included	

ADF regressions: No lags included

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-1.7516		-2.000	-1.860	-1.780
t-tilde-bar	-1.5972				
Z-t-tilde-bar	-1.3047	0.0960			

Levin-Lin-Chu unit-root test for res

Ho: Panels contain unit roots	Number of panels = 17
Ha: Panels are stationary	Number of periods = 16
AR parameter: Common	Asymptotics: N/T → 0
Panel means: Included	
Time trend: Not included	
ADF regressions: 1 lag	
LR variance: Bartlett kernel, 8.00 lags average (chosen by LLC)	

	Statistic	p-value
Unadjusted t	-8.7087	
Adjusted t*	-5.1899	0.0000

Cuadro 2.5.2A.

**MODELO AYUDAS PÚBLICAS GLOBAL –EXCLUYENDO RR.HH.–
(CUADRO 2.4 COLUMNA 10)**

<i>Modelo (10) ayudas públicas global (excluyendo RR.HH.)</i>					
Im-Pesaran-Shin unit-root test for res					
Ho: All panels contain unit roots			Number of panels = 17		
Ha: Some panels are stationary			Number of periods = 16		
AR parameter: Panel-specific			Asymptotics: T,N -> Infinity sequentially		
Panel means: Included					
Time trend: Not included					
ADF regressions: No lags included					
	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-1.9589		-2.000	-1.860	-1.780
t-tilde-bar	-1.7618				
Z-t-tilde-bar	-2.2031	0.0138			
Levin-Lin-Chu unit-root test for res					
Ho: Panels contain unit roots			Number of panels = 17		
Ha: Panels are stationary			Number of periods = 16		
AR parameter: Common			Asymptotics: N/T -> 0		
Panel means: Included					
Time trend: Not included					
ADF regressions: 1 lag					
LR variance:	Bartlett kernel, 8.00 lags average (chosen by LLC)				
	Statistic	p-value			
Unadjusted t	-8.2622				
Adjusted t*	-3.4137	0.0003			



3

EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE INNOVACIÓN: UN MARCO INTRODUCTORIO

La evaluación de las políticas de innovación ha experimentado un importante cambio entre las dos décadas finales del siglo XX y las dos que las sucedieron ya en el siglo XXI. De esta manera, en el pasado se valoró el impacto de las ayudas públicas concedidas a las empresas para afianzar sus proyectos de I+D u otras actividades de creación de conocimiento tecnológico, como el diseño o la ingeniería, básicamente a partir de la realización de encuestas *ad hoc* y de estudios de caso en los que se analizaba, casi de forma exclusiva, el efecto que tales incentivos producía en las empresas que los obtenían (Heijs, 2000). Una parte importante de esos trabajos se considera actualmente como literatura "gris", pues se trataba de informes de carácter cuantitativo y cualitativo realizados para diferentes unidades de la Administración Pública que habrían de servir, en el mejor de los casos, para el rediseño de sus políticas. El acceso a esa documentación es difícil, cuando no imposible, lo que la hace poco conocida (Heijs, 2000), aunque a veces dio lugar a publicaciones formales (véanse, entre otros, los trabajos de Buesa, 1994 y 1996; Buesa y Molero, 1987, 1992 y 1996). La principal limitación de esos estudios es que no tomaron en consideración a las empresas cuyas actividades tecnológicas no recibieron las mencionadas ayudas, bien porque estas restringían el ámbito de su concesión, bien porque existían barreras de entrada burocráticas para acceder a ellas. Ello no era sino la consecuencia de las limitaciones que imponían las bases de datos disponibles, así como las entidades gestoras de la política tecnológica que financiaban los trabajos correspondientes. Otro problema de estos es que la medición del impacto de esa política tuvo una naturaleza cualitativa, pues se basó esencialmente en las opiniones de las empresas receptoras de las ayudas. No obstante, la gran ventaja que ofrecía este procedimiento es que permitía abordar un amplio espectro de aspectos sobre los que incidían las políticas, de manera que no solo se estudió su efecto sobre el gasto en I+D (adicionalidad financiera), sino también sobre las relaciones de cooperación de las empresas, la reorientación de sus objetivos tecnológicos, sus resultados técnicos, sus procesos de aprendizaje y otros temas organizativos vinculados con el desarrollo tecnológico.

En la actualidad se dispone de un elenco amplio de estudios cuantitativos sobre estos temas debido, sobre todo, a la implementación de las encuestas sobre la innovación en las empresas, a partir de las cuales se han desarrollado, en un considerable número de países, potentes bases de datos sobre las que basar la estimación del impacto de las políticas tecnológicas mediante el uso de modelos econométricos, incluso simulando métodos experimentales que posibilitan la comparación entre los comportamientos de las empresas que reciben las ayudas

correspondientes y las que no acceden a ellas. Pero la desventaja de este tipo de estudios es que, pese a su potencia cuantitativa, solo pueden abordar un limitado catálogo de los aspectos involucrados en la política tecnológica, pues los datos que manejan así lo imponen. Básicamente, en esta literatura se analiza el efecto de las ayudas públicas a la I+D o la innovación en términos de adicionalidad financiera y, en algunos casos, su incidencia sobre el comportamiento innovador de las empresas (principalmente, sobre la cooperación). En definitiva, los estudios basados en datos indirectos –obtenidos de fuentes estadísticas no específicamente recopiladas para el trabajo de evaluación– ofrecen un análisis limitado.

El problema metodológico esencial al que se enfrentan los estudios que evalúan las ayudas a la innovación empresarial es la validez de los datos cuando se compara de forma directa los indicadores de las empresas que las reciben y de las que son ajenas a ellas. Resulta indispensable ajustar los datos en bruto, debido a la existencia del denominado sesgo de selección o en inglés *selection bias* (Heckman, 1979). Tal sesgo se produce porque, en el caso de las ayudas a la I+D+i, las empresas con y sin ayudas son por definición diferentes entre sí. Primero, porque por razones jurídicas las ayudas no pueden ser distribuidas de forma aleatoria o al azar. Segundo, porque, aunque teóricamente todas las empresas que realizan innovación podrían obtener los recursos públicos, resulta que muchas de ellas no tienen acceso debido al diseño de los programas de apoyo o a su aplicación⁵⁴, o bien debido al tipo de instrumento de que se trate. Además, existe un grupo de empresas –difíciles de identificar– que se autoexcluyen deliberadamente de los incentivos estatales. Por ello, no se pueden interpretar directamente las diferencias en el gasto en I+D e innovación entre ambos grupos de empresas (con y sin ayuda) como el resultado del impacto de las ayudas. Ello obliga a la necesidad de simular una situación cuasiexperimental aleatorizando la asignación de las ayudas. Una primera forma para hacerlo sería recurrir a un método de emparejamiento, en el que cada empresa con ayudas se compara con una empresa igual sin ayudas. Aunque, como se explicará después, tal emparejamiento cuenta con diversos problemas prácticos por lo que la idoneidad del grupo de control se debe revisar detenidamente. Una segunda forma sería aplicar un modelo econométrico que tuviera en cuenta el problema de selección o de la endogeneidad del modelo, como podría ser el uso de variables instrumentales.

En este capítulo se ofrece una revisión breve de los conceptos teóricos básicos relativos a la evaluación, muchos de ellos necesarios para entender las metodologías aplicadas en este libro y, sobre todo, para interpretar correctamente los resultados. En la sección 3.1. se explican algunos conceptos básicos y se debate la cuestión principal de toda evaluación de programas públicos de carácter económico: el análisis coste-beneficio de los recursos presupuestarios utilizados en

⁵⁴ Resulta que incluso en las ayudas que teóricamente están disponibles para todas las empresas, sin proceso de selección (como los estímulos fiscales a la I+D e innovación), se detecta un gran número de empresas con derecho a deducciones que no lo han solicitado o cuyas solicitudes han sido denegadas (Busom, Corchuelo y Martínez-Ros, 2014; Valadez, Heus y Buesa, 2011).

términos de bienestar social. Ello se completa con la discusión sobre el concepto de la adicionalidad y sus distintas vertientes. Después, en la sección 3.2., se discuten otros dos conceptos: la definición del “estado contrafactual” y las distintas facetas del problema metodológico denominado “sesgo de selección”. En la sección 3.3. se revisan varios aspectos de los estudios empíricos, principalmente cuáles son las variables que se utilizan para crear el estado contrafactual y a qué resultados empíricos se llega al analizar la adicionalidad financiera, especialmente en el caso de España.

■ 3.1. IMPACTO DEL APOYO PÚBLICO A LA INNOVACIÓN EMPRESARIAL SOBRE EL BIENESTAR SOCIAL

El objetivo principal de la evaluación de los programas públicos de carácter económico debiera ser el análisis de los costes y beneficios de las ayudas correspondientes en términos de bienestar social. Si los costes en términos sociales netos fueran menores que los beneficios, la intervención estatal estaría justificada. Este cálculo debería tener en cuenta, asimismo, los costes de oportunidad⁵⁵ en los que se pueda haber incurrido cuando los incentivos se han desviado de su objeto para favorecer actividades ajenas a él. Además, este análisis también debería incluir los efectos negativos de la política aplicada sobre las empresas no apoyadas por la Administración Pública. Para poder justificar la política tecnológica, habría que analizar de forma simultánea los siguientes aspectos (véase también esquema 3.1.):

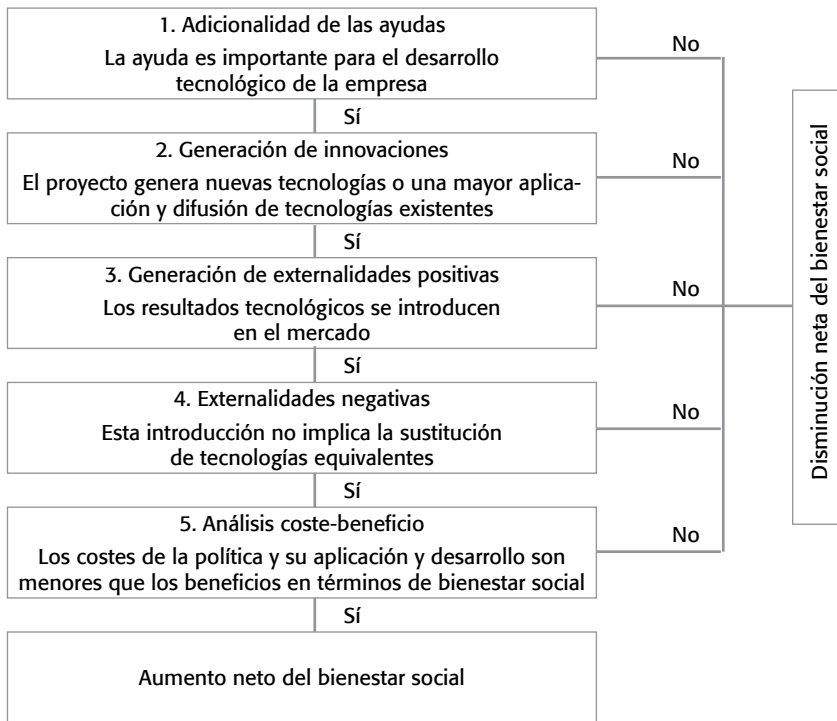
- ¿La intervención estatal implica un aumento de los gastos en I+D por parte de las empresas? (¿la ayuda es importante para el desarrollo tecnológico de la empresa?).
- ¿El proyecto genera nuevas tecnologías o una mayor aplicación y difusión de las tecnologías ya existentes?
- ¿Estos nuevos productos o procesos se introducen en el mercado?
- ¿Esta introducción no implica la sustitución de tecnologías equivalentes?
- ¿Los costes de la política –incluyendo los costes de oportunidad–, y su aplicación y desarrollo, son menores que los beneficios del bienestar social?

El que la respuesta a cada una de estas preguntas sea positiva, de forma simultánea, implicaría la existencia de un aumento neto del bienestar social, y, en un principio, se podría legitimar la intervención estatal.

⁵⁵ Además, el cálculo de costes de oportunidad deberían tener en cuenta que los beneficios de la innovación se basan en cambios estructurales a medio y largo plazo, por lo que no habría que evaluarlo solo en términos de coste-beneficio a corto plazo.

Esquema 3.1.

UN MARCO CONCEPTUAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA FINANCIACIÓN PÚBLICA DE LOS PROYECTOS DE I+D EN EMPRESAS



Fuente: Tomado de Heijs, 2001.

Debido a que muchos de estos aspectos no se pueden medir en la realidad, y somos aún menos capaces de cuantificarlos en términos financieros, resulta imposible establecer el balance coste-beneficio en términos de bienestar social. Por ello, el papel del Estado se puede interpretar solamente a partir de un gran número de supuestos sobre las relaciones causa-efecto en la interacción entre los programas de apoyo público y el comportamiento del sector privado. Es decir, la dificultad de atribuir el aumento del bienestar social a una determinada política concreta (calculando y aislando su efecto de otros aspectos que afectan a la prosperidad), obliga a diseñar un análisis que mida su efecto sobre variables “intermediarias” que sí se pueden medir. Comparando, por ejemplo, el aumento del gasto en I+D de las empresas beneficiarias con las empresas que no han obtenido ayudas. Si en las empresas beneficiadas se observa, *ceteris paribus*, un incremento mayor de su gasto en I+D que en las no apoyadas, existiría un efecto positivo sobre ese gasto conocido en la literatura como adicionalidad financiera. Este concepto –la adicionalidad– tiene un papel central en los estudios de evaluación, aunque su importancia para la jus-

tificación de una política tecnológica no siempre resulte muy clara. Su existencia justificaría las ayudas, pero en realidad este hecho empírico no aclara el efecto neto de las ayudas sobre el aumento del bienestar social. El supuesto de que se puedan justificar de forma automática las medidas públicas en caso de generar inversiones adicionales, implica ciertos problemas metodológicos y de interpretación.

El primer problema se deriva de que la existencia de la adicionalidad se puede considerar necesaria aunque no suficiente. A pesar de que un proyecto innovador genera muchas externalidades, el hecho que pudiera haberse realizado también, en los mismos términos sin ayuda pública (ausencia de adicionalidad) implicaría que no se pueda considerar que exista un aumento neto del bienestar social generado por las actuaciones políticas. Por otro lado, si la adicionalidad se deriva de proyectos que sin ayuda estatal no hubieran sido económicamente rentables –y que no generan externalidades para la economía en su conjunto–, entonces la adicionalidad no ha sido suficiente. Concluyendo, la adicionalidad resulta ser una condición necesaria, pero no suficiente.

La mayoría de los estudios que evalúan el impacto de las políticas tecnológicas a partir de modelos econométricos, justifican las ayudas apoyándose en un razonamiento implícito sobre el cumplimiento de las tres premisas siguientes (Heijs, 2000, 2007):

- Los gastos en I+D generan un efecto positivo y extraordinario sobre el crecimiento económico y el bienestar social.
- El apoyo estatal a la promoción tecnológica induce o causa un crecimiento adicional de las inversiones en I+D por parte de las empresas privadas que no se hubiera generado sin las ayudas. (Existencia de adicionalidad financiera causal atribuible).
- Por consiguiente, el apoyo estatal tiene un efecto positivo sobre el crecimiento o el bienestar social.

Con respecto a la primera premisa, los datos obtenidos en estudios empíricos son claros, especialmente a nivel regional o estatal (como muestran los trabajos de Mansfield, 1968; Griliches, 1984; Soete *et al.*, 1983; Fagerberg, 1994; Griliches y Lichtenberg, 1984; Gutiérrez *et al.*, 2016; Pradhan *et al.*, 2018). Sin embargo, los resultados referidos a la segunda premisa no han sido del todo coherentes y concluyentes, como se puede observar en los cuadros 3.2 y 3.3, pues, aunque la gran mayoría de los estudios reflejan adicionalidad, algunos de ellos detectan un comportamiento utilitario o *crowding-out* (parcial) donde las empresas han sustituido parte de los fondos privados por fondos públicos sin haber aumentado su gasto total en I+D. Pero, incluso en el caso de que se cumpliera también esta segunda premisa –la existencia de adicionalidad– esto no significaría que, de forma automática, se confirmara la tercera; es decir, la existencia del aumento del bienestar social o crecimiento económico. Como ya se ha indicado, la adicionalidad –reflejada en la segunda premisa– sería una condición necesaria aunque no suficiente para

justificar tal política. *Necesaria*, porque si no se generan inversiones adicionales por parte de las empresas, las ayudas carecen de un efecto incentivador. Y en este caso los fondos públicos sustituyen a las inversiones privadas inicialmente previstas. *No suficiente*, porque si existe adicionalidad, pero el aumento del bienestar social es menor que los costes de las políticas, entonces el aumento en términos netos sería negativo. La adicionalidad financiera tiene que ir acompañada con un cierto nivel de externalidades positivas en favor del sistema productivo en su conjunto (mediante resultados tecnológicos y comerciales). Como se aprecia en el esquema 3.1 la existencia de tales externalidades sería una condición necesaria porque de esa forma las ayudas a empresas individuales implicarían la transferencia de beneficios sociales al conjunto de la sociedad (otras empresas y/o consumidores).

El concepto central para la evaluación del impacto de la política tecnológica sería el de adicionalidad. Pero se trata de una noción que puede resultar confusa y difícil de concretar en la práctica. En este libro se utiliza la definición de Georghiou (1994) quien argumenta que la adicionalidad sería “*algo que se obtiene gracias a la intervención pública, que no existiría sin ella y que responde básicamente al efecto incentivador de la política pública*”. Para los estudios de evaluación, esto implicaría constatar (o rechazar) la existencia de un efecto empíricamente observado y causado por la existencia de las ayudas y no atribuible a otros factores explicativos (causalidad mostrada). El efecto de las ayudas sobre el gasto en I+D, conocido como adicionalidad financiera, es el indicador más utilizado en la literatura empírica que evalúa los resultados de la política de innovación orientada a las empresas. Este concepto, desde el punto de vista inverso, también se conoce como efecto sustitución⁵⁶, aunque en realidad ambos reflejan los dos lados de la misma moneda. La falta de adicionalidad implica que las empresas sustituyen los fondos privados por fondos públicos (efecto sustitución) mejorando así la situación económica de la empresa sin alterar la cantidad de fondos destinados a la I+D o innovación sobre el nivel inicialmente previsto⁵⁷. En la práctica se reconocen varias formas de adicionalidad financiera, cada una de las cuales se relaciona con una situación distinta. La primera sería *la ausencia de adicionalidad*, donde las empresas sustituyen los fondos privados inicialmente previstos por fondos públicos manteniendo el gasto en I+D en el nivel anterior a las ayudas. En el caso de esta “no adicionalidad”, los recursos involucrados habrían sido los mismos sin el apoyo estatal (efecto sustitución o efecto *crowding-out*). Una segunda situación corresponde a la *adicionalidad parcial*, cuando la empresa aumenta su gasto en I+D inicialmente previsto, pero en una cantidad inferior al monto de las ayudas recibidas. En este caso, se habla de adicionalidad parcial ya que, en realidad, existe un efecto de sustitución que afecta solo a una parte de los gastos privados inicialmente previstos. El tercer caso sería

⁵⁶ Se trata de saber si las empresas utilizan las ayudas para aumentar su gasto en I+D por encima del nivel inicialmente previsto. Existiría un efecto sustitución si las empresas sustituyen los fondos privados inicialmente previstos por el monto total de las ayudas. Es decir, no se aumenta el gasto en I+D (falta de adicionalidad).

⁵⁷ Para estos tipos de empresas se usan además, en inglés, los conceptos *additionality* versus *substitute effect* también el de *crowding out* o *freerider*.

el de la *adicionalidad total*, pues la totalidad de las ayudas se usan para aumentar el gasto en I+D. Y habría una modalidad singular de esta adicionalidad total cuando la política induce en la empresa un aumento de su gasto en I+D que supera a las ayudas recibidas. Desde el punto de vista teórico esto debería pasar, ya que en términos microeconómicos, se supone que las ayudas a la innovación disminuyen los costes de esta actividad, por lo que aumentaría su demanda.

Además de la *adicionalidad financiera*, Buiseret, Cameron y Georghiou (1995) han reconocido y analizado otras tres modalidades de adicionalidad. Por una parte, la *adicionalidad de resultados* cuando se obtienen frutos en forma de patentes, nuevos productos o procesos de producción que no se hubieran logrado sin las ayudas públicas. Por otra, la *adicionalidad del comportamiento*, que se refiere a los cambios en la actitud investigadora de la empresa y a su capacidad innovadora. Este tipo de adicionalidad incluiría un amplio espectro de posibles impactos incluyendo, entre otros, un mayor nivel de cooperación, cambios en la orientación de las actividades de I+D⁵⁸ o en la externalización de las actividades innovadoras. Y, finalmente, la adicionalidad en términos de capacidades, con lo que se alude a la mejora de la aptitud tecnológica interna y/o de la habilidad de absorción de resultados innovadores externos como consecuencia del proceso de aprendizaje que acompaña a los proyectos de I+D, así como de la formación del personal investigador⁵⁹.

En nuestra opinión, esta extensión del concepto de adicionalidad a los terrenos tecnológico y comercial es complicada, pues los cambios correspondientes no siempre se pueden considerar como inducidos directamente por las ayudas públicas. A pesar de que los resultados tecnológicos y comerciales y el efecto sobre la capacidad tecnológica de las empresas se consideran aspectos importantes a evaluar, no se puede sostener que sean un resultado directo de la intervención pública porque la magnitud de tales impactos dependerá crucialmente de las capacidades tecnológicas de la empresa. De todos modos, los resultados tecnológicos y comerciales son importantes dentro de un estudio de evaluación porque condicionan en parte la generación de externalidades. El desarrollo de nuevas tecnologías y su posterior comercialización es una condición necesaria aunque no suficiente para que puedan existir unas externalidades que mejoren el bienestar de la sociedad en su conjunto. Esto último se producirá casi siempre como consecuencia de una multiplicidad de actuaciones empresariales –parte de las cuales serán de simple imitación del éxito innovador– que seguramente no habrían sido avaladas por las ayudas públicas. Además, el hecho de que un cierto número de proyectos fracase, no se tiene que considerar necesariamente como problemático, ya que al fin y al cabo la innovación es una actividad de alto riesgo. Sin embargo, pese a estas dificultades, la consideración de los resultados tecnológicos y comerciales (incluyendo la mejora

⁵⁸ Por ejemplo, del desarrollo tecnológico hacia I+D básica, de innovaciones enfocadas a la reducción de costes para resolver problemas en la empresa hacia un enfoque estratégico a medio y largo plazo y/o nuevos productos para mercados futuros.

⁵⁹ Buiseret, Cameron y Georghiou (1995) incluyen esta última modalidad dentro de las capacidades de comportamiento (*behavioural additionality*).

de la capacidad tecnológica de las empresas) es necesaria para evaluar de manera completa las políticas en términos de bienestar social.

La adicionalidad de resultados o de comportamiento puede ser a menudo importante para el evaluador, sobre todo si se debe comprobar que los instrumentos cumplen sus objetivos formales. Aunque en un principio todas las políticas de innovación tienen o deberían tener como finalidad mejorar la economía o el bienestar social, hay ciertos tipos de instrumentos para los que la adicionalidad en forma de un aumento de los gastos en I+D, no es el objetivo principal. Por ejemplo, los programas que intentan promocionar la cooperación públicoprivada; es decir, entre empresas e institutos públicos de investigación. A la hora de evaluar el impacto de tales programas no solo es necesario analizar la adicionalidad financiera, sino también el efecto de las ayudas en forma de logros tecnológicos con el objetivo de determinar si la industria está consiguiendo desarrollos de interés que permitan mejorar su competitividad. Además, se debe evaluar si el programa cumple los objetivos específicos de la política estimulando la cooperación entre las empresas, universidades y organismos públicos de investigación. Es decir, si las ayudas logran una mejora de la articulación del sistema nacional de innovación creando sinergias y efectos de desbordamiento para el conjunto del tejido productivo.

Como se ha indicado, los modelos econométricos recientes que analizan el impacto de los programas públicos de apoyo a la innovación empresarial evalúan, básicamente, la adicionalidad en términos del esfuerzo en I+D (adicionalidad financiera) y solo en unos pocos casos se analiza el efecto en términos de los resultados y de los cambios generados en el comportamiento innovador de las empresas (cooperación, mayor probabilidad o propensión de proyecto de I+D básica, etc.).

■ 3.2. EL ESTADO CONTRAFACtual: CAUSALIDAD VERSUS CORRELACIÓN Y SESGO DE SELECCIÓN

El problema es que la medición de la adicionalidad es una tarea compleja. En realidad, un estudio de evaluación debe proporcionar un análisis del impacto de las ayudas a las empresas cuyos resultados se rigen por los criterios de la atribución causal asegurando que la intervención estatal es la causa real de los cambios observados en un momento posterior a la aplicación de los incentivos. Es decir, se debe asegurar que los efectos (cambios) observados son realmente causados por (o atribuible a) la intervención pública que se evalúa, y que no sean la consecuencia de acontecimientos externos o circunstancias aleatorias que influyen sobre el esfuerzo innovador (adicionalidad financiera)⁶⁰, se puede atribuir sin duda a las ayudas estatales al mostrar una relación o asociación causal, ofreciéndose de esta forma una evidencia empírica inequívoca de la adicionalidad. En términos económicos, se trata de aplicar la noción marshalliana de *ceteris paribus* aislando el efecto

⁶⁰ O, en su caso, sobre las otras formas de adicionalidad mencionadas en este capítulo.

económico, en el curso del tiempo, de un determinado comportamiento, bajo el supuesto de que todos los demás parámetros económicos permanecen constantes. En muchos campos –especialmente la medicina– se evalúa el impacto a partir de un experimento aleatorio controlado⁶¹, pero en las ciencias sociales (como la economía de la innovación) sería jurídica y éticamente inaceptable la discriminación respecto a la asignación de las ayudas.

Por ello, se debe crear de forma artificial una situación *ceteris paribus*, aislando el impacto de tales ayudas –en forma de subvenciones, créditos o incentivos fiscales– de otras posibles causas. En realidad, se compara lo que pasó en determinadas circunstancias reales con una situación alternativa imaginaria que podemos denominar “estado contrafactual” (que significa “contrario a los hechos”). Se puede observar para cada empresa lo que ha pasado (la obtención o no de las ayudas) pero no podemos observar lo que hubiera ocurrido en la situación contraria o contrafactual. Ya que no se puede observar el estado contrafactual, este deber ser simulado, por lo que la determinación de la existencia de adicionalidad (o su ausencia) es una estimación acerca de lo que hubiese ocurrido en ausencia de políticas. Comparando algo que ocurrió –lo factual– con algo que no ocurrió –lo contrafactual– simulando lo que habría pasado si se hubieran dado determinadas circunstancias, aunque nunca ocurrieron (véase recuadro metodológico 3.1.).

Recuadro metodológico 3.1.

ESTIMADOR DIFERENCIAS EN DIFERENCIAS

Resultado potencial	Grupo	
	Grupo de tratamiento (D = 1)	Grupo de control (D = 0)
Y ¹ después del tratamiento	Observable E [Y ¹ D = 1]	Contrafactual E [Y ¹ D = 0]
Y ⁰ antes del tratamiento	Contrafactual E [Y ⁰ D = 1]	Observable E [Y ⁰ D = 0]

La estimación real del impacto se basa en una “realidad” no observable (estado contrafactual) donde pueden existir dos situaciones posibles. La primera sería que solo tenemos observaciones del momento en el que ya han obtenido las ayudas por lo que se puede calcular solo las diferencias entre “con” y “sin” ayudas.

En la segunda situación tenemos observaciones antes y después del tratamiento por lo que podemos calcular las diferencias en diferencias (con vs. sin) y (antes vs. después). Si el modelo está correctamente especificado las dos formas de calcular deben llegar al mismo resultado. Para el grupo tratado, se *observa* el resultado medio, bajo la condición de tratamiento E (Y¹|D=1) y no se *observa* su resultado medio bajo la condición de no tratamiento E (Y¹|D=0). Para el grupo de control se *observa* la media del resultado antes de la intervención E (Y⁰|D=0) y no se *observa* el resultado en estas empresas en el caso que hubieran recibido tratamiento E(Y⁰|D=1).

⁶¹ El ejemplo típico sería el tratamiento médico donde todos los pacientes reciben aparentemente el mismo tratamiento, pero en realidad y de forma aleatoria a la mitad se le receta un “placebo”.

En nuestro caso, el estado contrafactual implicaría analizar qué habría ocurrido con el esfuerzo en I+D de la empresa en el caso hipotético de que las circunstancias de la empresa hubieran sido distintas. O sea, cuál habría sido el gasto en I+D de la empresa en la ausencia de las ayudas. En realidad no se puede comparar algo que se observó con algo que no se observó, por lo que en estos casos el impacto (efecto causal) no se mide, sino que solo se puede estimar su cuantía. Para ello, se debe construir un estado contrafactual seleccionando, para cada empresa beneficiada, una empresa de control que sea exactamente igual a ella. Una vez se han construido los grupos de empresas tratadas y de control se compara el comportamiento de ambos, suponiendo que cualquier diferencia entre los dos se debe a las ayudas. La creación de tal grupo de control no es fácil. En el caso de evaluar el impacto a partir de una muestra aleatoria de empresas innovadoras se debe tener en cuenta que las ayudas no han sido asignadas –como en un experimento– de forma aleatoria, por lo que las empresas que reciban ayudas públicas son muy distintas a las empresas innovadoras que no las reciben o no las solicitan. Un problema que Heckman llama el sesgo de selección y/o autoselección⁶². La literatura empírica revela que las empresas innovadoras que reciben ayudas públicas gastan más en I+D, exportan más y tienen un mayor tamaño (Heijs, 2000; Neicu, 2016)⁶³ que las empresas innovadoras sin ayudas. Sobre todo en el caso de la aplicación de instrumentos en los que las empresas siguen un proceso de selección para la asignación de las ayudas según unos criterios discrecionales y poco definidos sobre la calidad y relevancia de sus proyectos, la distribución no es aleatoria. En el caso de las ayudas a la innovación se pueden distinguir por lo menos cuatro causas distintas del sesgo de selección.

- Los requisitos formales o explícitos para el acceso a las ayudas.
- Los requisitos implícitos y discrecionales con respecto al proceso de calificación y selección de los proyectos presentados.
- La exclusión involuntaria de empresas debido a su falta de capacidad gestora para presentar proyectos⁶⁴.

⁶² James Heckman introdujo el concepto de *sesgo de selección* en la econometría moderna. El problema de selección desde un punto de vista econométrico o en términos técnicos se puede identificar observando si uno o más regresores están relacionados con el término de error. En tal caso, este término recogería el efecto de las variables omitidas (como los no observados, los no observables, mal medidos o directamente omitidos en el modelo). En el caso de que un regresor o variable esté correlacionado con el término de error, ello implica que el coeficiente de la variable no refleja solo el efecto de sí mismo, sino también el de las variables omitidas. Es decir, la variable sería una *proxy* de la variable omitida. Un ejemplo hipotético que se utiliza en la literatura podría ser el hecho de que personas con un título universitario tiene mayores ingresos. Si en un modelo que estima los determinantes del nivel de ingresos no se incluye el nivel de inteligencia o la motivación de estudiar se podría sobrestimar la importancia de un título. En este caso, el título estaría correlacionado con el término de error y su coeficiente estimado reflejaría los tres aspectos de forma simultánea.

⁶³ Véase también el capítulo 6 para un análisis pormenorizado.

⁶⁴ Falta de tiempo, complejidad de solicitudes, coste de aplicación (en términos monetarios y de tiempo, etc.).

- La decisión de las empresas de no participar (autoexclusión o *self selection*).

La primera de estas causas se refiere a la exclusión de cierto tipo de empresas de los programas de apoyo debido a los requisitos formales incluidos en la convocatoria. Ello ocurre, por ejemplo, en los programas de ayudas solamente accesibles para pymes, *start-ups* o de apoyo a ciertos tipos de sectores o de campos tecnológicos concretos. En este caso si los criterios son claros y se dispone de la información empresarial al respecto, se puede corregir sin problema alguno la base de datos para su análisis. El segundo aspecto que infringe aleatoriedad en el momento de asignar o de conceder las ayudas, alude a los criterios informales o implícitos que influyen sobre la decisión de la agencia o los gestores político administrativos al otorgar las ayudas. Por este motivo, el conjunto de empresas que solicitan ayudas para sus proyectos de innovación puede ser distinto al conjunto de las empresas cuyos proyectos hayan sido aprobados por las agencias estatales. Además de los criterios formales mencionados en el primer punto, podrían existir sesgos de distribución derivados de decisiones informales durante la selección de las empresas de forma arbitraria. Así, en la literatura (véanse Heijs 2000, 2007) se menciona la presión a las agencias para seleccionar empresas exitosas, la discriminación positiva de empresas con mejor situación financiera o instaladas en regiones periféricas, la promoción de ciertos sectores cuyos empresarios tienen buenas relaciones con los políticos, la promoción no explícita de ciertas tecnologías y otros.

La tercera causa sería la no participación debida a la dificultad y/o los costes (en tiempo y dinero) de preparar la solicitud de las ayudas, y el esfuerzo de recursos humanos que se requiere durante el desarrollo del proyecto para cumplir las normas de seguimiento establecidas por las agencias estatales. La burocracia relacionada con el seguimiento de los proyectos y la justificación de los costes subvencionados pueden ser un obstáculo de cara a solicitar ayudas, especialmente en el caso de las pymes o de los proyectos de menor envergadura. Mientras que la cuarta causa del posible sesgo de selección se refiere a la autoexclusión basada en la decisión de las empresas de no participar en los programas, por ejemplo, para mantener el secreto sobre sus actividades tecnológicas estratégicas o para asegurar su independencia en el diseño y ejecución de los proyectos. Por todo ello, la distribución de las ayudas entre las empresas innovadoras no es aleatoria (como en el caso de los experimentos controlados).

En el caso de la evaluación de las ayudas públicas a la I+D e innovación los cuatro tipos de problemas coexisten. Primero, porque las empresas innovadoras son, por definición, diferentes a las no innovadoras. La decisión de innovar –o no– no se distribuye aleatoriamente y puede crear, por lo tanto, un problema de autoselección. La decisión de innovar es a menudo un efecto de gestores empresariales proactivos muy dinámicos. Sus empresas no solo crecen más rápido (creando más empleo) por el hecho de innovar o porque reciben ayudas, sino también porque su cultura empresarial es, en general, superior en todos los aspectos de la gestión de las empresas debido al conocimiento tácito sobre las necesidades de los mercados, al *marketing* proactivo y a otros factores que les sitúan en vanguardia. Tal problema

de autoselección implica que el modelo debe incluir variables que reflejen las diferencias mencionadas, en otras palabras el problema de la muestra es, de hecho, también un problema de variables que faltan (no observables, no medidas u observaciones excluidas del análisis).

Recuadro metodológico 3.2.

CORRELACIÓN Y CASUALIDAD VERSUS CAUSALIDAD ATRIBUIBLE

Como se ha indicado, los conceptos de causalidad frente a correlación o casualidad son básicos para entender y realizar los estudios de evaluación, por lo que estimamos oportuno incluir aquí este recuadro metodológico. Especialmente queremos subrayar que la correlación entre dos variables no implica automáticamente una relación de causalidad. En el caso de dos variables correlacionadas (por ejemplo A y B) pueden haber ocurrido como mínimo tres o cuatro realidades distintas. En las primeras dos circunstancias, la variable A podría ser la causa de B o al revés, B es la causa de A. En estos dos casos se habla de *causalidad directa* donde existe una correlación debido a que uno de los dos influye de forma directa sobre la otra.

Una tercera realidad hipotética sería aquella en la que A y B son consecuencia de una causa común, pero ninguna de los dos influye directamente sobre la otra. En este caso, se trata de una situación intermedia donde la correlación no sería pura coincidencia, sino que se debe a un tercer factor ("variable escondida" o "factor de confusión"), como cuando Z influye sobre la relación entre A y B, o a una causalidad indirecta donde X influye sobre A y, a su vez, A influye sobre B. Por ejemplo, los profesores más motivados (X) se apuntan con más frecuencia a las clases de mejora educativa. Los alumnos con mejores notas (B) tienen clases de los profesores con más formación educativa (A). Tal correlación puede deberse a que la formación de los profesores mejora las clases y, por eso, las notas (causalidad directa $A \rightarrow B$). Pero si la formación es muy mala y no mejora la forma de dar las clases por los participantes, el efecto detectado sería aparente. En este caso, el efecto no depende de la formación sino del nivel de motivación del profesorado, por lo que se trataría de un efecto causal indirecto (X influye sobre la relación entre A y B).

En el lado opuesto se encuentra la "*no causalidad*", en forma de una *correlación espuria*, que consiste en una aparente asociación de pura coincidencia entre dos eventos sin que exista una relación causal entre ambos. Esta cuarta situación —la correlación espuria— no se puede explicar basándose en la realidad social o económica. Es decir, se observa una relación matemática entre dos acontecimientos o variables sin que existan argumentos teóricos o una conexión lógica que explique la relación en términos de causalidad. Un ejemplo al respecto, que se suele mencionar en la literatura, sería la alta correlación entre dedos y dientes manchados y cáncer de pulmón. Por supuesto tener manchas en los dedos y dientes no causa cáncer. Pero resulta que ambos aspectos se deben frecuentemente a una causa común: el hecho de fumar, sin que exista un efecto directo ni indirecto entre las dos variables correlacionadas.

En el caso en el que el evaluador no sea consciente o no tenga en cuenta el problema de selección aplicando modelos econométricos tradicionales, el efecto estimado reflejado en las betas de la variable "ayudas" estaría sesgado. Especialmente porque en el caso de las subvenciones a la innovación empresarial el problema de selección esta correlacionado de forma directa con la variable que mide el impacto en forma de adicionalidad financiera: el gasto en I+D. Como se ha mostrado en la literatura empírica (Heijs, 2000, 2007; González y Pazó, 2008; Afcha y García Quevedo, 2016; Huergo y Moreno, 2017) las empresas innovadoras con ayudas estatales reflejan un esfuerzo en I+D mucho mayor que el de las demás empresas

innovadoras. Ello implica que se debe evitar caer en la trampa de confundir las diferencias en el nivel de gasto en I+D o innovación (entre empresas beneficiadas y no beneficiadas por la política económica) como signo de una relación de causalidad que demostraría la existencia de adición. Resulta que tal diferencia se basa, en parte, en una relación espuria o correlación no causal, aunque como se verá tampoco casual. Por todo ello, el evaluador debe distinguir muy bien entre el concepto de correlación casual versus relación causal (véase recuadro metodológico 3.2.). El objetivo de los métodos cuasi experimentales sería descomponer la diferencia del gasto en I+D entre las empresas beneficiadas y no apoyadas en dos partes. Aquella que se debe a un efecto de selección (o, dicho de otra forma, a las diferencias básicas entre estos dos submuestras de empresas) y la parte de la diferencia en el gasto de I+D que se debe de forma inequívoca al efecto de las ayudas.

Como ya se ha indicado, el llamado problema de endogeneidad es el principal obstáculo metodológico para estimar el efecto de las ayudas a la innovación empresarial en general porque su existencia causaría resultados sesgados en los modelos econométricos tradicionales. En el caso de medir el impacto de las ayudas a la innovación este problema se hace todavía más patente, ya que una de las tres causas de endogeneidad es, precisamente, el sesgo de selección y tal sesgo es —como se debate ampliamente en este libro— un problema importante en el momento de trabajar con muestras de empresas que hayan obtenido —o no— ayudas estatales. Intuitivamente, se puede decir que en el caso de endogeneidad existe “algo” relacionado con la variable dependiente (Y) y también relacionado con la variable independiente (X), que no se ha incluido en el modelo. Ese “algo” puede estar relacionado con determinantes importantes de Y no contemplados (variables omitidas o no observables) que puede ser causado por relaciones simultáneas entre variables independientes (X) y la dependiente (Y) o por un efecto que tenga una tercera variable sobre todas o parte de ellas que genera endogeneidad. Pero este “algo” puede estar relacionado también con el problema de la muestra (sesgo de selección). Por ejemplo, la distinción entre empresas innovadoras y no innovadoras con el fin de medir los efectos en el empleo del cambio tecnológico no se basa en un experimento aleatorio, sin embargo, es el resultado de la decisión de innovar hecha por cada empresa. Algo parecido pasa en el caso de las ayudas a la innovación empresarial. Tales ayudas no están distribuidas aleatoriamente, sino que su asignación depende de los requisitos de los programas políticos, del interés por parte de las empresas en presentar solicitudes y la calidad de estas, y del proceso de selección por parte de las administraciones públicas, especialmente en el caso en el que los criterios de asignación de las ayudas sean muy generales y dejen margen a la discrecionalidad. En los casos en los que existen sesgos de selección, el modelo básico de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) tiene un problema de endogeneidad y, por tanto, sus estimadores están sesgados.

Una primera opción para solucionar el problema de selección o endogeneidad sería el uso de variables instrumentales (VI). La inclusión de tales variables corri-

ría el modelo en relación con el posible sesgo generado por la variable explicativa endógena. Una variable instrumental debe cumplir dos supuestos. En primer lugar, debe explicar a la variable exógena que se cree que tiene el problema de endogeneidad y, en segundo lugar, no debe tener una relación causal con la variable dependiente del fenómeno que se interesa explicar. En otras palabras, la variable instrumental debe estar relacionada con “X” (probabilidad de participar en las ayudas) y no estar relacionada con “Y” (gasto en I+D de la empresa), de esta manera esta variable consigue “aleatorizar” la muestra para la “X” y, por lo tanto, resolver el problema de endogeneidad entre X e Y. Esto significa que toda la influencia de la variable instrumental en el gasto en I+D (Y) es el resultado de un efecto indirecto causado a través de su impacto en la innovación (X). Si este es el caso, el modelo estima el efecto causal real de la variable explicativa (ayudas a la innovación) sobre la variable dependiente (gasto en I+D).

Una segunda forma de solucionar el problema del sesgo de selección para realizar estudios de evaluación sería el uso de un modelo de emparejamiento (*matching*) creando la situación contrafactual, que consiste en la creación de grupos de control donde, para cada empresa beneficiada, se busca un “clon” exactamente igual, pero que no haya recibido ayuda. Es decir, a partir de la información de las empresas beneficiadas se identifica aquellas empresas iguales, pero sin ayudas, creándose de esta forma un grupo de control en el que las empresas son lo más parecidas posible al conjunto de las empresas beneficiadas. Para formar tales grupos se deben verificar ciertos supuestos, tanto en el momento de hacerlo, como cuando se examina su similitud entre ellos. A continuación se debaten algunos conceptos básicos con respecto a la metodología de emparejamiento como método de evaluación de políticas públicas. Se trata de un procedimiento cuasi experimental, ya que simula un experimento en el que se crea de forma artificial una asignación aleatoria de las ayudas para aislar, de esa forma, el supuesto efecto neto de las ayudas de la influencia de las demás variables que podrían explicar el cambio observado en la tendencia⁶⁵.

Como se acaba de indicar, el estado contrafactual implica comparar el impacto de un acontecimiento con la situación en la que esto no haya ocurrido (en contra de los hechos). El evaluador debe analizar si este impacto (incremento del gasto en I+D) se debe a una relación de causalidad o bien si se trata de una correlación casual. O como diría Lewis Carroll en *Alicia en el País de las Maravillas*: “Si así fue, así pudo ser; si así fuera, así podría ser; pero como no es, no es. Es cuestión de lógica”.

⁶⁵ Otros métodos de aleatorización serían la aplicación de modelos econométricos basados en variables instrumentales o el estimador en dos etapas de Heckman (brevemente explicados en el capítulo 4 de este libro). Estos métodos corrigen la regresión sobre las variables explicativas del nivel de gasto en I+D a base de regresiones adicionales que deben corregir el problema de selección.

■ 3.3. UNA BREVE REVISIÓN DE LA LITERATURA EMPÍRICA⁶⁶

El uso de técnicas de emparejamiento, especialmente el *Propensity Score Matching* (PSM)⁶⁷ se ha extendido ampliamente y actualmente una parte importante de los estudios de evaluación de políticas utiliza esta metodología. También en este libro se aplica la técnica del PSM por lo que en esta revisión se ha tenido en consideración principalmente los trabajos que evalúan los subsidios a la I+D e innovación utilizando diversos métodos de emparejamiento.

La revisión se centra en las dos etapas de la metodología PSM. La primera, hace referencia a la selección de las variables que determinan la probabilidad de participación en las políticas públicas, cuya inclusión es importante para llevar a cabo el proceso de emparejamiento. El método PSM calcula a base de un modelo de regresión tipo PROBIT⁶⁸ la probabilidad de que cada tipo de empresas participe en las ayudas (el *Propensity Score* — PS). En la segunda etapa del modelo se utiliza esa probabilidad de participación estimada para el emparejamiento de las empresas beneficiadas con las no beneficiadas. El supuesto en que se basa el PSM es que dos empresas con el mismo *propensity score* serían empresas exactamente iguales, por lo que la diferencia en su gasto en I+D y en innovación estaría causada por las ayudas. La segunda parte de la revisión analiza en qué medida los estudios empíricos detectan un efecto de adicionalidad financiera o bien un efecto sustitución. Es decir, la medición de la adicionalidad financiera a base del PSM.

■ 3.3.1. La selección de las variables del emparejamiento

Una buena evaluación de la política de innovación debe perfilar, de forma adecuada, un grupo de control para que las empresas beneficiadas puedan compararse con “clones” exactamente iguales de empresas que no hayan obtenido ayudas. Por tanto, ambos grupos de empresas (beneficiadas y no beneficiadas) deben ser iguales, para que se pueda hablar de una aleatorización artificial respecto a la distribución de las ayudas. De esta forma se intenta solucionar el “sesgo de selección”, aislando de forma correcta el impacto de las ayudas en el gasto de I+D o innovación del resto de factores explicativos que podrían haber causado el cambio (impacto aparente) observado o estimado. De hecho, los métodos de emparejamiento intentan resolver el problema de “selección” construyendo un grupo de comparación o

⁶⁶ La revisión de la literatura recogida en diversos capítulos de este libro forma parte del proyecto: “Efectos de la política tecnológica en el comportamiento innovador y el empleo” (PAPIIT IN 302317) —dirigido por Delia Margarita Vergara Reyes— y un inventario de los datos de los 27 estudios están disponibles en la página web del IIEcUNAM (<http://ru.iiec.unam.mx/4530/>).

⁶⁷ Para los interesados se ofrece en el Apéndice 3.1. una descripción puramente técnica del método de *Propensity Score Matching*.

⁶⁸ Tal modelo identifica también el perfil de las empresas que obtienen ayudas frente al tipo de empresas que hayan sido discriminadas por parte de las autoridades públicas. Pero este aspecto se analiza en profundidad en el capítulo 6.

de control que sea lo más similar posible al grupo de empresas que haya obtenido ayudas (tratamiento) teniendo en cuenta los factores observables, preferiblemente en un momento anterior a la obtención de las ayudas⁶⁹.

Una vez estimada la probabilidad de obtener ayudas mediante una regresión logística –*Propensity Score* (PS)– se selecciona para cada empresa beneficiada una empresa de control sin ayudas, pero con la misma probabilidad de haber obtenido ayudas. Este proceso se conoce bajo el denominador de *Propensity Score Matching*⁷⁰. Una vez aplicado el proceso de emparejamiento se asume que no hay diferencias entre el grupo tratado y el de control, por lo que las diferencias en el gasto en I+D e innovación entre ambos grupos reflejaría el efecto de las ayudas públicas en forma de la adicionalidad financiera. Uno de los factores clave para asegurar que el emparejamiento sea óptimo es la selección de las variables que se incluyen en el momento del *matching*, ya que se deben incluir todas las variables relevantes que influyen sobre la probabilidad de obtener ayudas (Caliendo y Kopeinig, 2008). A continuación se ofrecen algunas nociones conceptuales sobre la selección de las variables y después se ofrece una revisión de tal selección en los estudios que evalúan las ayudas empresariales para la I+D e innovación. Dentro de esta revisión se ofrece entre otros aspectos, la “contabilidad” respecto a las variables utilizadas en la literatura empírica existente, indicando qué variables se utilizan y cuántas veces se ha utilizado cada una de ellas, reflejando así el acuerdo implícito que hay detrás de estos estudios respecto a tal selección.

Selección de las variables desde un punto de vista conceptual

La búsqueda de una pareja exacta para cada empresa beneficiada se complica con el aumento del número de variables (y el número de valores únicos de cada variable). Según se añaden más variables (o variables con más valores o categorías) se genera un problema conocido como “dimensionalidad”. Dicho de otro modo, la existencia de la dificultad de encontrar “clones” para un *matching* perfecto se incrementa según aumenta el número de variables. Por lo tanto, en la realidad los investigadores se encuentran con dos objetivos opuestos. Por un lado, maximizar el número de variables –no dejar ninguna variable relevante fuera– para solucionar el problema de selección y al mismo tiempo reducir el número de variables para asegurar el máximo potencial del área común de emparejamiento. Este problema –también conocido como problema de multidimensionalidad– es relevante ya que en general los estudios disponen de un número limitado de observaciones. Especialmente en el caso de los modelos de emparejamiento –con su problema inherente de multidimensionalidad– sería preferible introducir el mínimo número de variables clave que capturen la esencia del fenómeno.

⁶⁹ Muchos estudios solo disponen de datos de un año determinado, pero en el caso de disponer de datos de panel se recomienda el uso de retardos.

⁷⁰ Existen más formas de emparejamiento que se explican más adelante en este libro, pero para facilitar la lectura de la parte metodológica se usa el concepto de PSM. En realidad las otras formas de emparejamiento son una variante del PSM.

Desde un punto conceptual se deben seleccionar las variables a partir de las teorías, pero muchos campos de investigación de índole social o económica se destacan por la ausencia de argumentos teóricos y en el caso de microdatos a nivel empresarial, la realidad refleja una gran heterogeneidad en la forma de actuar por parte de las empresas. Por lo tanto, la inclusión –o no– de las variables en los modelos empíricos se basa en su disponibilidad y relevancia aparente más que en la teoría, y muy importante, en la revisión de los estudios empíricos, el análisis exploratorio y a la pericia de los investigadores. Una vez que se obtiene una lista larga de variables relevantes⁷¹ a base de la literatura empírica y teórica se debe decidir cuáles se pueden incluir sin que se violen los supuestos mencionados. Ya que la inclusión de todas y cada una de las variables podría generar problemas metodológicos, debido a que dos variables pueden representar el mismo concepto teórico, por lo que, a continuación se ofrecen unas reglas generales respecto a la selección de variables. Se trata de mecanismos desde un punto de vista práctico, en ausencia de un marco teórico claramente definido.

En un primer paso, para la selección de variables se realizaría un análisis exploratorio respecto a las variables potencialmente relevantes que podrían existir de dos actividades complementarias. Primeramente, se revisa la literatura empírica sobre el tema a evaluar. En base a esta revisión se pueden estimar –considerando los datos disponibles– modelos de regresión para comprobar si la muestra ofrece resultados iguales –o muy parecidos– a los de los estudios empíricos existentes. Se estiman dos tipos de modelos. El primero sería una regresión MCO para identificar los determinantes del gasto en I+D o innovación, siendo la variable de interés sobre la que se mide el efecto de las ayudas. El segundo modelo sería una regresión logística para analizar las variables explicativas de la participación en los programas públicos. Una vez desarrollados los modelos, se pueden contrastar las variables estadísticamente significativas –o no– en cada uno de ellos, identificando cuatro tipos de variables (véase cuadro 3.1.).

Cuadro 3.1.

SELECCIÓN DE VARIABLES A INCLUIR

		<i>Afecta a la participación</i>	
		<i>Sí</i>	<i>No</i>
Afecta al gasto	Sí	Incluir	Ambigua
	No	Incluir	Excluir

⁷¹ Además, no siempre resulta fácil o posible obtener ciertas variables observables que representen de forma correcta los conceptos teóricos por lo que se suelen utilizar *proxy*, siendo variables cuya medición de alguna forma se aproxima al concepto real o se considera más o menos representativo.

El primer tipo sería un conjunto de variables que influyen simultáneamente sobre la participación en el programa y en la variación o el nivel de la variable que mide supuestamente el efecto del tratamiento. Estas variables deberían estar incluidas en el modelo de aleatorización de las empresas en los dos grupos (GT-GC). El segundo tipo de variables que se debe incluir serían las variables altamente correlacionadas con la participación en el programa, pero no con el resultado o efecto del tratamiento. Aunque estas variables podrían afectar a la aleatoriedad de la asignación, se podría suponer, inicialmente, que no hace falta incluirlas en el modelo, ya que no afectan a la variable que mide el impacto y, por lo tanto, no sesgaría el efecto estimado. Pero al mismo tiempo podría ser que los *shocks* o cambios externos que determinan el gasto en I+D o innovación no previstos podrían afectar de formas distintas a estas variables. De todos modos, si se quiere perfilar el tipo de las empresas que obtienen ciertas ayudas estas variables sí serían interesantes.

Después existen dos tipos de variables cuya inclusión se debería rechazar o por lo menos resulta ambiguo. El primero de ellos (el tercer tipo) son las variables no correlacionadas con la participación en el programa, pero que sí afectan el indicador del impacto (el gasto en I+D). Tal variable no generaría un sesgo de selección ya que por definición estarían asignados de forma aleatoria a ambos grupos (GT - GC), por lo que podemos excluirlas del modelo sobre todo porque aumentarían la varianza. En realidad la decisión sobre la inclusión –o no– de estas variables sería ambigua ya que se podría encontrar una situación contradictoria. Este sería el caso en el que, desde un punto de vista de la teoría o de las evidencias empíricas anteriores, una variable concreta se considera relevante para la participación y la variable que mide el efecto. Mientras que el modelo de regresión logística del propio estudio que se está realizando con una base de datos concreta no lo confirma de forma estadísticamente significativa. En este caso, es el investigador quien debe tomar una decisión al respecto. También se debe evitar la inclusión del último tipo de variables –no correlacionados con la probabilidad de obtener ayuda ni tampoco con el resultado– porque dificulta la obtención de un área común de soporte y puede introducir innecesariamente un sesgo de selección de forma artificial.

Un segundo análisis exploratorio estaría basado en el estudio de las correlaciones entre las variables. Podría ser que las variables altamente correlacionadas reflejan o representan el mismo concepto económico por lo que una de ellas se podría eliminar. Es decir, se debe evitar la inclusión de múltiples variables que representen una misma característica, ya que, no aportaría una mejora del problema de sesgo de selección, pero sí implicaría una mayor dificultad de conseguir un buen nivel de emparejamiento y cumplir los supuestos. La decisión de eliminar una de las variables implicadas no resulta fácil ya que no siempre hay un consenso sobre cuál de los indicadores refleja mejor la característica conceptual.

Por ejemplo, indicadores de la competitividad a nivel empresarial podrían ser el nivel de beneficios, la cuota del mercado, la presencia de la empresa en mercados internacionales o el crecimiento de sus ventas. Por lo tanto, tenemos cuatro opcio-

nes, pero al mismo tiempo se debe limitar el número de variables incluidas para asegurar un mejor emparejamiento. El problema sería cuál de ellas sería la mejor.

Selección de las variables utilizadas en los estudios de evaluación de la política tecnológica

Aunque existen algunas pautas generales respecto a la selección de las variables para realizar el PSM resulta que para la evaluación de las políticas tecnológicas a nivel empresarial no se dispone de un marco teórico que justifique el conjunto de las variables requeridas para el proceso de emparejamiento. La mayoría de los estudios al respecto utilizan un pequeño número de indicadores para facilitar, desde un punto de vista estadístico, un mejor emparejamiento. El cuadro 3.2.⁷² contabiliza los indicadores más utilizados en la literatura empírica sintetizando unos 27 estudios⁷³ que evaluaron el efecto de las políticas de innovación empresarial.

Cuadro 3.2.

VARIABLES DETERMINANTES DE LA PARTICIPACIÓN EN AYUDAS PÚBLICAS

<i>Variables</i>	<i>Número de "estudios" que han utilizado cada variable</i>
<i>Variables estructurales de las empresas</i>	
Log del número de empleados	27
Log del número de empleados al cuadrado	7
Empleo. Variable ordinal por intervalos	5
Empleados en I+D s/total empleados	5
Empleo por intervalos <i>dummies</i>	7
Pymes	6
Total empleo (tamaño de las empresas)	57
Edad: número de años desde su fundación	2
Edad: número de años en logaritmo	15
Edad: variable <i>dummy</i> (más o menos de 20 años)	7
Edad: variable <i>dummy</i> para <i>start-ups</i>	9
Total antigüedad de la empresa	33
Región	8
Propiedad: grupo	21
Propiedad: grupo extranjero	22
Propiedad: capital público	3

⁷² En el Apéndice 3.2. se incluye un análisis más detallado.

⁷³ En este caso la palabra estudio se refiere al número de países analizados en cada estudio. Ya que algunos trabajos como (Aerts y Schmidt, 2008; Czarnitzki y Lopes-Bento, 2011) han publicado trabajos que analizan la adicionalidad financiera para distintos países y además –según la disponibilidad de los datos– han utilizado modelos ligeramente distintos.

Cuadro 3.2. (continuación)

VARIABLES DETERMINANTES DE LA PARTICIPACIÓN EN AYUDAS PÚBLICAS

<i>Variables</i>	<i>Numero de "estudios" que han utilizado cada variable</i>
<i>VARIABLES ESTRUCTURALES DE LAS EMPRESAS</i>	
Propiedad: empresa individual	5
Exportaciones sobre ventas	5
Exportadora versus no exportadora (binaria)	19
Total actividad exportadora	24
<i>CARACTERÍSTICAS DEL COMPORTAMIENTO INNOVADOR</i>	
Cooperación tecnológica	4
Variable <i>dummy</i> de la realización de la actividad innovadora	15
<i>Stock</i> de patentes de la empresa	3
<i>Stock</i> de patentes sobre empleados	5
Gasto en I+D privado retardado	7
Departamento de I+D	3
Certificado de calidad	5
Capital humano (porcentaje de graduados universitarios sobre el total de empleo)	7
Total actividad innovadora	44
<i>FACTORES QUE DIFICULTAN LA INNOVACIÓN E INDICADORES FINANCIERAS</i>	
Restricciones financieras	3
Financiación con créditos	5
Disponibilidad de fondos internos	2
Reducción ventas	5
Inversión sobre ventas	7
Intensidad capital	9
Recibe otras ayudas	6
<i>OTRAS VARIABLES</i>	
Ventas sobre empleados (<i>proxy</i> para la productividad)	6
Precios fijados por industria	5
Total otras variables	11

Notas: : i) Por motivos de espacio han sido restringidas las variables que solo han sido utilizadas una vez. ii) El número total de veces utilizado se corresponde con las ocasiones utilizada en modelos, no en estudios, debido a que ciertos estudios evalúan distintos países.

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de IIES-UNAM (<http://ru.iiec.unam.mx/4530/>).

Los indicadores más frecuentemente utilizados en los procesos de emparejamiento resultan ser el tamaño de las empresas (27 estudios), el comportamiento exportador (24) y la estructura de la propiedad de la empresa (22). También la variable “edad” –reflejando la antigüedad de las empresas– se ha utilizado frecuentemente (17 estudios) con especial interés en la propensión a participar en las ayudas por parte de las empresas *start-ups* (9).

La mayoría de los trabajos incluyen también alguna magnitud que refleja ciertos aspectos del comportamiento innovador de las empresas, aunque las variables utilizadas son muy dispares. Cabe recordar que el “gasto en I+D⁷⁴” no se puede utilizar en este primer paso de emparejamiento ya que es la variable dependiente que se utiliza para calcular la adicionalidad financiera. Por ello, se seleccionan otros aspectos del comportamiento innovador de las empresas, como el hecho de cooperar en I+D, la forma de proteger los resultados (patentes), el nivel de formalización de las actividades de I+D (como la existencia de un departamento de I+D o de comisiones específicas de coordinación) y, en algunos casos, los obstáculos financieros respecto a la innovación. Después, hay un conjunto diverso de variables que se han empleado en unos pocos estudios, como la productividad, la región donde se ubica la empresa y el nivel educativo de los trabajadores (capital humano). En la parte empírica de este libro se sigue una pauta similar a la que acaba de exponerse.

■ 3.3.2. Revisión de la literatura empírica: síntesis del efecto de las políticas de innovación empresarial

A continuación se exponen los resultados de los estudios examinados con respecto al tema de la adicionalidad financiera de las ayudas públicas a la innovación. El primer aspecto a destacar es que, en general, esos trabajos reflejan un efecto positivo de las ayudas sobre el gasto en I+D, confirmado tanto por los modelos que analizan el efecto sobre el gasto relativo en I+D con respecto a las ventas o el empleo (51 de los 56 modelos), como por los que lo hacen sobre el impacto en el valor absoluto de ese gasto (33 de 38 modelos).

Para una correcta interpretación del efecto de las ayudas se debe tener en cuenta tanto la forma en que se mide el gasto en I+D como la variable de impacto. En el cuadro 3.3. se puede observar que en la literatura empírica se detecta una diversidad amplia en las formas de medir tales gastos. Se utiliza el esfuerzo innovador en términos absolutos y relativos (gasto en I+D respecto a las ventas o el empleo), además se distingue entre el gasto en términos netos y brutos. Los primeros trabajos de evaluación analizaban el efecto de las ayudas sobre el gasto en I+D “bruto” (véanse Busom, 2000; Czarnitzki y Licht, 2006; Aerts y Schmidt, 2008), es

⁷⁴ Se puede utilizar el gasto en I+D con un retardo, pero este dificulta el emparejamiento correcto.

decir, incluyendo el monto de las ayudas en el gasto total. Esta forma de proceder implica que se podría contrastar la existencia de un efecto de sustitución total versus un efecto de adicionalidad parcial. Los estudios más recientes han analizado también el efecto sobre el gasto en I+D “neto” (véanse Carboni, 2011; Hud y Hussinger, 2015; Hottenrott, Lopes-Bento y Veugelers, 2017) descontando del gasto en I+D de las empresas el monto de las ayudas recibidas, lo que permite estimar con mayor precisión el efecto de adicionalidad. De hecho, los pocos estudios en los que se constata un efecto no significativo son los que se refieren al gasto neto (privado). Se concluye de ello que, para evaluar la existencia de adicionalidad resulta vital contar con los datos relativos al monto de las ayudas recibidas, ya que los efectos encontrados para el gasto neto o bruto podrían ser muy distintos⁷⁵.

Otra causa de las diferencias observadas podría deberse a la diversidad de las muestras utilizadas en los estudios, tanto con respecto a las empresas incluidas en ellas, como con relación a los períodos y los países examinados. Una diferencia importante es la opción de incluir en la evaluación todas las empresas presentes en la muestra o, bien, solo las empresas innovadoras, aunque resulta que la mayor parte de los trabajos que analizan los dos tipos no encuentran diferencias significativas entre estas opciones (Aerts y Schmidt, 2008; Fernández y Martín, 2015). No se debe olvidar que la mayoría de los trabajos incluyen variables de comportamiento y resultado innovador, y por lo tanto, al analizar la muestra total, pocas empresas no innovadoras presentan un PS equiparable al de las innovadoras, con lo que no serán utilizados como empresa de control.

Las variables de impacto más utilizadas en los 57 modelos analizados son las referentes a la intensidad del gasto –como el gasto en innovación, respecto al I+D total o el gasto en I+D interna– que recoge la ratio entre el gasto y el volumen de ventas. Los estudios empíricos detectan, en general, efectos positivos y significativos (38 modelos). También se utiliza frecuentemente el gasto en I+D en términos absolutos (35), que en la mayoría de estudios (21) se analiza en su forma logarítmica (Czarnitzki y Licht, 2006; Aerts y Schmidt, 2008), corrigiéndose de esta forma la presencia de posibles datos atípicos y de la asimetría de su distribución.

Utilizadas con menos frecuencia, aunque con una tendencia creciente en los años recientes, se encuentran las variables de intensidad en el gasto en I+D con respecto al número de empleados (Carboni, 2011; Marino, Parrotta y Lhuillery, 2015; Huergo y Moreno, 2017). Este tipo de indicador es, seguramente, menos sensible a las variaciones cíclicas, debido a que el ajuste del empleo, en épocas de recesión, es más lento que el ajuste de las ventas, y además, entre las empresas innovadoras tal ajuste es menos pronunciado que en las no innovadoras (Díaz *et al.*, 2020).

⁷⁵ En esta sección se analizan, sobre todo, los resultados básicos encontrados en los estudios. En el capítulo 5.1. se ofrece un debate pormenorizado sobre la diferencias entre gasto bruto y neto y sus implicaciones para los estudios de impacto.

Cuadro 3.3.

EL EFECTO DE LAS AYUDAS EN TÉRMINOS DE ADICIONALIDAD FINANCIERA: LA EVIDENCIA EMPÍRICA

<i>Variables</i>	<i>Nº de veces utilizada</i>	<i>Efecto positivo</i>	<i>Efecto no significativo</i>	<i>Efecto negativo</i>
Gasto en I+D y/o innovación en términos relativos	56	51	5	0
Respecto a las ventas	47	45	2	0
Gasto neto (privado) en I+D sobre ventas	4	4		
Gasto en I+D sobre ventas	16	16		
Log gasto en I+D sobre ventas	4	4		
Gasto en innovación sobre ventas	11	10	1	
Gasto interno en I+D sobre ventas	12	11	1	
Respecto al empleo	9	6	3	0
Gasto en I+D por trabajador	1	1		
Log gasto en I+D por trabajador				
Gasto interno en I+D por trabajador	2		2	
Gasto neto (privado) en I+D por trabajador	5 ^{neto}	4	1	
Empleados I+D s/empleados	1	1		
Gasto en I+D y/o innovación en términos absolutos	38	33	5	0
Gasto neto (privado) en desarrollo	3 ^{neto}	3		
Log gasto neto (privado) en desarrollo	3 ^{neto}	2	1	
Gasto neto (privado) en I+D	1 ^{neto}	1		
Log gasto neto (privado) en I+D	3 ^{neto}	2	1	
Gasto en I+D	9	7	2	
Log gasto en I+D	11	11		
Gasto en innovación	3	3		
Log gasto en innovación	4	4		
Incremento gasto total innovación	1		1	
Gasto en I+D y/o innovación según la orientación investigadora	20	15	3	2
Log gasto neto (privado) en investigación básica	3 ^{neto}	3		
Gasto neto (privado) en investigación básica sobre ventas	3 ^{neto}	3		
Gasto neto (privado) en investigación aplicada	3 ^{neto}	3		
Log gasto neto (privado) en investigación aplicada	3 ^{neto}	3		
Gasto en desarrollo s/total gasto I+D	3		1	2
Gasto neto (privado) en desarrollo sobre ventas	3	1	2	
Gasto externo en I+D sobre ventas	2	2		

Notas: i) El número total de veces utilizado se corresponde con las ocasiones utilizada en modelos, no en estudios, debido a que ciertos estudios evalúan distintos países. ii) Aunque la mayoría de estudios usa una combinación de metodologías, solo se presentan los resultados del PSM.

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de IIES-UNAM (<http://ru.iiec.unam.mx/4530/>).

Es destacable que en los estudios revisados apenas se encuentran resultados que identifiquen un impacto de las ayudas en forma de *crowding out* o efecto de sustitución. La única excepción se detecta en el trabajo de Neicu (2016), pero en este caso se trata de una variable de impacto atípica, como es el gasto relativo neto en actividades de “desarrollo”. Este trabajo analiza el gasto para las tres orientaciones recogidas en el *Manual de Frascati* (OCDE, 2002)⁷⁶ y encuentra que la adicionalidad es mayor en las ayudas ofrecidas a la investigación básica o fundamental, y menor con respecto a las actividades de investigación aplicada; sin embargo, por

Cuadro 3.4.

REVISIÓN DE LA LITERATURA EMPÍRICA: ESTUDIOS DE IMPACTO DE LAS AYUDAS PARA I+D E INNOVACIÓN EN ESPAÑA

	Tipo de ayuda	Período analizado	Metodología	Efecto
Busom (2000)	CDTI	1988	<i>Selection model</i>	Sustitución total rechazada
González, Jaumandreu y Pazo (2005)	Subs.	1990-1999	Variables Instrumentales	Sustitución total rechazada
Herrera y Heijs (2007)	Subs.	1998-2000	PSM	Sustitución total rechazada
González y Pazó (2008)	Subs.	1990-1999	PSM	Sustitución total rechazada
Herrera y Bravo (2010)	Subs.	1999-2001	PSM	Adicionalidad
Czarnitzki y Lopes-Bento (2011)	Subs.	2002-2004	PSM	Sustitución total rechazada
Aristei, Sterlacchini y Venturini (2015)	Subs.	2007-2009	PSM	Sustitución total no rechazada
Huergo, Trenado y Ubierna (2016)	CDTI <i>loans</i>	2002-2005	<i>Selection model</i>	Efecto positivo sobre las actividades de I+D
Afcha y García-Quevedo (2016)	Subs.	2006-2011	PSM	Sustitución total no rechazada
Barajas, Huergo y Moreno (2017)	Subs./ <i>loans</i>	2002-2005	PSM / <i>Selection model</i>	Sustitución total rechazada
Barajas, Huergo y Moreno (2017)	Subs./ <i>loans</i>	2010-2012	PSM / <i>Selection model</i>	Sustitución total rechazada
Huergo y Moreno (2017)	CDTI <i>loan</i> / Subs. Nacion. y Europ.	2002-2005	PSM / <i>Selection model</i>	Sustitución total rechazada
Busom y Vélez-Ospina (2018)	Subs.	2007-2014	PSM (DiD)	Sustitución total rechazada

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de IIES-UNAM (<http://ru.iiec.unam.mx/4530/>).

⁷⁶ El recuadro metodológico 1.2. del primer capítulo refleja la diferencia entre los conceptos de I+D básica, I+D aplicada y otras actividades de innovación. Pero, en síntesis, se puede indicar que el primero es investigación fundamental sin un objetivo en términos de aplicación o utilización determinada. La investigación aplicada se enfoca directamente a un objetivo práctico específico y la innovación hacia un trabajo sistemático para crear nuevos productos o procesos de producción y su introducción en el mercado.

el contrario, para las actividades de desarrollo tecnológico se constata un efecto de sustitución. Estos resultados van en concordancia con la teoría económica, ya que muestran que, cuanto mayor es la apropiabilidad de los beneficios y más fácil es el acceso a la financiación, el fallo de mercado que afecta a la asignación de recursos a la creación de nuevos conocimientos se diluye, de manera que la intervención pública ya no se justifica y las ayudas que aun así se conceden conllevan un efecto sustitución de la financiación privada por la pública.

La utilización de una multiplicidad de variables dependientes, y sus transformaciones, pone de manifiesto la ausencia de un consenso en cuanto a la línea a seguir para la evaluación, ya que se puede observar que se utilizan magnitudes de gasto muy dispares, como el gasto total en innovación, el gasto total en I+D, las subdivisiones del gasto entre interno y externo, así como la orientación del mismo. Pocos estudios utilizan las variables netas –el total gastado menos las ayudas recibidas– (Carboni, 2011; Neicu, 2016; Hottenrott, Lopes-Bento y Veugelers, 2017). Esto se explica, en parte, por la disponibilidad de información y porque se busca explicar los efectos netos. Prácticamente en todos los estudios se analiza el efecto sobre el gasto de las empresas, aunque en las publicaciones más recientes se observa una tendencia a incluir variables que reflejan el resultado innovador.

Se ha revisado un amplio abanico de estudios que analizan el impacto de las ayudas a la innovación empresarial para el caso español. Aunque estos trabajos difieren en cuanto a la metodología seguida por los análisis presentados en este libro, se ha optado por incluirlos en esta exposición. El cuadro 3.4. recoge información acerca de las características de esas publicaciones. Cabe subrayar al respecto que se centran en analizar la política de subsidios o, bien, una combinación de esta con otros tipos de ayudas. Los trabajos analizados se pueden dividir en dos oleadas temporales que difieren entre sí en cuanto a la información y las metodologías utilizadas. La primera, correspondiente a los estudios de la primera década de los 2000, se caracteriza por examinar, principalmente, el efecto de los subsidios para muestras correspondientes a los años noventa o de principios de siglo –anteriores, por tanto, a la crisis financiera internacional– y aplicando de forma predominante las metodologías del emparejamiento, excepto en los trabajos de Busom (2000) y González, Jaumandreu y Pazo (2005).

La segunda oleada de trabajos se corresponde a los años más recientes y muestra un cambio en la tendencia de datos, años y metodologías utilizadas. Se empiezan a considerar interacciones entre los distintos tipos de ayudas, aunque hay estudios que evalúan solo los subsidios (Busom y Vélez-Ospina, 2018)⁷⁷. Los años de estudio de esta segunda oleada se han centrado en los periodos relacionados con la crisis financiera de 2008, intentando captar las diferencias en los efectos de las políticas antes y después de la misma. En cuanto a la metodología, el cambio principal ha sido la combinación de las técnicas de emparejamiento con los modelos

⁷⁷ El Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) no ofrece información acerca del uso de incentivos fiscales ni de ayudas del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

de selección, que permiten analizar el efecto de las variables de control sobre la probabilidad de incurrir en actividades innovadoras, así como en el efecto sobre las variables de resultado. La disponibilidad de una muestra longitudinal ha permitido a Busom y Vélez-Ospina (2018) la utilización de la técnica de diferencias en diferencias (DiD), aunque sus resultados están condicionados por la consideración del gasto bruto en I+D, sin descontar las ayudas.

Para el caso de España, las variables de interés más utilizadas también son las referidas a la intensidad de gasto con respecto de las ventas. La evidencia empírica muestra que, en general, hay un efecto positivo de las ayudas públicas sobre la inversión privada, con excepción de Aristei, Sterlacchini y Venturini (2015), en cuyo trabajo no se encuentra un efecto significativo en la variable que recoge el gasto interno de las empresas con respecto de la cifra de ventas. Es decir, igual que la mayoría de los estudios internacionales también para el caso español se detecta, de forma general, un efecto positivo de las ayudas públicas a la I+D e innovación.

■ APÉNDICE 3

■ APÉNDICE 3.1. *PROPENSITY SCORE MATCHING*: EXPLICACIÓN ECONOMÉTRICA

La inferencia causal o evaluación de impacto implica la medición del cambio en una variable de interés o resultado (Y) atribuible al cambio en una política pública y/o variables de decisión individual o tratamiento (D). Cada individuo de la población objetivo podría, potencialmente, recibir el tratamiento $D_i = 0, 1$ y, por consiguiente, los resultados potenciales se pueden resumir en: i) $Y_{1i} | D_i = 1$, que es el resultado que se observaría si la unidad participase del tratamiento. ii) $Y_{0i} | D_i = 0$, es el resultado si la unidad no participase del mismo (situación contrafactual). Por tanto, el impacto del tratamiento sobre el individuo i sería:

$$\tau_i = Y_{1i} - Y_{0i} \quad [1]$$

Dependiendo del objetivo del evaluador se puede estimar dos tipos de impacto. Por un lado, el *Average Treatment Effect* (ATE), es decir, cuál hubiera sido el resultado si todas las unidades hubieran recibido las ayudas o, dicho de otro modo, hubieran estado expuestas al tratamiento. Así, se calcula el efecto como la diferencia de las medias de todas las unidades participantes:

$$\tau_{ATE} = E [Y_1 - Y_0] = E [Y_1] - E [Y_0] \quad [2]$$

Otro objetivo del evaluador puede ser analizar en qué medida las ayudas afectan a las empresas beneficiadas. En este caso, nos interesa calcular el efecto promedio del programa sobre las unidades participantes –*Average Treatment Effect on the Treated* (ATET)–:

$$\tau_{ATET} = E [Y_1 - Y_0 | D=1] = E [Y_1 | D=1] - E [Y_0 | D=1] \quad [3]$$

Sin embargo, ya que una empresa i no puede ser observada simultáneamente cuando recibe una ayuda y cuando no lo hace –cuadro 1.1.A– y, además, es imposible observar el efecto del tratamiento en una unidad no tratada –denominado como el Problema Fundamental de la Inferencia Causal (Holland, 1986)– la mejor opción para la estimación es usar el enfoque contrafactual.

Cuadro 3.1A.

RESULTADOS POTENCIALES

	Y_{0i}	Y_{1i}
$D_i = 0$	Observable	No observable
$D_i = 1$	No observable	Observable

Fuente: Elaboración propia.

Este enfoque es una definición de “causa” que permite comparar algo que ocurrió –lo factual– con algo que no ocurrió –lo contrafactual–, es decir, analiza lo que habría ocurrido sin la política de subvención. La causalidad, por tanto, se da por los resultados potenciales, no por los resultados observados. El ATET se puede reescribir:

$$\tau_{ATET} = E [Y_1 | D=1] - E [Y_0 | D=1] \quad [4]$$

Que se expresa como el resultado de las unidades expuestas al tratamiento menos el resultado que las unidades habrían obtenido en ausencia del tratamiento ($Y_{0i} | D_i=1$), el cual no es observable. Sin embargo, como se ve en el cuadro 3.1A., podemos observar el valor de la variable resultado en las unidades no expuestas al tratamiento ($Y_{0i} | D_i=0$). Esto nos permite calcular:

$$\Delta = E [Y_1 | D=1] - E [Y_0 | D=0] \quad [5]$$

Si sumamos y restamos el término $E [Y_0 | D=1]$, obtenemos:

$$\begin{aligned} \Delta &= E [Y_1 | D=1] - E [Y_0 | D=1] + E [Y_0 | D=1] - E [Y_0 | D=0] \\ \Delta &= \tau_{ATET} + E [Y_0 | D=1] - E [Y_0 | D=0] \\ \Delta &= \tau_{ATET} + SB \end{aligned} \quad [6]$$

Por tanto, tenemos que la diferencia entre el resultado de las unidades tratadas y las unidades no tratadas es el efecto medio del programa en los tratados (τ_{ATT}) más el sesgo de selección (SB). Para que la estimación sea correcta, es necesario que el sesgo de selección sea nulo.

Por esto es fundamental la construcción de un grupo de control cuasi experimental, de forma que éste sea “idéntico” al grupo de empresas subvencionadas. Para ello es necesario acercarse tanto como sea posible al total de variables o “determinantes” que explican la participación en los programas. Desafortunadamente, la lista de variables relevantes es demasiado extensa o, si las variables toman diferentes valores, sería difícil encontrar una pareja “similar” para cada unidad del grupo tratado, este es el denominado problema de dimensionalidad.

Para afrontar estos problemas se ha optado por utilizar el método denominado *Propensity Score Matching* (PSM) –presentado por Rosenbaum y Rubin (1983)–, que corrige el sesgo de selección –produciendo una aleatorización en la asignación del tratamiento– y de la dimensionalidad –reduciendo el emparejamiento a una variable, la denominada *Propensity Score* (PS)–.

Por tanto, se puede estimar el efecto mediante la diferencia entre el resultado medio de las unidades participantes ($Y | D=1$) y las no participantes ($Y | D=0$).

$$\widehat{\tau_{ATET}} = E[Y | D=1] - E[Y | D=0] \quad [7]$$

La estimación del efecto se divide en dos partes. La primera consiste en calcular la probabilidad de obtener ayudas (el *Propensity Score*) mediante una regresión logística a partir de un conjunto de características observables X , que se calcula para todas las empresas como la probabilidad de participar de la ayuda, con independencia de si la ha recibido o no; es decir, la distribución condicional es la misma para las unidades tratadas que para las no tratadas.

La regresión logística no solo define la significación estadística de las variables que determinan el acceso de las empresas a las ayudas, sino que, a partir de los coeficientes obtenidos de la regresión, se calcula el *Propensity Score* o probabilidad de obtener ayudas.

$$PS_i^{treat} = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_n X_{in} \quad [8]$$

El *Propensity Score* que se obtiene de esta regresión es solo el valor predicho del PS_i^{treat} . Una vez calculado el PS se utiliza para emparejar cada empresa beneficiada a una empresa de control, ya que se adopta el supuesto de que las empresas con el mismo PS son iguales. El proceso de emparejamiento se realiza con las unidades que presenten valores más cercanos. Para este trabajo se ha optado por utilizar el algoritmo de emparejamiento del vecino más cercano –*Nearest Neighbour* (NN)⁷⁸–, que realiza el emparejamiento de las empresas de control con las empresas de tratamiento que presentan la menor distancia unidimensional entre sus PS. A continuación, se estima el efecto causal (*average treatment effect on the treated* – ATET) como la diferencia entre el valor medio de la variable resultado de los grupos de tratamiento y control.

El correcto funcionamiento de este modelo se apoya en dos supuestos fundamentales. En primer lugar, el supuesto de independencia condicional –*Conditional Independence Assumption* (CIA)–, que nos asegura que, dado un grupo de variables que no se ven influenciadas por el tratamiento, los resultados potenciales son independientes del estatus del mismo (Rubin, 1973). Es decir, las ayudas solo tienen influencia sobre la empresa que las recibe y no sobre las demás empresas.

$$(Y_1, Y_0) \perp D | X \quad [9]$$

En segundo lugar, se ha de considerar la llamada área de soporte común –*Common Support Condition*–, que indica que las unidades con los mismos valores de X tendrán una probabilidad positiva de ser participantes y no participantes (Heckman *et al.*, 1999) y además, de que existen para todas las empresas apoyadas unidades de control muy parecidas.

$$0 < P(D=1 | X) < 1 \quad [10]$$

Esta condición nos asegura que habrá un solapamiento suficiente en las características de los dos grupos, produciendo emparejamientos entre empresas que

⁷⁸ Aunque, como se puede observar en la sección empírica se han utilizado otros algoritmos como kernel o radius, en este trabajo se utilizará el *nearest neighbour* como el modelo preferente.

presenten las mismas características. Es decir, si se calcula el ATET se encuentra para cada empresa tratada un “clon” casi perfecto sin tratamiento y si se estima el efecto potencial sobre la población en el caso que se hubiera asignado ayudas al conjunto de las empresas (el ATE) se identifica también para cada empresa sin ayuda una empresa parecida con ayuda.

El primer supuesto trata de la correcta aleatorización de la asignación del tratamiento⁷⁹, cuando se dispone de todos los datos de los factores explicativos de la participación en los programas públicos. Mientras que el cumplimiento del segundo supuesto implica que habrá suficientes unidades de los dos grupos (tratados y de control) con PS similares.

⁷⁹ En otros campos científicos lo llaman también independencia condicional, asignación ignorable (*unconfoundness*) *unconfoundness* = ausencia de confusión = asignación ignorable.

RESUMEN DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS PREVIOS

Autores		
	Aerts y Schmidt (2008)	
	Aerts y Schmidt (2008)	
	Aerts y Schmidt (2008)	
	Herrera y Heijls (2007)	
	Neicu (2016)	
	Neicu (2016)	
	Neicu (2016)	
	Carboni (2011)	
	Carboni (2011)	
	Carboni (2011)	
	Czarnitzki y Licht (2006)	
	Czarnitzki y Licht (2006)	
	Czarnitzki y Licht (2006)	
	Czarnitzki y Lopes-Bento (2014)	
	Czarnitzki y Lopes-Bento (2014)	
	Czarnitzki y Lopes-Bento (2014)	
	Czarnitzki y Lopes-Bento (2013)	
	Almus y Czarnitzki (2003)	
	Hud y Hussinger (2015)	
	Hottenrott, Lopes-Bento y Venglers (2017)	
	Hottenrott, Lopes-Bento y Venglers (2017)	
	Hottenrott, Lopes-Bento y Venglers (2017)	
	Czarnitzki y Lopes-Bento (2011)	
	Czarnitzki y Lopes-Bento (2011)	
	Czarnitzki y Lopes-Bento (2011)	
	Czarnitzki y Lopes-Bento (2011)	
	Czarnitzki y Lopes-Bento (2011)	
	Aristei, Sterlachini y Venturini (2015)	
	Aristei, Sterlachini y Venturini (2015)	
	Aristei, Sterlachini y Venturini (2015)	
	Aristei, Sterlachini y Venturini (2015)	
	Guerzoni y Raiteri (2015)	
	Fernandez y Martín (2015)	
	Herrera y Bravo (2010)	
	Martín et al. (2016)	
Gasto neto (privado) en desarrollo sobre ventas		+ NS NS
Gasto en desarrollo s/total gasto I+D		- NS -
Gasto neto (privado) en I+D		+
Log Gasto privat I+D		+ + NS
Gasto neto (privado) en I+D s/empleados		+ + NS
Gasto neto (privado) en I+D sobre ventas		+ + + + +
Gasto en I+D		+ + + NS +
Log Gasto en I+D		+ + + + +
Gasto en I+D sobre ventas		+ + + + +
Log Gasto en I+D sobre ventas		+ + + + +
Gasto en I+D por trabajador		+ + + + +
Gasto en innovación		+ + + + +
log Gasto en innovación		+ + + + +
Gasto en innovación sobre ventas		+ + + + +
Gasto interno en I+D sobre ventas		+ + + + +
Gasto Interno en I+D s/empleados		+ + + + +
Gasto Externo en I+D sobre ventas		NS NS
Empleados I+D s/empleados		+ + + + +
Incremento gasto total innovación		+ + + + +
		NS

Cuadro 3.2A. (continuación)

RESUMEN DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS PREVIOS

Autores	% Ventas nuevos productos s/total ventas Patentes en t+1	NS	S	NS	S
Aerts y Schmidt (2008)					
Aerts y Schmidt (2008)					
Aerts y Schmidt (2008)					
Herrera y Heijs (2007)					
Neicu (2016)					
Neicu (2016)					
Neicu (2016)					
Carboni (2011)					
Carboni (2011)					
Carboni (2011)					
Czarnitzki y Licht (2006)					
Czarnitzki y Licht (2006)					
Czarnitzki y Licht (2006)					
Czarnitzki y Lopes-Bento (2014)					
Czarnitzki y Lopes-Bento (2014)					
Czarnitzki y Lopes-Bento (2014)					
Czarnitzki y Lopes-Bento (2013)					
Almus y Czarnitzki (2003)					
Hud y Hussinger (2015)					
Hottenrott, Lopes-Bento y Venglers (2017)					
Hottenrott, Lopes-Bento y Venglers (2017)					
Hottenrott, Lopes-Bento y Venglers (2017)					
Czarnitzki y Lopes-Bento (2011)					
Czarnitzki y Lopes-Bento (2011)					
Czarnitzki y Lopes-Bento (2011)					
Czarnitzki y Lopes-Bento (2011)					
Czarnitzki y Lopes-Bento (2011)					
Aristei, Sterlachchini y Venturini (2015)					
Aristei, Sterlachchini y Venturini (2015)					
Aristei, Sterlachchini y Venturini (2015)					
Aristei, Sterlachchini y Venturini (2015)					
Aristei, Sterlachchini y Venturini (2015)					
Guerzoni y Raiteri (2015)					
Fernandez y Martin (2015)					
Herrera y Bravo (2010)					
Martino et al. (2016)					

Notas: i) T=todas las empresas evaluadas; l=solo las empresas innovadoras. ii) "+" = Efecto positivo, "-" = Efecto negativo, "NS" = Efecto no significativo.
Fuente: Elaboración propia.



4

IMPACTO DE LOS SUBSIDIOS A LA INNOVACIÓN EMPRESARIAL EN ESPAÑA

Los subsidios a la innovación han sido ampliamente utilizados por la mayoría de los países a fin de estimular el gasto de las empresas privadas en la realización de actividades de creación de conocimiento tecnológico. Debido a la naturaleza de este último –indivisibilidad y carácter de bien público–, así como a la incertidumbre a la que se encuentran sujetas esas actividades y al hecho de que, por tratarse de procesos de aprendizaje, generan externalidades, estamos ante una situación en la que el mercado falla y los incentivos para asignar recursos a la I+D no son suficientes para alcanzar el nivel de gasto socialmente óptimo (Nelson, 1959; Arrow, 1962). Por tanto, la existencia de fallos de mercado justifica la intervención del Estado mediante políticas que induzcan unos comportamientos empresariales más comprometidos con la generación de tecnología, lo que redundará en la mejora de su posición competitiva particular y, por ende, de la del país en el orden económico mundial. Sin embargo, esas políticas han de estar sujetas a restricciones si se quieren evitar ineficiencias que darían lugar a un derroche de recursos. El concepto de adicionalidad, como se ha mostrado en el capítulo precedente, ayuda a valorar esto último.

La adicionalidad se concibe como algo que se obtiene gracias a la intervención pública, que no existiría sin ella y que responde básicamente al efecto incentivador de la política (Georghiou, 1994). En el caso de la evaluación de las políticas de innovación, la adicionalidad se concreta en el aumento del esfuerzo privado en I+D inducido por las ayudas estatales. La situación opuesta a la adicionalidad se genera si los recursos puestos en juego por las administraciones públicas tienen un efecto de sustitución (*crowding out*) de las inversiones privadas (David, Hall y Toole, 2000). Esto se produciría porque las empresas habrían realizado las actividades de la I+D subvencionadas con fondos públicos también sin las ayudas. Sin embargo, la existencia de adicionalidad, pese a ser necesaria, no es suficiente para justificar la intervención pública, pues, incluso si se produce, podría suceder que los costes de las ayudas en términos sociales sean mayores que los beneficios. Por ello, sería necesario evaluar si el coste de las políticas es inferior al beneficio social obtenido, ya que de no serlo la aplicación de la política estaría injustificada. Añadamos que, no obstante, un análisis coste-beneficio de esta naturaleza está fuera del alcance habitual de los investigadores, por lo que estos se limitan habitualmente a estudiar la adicionalidad financiera.

Siguiendo las pautas metodológicas discutidas en el capítulo anterior, en las páginas que siguen nos centramos en la evaluación de los subsidios otorgados a las empresas españolas para incentivar sus actividades de I+D. Para ello, utiliza-

remos un modelo cuasi experimental con el que se analiza la influencia de la política en la tendencia de gasto en I+D y/o innovación con respecto al resultado que se obtendría en ausencia de ella (estado contrafactual). La determinación de este último requiere solucionar el problema del sesgo de selección inducido por los gestores de los programas de política tecnológica cuando escogen a sus beneficiarios a partir de criterios formales preestablecidos en las normas reguladoras correspondientes y también, muy frecuentemente, de apreciaciones informales o no escritas que operan de una manera implícita. Además, existe un sesgo generado por la autoselección por parte de las empresas, que se deriva de su decisión discrecional de solicitar o no los subsidios. Ciertas empresas deciden no pedir apoyo debido a los costes de gestión de estos (Busom, Corchuelo y Martínez-Ros, 2014) o por el interés en mantener el secreto acerca de las actividades estratégicas que son críticas para el futuro de la empresa.

El objetivo de este capítulo es aportar evidencia acerca del posible efecto de los subsidios a la innovación a lo largo del tiempo, estudiando más concretamente si hay diferencias entre el período de la crisis financiera que se desencadenó a finales de 2008 y las etapas inmediatamente anterior o posterior a ese acontecimiento. Para ello se ha estimado el efecto de los subsidios para la I+D e innovación en las empresas españolas entre los años 2005-2008 –que corresponden con la etapa previa a la crisis–, 2009-2011 –que recogen el desarrollo de la crisis– y 2012-2014 –en los que se asienta la recuperación–. Los microdatos utilizados, provenientes del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) recogen 52.315 observaciones correspondientes a 10.146 empresas españolas. Dado que la viabilidad de la estimación se basa en la comparación entre empresas similares en cuanto a la innovación, se ha optado por utilizar una muestra que solo incluye empresas que invierten en I+D o innovación. Para solventar el problema de sesgo de selección se utilizaron dos procedimientos. Primero, el *Propensity Score Matching* (PSM), que, como ya se ha visto, es un método no paramétrico de emparejamiento, muy utilizado en este tipo de evaluaciones (Hottenrott, Lopes-Bento y Veugelers, 2017; Neicu, 2016; Guerzoni y Raiteri, 2015), que permite estimar el efecto de los subsidios a la innovación en el gasto privado de las empresas, teniendo en cuenta las características observables de estas (véase el recuadro 4.1.). Segundo, mediante el empleo de variables instrumentales.

Los resultados generales muestran que los subsidios tienen un efecto positivo sobre el gasto privado de las empresas en I + D, lo que está en concordancia con los estudios realizados para empresas españolas (entre otros, Busom, 2000; Herrera y Heijs, 2007; Aristei, Sterlacchini y Venturini, 2015). No se han detectado diferencias claras entre los distintos periodos analizados, pero sí existen diferencias en cuanto al efecto de los distintos tipos de ayudas (europeas, nacionales, regionales).

En la sección 4.1. se ofrece una descripción de los datos y variables utilizadas, en la sección 4.2. se exponen los resultados en términos de impacto basados en el

Recuadro 4.1..

EL USO DEL PROPENSITY SCORE MATCHING DESDE UNA VISIÓN ECONÓMICA

La asignación de las ayudas públicas a la innovación de forma experimental o aleatoria no es posible debido a su objetivo incentivador y la necesidad –en el caso de muchos programas– de una solicitud previa por parte de las empresas para obtenerlas. Esto implica un sesgo en la selección (Heckman, 1979) de los beneficiarios, lo que supone a su vez que el efecto no se puede estimar con los métodos paramétricos habituales (como las regresiones de mínimos cuadrados ordinarios). La evaluación de las políticas públicas se realiza *ex post*, lo que provoca que la selección de los grupos para el análisis –Tratado y Control– se realice después de la intervención utilizando métodos no aleatorios, ya que las empresas tratadas ($T=1$) son las que han recibido las ayudas y las empresas de control ($T=0$) incluyen todas las demás observaciones. Cuando la selección no es aleatoria se debe optar por un diseño cuasiexperimental, es decir, se debe simular artificialmente una asignación “aleatoria”.

Una forma válida sería el método del *Propensity Score Matching* (PSM), inicialmente desarrollado por Rosembaun y Rubin (1983). El PSM consta de dos etapas, la primera es la estimación del *Propensity Score* (PS) –probabilidad de ser beneficiario–. Esta estimación se realiza en base a un grupo de variables (X) que recogen las características que influyen en la selección por parte de las agencias públicas.

$$Pr(T=1|X) = \Phi(\beta_0 + X\beta) \quad [1]$$

Donde Φ representa la función de la distribución acumulativa normal –modelo PROBIT– o la función de distribución acumulativa logística –modelo LOGIT–. X es el vector de variables que influyen en la participación de las ayudas y β es el vector de coeficientes a ser estimados.

Una vez obtenida la probabilidad de recibir la ayuda en base a las características de las empresas, se realiza la segunda etapa del PSM: el emparejamiento. En esta etapa se consideran iguales a las empresas que presenten un PS igual (similar), con independencia de si han recibido ayudas o no, esto permite “aleatorizar” la asignación de las ayudas. Suponiendo que las empresas con y sin ayudas con el mismo PS sean iguales, se puede estimar el efecto de la intervención sobre una variable de interés (Y) como la diferencia media en su valor entre las empresas emparejadas, denominado *Average Treatment Effects on the Treated* (ATT).

$$\tau_{ATT} = \frac{1}{N^T} \left(\sum_{i=1}^{N^T} Y_i^T - Y_i^C \right) \quad [2]$$

Donde N^T es el número de empresas con ayudas, Y_i^T y Y_i^C son los valores de la variable de interés de la i -ésima empresa que recibe ayuda y su contrafactual, respectivamente.

Para que el efecto estimado sea válido se debe contrastar mediante diversas pruebas estadísticas que los grupos tratado y de control son iguales después del emparejamiento. La primera y más importante, es el test de medias de las variables de control (X) utilizadas en la estimación del PS. El no encontrar diferencias significativas entre las medias de las distintas variables nos garantiza que los grupos están compuestos por empresas con valores similares. Una segunda medida, dado que se evalúa el efecto medio del grupo, es el análisis de la distribución del PS entre los dos grupos. Se espera que los PS se distribuyan de forma igual entre los dos grupos, lo que nos indicaría que se han emparejado empresas con probabilidades similares de ser beneficiarias. Además, se puede realizar un análisis, gráfico y formal, de las funciones de distribución del PS de los dos grupos, buscando que las mismas sean iguales. Finalmente, se puede realizar una nueva estimación del PS, pero solo con las empresas emparejadas, esperando que el modelo no sea válido, es decir, que las variables influyentes en la primera estimación no sean capaces de clasificar las empresas finalmente emparejadas entre empresas receptoras y no receptoras o de control.

PSM y en la sección 4.3. se aplica el modelo basado en variables instrumentales. Finalmente, en la última sección, se recogen las principales conclusiones derivadas del estudio.

■ 4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS Y LAS VARIABLES UTILIZADOS

Datos

La base de datos de este capítulo proviene del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Se trata de una base de datos de tipo panel elaborada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), que ofrece información sobre las actividades de innovación tecnológica. Para el análisis tomamos en consideración los datos correspondientes a los años 2005 y 2007-2014. Se ha optado por no incorporar el año 2006, debido a que para esa fecha la información presentada no distingue entre las empresas subvencionadas por las administraciones públicas y las que no reciben sus ayudas⁸⁰, lo que provocaría que alterase nuestros resultados, ya que se incluirían en el grupo de control empresas que han sido subvencionadas o, bien, se incluirían como beneficiarias empresas que no lo fueron.

El cuadro 4.1. recoge la distribución de empresas que han recibido algún tipo de subvención y las que no a lo largo del periodo de estudio, así como las que han incurrido en gastos de investigación y/o desarrollo. Se observa que en el período posterior a la crisis (2012-2014) se registra una caída de en torno a cuatro puntos en el porcentaje de empresas que ha participado de las ayudas directas. Además, el número de empresas innovadoras ha ido disminuyendo a partir del año 2007 llegando a reducirse en más de un 50% en el año 2014, lo que indica que el principal efecto de la crisis ha sido que un gran número de empresas innovadoras hayan dejado de realizar tales actividades. Siendo una tendencia también observada en el capítulo 1 (véanse los gráficos 1.6. y 1.7. y el cuadro 1.2.).

El total de la muestra, que será analizado de forma agrupada –*pooled cross section*–, se compone de 52.315 observaciones que corresponden a 10.146 empresas. El grupo de control –las empresas sin ayudas– está conformado por 36.954 observaciones, mientras que las otras 15.361 observaciones conforman el grupo empresas beneficiadas –o en términos del PSM: las unidades con tratamiento–. Dado que las estimaciones serán realizadas emparejando observaciones correspondientes a períodos diferentes y, para evitar el efecto de la inflación, se han ajus-

⁸⁰ Para este año de la encuesta no se presentan valores para las variables que recogen las subvenciones del Estado, las administraciones autonómicas y locales y los programas de la Unión Europea.

Cuadro 4.1.

NÚMERO DE EMPRESAS INNOVADORAS EN ESPAÑA

	Total empresas	Empresas con GID>0	% empresas con GID>0	Empresas con ayuda	% empresas con ayuda
2005	8.458	7.738	91,49	2.602	30,76
2007	7.203	6.253	86,81	2.096	29,10
2008	6.597	5.745	87,09	1.991	30,18
2009	6.122	5.213	85,15	1.892	30,90
2010	5.606	4.772	85,12	1.720	30,68
2011	5.135	4.459	86,84	1.521	29,62
2012	4.755	4.162	87,53	1.282	26,96
2013	4.387	3.862	88,03	1.155	26,33
2014	4.052	3.570	88,10	1.102	27,20
2005-2008	22.258	19.736	88,67	6.689	30,05
2009-2011	16.863	14.444	85,65	5.133	30,44
2012-2014	13.194	11.594	87,87	3.539	26,82

Nota: Los datos del año 2006 han sido restringidos de la muestra debido a problemas en la encuesta.

Fuente: Elaboración propia.

tado debidamente las variables monetarias utilizando valores a precios constantes de 2010.

Como se ha indicado, el estudio busca analizar y captar las diferencias presentadas por el efecto de las políticas a lo largo de los distintos períodos analizados. Se han estimado tres modelos, tomando en consideración los tres períodos diferenciados por la influencia de la “Gran Recesión”. El primer modelo incluye las observaciones del período previo a la crisis financiera (período 2005-2008); el segundo recoge la fase más aguda de la crisis (2009-2011); y, finalmente, el tercero se refiere a la etapa posterior (2012-2014) en la que el ciclo se invierte.

Variable de tratamiento

La variable que caracteriza la participación en los distintos programas públicos ha sido construida a partir de las respuestas de las empresas acerca de si han recibido ayudas de las administraciones regionales, la Administración Central del Estado o bien de algún programa de la Unión Europea. Dicha variable es dicotómica, que toma valor uno si las empresas han obtenido al menos una de esas tres ayudas y cero en los demás casos. Así, el grupo de tratamiento estará compuesto por estas empresas y el grupo de control lo estará por las empresas que no hayan recibido ningún tipo de beneficio estatal.

Este enfoque presenta ventajas y desventajas. La principal ventaja es que permite evitar la sobreestimación del efecto de las políticas de un nivel concreto. Debido a que, por ejemplo, si se analiza el impacto de las ayudas nacionales se debe tener en cuenta el papel de las ayudas locales o europeas. Si una empresa obtiene de forma simultánea ayudas de diversas AA.PP. y se mide el efecto como si solo recibieran ayudas estatales el efecto observado podría sobreestimarse, ya que se incluiría el efecto de las otras ayudas. Por otro lado, se podría producir el efecto contrario –una subestimación–, ya que las empresas de control incluirían unidades que tienen otro tipo de ayuda. En este caso, el efecto de tales ayudas podría neutralizar –en el PSM– el efecto de las ayudas estatales. Es decir, si se empareja una empresa con ayudas estatales con otra –de control– con ayudas locales y/o europeas se podría detectar la ausencia de un efecto positivo.

Del mismo modo, pese a que la encuesta de innovación recoge información acerca del uso de incentivos fiscales, esta información no está disponible en la base de datos. Esto genera un problema debido a que en los países en los que existen incentivos fiscales a la I+D su exclusión del análisis ofrece resultados sesgados (Busom, Corchuelo y Martínez-Ros, 2015; Guerzoni y Raiteri, 2015; Dumont, 2013). Esta idea se basa en el supuesto de que el diseño de los incentivos fiscales es eficaz y, por tanto, todas las empresas los utilizan de forma indiscriminada; sin embargo, para España, Valadez, Heijs y Buesa (2011)⁸¹ presentan evidencia de que tal supuesto no se cumple debido a los defectos de diseño del instrumento y su relativamente escasa utilización.

Otra ventaja es que con esta forma de proceder se evita un grupo de control sesgado o contaminado. Si se analiza el impacto de las ayudas de un cierto nivel administrativo (ayudas nacionales) las empresas de control incluirían algunas que obtienen ayudas regionales o europeas. Por tanto, se produciría una subestimación del impacto, debido a que la empresa de control también sería receptora de ayudas.

A continuación, se presentan las variables utilizadas en el estudio. La elección de las variables está sujeta a la utilización de las mismas en estudios previos (véase el capítulo precedente), así como a su disponibilidad, ya que, como indican Kamien y Schwartz (1982), los datos y las metodologías disponibles tienden a dictar la naturaleza del análisis.

Variables dependientes

Para poder identificar la adicionalidad neta se ha restado de la variable “gasto en I+D” el valor correspondiente a los subsidios recibidos, así los resultados nos indicarán la diferencia real entre los gastos en I+D propios de las empresas receptoras de ayudas con respecto al gasto (propio) de las que no reciben ayudas.

⁸¹ La importancia de los incentivos fiscales representaba en torno al 5% del gasto empresarial en I+D en los años previos a la crisis, siendo los gastos fiscales un rubro muy inferior a las subvenciones estatales y autonómicas.

Para las estimaciones, se ha optado por seguir los estudios empíricos disponibles⁸², utilizando como variables dependientes tanto el gasto total en I+D como la intensidad del gasto (expresada como el gasto total en I+D sobre el volumen de ventas). Además, se ha incluido en el análisis la variable que recoge el gasto total en I+D sobre el número de empleados, que ha sido utilizada en unos pocos estudios previos (Huergo y Moreno, 2017; Hussinger, 2008) y permite evaluar el efecto de las ayudas con respecto al tamaño de la empresa, ya que las ventas fluctúan no solo debido a la cantidad vendida, sino también por el nivel de precios, el margen de beneficio y otras magnitudes.

La variable de intensidad en el gasto en I+D ayuda a corregir los problemas metodológicos debidos a la posible existencia de datos atípicos. Sin embargo, presenta limitaciones debido a que es una variable que no solo depende del gasto, sino también de las ventas. En este sentido, las empresas con resultados de ventas anómalos proporcionarán, también, observaciones atípicas. Debido a la presencia de datos atípicos y a la asimetría en la distribución de las variables se ha optado por utilizar dos tipos de transformaciones: por un lado se aplican ajustes logarítmicos⁸³ a los valores de las variables tomando el logaritmo neperiano del gasto en I+D total (LN_GID_TOTAL) y el logaritmo del gasto en I+D relativo al empleo (LN_GID_EMP). Por otro lado, la variable que refleja la intensidad del gasto presenta datos especialmente extremos –véase cuadro 4.3A. del Apéndice 4.2.–, los cuales condicionan y alteran los resultados. Por ello, se ha optado por utilizar en el caso de esta variable la técnica de Winsor al 1%, siguiendo a Hogan *et al.* (2015), la cual reemplaza el 1% de los valores extremos más altos y los más bajos por el siguiente valor más alto y el siguiente valor más bajo, respectivamente (GID_VENTAS_WIN).

Variables de control

Como se ha explicado en el capítulo 3, las empresas innovadoras con y sin ayudas son muy distintas entre sí, debido a la discriminación de la política tecnológica hacia empresas con ciertas características, de manera que, en el caso del PITEC, nuestra fuente de datos, existe tal “problema de selección”. Por ejemplo, debido a que algunos programas concretos discriminan positivamente –o al revés excluyen– a cierto tipo de empresas o áreas o actividades de I+D muy concretas; o bien debido a la exigencia de requisitos formales o a la aplicación de criterios informales⁸⁴ durante el proceso de selección de los proyectos a subvencionar.

Dado este problema no se puede medir el impacto de forma simple comparando el gasto en I+D de las empresas tratadas y las no beneficiadas, sino se debe

⁸² Para una revisión de la evidencia empírica reciente, centrada en el análisis de los subsidios véase Zúñiga-Vicente *et al.* (2014).

⁸³ Las variables transformadas logarítmicamente han sido ampliamente utilizadas, por ejemplo: (Czarnitzki y Licht, 2006; Aerts y Schmidt, 2008) y, más recientemente, por (Neicu, 2016; Huergo y Moreno, 2017).

⁸⁴ Es decir, las autoridades encargadas de evaluar y seleccionar los proyectos a subvencionar lo hacen en base a criterios desconocidos para los participantes.

corregir la muestra buscando para cada empresa tratada un clon exactamente igual pero que no haya obtenido ayuda pública. Para realizar el emparejamiento con tales clones, la elaboración del perfil –calculando la probabilidad de obtener ayudas– de las empresas beneficiarias se torna indispensable porque para asegurar la validez de la evaluación de las ayudas se debería hacer aleatoria la asignación de las empresas a los grupos con y sin ayudas. El método de *Propensity Score Matching* aplicado en este capítulo utiliza el PS para emparejar ambos tipos de empresas, aleatorizando la muestra.

Según la teoría se debe calcular la probabilidad de obtener ayudas (el *propensity score*) a partir de todas las variables que determinan su concesión⁸⁵. Como indican Caliendo y Kopeining (2008), solo se deberían incluir variables que no se vean afectadas –a su vez– por la participación, y para esto las variables utilizadas deberían ser fijas a lo largo del tiempo o ser medidas antes de la participación. Por ello, se ha optado por utilizar las mismas variables en los tres períodos de estudio, así como por retardar las variables que se considera pueden producir problemas de endogeneidad.

De esta manera se ha incluido un conjunto de variables que aportan información de la parte estructural de las empresas –características estructurales– y de los mercados donde operan, así como de su comportamiento en términos de innovación e I+D –características innovadoras–. Además, teniendo en cuenta que se intenta analizar si el efecto en tiempos de crisis se difiere de otros momentos económicos, se han incluido algunas variables que reflejan los obstáculos financieros –expresados por las propias empresas– que dificultan la innovación⁸⁶.

Variables estructurales

Debido a la importancia que tiene el sector en la solicitud de ayudas por parte de las empresas –dado que sus oportunidades tecnológicas se vinculan al tipo de actividad que desarrollan–, así como su influencia en la probabilidad de recibirlas –pues buena parte de los programas de política tecnológica tienen connotaciones sectoriales–, se han incluido un conjunto de variables dicotómicas referidas al sector al que se adscribe la empresa. Se ha optado por clasificarlas en siete grupos en función de las divisiones de dos dígitos de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE)⁸⁷. La inclusión de estas variables permite capturar la influencia de las diferencias existentes entre las empresas pertenecientes a diferentes sectores, derivadas principalmente tanto de las fuentes de las que obtienen su tecnología como de los métodos de apropiación del conocimiento. Se espera que las empresas

⁸⁵ En el capítulo 3.3.1. se debate la selección de las variables relevantes desde un punto conceptual y se ofrece la “contabilidad” respecto a las variables utilizadas en la literatura empírica existente, indicando qué variables se utilizan y cuántas veces han sido utilizadas. De esta forma se refleja el acuerdo implícito que hay detrás de estos estudios respecto a tal selección.

⁸⁶ Para una descripción detallada de las variables ver cuadro 4.1A. del Apéndice 4.1.

⁸⁷ La composición de los sectores en base a los códigos CNAE (dos dígitos) se encuentra detallada en el cuadro 4.2A. del Apéndice 4.1.

pertenecientes a sectores de servicios y/o de alta tecnología estén discriminadas positivamente, así como que las empresas encuadradas a los sectores industriales o a los que cuentan con una carga tecnológica débil presenten menores probabilidades de ser beneficiarias.

El tamaño de la empresa juega un papel fundamental en la asignación de los recursos públicos. Se considera que las empresas con mayor tamaño tienen una probabilidad mayor de participar de las ayudas debido a que cuentan con ventajas de escala en cuanto a los costes de solicitud de los subsidios (Neicu, 2016). Además, las entidades públicas podrían buscar maximizar la probabilidad de que los proyectos que financian tengan un impacto positivo, seleccionando empresas que por su tamaño poseerán una superior capacidad de innovación (Hud y Hussinger, 2015).

Por otro lado, las pequeñas y medianas empresas (pymes) están más afectadas por los fallos de mercado y presentan mayores dificultades para acceder a las fuentes de financiación. Existen, además, programas específicos de ayudas a las pymes, por lo que se espera asimismo que el acceso a las ayudas públicas sea más probable. Por lo tanto, el efecto que tiene el tamaño de la empresa sobre la probabilidad de ser beneficiaria es ambiguo; para captar su influencia y dada la asimetría de la distribución de los datos se ha incluido el logaritmo neperiano del número de empleados en el período previo al evaluado ($\ln_Emp(t-1)$).

Una variable utilizada frecuentemente en la literatura es la edad de la empresa, aunque los resultados que se reflejan en ella son ambiguos. Dado que la edad es un indicador del éxito competitivo, se espera por un lado que las empresas con más experiencia —empresas más antiguas— presenten mayores probabilidades de ser beneficiarias de las ayudas públicas. Por otro lado, las empresas más jóvenes suelen presentar más restricciones en la financiación y un mayor número de proyectos factibles, lo que derivaría en participar de las ayudas más frecuentemente. Se ha incluido la variable que recoge el número de años que tiene la empresa transformada logarítmicamente (\ln_Edad), lo cual nos permitirá recoger el efecto que prevalece, es decir, si es positivo nos indicará que las empresas más antiguas están discriminadas positivamente.

Otro aspecto a estudiar es la capacidad exportadora de las empresas, para lo cual se ha incluido la variable ($Exp. [t-1]$), que toma valor uno si las empresas realizaron exportaciones en el periodo anterior al del análisis. Se espera que el efecto sea positivo, debido a que se considera que el mercado internacional es más competitivo que el mercado local y que, en consecuencia, las empresas exportadoras tengan una capacidad mayor para transformar las investigaciones en innovaciones de producto (Czarnitzki y Licht, 2006) y, por ende, para competir en ese mercado.

La evidencia empírica muestra también que la estructura de la propiedad es un factor influyente a la hora de determinar a las empresas receptoras de ayudas. Por esto, se han incluido variables indicativas de si las empresas son de capital público

(Pública) o si tienen participación de capital extranjero⁸⁸ (Multinac.). Se espera que los resultados muestren una discriminación positiva de las empresas públicas, debido a que la cercanía y conocimiento de los mecanismos burocráticos facilitarán el proceso de solicitud. En sentido contrario, se espera que el efecto de la presencia de capital extranjero en las empresas sea negativo de cara a la recepción de ayudas. A este último respecto, en los estudios previos, los resultados muestran que el efecto de las multinacionales es negativo o no significativo, lo que revela que este tipo de firmas se ven discriminadas negativamente debido a que los gestores de la política tecnológica creen que se llevarán fuera de las fronteras nacionales las innovaciones obtenidas, o promovidas, por las ayudas públicas. Esta argumentación no sería del todo correcta, primero, porque las empresas extranjeras a menudo orientan sus actividades innovadoras a las necesidades del mercado local; segundo, porque existen empresas extranjeras que concentran el desarrollo y la producción de ciertos productos o líneas de producto en países distintos de los de su matriz; y tercero, porque las actividades innovadoras de las empresas extranjeras localizadas en el país podrían generar externalidades para las empresas domésticas.

Variables innovadoras

Casi todos los estudios apuntan al hecho de que, en términos generales, las empresas más innovadoras participan más en los programas de ayudas que las empresas menos innovadoras (Heijs, 2001, 2007; Blanes y Busom, 2004; Aerts y Schmidt, 2008). Por ello se incluyen, como reflejo de la actividad innovadora de las empresas, variables que recogen información acerca de su funcionamiento y éxito en períodos previos. Dada la consideración de que las empresas que presentan actividades de investigación en un período muestran mayores probabilidades de llevarlas a cabo en el período siguiente y de que, en el caso de recibir ayudas, el efecto potenciador del gasto sería elevado, se espera que las empresas que tengan experiencia en actividades de I+D, especialmente si esta es exitosa, presenten una mayor probabilidad de recibir ayudas, tal como se ha comprobado en estudios previos referidos a los países desarrollados en general (Carboni, 2011; Guerzoni y Raiteri, 2015) y a España, en particular (Herrera y Heijs, 2007; Czarnitzki y Lopes-Bento, 2011).

Aunque, como señala Griliches (1990), “no todas las invenciones son patentables... (y) no todas las invenciones son patentadas, y ... las innovaciones patentadas difieren mucho en cuanto a «calidad» y magnitud de producción inventiva asociada a ellas”, se incluye en el modelo la variable del número de patentes solicitadas por las empresas en el período anterior (Patent. [t-1]). Pese a no cubrir la totalidad de los resultados, nos da una información aproximada acerca tanto del resultado, como del esfuerzo innovador, ya que la solicitud de patente refleja el éxito de las actividades de I+D previas, es decir, la capacidad individual de las empresas.

⁸⁸ Para el análisis se consideran empresas multinacionales a las empresas que presenten una participación extranjera igual o superior al 50% de su capital.

Muchas ayudas se asignan solo a las actividades de I+D o, bien, las empresas con tales actividades tienen preferencia en el momento de la selección. Por ello, es importante analizar cómo influye la orientación innovadora elegida en la probabilidad de obtener ayudas. Para esto se han incluido dos variables binarias que toman valor 1 si la empresa dedicó más del 50% de sus gastos en el período anterior a la investigación aplicada (*Inv_apl* [t-1]) o al desarrollo tecnológico (*Des_tec* [t-1]). Cabría esperar que las empresas que se orientan hacia el desarrollo tecnológico tengan menores posibilidades de acceder a las ayudas frente a las que hacen investigación aplicada, pues esta última, aunque ofrezca ganancias sociales elevadas, no es probable que genere ganancias privadas suficientes como para atraer, por sí sola, la cantidad de recursos socialmente convenientes (Nelson, 1959). Por lo tanto, cabe esperar que las autoridades potencien este tipo de investigaciones otorgándoles subsidios.

Dada la importancia de la cooperación para la recepción de algunas ayudas como, por ejemplo, en los programas EUREKA⁸⁹ e IBEROEKA⁹⁰ y en ciertos tipos de proyectos nacionales, se analizará el efecto de colaborar con otras empresas sobre la probabilidad de participar de las ayudas. Se ha incluido una variable que recoge la cooperación con otras empresas (*Coopera*), ya sean clientes, competidores o proveedores. Los estudios previos han encontrado un efecto positivo de este tipo de relaciones en la probabilidad de obtener ayudas (Herrera y Heijs, 2007; Hottenrott, Lopes-Bento y Veugelers, 2017). Se espera un efecto positivo, debido a que la cooperación facilita repartir los gastos de proyectos costosos, así como la obtención de ventajas de escala (Heijs, 2001).

Factores que dificultan la innovación

La innovación es un proceso que, debido a sus costes, tanto de personal cualificado como de materiales necesarios para la investigación, requiere un gran esfuerzo por parte de las empresas. Debido a esto, se ha optado por incluir variables binarias que recogen la valoración que las empresas hacen sobre los factores económicos que influyen en sus actividades innovadoras. Las variables incorporadas son la falta de fondos en la empresa o grupo de empresas, la falta de financiación de fuentes externas y la consideración de que la innovación tiene un coste demasiado elevado⁹¹. Estas dificultades financieras se explican porque no todas las empresas que buscan financiación en los mercados la encuentran al mismo tipo de interés y con la misma exigencia de garantías, pues ello depende de su solvencia,

⁸⁹ Es una iniciativa intergubernamental de apoyo a la I+D+i cooperativa en el ámbito europeo. Está dirigido a cualquier empresa o centro de investigación capaz de realizar un proyecto de I+D+i de carácter aplicado en colaboración con, al menos, una empresa y/o centro de investigación de otro país de la red Eureka.

⁹⁰ Es un instrumento de apoyo a la cooperación tecnológica empresarial en Iberoamérica, en el que participan 19 países de América Latina, Portugal y España. Uno de los requisitos es contar con la participación de socios independientes de, al menos, dos países miembros.

⁹¹ Son las variables (*Fondos_propios* [t-1]), (*Financ_externa* [t-1]) y (*Coste_elevado* [t-1]), las cuales toman valor uno cuando se considera que tienen una importancia media o alta, y cero cuando tienen importancia baja o no la tienen.

nivel de endeudamiento y nivel de riesgo, lo que conduce a que las entidades financieras apliquen primas de riesgo diferenciadas, limiten los créditos o, incluso, los nieguen (Heijs, 2001).

Se espera que todas estas variables presenten un efecto positivo, debido a que la presencia de restricciones financieras justifica, en cierto modo, la existencia de las ayudas públicas. Es decir, cuanto más problemática es la financiación o su coste, más necesidad de ayudas tendrían las empresas. Del mismo modo, los subsidios pueden incidir sobre los costes de llevar a cabo los proyectos, facilitando su realización (Busom, Corchuelo y Martínez-Ros, 2015). Por tanto, y dado que las políticas están orientadas a suplir la imperfección en los mercados financieros, se espera que las empresas que presentan dificultades financieras sean más proclives a recibir ayudas.

■ 4.2. IMPACTO DEL APOYO A LA I+D E INNOVACIÓN: EL MÉTODO DE EMPAREJAMIENTO⁹²

En esta sección se analiza si las ayudas públicas generan un plus en el esfuerzo innovador de las empresas; es decir, se mide el efecto de adicionalidad, o en su caso de sustitución, en cuanto a los recursos que estas utilizan para desarrollar el conocimiento tecnológico. Para estimar el efecto medio de los subsidios sobre las variables de gasto en I+D, se han utilizado distintas formas de emparejamiento, donde para cada empresa beneficiaria se busca una empresa de control que sea un “clon” casi perfecto de ella. El emparejamiento se realiza juntando empresas beneficiadas con empresas sin ayudas que tienen un PS similar. A continuación, se ha estimado el efecto como la diferencia entre los valores medios (ATET) de distintas variables que miden el esfuerzo innovador de los grupos de tratamiento y control. Para el emparejamiento se han utilizado distintos procedimientos⁹³, aunque el texto se refiere a los resultados obtenidos con el algoritmo de emparejamiento de *nearest neighbor*⁹⁴ permitiendo el reemplazamiento, es decir, que las empresas de control puedan ser utilizadas más de una vez.

En el cuadro 4.2. se recogen los resultados de la estimación del efecto medio del tratamiento sobre los tratados (ATET). Los resultados confirman la existencia de adicionalidad respecto a las tres variables dependientes utilizadas, se puede obser-

⁹² Para que los resultados presentados en esta sección tengan validez es necesario que se contraste el correcto emparejamiento. Los detalles del contraste del correcto emparejamiento, así como del análisis de sensibilidad se encuentran detallados en los cuadros 4.3A. y 4.4A. del Apéndice 4.2. De los mismos se concluye que los resultados son robustos a los distintos tipos de algoritmos de emparejamiento y los distintos tratamientos de los datos atípicos.

⁹³ Se utilizan los métodos del *nearest neighbor* permitiendo el emparejamiento uno a uno –con y sin reemplazamiento–, también permitiendo el emparejamiento con cinco empresas de control y, finalmente, mediante el algoritmo de Kernel. Se ha optado por el *nearest neighbor* como modelo principal, debido a que empareja a las empresas con el PS más próximo consiguiendo así nuestro objetivo de comparar empresas iguales.

⁹⁴ Las estimaciones se han realizado utilizando el módulo de Stata *psmatch2*, desarrollado por Leuven y Sianesi, 2003.

var que todos los coeficientes estimados son estadísticamente significativos. Reflejando que las empresas receptoras presentan adicionalidad financiera, es decir, su gasto es significativamente mayor que las empresas que no han sido beneficiarias.

Cuadro 4.2.

EFFECTO MEDIO DE LOS SUBSIDIOS SOBRE EL GASTO DE LAS EMPRESAS BENEFICIARIAS

	Coef.	D.T	Números tratados	Número control
Gasto en I+D sobre ventas (<i>winsorized</i>)	0,063***	0,0048	12.469	30.489
Gasto en I+D en términos absolutos (Valor Logarítmico – LN)	1,448***	0,0609	12.480	30.507
Gasto en I+D por empleado (Valor Logarítmico – LN)	1,614***	0,0432	12.480	30.507

Notas: i) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. ii) D.T = Desviaciones típicas analíticas consistentes con la heteroscedasticidad propuesta por Abadie e Imbens (2006).

Fuente: Elaboración propia.

Se han utilizado diversos indicadores de impacto (gasto en I+D sobre ventas; gasto en I+D respecto al empleo; gasto en I+D absoluto). El indicador más utilizado en la literatura empírica existente es el gasto en I+D. El modelo obtenido indica que las empresas beneficiarias gastan un 6,3% más que las que no reciben ayudas. El efecto estimado es mayor que el encontrado por Czarnitzki y Lopes-Bento (2011), que es del 4%, referido a los primeros años del 2000. Por otro lado, el efecto es menor que el encontrado por Czarnitzki y Lopes-Bento (2014) para Alemania y Hottenrott, Lopes-Bento y Veugelers (2017) para Flandes, quienes estiman una intensidad del 8,3 % y 9,9 %, respectivamente. En cuanto al gasto sobre el número de empleados, los resultados son próximos a los de Huergo y Moreno (2017), quienes estiman un efecto de 1,9; y menores que el encontrado por Fernández y Martín (2015) para Ecuador, quienes obtienen un efecto de 2,19.

La interpretación del coeficiente del gasto absoluto, en términos logarítmicos, indicaría que las empresas subsidiadas gastan 1,45 veces más en I+D de sus propios fondos. Este resultado es parecido al del trabajo de Hottenrott, Lopes-Bento y Veugelers (2017), donde se estima un efecto de 1,40 usando también los gastos netos (gasto en I+D menos las ayudas obtenidas). Aerts y Schmidt (2008) encuentran, en cambio, un efecto sobre el gasto bruto de 2,93 para Flandes y 2,68 para Alemania, pero, como se ha indicado, la diferencia se debe en parte al hecho que ellos no restan las ayudas de la variable de gasto.

Estos resultados muestran que las políticas de subsidios a la I+D están obteniendo el efecto buscado, ya que, en términos generales, se está estimulando el gasto privado. La financiación de la I+D e innovación no siempre es fácil, ya que

son actividades de un alto nivel de riesgo tecnológico y financiero. Por lo que en la época de crisis o de ciclos económicos menos boyantes, las empresas tendrían más dificultades para realizar tales actividades. Por un lado, la falta de créditos en el sistema financiero podría aumentar la necesidad de ayudas y, por lo tanto, incrementar la adicionalidad. Otra argumentación sería que las empresas más innovadoras necesitan la innovación para poder superar la crisis compitiendo con las demás empresas. En este caso se ejecutaría el proyecto también sin las ayudas, lo que a su vez implicaría una disminución de la adicionalidad.

Para estimar si la adicionalidad está relacionada con el ciclo económico, se han estimado los modelos de emparejamiento entre submuestras de las empresas para cada uno de los tres periodos mencionados (antes, durante y de salida de la crisis), utilizando las mismas variables de control, lo cual nos permitirá comparar los efectos mostrados. Se comprueba si la diferencia del ATET entre submuestras es estadísticamente significativa. El cuadro 4.3 recoge las estimaciones para el modelo global agregando todos los tipos de ayudas. En el mismo se puede observar que no ha habido grandes cambios en el nivel de adicionalidad estimada según el ciclo económico. La intensidad de gasto con respecto a la cifra de ventas presenta una adicionalidad alrededor del 6% en cada una de las etapas, y las pequeñas diferencias entre ellas no son estadísticamente significativas. En lo referido al gasto total, se observa que el efecto estimado en el período central de la crisis es ligeramente mayor que en los años previos y posteriores, aunque las diferencias son pequeñas y estadísticamente insignificantes. Ello concuerda con los datos, ya que, como se

Cuadro 4.3.

EFFECTO MEDIO DE LOS SUBSIDIOS (ATET) SOBRE EL GASTO DE LAS EMPRESAS BENEFICIARIAS POR PERÍODOS

		2005-2008	2009-2011	2012-2014
Gasto en I+D sobre ventas (muestra <i>winsorized</i>)	Coef.	0,062***	0,065***	0,063***
	D.T	0,0093	0,0075	0,0076
	T (C)	3.902 (9.258)	5.061 (11.649)	3.506 (9.582)
Gasto en I+D en términos absolutos (Valor Logarítmico – LN)	Coef.	1,386***	1,555***	1,422***
	D.T	0,1052	0,0970	0,1088
	T (C)	3.904 (9.261)	5.066 (11.654)	3.510 (9.592)
Gasto en I+D por empleado (Valor Logarítmico – LN)	Coef.	1,631***	1,683***	1,541***
	D.T	0,0737	0,0696	0,0755
	T (C)	3.904 (9.261)	5.066 (11.654)	3.510 (9.592)

Notas: i) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. ii) T=empresas del grupo de tratamiento, C=empresas del grupo de control. iii) D.T = Desviaciones típicas analíticas consistentes con la heteroscedasticidad propuestas por Abadie e Imbens (2006).

Fuente: Elaboración propia.

ha indicado, el gasto empresarial apenas varió en el período 2009-2011, mientras que se reducía el gasto público; esto ha permitido que, debido a la disminución en los subsidios, siendo casi constante el gasto privado, el efecto estimado sea mayor. Este hecho podría ser una consecuencia de la reducción del porcentaje de ayudas sobre el gasto entre distintos períodos, pero el análisis de tal aspecto queda fuera de este estudio.

Se ha estimado oportuno analizar en qué medida la procedencia de las ayudas según sea su nivel administrativo podría influir sobre el efecto de adicionalidad financiera. En consecuencia, el análisis anterior se complementa con la evaluación de los efectos de cada tipo de subsidio. La variable que caracteriza la participación en los distintos programas públicos es una dicotómica que toma valor uno si las empresas se han beneficiado de al menos una de las tres administraciones –regional, nacional o europea– y cero en los demás casos. Así, el grupo de tratamiento

Cuadro 4.4.

ESTIMACIONES DEL EFECTO MEDIO (ATT) POR TIPOS DE AYUDAS (GRUPOS EXCLUYENTES)

	Gasto en I+D sobre ventas (<i>winsorized</i>)	Gasto en I+D en términos absolutos (Valor Logarítmico – LN)	Gasto en I+D por empleado (Valor Logarítmico – LN)	Número tratados
Solo regional	0.0182*** (0.00552) [0.007 - 0.029]	1.336*** (0.0533) [1.231 - 1.440]	1.185*** (0.0782) [1.032 - 1.338]	4.152
Solo nacional	0.0419*** (0.00535) [0.031 - 0.053]	1.627*** (0.0582) [1.513 - 1.742]	1.518*** (0.0883) [1.345 - 1.691]	3.757
Solo UE	0.0272* (0.0147) [-0.002 - 0.056]	1.636*** (0.161) [1.320 - 1.952]	1.242*** (0.252) [0.748 - 1.735]	515
Regional y nacional	0.0859*** (0.00923) [0.068 - 0.104]	1.985*** (0.0780) [1.832 - 2.138]	1.836*** (0.111) [1.618 - 2.053]	2.057
Regional y UE	0.146*** (0.0200) [0.107 - 0.186]	1.471*** (0.186) [1.105 - 1.836]	1.326*** (0.253) [0.830 - 1.821]	293
Nacional y UE	0.133*** (0.0183) [0.097 - 0.169]	2.431*** (0.161) [2.115 - 2.747]	2.514*** (0.282) [1.961 - 3.067]	548
Nacional, regional y UE	0.163*** (0.0477) [0.0691 - 0.256]	3.515*** (0.231) [3.061 - 3.968]	3.192*** (0.196) [2.808 - 3.576]	1.147

Notas: i) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. ii) Desviaciones típicas entre paréntesis. iii) Intervalos de confianza al 95% entre corchetes. iv) Estimaciones con el contrafactual de no recibir ayudas.

Fuente: Elaboración propia.

estará compuesto por estas empresas y el grupo de control lo estará por las empresas que no hayan recibido ningún tipo de ayuda. En el caso del PSM se observa (véase cuadro 4.4.) que existen diferencias entre estos últimos y entre las combinaciones de los mismos. Las empresas que reciben solo una ayuda presentan menor adicionalidad que las que reciben dos o más ayudas simultáneamente y dentro de estas, el efecto es menor en las empresas que solo reciben ayudas regionales. Mientras que el mayor efecto es para las que reciben los tres tipos de ayuda simultáneamente.

Si se analiza el efecto neto en términos de gasto en I+D sobre ventas se observa que, sobre todo, las ayudas “solo regionales” tienen un efecto estadísticamente menor que el correspondiente a las subvenciones “solo nacionales”. Las empresas con “solo ayudas europeas” registran un efecto estadísticamente algo mayor al de “solo regionales” y un efecto menor que el de “solo nacionales”. Resulta que en cuanto se reciben ayudas europeas en combinación con las nacionales y regionales el efecto de adicionalidad aumenta considerablemente. Estos resultados un tanto enredados podrían deberse a la existencia de un conjunto de empresas aventajadas cuyos proyectos o actividades son relativamente buenos y pasan los filtros de selección de dos o tres niveles administrativos, mientras que los casos que obtienen ayudas de un solo nivel administrativo podrían tener una capacidad innovadora incipiente o menos sólida.

■ 4.3. MEDICIÓN DEL IMPACTO A BASE DEL MÉTODO DE VARIABLES INSTRUMENTALES

El método de variables instrumentales: una aproximación metodológica

Una segunda técnica econométrica que permite solucionar el problema de selección o endogeneidad consiste en la estimación de una regresión mediante el método de variables instrumentales. Intuitivamente se puede decir que, la endogeneidad existe si “algo” o un cierto aspecto (U) que afecta a la variable dependiente (Y – el gasto en I+D) y simultáneamente influye sobre la variable independiente (X – obtención de las ayudas) y tal aspecto no está debidamente incorporado en el modelo. Es decir, si analizamos el efecto de las ayudas (X) sobre el gasto en I+D (Y) se debe aislar tal impacto de todas las demás variables que influyen sobre Y . El problema es que no siempre tenemos todos los datos necesarios. En el modelo MCO, el efecto de las variables no observables se recoge en el residuo (el término de error). Si estas variables influyen sobre gasto en I+D pero no afectan a la obtención de las ayudas el MCO identifica bien el efecto. Pero si la variable no observable afecta simultáneamente a X y a Y , no se aísla correctamente del efecto de X del impacto de U . Es decir, el impacto de ambos aspectos sobre el gasto en I+D se “confunde⁹⁵” sin que pueda saberse la contribución aislada de cada uno de

⁹⁵ Lo que se llama en inglés el problema de *confounding*.

ellos. En tal caso el modelo básico de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) tiene un problema de endogeneidad y sus estimadores serían sesgados. En el caso de la evaluación que aquí interesa, este “algo” está relacionado con la muestra de empresas.

Las ayudas a la innovación empresarial no están distribuidas aleatoriamente, sino que su asignación depende de los requisitos de los programas de política tecnológica, del interés por parte de las empresas en presentar solicitudes y de la calidad de estas, y depende del proceso de selección por parte de las AA.PP. El problema de selección se podría solucionar si se conocieran los criterios empleados y estos se pudieran medir correctamente; pero este no es el caso, por lo que estamos ante un problema de datos relevantes no observables o ausentes.

La inclusión de variables instrumentales (VI) corrige al modelo en relación con el posible sesgo generado por la variable explicativa endógena. La VI debe cumplir dos supuestos: (1) debe explicar a la variable exógena que se cree que tiene el problema de endogeneidad, y (2) no debe tener una relación causal con la variable dependiente del fenómeno que se interesa explicar. En otras palabras, la variable instrumental debe estar relacionada con “X” (probabilidad de participar en las ayudas) y no estar relacionada con “Y” (gasto en I+D de la empresa), de esta manera esta variable consigue “aleatorizar” la muestra para la “X” y, por lo tanto, resolver el problema de endogeneidad entre X e Y⁹⁶. Esto significa que toda la influencia de la VI en el gasto en I+D (Y) es el resultado de un efecto indirecto causado a través de su impacto en la innovación (X). Si este es el caso, el modelo estima el efecto causal real –y de forma insesgada– de la variable explicativa (ayudas a la innovación) sobre la variable dependiente (gasto en I + D)⁹⁷.

Recuadro 4.2.

EL USO DE VARIABLES INSTRUMENTALES DESDE UNA VISIÓN ECONOMÉTRICA

La metodología de variables instrumentales se utiliza cuando el supuesto de exogeneidad del modelo de regresión clásica no se cumple. Este asume, en términos econométricos, que la correlación de las variables exógenas con el término de error debe ser igual a cero. Sin embargo, cuando dicho supuesto no se cumple genera problemas de sesgo e inconsistencia en las estimaciones. En el caso de evaluar las ayudas públicas resulta evidente que las empresas con mayor gasto en I+D reciben con más frecuencia apoyos y/o ayudas de mayor cantidad y, simultáneamente, las empresas con ayudas gastan más en I+D. Tal interdependencia implica un problema de endogeneidad.

⁹⁶ Por supuesto, si la variable instrumental estuviera correlacionada con la variable de tratamiento (X) y, además, con la variable de interés que mide el impacto (Y) se generaría de nuevo un problema de endogeneidad.

⁹⁷ Para una explicación formal, véase el recuadro metodológico 4.2.

Recuadro 4.2. (continuación)

EL USO DE VARIABLES INSTRUMENTALES DESDE UNA VISIÓN ECONOMÉTRICA

Las razones teóricas por las que la exogeneidad no se cumple son⁹⁸ por omisión de variables, errores de medición, y para el caso del análisis de políticas públicas, se debe a la no aleatoriedad de los programas, lo cual hace que los resultados obtenidos estén subestimados (o sobreestimados). Esto lo explica Wooldridge (2010) partiendo del siguiente modelo:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + u$$

Donde la $cov(x_i, u) \neq 0$ por lo que el método de variables instrumentales es viable. Para esto, es importante encontrar una variable con el fin de obtener estimadores consistentes de β_0 y β_1 cuando x y u están correlacionadas, se necesitará alguna información adicional, la cual la ofrece una nueva variable que satisface ciertas propiedades (Wooldridge, 2010). Se asume que se tiene una variable instrumental "z" válida si esta satisface los siguientes supuestos:

1. La variable "z" no está correlacionada con el término de error "u" (supuesto de exclusión ó exogeneidad del instrumento) $cov(z_i, u) \neq 0$.
2. La variable "z" debe estar correlacionada con la variable "x" (supuesto de inclusión o relevancia del instrumento) $cov(x_i, z_i) = 0$.

Cabe mencionar que de los dos supuestos, el primero es de suma importancia, ya que muestra si el instrumento está identificado o no. El parámetro causal no se identifica sin asumir la restricción de exclusión (aunque no es la única). Sin embargo, solo se puede aplicar esta prueba si existen al menos dos instrumentos para una sola variable exógena.

Los paquetes estadísticos incluyen dos tipos de análisis para comprobar la idoneidad del modelo de variables instrumentales. El primero de ellos analiza si realmente –desde un punto de vista econométrico– las estimaciones reflejan un problema de endogeneidad. Hausman (1978) desarrolla un test de endogeneidad, en el que se contrasta si los coeficientes obtenidos mediante MCO y variables instrumentales son iguales, bajo el supuesto de que en ausencia de endogeneidad las estimaciones deberían generar coeficientes iguales, al menos dentro del límite de confianza, dada la consistencia de los estimadores⁹⁹.

Una vez probada la existencia de endogeneidad habría que comprobar que los instrumentos son adecuados. Asumiendo que los instrumentos no son débiles –o sea, son válidos– el test de Sargan contrasta bajo la hipótesis nula de que todos los instrumentos son exógenos, la ausencia de correlación entre los instrumentos y los residuos del modelo una vez se ha corregido la endogeneidad. Si el test de Sargan ofrece resultados estadísticamente no significativos –los instrumentos no tienen poder explicativo sobre los residuos– se rechazaría el supuesto de no exogeneidad. Uno o más instrumentos podrían no tener correlación cero con el error. Por lo tanto, se considera el instrumento como validado si el test de Sargan es no significativo, es decir, si la VI no está relacionada con el término de error. Si este fuera el caso, el instrumento sería válido para corregir el problema de endogeneidad. Pero esta comprobación técnica debe ir siempre apoyada en los argumentos teóricos o conceptuales que explica por qué el instrumento sería válido.

⁹⁸ Véase también capítulo 3.

⁹⁹ Por lo tanto, si el test de endogeneidad resulta estadísticamente significativo, p-valor menor a 0,05, se confirma que se debe aplicar un modelo basado en variables instrumentales.

En términos de la evaluación de las políticas públicas, la ecuación enunciada en el recuadro 4.2. recogería de forma insesgada el efecto de las ayudas (x_i) sobre el gasto en I+D (y_i)¹⁰⁰. Como se mostró anteriormente (véase capítulo 3), dichas ayudas presentan un problema de no aleatoriedad debido a diversos factores que no se observan o controlan dentro del modelo, por lo que la correlación entre dicha variable y el término de error es diferente de cero, violando el supuesto de exogeneidad. Los estudios empíricos existentes que analizan el perfil de las empresas con ayudas reflejan que, al igual que los resultados de este estudio¹⁰¹, las empresas más innovadoras tienen mayor probabilidad de obtener subsidios públicos. Es decir, las empresas subvencionadas por definición tienen un mayor gasto en I+D que no se debe *per se* al efecto de esas ayudas. La no aleatoriedad implica que se debe buscar un instrumento que corrija el problema de endogeneidad. Pero se debe asegurar que el instrumento elegido no genera un nuevo problema de endogeneidad con la variable del impacto. Es decir, no puede estar correlacionada con la variable dependiente: gasto en I+D. Dicho esto, es necesario buscar un instrumento “z” que ayude a explicar la participación (X) en las ayudas por parte de las empresas (supuesto de inclusión), pero que no tenga un efecto directo sobre la variable dependiente del modelo, en nuestro caso, el gasto en I+D (supuesto de exclusión). Ello implica que el instrumento solo puede afectar al gasto en I+D a través de las ayudas, evitando así cualquier forma de *confounding*.

En esta sección se utilizará la metodología de variables instrumentales, ya que esta nos permite corregir los problemas de selección ya ampliamente debatido en diversas partes de este libro. Se utilizan dos posibles instrumentos –propuestos por Neicu (2016)– para evaluar el impacto de los incentivos públicos a la I+D empresarial. Este autor asume que no hay aleatoriedad cuando se asigna la cantidad de fondos a cada uno de los programas de ayudas para aumentar el gasto en I+D en las empresas. Es decir, tal asignación global no influye sobre el gasto en I+D de las empresas, pero por supuesto sí tiene un efecto positivo sobre la posibilidad de participar en las ayudas por parte de las empresas. Por lo que sería un instrumento válido para solucionar la falta de aleatoriedad a las ayudas. En otras palabras, la variable instrumental debe estar relacionada con “X” (la probabilidad de participar en las ayudas) y no influye sobre “Y” (gasto en I+D de la empresa), con lo que, de esta manera, esa variable consigue “aleatorizar” la muestra para la “X” y, por lo tanto, resolver el problema de endogeneidad entre X e Y.

El primer instrumento se basa en el cálculo de la cantidad promedio de ayudas recibidas por submuestras construidas a partir de cuatro aspectos de la empresa: año, región, sector y tamaño. Para el caso de la segunda variable instrumental, se calcula el número de empresas que reciben ayuda tomando en cuenta las mismas características que se mencionan en la anterior. La cantidad promedio de las ayu-

¹⁰⁰ Es importante mencionar que existen otras variables de control dentro del modelo, sin embargo, solo se sospecha que hay problemas de autoselección para el caso de las ayudas.

¹⁰¹ Tanto la revisión de la literatura empírica al respecto como los resultados de nuestro estudio presentados en este libro se pueden consultar en el capítulo 5.

das y el número promedio de empresas con ayudas para pequeñas submuestras influiría sobre la mayor probabilidad de obtener ayudas, aunque no implica un mayor gasto en I+D para las empresas de estas submuestras. Aparentemente, se confirma este último mediante el “test de exclusión” aplicado para contrastar la idoneidad de los instrumentos utilizados (Test de Sargan).

Resultados de la regresión del método de variables instrumentales

El cuadro 4.5. refleja las estimaciones del modelo de variables instrumentales realizadas para medir el efecto de las ayudas sobre las empresas beneficiadas analizando tanto el impacto individual de las ayudas nacionales como el impacto de todas las ayudas de forma simultánea, por nivel administrativo. Se puede observar en el modelo sobre el “impacto simultáneo” o global con los datos para todo el periodo, que la incidencia de las ayudas nacionales y regionales es estadísticamente significativa, las betas parecen indicar que la intensidad del efecto de estos dos niveles administrativos es bastante parecida. Si se analizan los modelos que reflejan el impacto individual de las ayudas nacionales regionales se observa que esta “igualdad” en el nivel de impacto se confirma para dos de los tres periodos analizados (para los años anteriores y posteriores a la crisis). Mientras que aparentemente el impacto de las ayudas en los años de crisis es mucho mayor para las ayudas regionales (con una beta de 1,83) que para las nacionales (beta 1,13). Sin embargo, al contrastar la diferencia se encuentra que los dos valores son estadísticamente iguales¹⁰².

Curiosamente, en el modelo global el impacto de las ayudas europeas aparentemente carecen de significación estadística, sin embargo, en cuanto se comparan los tres modelos individualizados resulta que el modelo que refleja la elasticidad o intensidad en términos de impacto más alto, tanto para el modelo del total el periodo (Beta 2,13) como para cada uno de los subperiodos con una beta del 3,01 para el periodo de crisis. Estos resultados podrían deberse al hecho de que las ayudas nacionales españolas y las regionales se aplican parcialmente como ayudas de cohesión mientras que las ayudas europeas se asignan mediante unos criterios muchos más exigentes de excelencia.

La prueba de endogeneidad resulta estadísticamente significativa, lo que implicaría que los coeficientes entre el modelo MCO y la regresión con VI son estadísticamente diferentes, confirmando la existencia de un problema de endogeneidad. Por otro lado, el test de Sargan nos confirma la idoneidad de los instrumentos utilizados, ya que todos los test son estadísticamente no significativos. Concluyendo, las diversas pruebas confirman que los modelos cumplen los requisitos para considerar la estimación como insesgada y consistente del efecto.

¹⁰² Debido al hecho que los valores de los intervalos de confianza de los coeficientes se solapan (véase cuadro 4.7A. del Apéndice).

Cuadro 4.5.

ESTIMACIÓN DEL MODELO DE VARIABLES INSTRUMENTALES
PARA LA MUESTRA COMPLETA

Variable dependiente Logaritmo del gasto en I+D	Todas las ayudas	Solo ayudas nacionales ¹⁰³	Solo ayudas regionales	Solo ayudas europeas
Ayudas nacionales (Ln)	0,691** [0,235]	1,076*** [0,166]		
Ayudas regionales (Ln)	0,649* [0,281]		1,097*** [0,175]	
Ayudas europeas (Ln)	-0,105 [0,446]			2,134*** [0,534]
Sect. bienes de consumo tradicional	-0,451 [0,468]	-0,396 [0,383]	-0,165 [0,314]	1,303 [0,672]
Sect. bienes intermedios tradicionales	-0,701* [0,347]	-0,489 [0,366]	-0,628 [0,323]	0,227 [0,567]
Sect. bienes intermedios especializados y equipos	0,045 [0,406]	-0,0107 [0,403]	0,416 [0,344]	1,401* [0,632]
Ensambladores y sectores con ventaja de escala	-0,514 [0,314]	-0,174 [0,349]	-0,363 [0,307]	0,316 [0,494]
Sectores basados en la ciencia	0,0208 [0,330]	-0,0941 [0,394]	0,276 [0,374]	0,605 [0,583]
Servicios de alta tecnología	-0,55 [0,327]	-0,0903 [0,378]	-0,375 [0,363]	0,145 [0,547]
Servicios de baja tecnología	-0,588 [0,310]	-0,445 [0,348]	-0,266 [0,281]	0,3 [0,466]
Sector de referencia: agricultura y construcción	---	---	---	---
Empleados (Ln)	0,179* [0,0842]	0,101 [0,0722]	0,369*** [0,0394]	0,166 [0,102]
Edad empresa (Ln)	-0,0599 [0,0780]	0,0818 [0,0682]	-0,181* [0,0788]	-0,134 [0,138]
Empresas pertenecientes a un grupo	0,118 [0,0898]	0,0809 [0,0914]	0,127 [0,0880]	0,306 [0,168]
Región: Madrid	0,264 [0,217]	-0,181 [0,0987]	0,580*** [0,165]	-0,205 [0,172]
Región: Cataluña	0,149 [0,219]	-0,333*** [0,0881]	0,542*** [0,153]	-0,117 [0,190]
Región: Andalucía	-0,113 [0,127]	-0,101 [0,142]	-0,135 [0,132]	-0,233 [0,212]
Años de crisis (2008-2011)	-0,167 [0,0963]	-0,182 [0,108]	-0,0586 [0,0972]	-0,0355 [0,170]
Años poscrisis (2012-2014)	0,352 [0,181]	0,311** [0,113]	0,244* [0,108]	-0,431* [0,217]

Cuadro 4.5. (continuación)

ESTIMACIÓN DEL MODELO DE VARIABLES INSTRUMENTALES
PARA LA MUESTRA COMPLETA

Variable dependiente Logaritmo del gasto en I+D	Todas las ayudas	Solo ayudas nacionales ¹⁰³	Solo ayudas regionales	Solo ayudas europeas
Referencia: años anteriores a la crisis (2006-2007)	---	---	---	---
Constante	-0,602 [2.540]	1,121 [1.574]	0,325 [1.729]	-10,53 [5.392]
Test of Sargan	3,094	0,81383	0,004773	1,64529
P-value	0,3774	0,367	0,9449	0,1996
Tests of endogeneity	19,3195	19,3195	33,1371	59,5091
P-value	0,000	0,000	0,000	0,000
Observaciones	1.146	1.146	1.146	1.146

Notas: i) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. ii) Desviaciones típicas entre corchetes.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.6.

EFECTO DE LAS AYUDAS SOBRE EL GID (ELASTICIDADES)¹⁰⁴

		Efecto de las ayudas nacionales	Efecto de las ayudas regionales	Efecto de las ayudas europeas
Impacto de todas las ayudas de forma simultánea	Todo el periodo	0.691** [0,230 1,152]	0.649* [0,098 1,200]	-0,105 [-0,979 0,769]
	Precrisis	0.995** [0,297 1,693]	-0,216 [-0,831 0,399]	0,0499 [-0,764 0,863]
	Crisis	0.770** [0,219 1,321]	0.659** [0,171 1,147]	0,0501 [-0,595 0,695]
	Poscrisis	0,0232 [-0,592 0,639]	0.646* [0,089 1,203]	0,475 [-0,572 1,522]
	Todo el periodo	1.076*** [0,751 1,401]		
Impacto individual de las ayudas nacionales	Precrisis	0.897*** [0,523 1,271]		
	Crisis	1.130*** [0,728 1,532]		
	Poscrisis	0.798* [0,183 1,413]		
	Todo el periodo			

¹⁰³ El grupo de control de los modelos para las ayudas procedentes de una sola Administración Pública incluye aquellas empresas que no han obtenido ninguna ayuda.

Cuadro 4.6. (continuación)

EFECTO DE LAS AYUDAS SOBRE EL GID (ELASTICIDADES)¹⁰⁴

		Efecto de las ayudas nacionales	Efecto de las ayudas regionales	Efecto de las ayudas europeas
	Todo el periodo	1.097***		
		[0,754 1,440]		
Impacto individual de las ayudas regionales	Precrisis	0.909*		
		[0,211 1,607]		
	Crisis	1.829***		
		[0,751 2,907]		
	Poscrisis	0.767***		
		[0,451 1,083]		
	Todo el periodo	2.134***		
		[1,087 3,181]		
Impacto individual de las ayudas europeas	Precrisis	1.526**		
		[0,387 2,665]		
	Crisis	3,011		
		[-0,180 6,202]		
	Poscrisis	1.415**		
		[0,366 2,464]		

Notas: i) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. ii) Intervalos de confianza al 95% entre corchetes.

Fuente: Elaboración propia.

4.4. CONCLUSIONES

Dada la importancia de la innovación tecnológica para el desarrollo económico, la evaluación de la intervención de las organizaciones públicas en la corrección de los fallos de mercado a que se encuentran sujetas las actividades de creación de conocimiento en las empresas, se torna fundamental. Además, la irrupción de la crisis financiera, en 2008, ha provocado que las empresas y los gobiernos se hayan visto obligados a seguir políticas de austeridad y busquen, por tanto, optimizar la asignación del gasto. De hecho, España es uno de los pocos países europeos que ha disminuido de forma sustancial el gasto público en innovación (Heijs, 2018).

La evaluación del impacto de las ayudas públicas en este campo presenta problemas derivados de la existencia de sesgos de selección y de endogeneidad. Para soslayar los efectos que pudieran derivarse de ambos inconvenientes, en este capítulo se han utilizado dos opciones econométricas. La primera de ellas ha sido el empleo del método conocido como el *Propensity Score Matching*, una técnica no

¹⁰⁴ Los modelos completos se reflejan en el cuadro 4.8A. del Apéndice 4.2.

paramétrica que permite tratar el problema del sesgo de selección, y, además, se ha optado por retardar las variables de interés para evitar la posible confusión de efectos entre la probabilidad de recibir ayudas y el gasto en innovación que se produciría al utilizar las variables del mismo año. El segundo procedimiento que corrige el sesgo de los modelos MCO debido al problema de endogeneidad o de selección al momento de evaluar el impacto de los apoyos públicos al gasto en I+D empresarial, es el método de variables instrumentales.

Ambos métodos de estimar la adicionalidad financiera se han aplicado teniendo en cuenta el gasto empresarial neto en I + D, es decir descontado de su gasto total en I+D el monto de las ayudas obtenidas. En ambos casos los resultados muestran que los subsidios otorgados por las distintas administraciones públicas a las empresas españolas tienen un efecto positivo sobre su gasto en I+D. El modelo PSM indica que las empresas con ayudas invierten, *ceteris paribus*, unos 6 puntos porcentuales más en I+D sobre ventas que las empresas sin ayudas. Además, la intensidad del impacto observado sobre las empresas beneficiadas¹⁰⁵ se encuentra dentro del rango normal observado en otros estudios de evaluación, tanto en España como en otros países de nuestro entorno. Las estimaciones con el empleo de variables instrumentales reflejan que un aumento del 1% en las ayudas nacionales o regionales incrementa el gasto en I+D neto (financiado con fondos privados) de la empresa en el 0,7% y 0,65%, respectivamente. En este caso sería más difícil de comparar la intensidad del efecto observado para el caso español con la evidencia empírica existente. Primero, porque se dispone de muy pocos estudios basados en el método de variables instrumentales y, segundo, porque los pocos estudios consultados utilizan variables muy distintas y resulta que el valor del coeficiente correspondiente es mucho más sensible respecto a las variables incluidas en el modelo.

Además las estimaciones se han repetido por submuestras consideradas según la procedencia de esas ayudas según sea la Administración que las concede, así como las fechas por las que ha atravesado el ciclo económico (los años precrisis; época de crisis y para los años de inicio de la recuperación). La procedencia de las ayudas según su nivel administrativo puede ser un aspecto a tener en cuenta debido a que los objetivos de las políticas son a menudo muy distintos. Por ejemplo, las ayudas regionales muy frecuentemente se dirigen especialmente a las empresas pequeñas y medianas y, por otra parte, las ayudas europeas se orientan a la I+D básica y aplicada precompetitiva, en tanto que las ayudas nacionales se concretan en un apoyo de horizontes menos restrictivos.

En el caso del PSM se observa que existen diferencias entre los efectos por tipo de ayuda y por las combinaciones de estos. Las empresas que reciben un solo tipo de subvenciones presentan menor adicionalidad que las que obtienen dos o más simultáneamente. De acuerdo con nuestros resultados, la adicionalidad es menor en las empresas que solo reciben ayudas regionales, mientras que el máximo

¹⁰⁵ ATET: Average treatment effect on the treated.

efecto de esta naturaleza se concreta en las que logran que se les concedan los tres tipos de ayuda a la vez.

Nos ha parecido oportuno analizar la influencia de la crisis financiera en el efecto de las políticas públicas a la I+D para España. Primero, porque la crisis ha sido, sobre todo, una crisis financiera y ha afectado severamente al acceso de las empresas a recursos crediticios. Además, durante la crisis las empresas han visto reducido mucho su nivel de beneficios, lo que es importante en nuestro caso ya que, tradicionalmente, las empresas financian sus actividades de I+D sobre todo con fondos propios. Por ello, las ayudas públicas durante la crisis podrían considerarse como muy importantes para sostener un cierto nivel del gasto empresarial en I+D. En consecuencia, se ha evaluado el impacto de los subsidios a la innovación para tres periodos: antes, durante y después de la crisis.

En nuestras estimaciones según el ciclo económico, se ha encontrado que las dos formas de analizar el impacto de la política tecnológica (PSM y VI) generan resultados similares¹⁰⁶. El efecto observado permanece invariable a lo largo del período, de lo que se deduce que el efecto no se asocia al ciclo económico. Concluyendo, posiblemente las empresas que están dispuestas a incurrir en gastos de I+D no limitarían este gasto con fondos propios debido a la falta de ayudas. Este hecho se confirma en cierta forma en el perfil de las empresas subsidiadas, pues las empresas con mayores problemas para financiar sus proyectos con fondos propios han sido beneficiadas con mayor frecuencia (véase el capítulo 6).

En lo referido al gasto total, se observa que el efecto de las ayudas en el período de crisis es algo mayor que en los períodos previo y posterior, aunque las diferencias son pequeñas y estadísticamente insignificantes. Ello concuerda con los datos, ya que como se ha indicado el gasto empresarial apenas varió en el período 2009-2011, mientras se reducía el gasto público; esto ha permitido que la disminución en los subsidios, manteniendo casi constante el gasto privado, el efecto estimado sea mayor. Este hecho podría ser una consecuencia de la reducción del porcentaje de ayudas sobre el gasto entre distintos períodos, pero el análisis de tal aspecto se deja para un trabajo futuro.

¹⁰⁶ El análisis de los intervalos de confianza muestra que los coeficientes estimados son estadísticamente iguales, lo que nos permite concluir que el efecto de las ayudas entre los periodos es similar.

APÉNDICE 4

APÉNDICE 4.1. VARIABLES

Cuadro 4.1/A.

ESTIMACIONES DE VI POR TIPO DE AYUDA Y PERIODO

Variable	Definición
Estructurales	
Sector_1	= 1 Si la empresa pertenece al sector de productores de bienes de consumo tradicional
Sector_2	= 1 Si la empresa pertenece al sector de productores de bienes intermedios tradicionales
Sector_3	= 1 Si la empresa pertenece al sector de productores especializados en bienes intermedios y de equipo
Sector_4	= 1 Si la empresa pertenece al sector de ensambladores y sectores con ventaja de escala
Sector_5	= 1 Si la empresa pertenece al sector basados en la ciencia con innovaciones basadas en I+D básica
Servi_alt	= 1 Si la empresa pertenece al sector de servicios de alta tecnología
Serv_otros*	= 1 Si pertenece a Sectores de otros servicios y de la construcción
Ln_Emp (t-1)	Logaritmo natural del número de empleados
Ln_Edad	Logaritmo natural del número de años de la empresa
Exp. (t-1)	= 1 Si la empresa es exportadora
Multinec.	= 1 Si la empresa tiene 50% o más de participación de capital extranjero
Pública	= 1 Si la empresa posee capital público
Comportamiento innovador	
Patent. (t-1)	Número de patentes solicitadas por la empresa
Inv_apl (t-1)	= 1 si la empresa dedica >50% del gasto total en innovación destinado a investigación aplicada
Des_tec (t-1)	= 1 si la empresa dedica >50% del gasto total en innovación destinado a desarrollo tecnológico
Coopera	= 1 Si la empresa coopera con otras empresas desde t-2 hasta t
Restricciones	
Fondos_prop (t-1)	= 1 si la empresa considera de importancia media o elevada la falta de fondos propios
Finan_externa (t-1)	= 1 si la empresa considera de importancia media o elevada la falta de fondos externos
Coste_elevado (t-1)	= 1 si la empresa considera de importancia media o elevada el coste elevado de la innovación
Dependientes	
Gasto en I+D sobre ventas (muestra <i>winsorized</i>)	Gasto total en I+D aplicado <i>Winsor</i> al 1% (muestra completa)
Gasto en I+D sobre ventas (muestra <i>Trimmed</i>)	Gasto total en I+D tras restringir los datos con gasto/ventas mayores a 10 (muestra restringida)
Gasto en I+D en términos absolutos (Valor Logarítmico - LN)	Logaritmo natural del gasto total en I + D
LN_GID_EMP	Logaritmo natural del gasto total en I+D sobre el número de empleados

Notas: i) * variables de referencia en las estimaciones. ii) Las variables monetarias están expresadas en precios constantes de 2010. iii) (t-1) representa el primer retardo de la variable. iv) Las variables dependientes representan el gasto privado (total del gasto menos los subsidios recibidos).

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.2A.

AGREGACIÓN DE LOS SECTORES

	CNAE-93	CNAE-2009
Sector 1. Productores de bienes de consumo tradicional	Agricultura Alimentos y bebidas Tabaco Textil Confección y peletería Cuero y calzado Madera y corcho Papel Edición, artes gráficas y reproducción Azulejos y baldosa cerámica Productos minerales no metálicos (excepto azulejos y baldosa cerámica) Muebles Juegos y juguetes Otras manufacturas	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca Alimentación, bebidas y tabaco Textil Confección Cuero y calzado Madera y corcho Cartón y papel Artes gráficas y reproducción Productos minerales no metálicos diversos Muebles Otras actividades de fabricación
Sector 2. Productores de bienes intermedios tradicionales	Extractivas Coquerías, refino de petróleo Productos metalúrgicos féreos Productos metalúrgicos no féreos Productos metálicos (excepto maquinaria, equipo)	Industrias extractivas Industrias del petróleo Metalurgia Manufacturas metálicas
Sector 3. Productores especializados en bienes intermedios y de equipo	Caucho y materias plásticas Maquinaria y equipo mecánico Industrias extractivas Industrias del petróleo Metalurgia Manufacturas metálicas	Caucho y plásticos Otra maquinaria y equipo
Sector 4. Ensambladores y sectores con ventaja de escala	Máquinas de oficina y equipos informáticos Maquinaria y material eléctrico Componentes electrónicos Aparatos de radio, tv y comunicación Instrumentos médicos y de precisión, ópticos Vehículos de motor Construcción naval Construcción aeronáutica y espacial Otro material de transporte	Productos informáticos, electrónicos y ópticos Material y equipo eléctrico Vehículos de motor Construcción naval Construcción aeronáutica y espacial Otro equipo de transporte

Cuadro 4.2A. (continuación)

AGREGACIÓN DE LOS SECTORES

	CNAE-93	CNAE-2009
Sector 5. Basados en la ciencia con innovaciones basadas en I+D básica	Química (excepto productos farmacéuticos) Productos farmacéuticos	Química Farmacia
Servi_alt. Servicios de alta tecnología	Reciclaje Servicios de telecomunicación Software Otras actividades informáticas Investigación y desarrollo	Reciclaje Servicios de telecomunicación Software Otras actividades informáticas Investigación y desarrollo Saneamiento, gestión de residuos y descontaminación Telecomunicaciones Programación, consultoría y otras actividades Informáticas Servicios de I + D

Fuente: Elaboración propia.

■ APÉNDICE 4.2. CONTRASTES DE EMPAREJAMIENTO Y SENSIBILIDAD A LA MODALIDAD DE EMPAREJAMIENTO

Las pruebas para comprobar la correcta aleatorización (ausencia de sesgo de selección)

Como se ha indicado, el *Propensity Score Matching* tiene como objetivo simular un análisis cuasi experimental a base de datos empíricos. Se intenta solucionar el problema de sesgo de selección aleatorizando la asignación del tratamiento respecto a todas las características relevantes. Las pruebas para comprobar el sesgo de selección analizan la sensibilidad de los resultados del balanceo aleatorio bajo diferentes algoritmos (modelos de emparejamiento) o la eliminación o inclusión de nuevas variables o variables transformadas. Como se ha explicado, en el caso de intentar emparejar de forma exacta las empresas en base a muchas variables posiblemente no se encuentren parejas, o por lo menos no para todo tipo de empresas. Por lo que se usa el *propensity score* siendo la probabilidad de obtener ayuda, independiente del hecho de si lo obtienen o no. Es decir, habrá empresas con una alta probabilidad, pero que no participan y algunos con una baja probabilidad teórica que sí han obtenido ayudas. El método de emparejamiento se basa en el supuesto de que las empresas con el mismo *propensity score* son iguales. Para comprobar este supuesto se contrasta la diferencia en la media y la varianza, (GT y GC) antes y después del emparejamiento, de cada grupo, del PS o de cada una de las variables del modelo. Es decir, no se analiza la igualdad de cada una de las empresas en concreto, sino la igualdad de la distribución del PS o cada variable en los dos gru-

pos, debido a que el efecto estimado es la diferencia del valor medio de la variable relevante en los dos grupos.

Existen algunos tests estadísticos que comprueban la adecuación del balanceado controlando la igualdad de ambos grupos (GT y GC) en términos de su *propensity score*. El test más comúnmente utilizado sería comparar la media del *propensity score* (PS) de ambos grupos y –mediante un gráfico de densidad– de su distribución. Se incluye en un solo gráfico de distribución para los dos grupos y la curva de ambos debe ser casi idéntica. En *el test de igualdad de la media, varianza y distribución del propensity score*¹⁰⁷ no puede haber, en ningún intervalo, una distancia entre ambas curvas. En el caso que lo haya en un nivel de PS o intervalo muy concreto se debe analizar a que se debe esta diferencia y si esto implica un sesgo de selección y/o el incumplimiento del supuesto de un área de solapamiento común para cierto grupo de empresas. La desigualdad del PS de un grupo de empresas en los intervalos extremos se ajusta a menudo mediante la exclusión de ellas como una solución a unos valores atípicos de las mismas.

Otra forma de control del balanceado se basa en *comparar las medias y varianza de cada grupo para cada una de las variables* del modelo antes y después del proceso de emparejamiento. En este caso, la diferencia en las medias para cada variable debe ser cero o estar muy cercana a este valor¹⁰⁸. Además la diferencia en términos de la varianza entre ambos grupos –después del emparejamiento– debe ser igual o cercana a uno. La diferencias en medias estandarizadas y la varianza para cada una de las variables nos indica en términos globales en qué medida hay igualdad en ambos grupos (GT y GC). Además, la reducción en la varianza nos indica de forma indirecta la mejora del área de soporte común, ya que refleja el recorrido y la distribución de cada una de las variables respecto a la media. Es decir, no se analiza la igualdad de cada una de las empresas, sino la igualdad de la distribución de cada variable en los dos grupos. En el caso que la media o varianza de una de las variables sea distinta podría implicar un mal emparejamiento generando, por un lado, un sesgo y, al mismo tiempo, podría indicar un problema de área común de solapamiento.

Además de la comparación de los grupos por cada variable de control es necesario evaluar los indicadores de balance después del emparejamiento para comprobar si el emparejamiento ha sido correcto. Para esto resulta útil analizar el sesgo estandarizado –*Standardized Bias*–, que se computa para cada variable de control como la diferencia en las medias muestras de los grupos tratados y de

¹⁰⁷ En muchos estudios se presenta el gráfico de densidad y se decide su idoneidad basándose en una revisión ocular, pero, para ser más rigurosos, se podría incluir la prueba de Kolmogorov-Smirnov de igualdad de distribución. (si en el K-S el $P > 0,05$ no se rechaza la hipótesis nula de que las distribuciones provienen de la misma muestra. Por tanto, se puede considerar que el emparejamiento ha sido exitoso, ya que las diferencias no son estadísticamente significativas.

¹⁰⁸ Para su comprobación será necesario realizar un test de igualdad de medias entre los grupos evaluados. Para que el emparejamiento sea considerado correcto no se debe rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias. Es decir, se espera un p-valor mayor al 5%.

control emparejados como un porcentaje de la raíz cuadrada del promedio de las varianzas muestrales en los dos grupos. Se considera suficiente una reducción del 3% o del 5% después del emparejamiento. Además, se deben analizar los Pseudo R^2 obtenidos al calcular el PS con toda la muestra y al calcularlo solo con las muestras emparejadas. Este indicador muestra cómo de bien explican las variables de control la probabilidad de participación en él programada. De este modo, después del emparejamiento no debería haber diferencias en la distribución de las variables de control entre ambos grupos y, además, el Pseudo R^2 debería ser muy bajo –tender a cero–. Finalmente, se puede estimar el test de ratio de verosimilitud (LR) de insignificancia conjunta de todos los regresores. El test debería rechazarse antes del emparejamiento y no rechazarse después del mismo.

Otro test habitualmente utilizado es *el test de sobre identificación*. La palabra “identificación” se refiere a la identificación correcta de las empresas de control de tal forma que sean iguales o similares a las empresas con apoyo a la innovación. Este test contrasta si las medias ajustadas del modelo de las variables son estadísticamente iguales entre ambos grupos. En realidad, se aplica una comparación de diferencias estandarizadas y ratios de varianza de cada una de las variables X entre los grupos tratados y del control. Si la Prueba χ^2 no es significativa¹⁰⁹ que el GC y GT están balanceados, ya que las diferencias entre ambos grupos son estadísticamente insignificantes.

El análisis del emparejamiento debe continuar con el análisis gráfico. Se debe evaluar la distribución del PS antes y después del emparejamiento para comprobar que realmente las unidades emparejadas son iguales y, por tanto, que el efecto estimado es idóneo. Además del análisis visual resulta conveniente una evaluación analítica de la igualdad de distribuciones, por ejemplo, estimar el test de Kolmogorov-Smirnov (KS)¹¹⁰. Otro análisis visual sería la comparación de los valores de ambos grupos por cuartiles, mediante los llamados *box plots*. Después del *matching* los valores de las medias y los cuartiles 25 y 75 deben ser parecidos en ambos grupos. Los valores de las colas (máximas y mínimas) podrían diferir algo pero deben ser pocos casos. Su existencia podría indicar un problema de valores atípicos.

A continuación, se comprueba si el emparejamiento de los modelos PSM aquí realizados tenga validez. Para ello, presenta los test de diferencia de medias (cuadro 4.3A.) de los grupos tratados y de control antes y después del emparejamiento; además, se presentan (cuadro 4.4A.) los resultados referidos a la mejora de los

¹⁰⁹ Si la Prueba χ^2 es significativa ($P < 0,05$) las diferencias entre ambos grupos son significativamente distintas de “0” y si la Prueba χ^2 no es significativa ($P > 0,05$) las diferencias no son estadísticamente distintas de cero.

¹¹⁰ Esta prueba se utiliza para contrastar la hipótesis nula de que dos muestras independientes proceden de la misma población. Se basa en las diferencias entre las frecuencias relativas acumuladas hasta los mismos puntos de corte correspondientes a dos muestras. En el caso de evaluar el emparejamiento se espera que estadístico de contraste sea bajo, es decir, que no se pueda rechazar la hipótesis nula.

indicadores. Se presenta el Pseudo R^2 –análisis propuesto por Sianesi (2004)–, el cual indica que la variación en la muestra está explicada por las variables de control, después del emparejamiento debería ser más pequeño que antes del mismo. Además, se analiza la reducción del sesgo en las muestras, así como la significatividad conjunta de los regresores ($LR X^2$), para el cual se deberá rechazar la hipótesis antes del emparejamiento, pero no después.

Se puede observar que después del emparejamiento no se puede rechazar la hipótesis de que las medias de los grupos sean iguales, con excepción del Sector 5, el cual puede rechazarse al 5% de confianza. Dada la reducción de sesgo entre los grupos, la tendencia a cero del Pseudo R^2 y la imposibilidad de rechazar la hipótesis nula de significación conjunta, se puede concluir que el emparejamiento ha sido correcto y que los grupos recogen información de empresas que son iguales.

Cuadro 4.3A.

COMPARACIÓN DE MEDIAS ANTES Y DESPUÉS DEL EMPAREJAMIENTO (ESTADÍSTICO t)

	Total		2005-2008		2009-2011		2009-2011	
	N.E	E	N.E	E	N.E	E	N.E	E
B. de consumo tradicional	-19.16***	1.55	-10,87***	0.06	-10,61***	0.94	-12,05***	0.52
B. intermedios tradicionales	-2.62***	-0.92	-2,41**	0.55	-2,91***	0.29	1.05	-0.97
B. intermedios especializados y de equipo	-7.61***	-0.15	-4,41***	1.04	-4,86***	-1,87*	-3,85***	1.37
Ensambladores / ventajas de escala	2.86***	-0.10	2,13**	-0.45	2,10**	-0.31	0,70	0.11
Sect. basados en la ciencia	-10.91***	-2.39**	-4,64***	0,00	-6,81***	-1.31	-7,19***	-1.11
Servicios de alta tecnología	40.81***	1.10	22,44***	1.37	25,24***	1,70*	23,13***	1,77*
Ln_Emp (t-1)	-1.05	-0.22	-4,06***	1.48	0.15	1.42	2,48**	-0.48
Ln_Edad	-23.32***	0.32	-14,41***	0.62	-13,77***	1.25	-10,92***	-0.93
Exp. (t-1)	-0.22	-1.20	-0.99	2,57***	1.10	0.02	0,40	-0.27
Publica	8.26***	-0.83	3,72***	-0.33	5,09***	-0.43	5,54***	1.29
Multinac.	-18.12***	-0.69	-8,14***	0.74	-12,68***	-0.98	-9,95***	0.62
Patent. (t-1)	14.74***	-0.42	8,29***	0.67	9,12***	0.21	8,95***	-0.48
Inv_apl (t-1)	11.87***	1.16	6,68***	-0.79	10,04***	0.13	3,57***	0.85
Des_tec (t-1)	23.27***	-1.30	11,29***	-0.77	15,36***	-0.36	13,67***	-0.64
Coopera	70.86***	0.66	40,04***	0.24	46,47***	0,00	36,89***	-0.55
Fondos_prop (t-1)	-17.52***	-0.67	-9,43***	-0.56	-12,14***	0.32	-9,01***	-0.47
Finan_externa (t-1)	-26.39***	0.48	-14,34***	-0.76	-16,83***	1.45	-15,12***	-0.12
Coste elevado (t-1)	-9.57***	-0.98	-6,37***	-0.77	-6,20***	0.02	-3,96***	0.05

Notas: i) NE=No emparejado; E=Emparejado. ii) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Fuente: Elaboración propia.

Sensibilidad a la modalidad de emparejamiento

Como indican Caliendo y Kopeining (2008) es importante realizar un análisis de sensibilidad de los resultados. Para ello se han estimado los efectos con distintos procedimientos de emparejamiento. Se ha utilizado el *nearest neighbor* permitiendo cinco emparejamientos, lo cual permite mejorar la eficiencia del estimador, aun-

que se considera información de unidades más alejadas; además, se ha utilizado el emparejamiento de kernel, es decir, para el emparejamiento usa medias ponderadas de las observaciones utilizando la muestra de empresas sin ayuda como empresa de control, dando mayor ponderación a las más cercanas.

Cuadro 4.4A.

BALANCE DEL EMPAREJAMIENTO

	Muestra	Pseudo R^2	LR χ^2	$p > \chi^2$	Mean Bias	Med Bias
TOTAL	No emparejado	0.153	7923.6	0.000	18.00	12.40
	Emparejado	0.001	17.46	0.492	1.10	1.00
2005-2008	No emparejado	0.147	2350.69	0.000	18.20	12.60
	Emparejado	0.002	20.61	0.300	1.80	1.60
2009-2011	No emparejado	0.165	3373.39	0.000	18.60	14.40
	Emparejado	0.001	18.32	0.435	1.40	0.80
2012-2014	No emparejado	0.153	2321.63	0.000	18.30	14.40
	Emparejado	0.001	14.34	0.707	1.70	1.40

Fuente: Elaboración propia.

Por último, se analiza la sensibilidad del modelo teniendo en cuenta que las estimaciones han sido realizadas permitiendo la reutilización de las empresas ya emparejadas. Este método puede ser criticado, ya que, como se observa en el cuadro 4.6A., existe una empresa que ha sido utilizada hasta en 23 ocasiones como empresa de control. Por ello se ha estimado el efecto imponiendo el no reemplazamiento, esto hace que se pierda eficiencia, debido a que las empresas emparejadas se encuentran a mayor distancia –menos parecidas– produciéndose una sobreestimación del efecto.

Otro ajuste de los modelos se ha realizado para comprobar si los resultados son sensibles al tratamiento de los datos atípicos. Se ha optado, siguiendo a Huergo

Cuadro 4.5A.

EMPRESAS EMPAREJADAS EN MÁS DE CINCO OCASIONES

Nº de veces emparejada	Nº de observaciones
6	46
7	31
8	27
9	10
10	12
11	5
12	2
13	6
14	2
15	1
23	1

Fuente: Elaboración propia.

y Moreno (2017), por estimar el efecto de las ayudas después de restringir la muestra (muestra restringida), eliminando las observaciones que presentan valores de intensidad del gasto mayor a 10 (más del 1.000% de intensidad)¹¹¹.

Cuadro 4.6A.

ROBUSTEZ DEL MODELO				
	Gasto en I+D sobre ventas (muestra <i>winsorized</i>)	Gasto en I+D sobre ventas (muestra restringida)	Gasto en I+D en términos absolutos (Valor Logarítmico – LN)	Gasto en I+D por empleado (Valor Logarítmico – LN)
PSM (1)	0,063*** (0.0041)	0,064*** (0.0045)	1,45*** (0.0672)	1,61*** (0.0464)
PSM (1) sin reemplazamiento	0,083*** (0.0032)	0,079*** (0.0030)	1,68*** (0.0429)	1,81*** (0.0288)
PSM (5)	0,063*** (0.0041)	0,062*** (0.0038)	1,50*** (0.0457)	1,67*** (0.0321)
Kernel	0,064*** (0.0032)	0,063*** (0.0030)	1,55*** (0.0506)	1,68*** (0.0335)

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el cuadro 4.6A., las estimaciones con los distintos algoritmos de emparejamiento, así como el uso de la variable de intensidad de gasto restringida a las observaciones con datos atípicos nos permite corroborar que los resultados no son sensibles ni al algoritmo utilizado ni al tratamiento de los datos atípicos, con excepción del emparejamiento sin reemplazamiento, que al forzar a emparejar empresas más alejadas produce una sobreestimación del efecto. Es decir, los efectos detectados con cada uno de los algoritmos de emparejamiento son estadísticamente iguales entre sí, debido a que existe solapamiento entre los intervalos de confianza –cuadro 4.7A.–, lo que nos impide decir que estadísticamente son diferentes.

Cuadro 4.7A.

INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% DE CONFIANZA				
	Gasto en I+D sobre ventas (muestra <i>winsorized</i>)	Gasto en I+D sobre ventas (muestra restringida)	Gasto en I+D en términos absolutos (Valor Logarítmico – LN)	Gasto en I+D por empleado (Valor Logarítmico – LN)
PSM (1)	0,0536 - 0,0723	0,0557 - 0,0731	1,3288 - 1,5677	1,5293 - 1,6986
PSM (1) sin reemplazamiento	0,0763 - 0,0887	0,0733 - 0,0853	1,5936 - 1,7619	1,7521 - 1,8649
PSM (5)	0,0549 - 0,0709	0,0548 - 0,0697	1,4182 - 1,5975	1,6070 - 1,7335
Kernel	0,0580 - 0,0704	0,0576 - 0,0694	1,4508 - 1,6492	1,4508 - 1,6492

Nota: (1) = Emparejamiento con una empresa, (5) = Emparejamiento con cinco empresas.

Fuente: Elaboración propia.

¹¹¹ Para el cálculo se han eliminado 232 observaciones, correspondientes a 127 empresas, de las cuales 136 han sido subvencionadas.

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

Variable dependiente: Gasto en I+D neto (Ln)	Todas las ayudas				Solo ayudas nacionales				Solo ayudas regionales				Solo ayudas europeas				
	Precrisis	Crisis	Poscrisis		Precrisis	Crisis	Poscrisis		Precrisis	Crisis	Poscrisis		Precrisis	Crisis	Poscrisis		
Ayudas nacionales (Ln)	0.995** [0.356]	0.770** [0.281]	0.0232 [0.314]	0.798* [0.314]	0.897*** [0.191]	1.130*** [0.205]	0.798* [0.314]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Ayudas regionales (Ln)	-0.216 [0.314]	0.659** [0.249]	0.646* [0.284]	--	--	--	--	0.909* [0.356]	1.829*** [0.550]	0.767*** [0.161]	--	--	--	--	--	--	--
Ayudas europeas (Ln)	0.0499 [0.415]	0.0501 [0.329]	0.475 [0.534]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1.526** [0.581]	3.011 [1.628]	1.415** [0.535]	--	--
Sect. bienes de consumo tradicional.	-0.713 [1.040]	-0.662 [0.585]	0.29 [0.604]	-0.317 [0.468]	-0.592 [0.653]	-0.648 [0.575]	-0.317 [0.468]	1.091 [0.611]	-0.691 [0.714]	-0.0472 [0.369]	2.119** [0.797]	-0.0472 [0.369]	1.673 [1.447]	1.131 [0.768]	--	--	--
Sect. bienes intermedios tradicional.	-1.244 [0.794]	-0.752 [0.423]	-0.11 [0.532]	-0.425 [0.464]	-1.310* [0.654]	-0.465 [0.530]	-0.425 [0.464]	-0.3 [0.633]	-1.238* [0.623]	-0.192 [0.482]	0.794* [0.358]	-0.192 [0.482]	0.335 [0.944]	0.244 [0.697]	--	--	--
Sect. bienes intermedios especializados y equipos	-0.56 [1.145]	-0.243 [0.505]	1.087 [0.603]	0.299 [0.478]	-0.545 [0.831]	-0.236 [0.570]	0.299 [0.478]	0.609 [0.414]	-0.215 [0.772]	1.027* [0.449]	2.608** [0.944]	1.027* [0.449]	1.798 [1.283]	1.178 [0.757]	--	--	--
Ensambladores y sectores con ventaja de escala	-0.585 [0.891]	-0.619 [0.419]	-0.0669 [0.476]	-0.0442 [0.494]	-0.624 [0.547]	-0.168 [0.484]	-0.0442 [0.494]	0.68 [0.566]	-1.249 [0.772]	-0.0101 [0.352]	2.595*** [0.623]	-0.0101 [0.352]	0.0387 [0.821]	0.348 [0.640]	--	--	--
Sectores basados en la ciencia	0 [1]	-0.0993 [0.494]	0.716 [0.503]	-0.137 [0.386]	0 [1]	0.0711 [0.641]	-0.137 [0.386]	0 [1]	-0.362 [0.811]	0.597 [0.456]	0 [1]	0.597 [0.456]	0.0736 [0.797]	0.771 [0.730]	--	--	--
Servicios de alta tecnología	-0.97 [0.927]	-0.869 [0.476]	0.00676 [0.471]	0.532 [0.497]	-0.975 [0.707]	-0.242 [0.520]	0.532 [0.497]	0.62 [0.659]	-1.72 [1.022]	0.208 [0.398]	1.721*** [0.417]	0.208 [0.398]	-0.0173 [0.991]	0.322 [0.706]	--	--	--
Servicios de baja tecnología	-1.042 [0.902]	-0.808 [0.419]	0.0865 [0.478]	-0.111 [0.467]	-1.036 [0.623]	-0.567 [0.491]	-0.111 [0.467]	0.376 [0.543]	-1.081 [0.679]	0.185 [0.325]	1.654*** [0.368]	0.185 [0.325]	0.466 [0.701]	0.232 [0.617]	--	--	--

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

Variable dependiente: Gasto en I+D neto (Ln)	Todas las ayudas			Solo ayudas nacionales			Solo ayudas regionales			Solo ayudas europeas		
	Precrisis	Crisis	Poscrisis	Precrisis	Crisis	Poscrisis	Precrisis	Crisis	Poscrisis	Precrisis	Crisis	Poscrisis
Empleo (Ln)	0,0806 [0.130]	0,128 [0.0958]	0,335* [0.134]	0,115 [0.0881]	0,0899 [0.0927]	0,213 [0.128]	0,423*** [0.0680]	0,268** [0.0976]	0,389*** [0.0568]	0,164 [0.157]	0,0216 [0.294]	0,331** [0.101]
Edad empresa (Ln)	0,125 [0.195]	0,000887 [0.110]	-0,127 [0.116]	0,0749 [0.162]	0,145 [0.0999]	0,00139 [0.0964]	-0,0697 [0.234]	-0,251 [0.163]	-0,162 [0.109]	-0,193 [0.335]	-0,278 [0.307]	0,0444 [0.136]
Empresas pertenecien- tes a un grupo	-0,228 [0.286]	0,0885 [0.113]	0,123 [0.184]	-0,158 [0.198]	0,00215 [0.120]	0,313 [0.162]	0,261 [0.213]	0,213 [0.181]	0,0928 [0.134]	0,366 [0.293]	0,39 [0.347]	0,137 [0.201]
Madrid	0,349 [0.447]	0,191 [0.220]	0,536 [0.426]	0,261 [0.343]	-0,272* [0.121]	-0,392* [0.166]	-0,454* [0.228]	1,051** [0.388]	0,647 [0.339]	-0,311 [0.392]	-0,292 [0.310]	-0,249 [0.271]
Cataluña	-0,294 [0.257]	-0,083 [0.226]	0,543* [0.245]	-0,13 [0.203]	-0,518*** [0.125]	-0,213 [0.163]	0,398 [0.479]	0,747* [0.308]	0,538** [0.198]	-0,153 [0.424]	-0,58 [0.377]	0,227 [0.255]
Andalucía	-0,351 [0.342]	0,097 [0.217]	-0,0643 [0.189]	-0,377 [0.268]	0,149 [0.214]	-0,195 [0.179]	-0,760* [0.312]	0,0205 [0.314]	-0,0995 [0.154]	-0,682 [0.401]	-0,681 [0.553]	0,0376 [0.243]
Constante	4,888 [3.490]	-3,319 [3.064]	-0,244 [4.324]	3,994** [1.426]	0,304 [2.049]	3,925 [2.897]	1,274 [3.330]	-7,063 [5.514]	3,884* [1.554]	-4,86 [5.618]	-19,44 [16.53]	-3,95 [5.756]
Test of Sargan	0,8703	5,6948	2,4156	0,0142	0,0049	1,0599	0,0023	0,1531	0,0026	0,9872	2,1833	0,0131
P-value	0,8326	0,1274	0,4907	0,9052	0,9440	0,3032	0,9616	0,6956	0,9597	0,3204	0,1395	0,9087
Tests of endogeneity	3,5466	13,6570	13,5929	11,7721	23,3039	3,8420	2,4721	21,9598	10,6616	11,3236	24,6354	19,2627
P-value	0,0166	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0508	0,1184	0,0000	0,0012	0,0010	0,0000	0,0000
N	140	633	373	140	633	373	140	633	373	140	633	373

Notas: i) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. ii) Desviaciones típicas entre corchetes. iii) Precrisis – 2007; crisis 2008 a 2011; poscrisis 2012 a 2014.

Fuente: Elaboración propia.



5

**HETEROGENEIDAD DEL IMPACTO DE LAS AYUDAS
A LA INNOVACIÓN EMPRESARIAL:
LA ADICIONALIDAD FINANCIERA**

Una vez analizado el nivel global de impacto de las ayudas a la innovación en las empresas españolas, entramos en esta parte del libro en el estudio desagregado de la adicionalidad según el tipo de empresas hacia las que se orienta la política tecnológica. Nuestro objetivo es establecer qué características empresariales se asocian a un mayor nivel de impacto y cómo son las empresas en las que se observa con mayor frecuencia un efecto de sustitución. Como se ha observado en el capítulo 3, la gran mayoría de los estudios que evalúan las ayudas públicas a la I+D e innovación ofrecen resultados acerca del efecto promedio de las ayudas sobre las empresas beneficiarias para el conjunto de la muestra analizada. Tal forma de actuar sirve básicamente para poder justificar las políticas públicas. Sin embargo, muy pocos estudios evalúan en detalle las características de las empresas que presentan un mayor o menor nivel de adicionalidad.

Recientemente, algunos trabajos han mostrado que los programas de apoyo a la I+D empresarial presentan efectos heterogéneos. Se detectaron veinte estudios que analizan ciertas diferencias del impacto respecto a unos pocos aspectos muy concretos¹¹². Los aspectos más estudiados son el tamaño y el nivel innovador de las empresas. También hay estudios que comparan el nivel de impacto respecto a las características de los programas de apoyo¹¹³ y unas pocas investigaciones consideran elementos del entorno empresarial¹¹⁴. La mayoría de estos estudios¹¹⁵ comparan las diferencias en el nivel de impacto entre submuestras específicas de forma separada sin tener en cuenta la posible simultaneidad con otras variables que podría alterar el nivel de impacto. No se ha identificado ningún estudio que establezca un perfil detallado de las empresas a partir del empleo simultáneo de un gran número de variables. De hecho, Zúñiga-Vicente *et al.* (2014) realizan una revisión de la literatura empírica y concluyen que esto es una de las principales deficiencias de la literatura disponible.

Igual que en el capítulo precedente se utiliza aquí un *modelo de Propensity Score Matching* (PSM) que empareja cada empresa subsidiada con una empresa similar que no ha sido beneficiaria y compara sus gastos en innovación. Como ya

¹¹² Además, la mayoría de estos estudios analizan solo entre uno o tres aspectos.

¹¹³ Tanto en términos de la intensidad de los incentivos ofrecidos, como del nivel administrativo de las agencias que los gestionan (ayudas nacionales, regionales y europeas).

¹¹⁴ Comparando el impacto por tipo de regiones (regiones centrales versus periféricas) o por años del ciclo económico (antes, durante o después de la crisis).

¹¹⁵ Para una revisión, véase la sección 5.1.

se ha explicado en el tercer capítulo, el impacto (ATET) de las ayudas se estima como el valor medio de las diferencias en cuanto al gasto en I+D por cada pareja de empresas (beneficiarias y de control). Estas diferencias en el gasto por cada pareja es el denominado *Individual Treatment Effect* (ITE). En este capítulo, el ITE será usado como variable dependiente en modelos de regresión para establecer el perfil de las empresas que presentan un mayor nivel de impacto de la política tecnológica. La heterogeneidad del efecto de las políticas se estudia desde dos puntos de vista. Por un lado, analizando qué empresas registran una mayor o menor intensidad en términos de adicionalidad financiera. Es decir, qué tipo de empresas reflejan un mayor aumento porcentual de sus gastos en I+D atribuibles a las ayudas¹¹⁶. Por otro lado, determinando cuál es la probabilidad de que las empresas presenten adicionalidad financiera frente a que muestren un efecto de sustitución. Para analizar el perfil respecto a la intensidad del efecto y la probabilidad de tener un efecto positivo, se han realizado dos tipos de regresiones. Primero, se ha aplicado un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) donde la variable dependiente es la intensidad del efecto –el valor de los efectos individuales sobre las empresas beneficiarias (ITE)–. Segundo, se ha estimado un modelo *Probit* que refleja la probabilidad de que la empresa utilice las ayudas para aumentar su gasto en I+D, es decir, compara las diferencias entre las empresas donde el valor del ITE sea positivo¹¹⁷ con las de un ITE cero o negativo. Las variables explicativas del modelo incluyen características estructurales, de esfuerzo y de comportamiento innovador, así como el patrón de participación de las empresas en los programas de apoyo público. Las estimaciones han sido llevadas a cabo usando los datos provenientes del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) en el período 2007-2014, incluyendo los datos de casi 10.500 empresas.

La principal novedad que ofrece este estudio –incluso dentro de la literatura internacional– es la de dar un paso más allá de las evaluaciones de impacto existentes, realizando un perfil de las empresas considerando su nivel individual de adicionalidad financiera incentivada por el apoyo público y también, de manera simultánea, sus características estructurales, su comportamiento innovador y su patrón de participación en los programas de política tecnológica. Además, el trabajo hace especial hincapié en la relación entre las restricciones financieras como obstáculos a la innovación y al nivel de adicionalidad. No cabe duda de que debido a la crisis del 2008 nos encontramos en una época de restricciones financieras y márgenes de beneficios menores por parte de las empresas, lo que implica mayores obstáculos a la innovación. Por lo tanto, el Estado tendrá un papel más importante y se podría esperar que las empresas con este tipo de restricciones presenten un mayor nivel de impacto en forma de adicionalidad financiera.

¹¹⁶ Como se ha indicado en el capítulo 4, el método PSM estima para cada pareja –empresas emparejadas– el efecto individual como la diferencia entre el gasto en I+D de la empresa beneficiada y la de control (ITE - *Individual Treatment Effect*) y calcula la media de este efecto para todas las empresas beneficiadas (ATET: *Average Treatment Effect on the Treated*).

¹¹⁷ Donde el valor uno implica un ITE mayor a cero, reflejando la existencia de adicionalidad, y el valor cero refleja un ITE con un valor negativo, reflejando el efecto de sustitución.

El perfil desarrollado en este capítulo ofrece evidencias que podrían ser utilizadas para ajustar los procesos de selección de las empresas beneficiarias por las unidades administrativas que gestionan dicha política. El capítulo se organiza de la siguiente forma. La sección 5.1. presenta los aspectos metodológicos básicos y la revisión de la literatura empírica relevante, ofreciendo una discusión conceptual somera de la forma de medir el impacto del apoyo público a la I+D privada y discutiendo la interpretación correcta del ATET basado en las diferentes opciones para definir la variable de impacto: gastos brutos frente a gastos netos en I+D, donde los gastos netos se definen como los gastos totales o brutos de I+D menos el monto del apoyo público obtenido. Con base en estas dos nociones, se define el concepto de adicionalidad financiera utilizado para analizar el perfil de la adicionalidad. También se aborda en esa sección una breve revisión de la literatura centrada en los pocos estudios que ofrecen un perfil del nivel de impacto y con especial atención en los estudios de evaluación para España. En las secciones 5.3. a 5.5. elaboramos el perfil de las empresas con un nivel de impacto menor versus mayor. En el primero de ellos se analizan el nivel de impacto según las características de las empresas y en la siguiente sección el impacto diferencial relacionado con la forma de participar en las ayudas. Por último, en la sección 5.6. se destacan las principales conclusiones y se realizan unos comentarios finales.

■ 5.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS Y REVISIÓN DE LA LITERATURA EMPÍRICA¹¹⁸

■ 5.1.1. Atribución causal, adicionalidad y PSM

La conceptualización teórica del término de adicionalidad se puede expresar de forma simple: “como algo que se obtiene gracias a la intervención pública, que no existiría sin ella y que responde básicamente al efecto incentivador de la política” (Georghiou, 1994). En los estudios de evaluación, esto implicaría la existencia de un efecto empíricamente observado que es causado por la existencia de una ayuda pública y, además, no es atribuible a otros factores explicativos (causalidad atribuible). El efecto de los apoyos a la I+D conocido como adicionalidad financiera, es el indicador más ampliamente utilizado en la literatura empírica que evalúa las políticas de innovación. Este concepto también es conocido como efecto sustitución (*crowding-out*). De hecho, estos conceptos tratan las dos caras de la misma moneda. La falta de adicionalidad implica que las empresas sustituyen sus fondos privados por los públicos (efecto sustitución), mejorando la situación económica de la empresa sin alterar la cantidad de fondos destinados a la I+D o innovación inicial-

¹¹⁸ En esta sección se ofrece, por un lado, un resumen breve de algunos de los conceptos básicos tratados en el capítulo 3 de este libro para facilitar la lectura por capítulos. Aunque, en algunos momentos se amplía el debate sobre estos conceptos para el mejor entendimiento de la metodología novedosa aplicada en este capítulo.

mente previstos. Un estudio de evaluación debería guiarse por el criterio de atribución causal, asegurándose de que la intervención estatal es la verdadera causa de los cambios observados en las empresas aplicando el concepto marshalliano de *ceteris paribus*. Es decir, midiendo de forma aislada los efectos de las políticas suponiendo que todos los demás parámetros económicos permanecen constantes.

En el caso de las ayudas para los gastos empresariales en innovación, sería cuestión de crear artificialmente una situación de *ceteris paribus*, aislando el impacto de dichos incentivos –en forma de subsidios– de otras posibles causas desarrollando un modelo cuasi-experimental. Se debe crear un “estado contrafactual” –término que significa contrario a los hechos–, ya que si una empresa recibe una ayuda no se puede observar su resultado si no la hubiese recibido. Se debe comparar algo que efectivamente ha ocurrido –factual– con una situación hipotética –contrafactual– simulando lo que habría ocurrido si ciertas circunstancias se hubieran dado, aunque nunca se hayan producido. Una solución generalmente aceptada son los llamados métodos de emparejamiento basados en el *Propensity Score*, que se considera como una de las técnicas estándar para la evaluación de impacto a fin de evitar estimaciones sesgadas provocadas por la endogeneidad (o problema de selección). De hecho, el PSM se considera un método para simular una distribución aleatoria de la asignación de las ayudas entre todas las unidades que permite determinar las relaciones causales en muestras no experimentales.

A continuación, se ahonda en la definición concreta del concepto de adicionalidad utilizada en este capítulo y cómo lo aplicamos en la práctica para crear el perfil de un mayor o menor nivel de adicionalidad. Como se ha mencionado, la adicionalidad financiera es el indicador más utilizado para evaluar el impacto de las ayudas públicas que financian las actividades de I+D en las empresas. De hecho, en este estudio se definen tres situaciones complementarias, y excluyentes entre sí, que reflejan la existencia –o no– de adicionalidad financiera.

- *Adicionalidad financiada con fondos privados (AD-PRIV)*. En este caso, el programa de apoyo incentiva a la empresa a incrementar sus gastos inicialmente previstos en I+D e innovación con fondos extraordinarios, en una cantidad mayor a la ayuda recibida. Esto implica que el Gobierno ha sido capaz de incentivar la cultura innovadora empresarial a través de la reducción general de los costes de innovación, lo que se traduce en un incremento de los beneficios esperados de estas actividades. Siguiendo la teoría neoclásica, los apoyos públicos incentivarían esta situación, debido a que las ayudas reducirían los costes de estas actividades y, por lo tanto, su demanda general debería aumentar.
- *Adicionalidad financiada con fondos públicos (AD-PUB)*. En esta situación, la empresa incrementa su gasto en I+D inicialmente previsto, pero este es menor que la cantidad de ayuda recibida. Esto implica que una parte de la inversión adicional está financiada con fondos públicos, lo que implica una sustitución parcial (o *crowding-out* parcial). En este caso existe adicionalidad

financiera, pero el incremento de inversión –en relación con la cantidad inicialmente prevista– es menor a la cantidad de fondos percibidos. En otras palabras, es probable que las empresas usen parte de las ayudas obtenidas para otros propósitos o para incrementar su nivel de beneficios. Un caso específico es que el incremento de la inversión de la empresa coincida exactamente con la cantidad de la ayuda recibida. Por tanto, las empresas no incrementan su gasto privado inicialmente previsto, pero tampoco sustituyen los fondos privados por los públicos. Esto implica que los recursos extraordinarios en I+D están totalmente pagados por el Estado¹¹⁹.

- **Efecto sustitución o crowding-out (EF-SUST).** Esta tercera situación sería la ausencia de adicionalidad, donde las empresas sustituyen la cantidad inicialmente prevista de gasto en I+D con los fondos públicos obtenidos. Esta situación es conocida como efecto sustitución, *crowding-out* o efecto *freerider*. En esta circunstancia no existe adicionalidad financiera. Los gastos en I+D e innovación son iguales o inferiores a la cantidad inicialmente prevista, debido a que la totalidad de los fondos públicos obtenidos son transferidos a otras actividades de la empresa o a sus beneficios.

En este trabajo se usan estas nociones básicas para estimar la adicionalidad financiera y crear el perfil de las empresas con un menor o mayor nivel de adicionalidad frente al efecto sustitución. Para clasificar las empresas beneficiarias en los tres grupos que se acaban de definir es necesario aplicar el proceso del PSM dos veces; una, usando los gastos brutos y, otra, los netos en I+D. Los gastos brutos incluyen –implícitamente– la suma de los gastos privados y la cantidad de fondos

Cuadro 5.1.

TIPO DE ADICIONALIDAD BASADA EN LA COMBINACIÓN DE ITE BRUTO VERSUS NETO

Efecto individual del tratamiento (ITE)		A base de los gastos netos	
		ITE positivo	ITE negativo
A base de los gastos brutos	ITE positivo	(1) Adicionalidad total (AD-PRIV)	(2) Efecto sustitución o adicionalidad parcial* (AD-PUB)
	ITE negativo	Imposible	(3) Efecto sustitución o <i>crowding-out</i> total (EF-SUST)

Nota: * Dicho de otra forma: la adicionalidad parcial financiada con fondos públicos.

Fuente: Elaboración propia.

¹¹⁹ En el caso de los gastos netos, el ATET sería cero. Sin embargo, considerando el ATET es una estimación basada en la comparación de empresas receptoras de ayudas con empresas similares no apoyadas por el gobierno, es difícil encontrar un emparejamiento en el que las dos empresas inviertan la misma cantidad. En este estudio se han utilizado más de 10.000 observaciones de empresas subvencionadas usando el gasto en I+D relativo a las ventas y hay muy pocos casos –en torno a 40– que mostraron exactamente los mismos gastos.

recibidos, mientras que los gastos netos son calculados como el gasto bruto total menos la cantidad de apoyo recibida. Es decir, en este caso, los fondos obtenidos de las administraciones públicas se excluyen de la estimación del ATET.

El uso de cada opción implica importantes diferencias en términos de la interpretación de los resultados que, además, pueden ser considerados complementarios. El uso de la inversión neta como variable de impacto nos permite contrastar la existencia –o no– de un efecto positivo basado en la inversión neta en términos de (AD-PRIV). En este caso, un efecto positivo *individual treatment* reflejaría que el apoyo público incrementa el gasto en I+D con fondos propios de la empresa. Es decir, la empresa incrementa la inversión en I+D sobre el nivel inicialmente previsto por ella con una cantidad mayor a la ayuda obtenida. Sin embargo, un valor negativo puede reflejar tanto un efecto de adicionalidad parcial como un efecto sustitución o *crowding-out*. Para poder diferenciar entre estos dos tipos de efectos, se estima un PSM complementario basado en la inversión bruta, lo que nos permite identificar el tipo de efecto existente. En este caso, las empresas que muestran efectos positivos reflejan como mínimo la presencia de adicionalidad parcial. Es decir, las empresas usan una parte de los fondos para incrementar sus gastos en I+D. Sin embargo, no se puede observar directamente si el incremento es igual o menor a la cantidad de apoyo público, una situación ya definida a partir del modelo a base de los de gastos netos en I+D e innovación¹²⁰.

El cuadro 5.1. refleja la complementariedad de las dos formas de medir y cómo la estimación de efectos individuales (ITE) mediante los modelos con los gastos brutos y netos permite clasificar las empresas entre los tres tipos de adicionalidad enunciadas. Una primera combinación sería la de las empresas que presentan efectos positivos en los dos modelos, en cuyo caso la empresa sería clasificada en la categoría de adicionalidad financiada con totalmente con fondos propios (AD-PRIV). Una segunda combinación de los resultados está referida a las empresas que presentan un efecto positivo en el modelo con gastos brutos y un efecto negativo –o nulo– para el modelo con los gastos netos. En este caso, existe adicionalidad parcial, ya que el aumento de la inversión está totalmente financiado por los fondos públicos y, por tanto, estas empresas se clasifican en el grupo adicionalidad financiada con fondos públicos (AD-PUB). Esta situación se interpreta también como un efecto de sustitución o *crowding-out* parcial, ya que un conjunto de las empresas asignan una parte de las ayudas a otras actividades. La tercera combinación implica que el efecto individual (ITE) de una empresa es negativo en los dos modelos, reflejando una situación de *crowding-out* o de efecto de sustitución total (EF-SUST). Es

¹²⁰ No todos los estudios pueden realizar esta distinción. De hecho, solo existe un grupo pequeño de trabajos que estiman el efecto sobre los gastos netos. En el caso de 84 modelos revisados –tomados de 16 estudios empíricos– se observa que en solo 16 modelos se han usado los gastos netos, mientras que 68 estimaciones han sido realizadas a partir de los gastos brutos. Probablemente la razón principal del número reducido de estudios con el gasto neto es la falta de disponibilidad de la cantidad real recibida. De hecho muchos estudios solo en su caso, cuentan con una variable binaria que indica si las empresas han recibido ayudas o no.

decir, la cantidad total de las ayudas ha sido utilizada para actividades no relacionadas con actividades de I+D.

■ 5.1.2. Perfil de las empresas con un nivel de impacto diferenciado: la evidencia empírica

Como se ha mencionado, un gran número de estudios analizan el impacto de las políticas tecnológicas sobre el gasto en I+D e innovación y reflejan resultados heterogéneos, tanto respecto al efecto global como para las diferencias detectadas mediante estimaciones por submuestras. De acuerdo con Zúñiga-Vicente *et al.* (2014), “esta heterogeneidad no puede ser completamente explicada por los problemas metodológicos. El marco teórico del estudio, la muestra estudiada y las fuentes y características de los programas de apoyo podrían determinar la existencia de adicionalidad o efecto sustitución”.

Esta revisión se limita a la evidencia empírica existente que estudia los efectos diferenciados del impacto, principalmente por tipo de empresas o por tipo de programas. Se puede destacar que la gran mayoría de estudios (14) solo analizan uno o dos aspectos que generan diferencias en el nivel de impacto y otros cuatro trabajos comprueban las diferencias en el impacto para tres aspectos. El cuadro 5.2. resume la evidencia detectada. Se han encontrado once trabajos que evalúan la heterogeneidad de los efectos considerando las características de las empresas: tamaño, sector al que pertenecen y el nivel innovador (gasto en I+D como porcentaje de ventas). Otros diez estudios analizan el impacto a partir del patrón de participación de las empresas en los programas de apoyo: intensidad de la ayuda obtenida, continuidad de la participación en dichos programas (clientelismo) y la obtención de ayudas de múltiples programas. Por otro lado, otros cinco estudios analizados evalúan el impacto teniendo en cuenta el contexto económico-social, analizando las diferencias regionales y distintos momentos del ciclo económico (periodos de crisis versus periodos de crecimiento o desaceleración). Todos los trabajos revisados, menos uno, analizan las diferencias comparando el efecto entre submuestras sin tener en consideración los efectos simultáneos que podrían existir respecto a las demás variables explicativas, aunque, se podría suponer que este aspecto está considerado de forma indirecta o implícitamente por el método PSM. Mediante las estimaciones por submuestras, los autores limitan –implícitamente– el emparejamiento con empresas de una sola característica y la “simultaneidad” estaría asegurada por el propio proceso de correspondencia. Además, algunos estudios (Czarnitzki y Lopes-Bento, 2013; Hud y Hussinger, 2015) han realizado regresiones sobre los valores ITE usando variables dicotómicas para los distintos años a fin de comparar las diferencias en el efecto durante los periodos de crisis versus los de recuperación.

El cuadro 5.2. muestra que ocho trabajos han analizado el efecto por *tamaño de la empresa*, aunque ofrecen un panorama confuso con resultados claramente

contradictorios. Cuatro estudios (Czarnitzki y Hussinger, 2004; González y Pazó, 2008; Marino *et al.*, 2016; Crespi *et al.*, 2016) muestran que las empresas grandes registran un efecto mayor, sin embargo, otras cinco investigaciones (Czarnitzki y Hussinger, 2004; Herrera y Bravo, 2010; Cerulli y Poti, 2012; Huergo y Moreno, 2017; Venturini y Starlacchini, 2018) concluyen que el mayor impacto se da en las empresas medianas y pequeñas. La ambigüedad del efecto ha sido abordada por diferentes autores. González y Pazó (2008) encuentran para las empresas españolas que los efectos contradictorios podrían depender de la variable de impacto utilizada y de la composición del grupo de control. Si se utilizan todas las empresas como candidatas al emparejamiento, las empresas grandes presentan un mayor efecto sobre la variable de gasto neto, mientras que el efecto es menor si se usa el gasto bruto. Sin embargo, cuando el grupo de control solo incluye empresas con actividades innovadoras –excluyendo a las empresas que no realizan actividades de I+D–, las empresas grandes muestran un efecto menor en los dos tipos de gastos, brutos y netos. En esta línea se encuentran los resultados de Czarnitzki y Hussinger (2004), que obtienen un impacto menor para las pymes considerando los gastos absolutos –brutos y netos–, mientras que el efecto es mayor cuando la variable de interés es la intensidad de gasto (los gastos como porcentaje de las ventas). Esta contradicción podría deberse a la forma de calcular el ATET, ya que refleja la media de todas las parejas observadas sin estandarizar por tamaño de las empresas, por lo que el valor absoluto los valores ITE de las pymes son por definición mucho más bajos que los ITE de las grandes empresas y su papel se disipa en el momento de calcular el ATET.

En el caso de las *diferencias por tipo de sector*, solo seis estudios ofrecen análisis adicionales. Básicamente comparan el ATET para submuestras agregando sectores con distintas intensidades en gasto en I+D (alta versus media baja) a base de la clasificación sectorial por nivel tecnológico de la OECD (Galindo-Rueda y Verger, 2016). Cinco de ellos (González y Pazó, 2008; Dai y Cheng, 2015; Afcha y García-Quevedo, 2016; Crespi *et al.*, 2016; Venturini y Starlacchini, 2018) muestran que los sectores más intensivos en I+D presentan niveles de impacto más altos y, solo para uno de ellos un efecto menor (Cerulli y Poti, 2012). Por otro lado, Afcha y García-Quevedo (2016) utilizan como indicador la *persistencia innovadora* de la propia empresa, reflejando que las empresas con actividad innovadora regular tienen menores niveles de impacto en términos de adicionalidad financiera neta, pero en el momento de considerar los gastos brutos encuentran una conclusión opuesta. Esto podría estar relacionado con un efecto sustitución, ya que cuando se considera el gasto neto el mayor efecto encontrado cuando se incluyen las ayudas desaparece.

Otros estudios analizan *las características de los instrumentos y su aplicación*. Cuatro trabajos revelan que las empresas que reciben simultáneamente fondos de distintos niveles administrativos muestran un mayor nivel de impacto. En un caso particular, se estima que las empresas que reciben fondos europeos presentan un efecto mayor que las empresas que reciben fondos nacionales. Por otro lado, dos estudios sostienen que las empresas que participan frecuentemente en las ayudas

públicas tienen niveles de adicionalidad financiera mayor (Aschhoff, 2009; Czarnitzki y Lopes-Bento, 2013). En el caso de la intensidad de la ayuda (cantidad de ayuda recibida dividida por los gastos en I+D) se observan resultados muy diversos, Dos estudios (Görg y Strobl, 2007; Marino *et al.*, 2016) indican un mayor efecto para empresas con una baja intensidad y un estudio (Dai y Cheng, 2015) indica lo contrario. Además, este mismo trabajo modeliza la relación de forma no lineal y encuentra un punto de saturación a partir del cual un incremento en la ayuda pública no implica un incremento en la inversión privada. Este punto de saturación es mayor para la submuestra de empresas pertenecientes al sector de alta tecnología.

Con relación al contexto económico, dos estudios han evaluado las diferencias en el efecto considerando los tipos de regiones dentro del país –Alemania e Italia–. Estos trabajos muestran que las empresas pertenecientes a las regiones más pobres y menos innovadoras¹²¹ muestran mayores niveles de impacto (Czarnitzki y Licht, 2006; Cerulli y Poti, 2012). Otros tres estudios analizan la heterogeneidad del efecto en relación con el ciclo económico (año de obtención de las ayudas) para captar las diferencias en tiempos de crisis y las épocas de crecimiento o desaceleración. Para esto estimaron modelos de regresión usando los efectos individuales (ITE) como variable dependiente y como variables explicativas un conjunto de *dummies* por años, mostrando que el efecto es negativo en 2009 (Hud y Hussinger, 2015) y que no hay diferencias significativas en el efecto estimado para los años 2006 y 2008 (Czarnitzki y Lopes-Bento, 2013).

Como se ha podido observar, los resultados en general son en cierto modo confusos y a veces contradictorios. Para seis de los nueve aspectos¹²² analizados por más de un estudio se han observado resultados heterogéneos e incluso opuestos. Especialmente en el caso del tamaño –que es el aspecto más analizado–, ya que para casi la mitad de los casos analizados se encuentra una relación positiva y, para la otra mitad, negativa, sin que se pueda realmente explicar la razón de estas contradicciones. Para algunas variables, como las que se refieren a la obtención simultánea de ayudas de diversos programas (4)¹²³, respecto a las empresas en regiones periféricas (2); y la participación frecuente en los programas (2)-, los resultados fueron homogéneos, aunque, como se puede observar, cada uno de estos aspectos ha sido analizado en solo unos pocos estudios. Esto hace que resulte difícil asegurar que las relaciones encontradas serían iguales o diferentes en otros entornos. Resulta llamativo que apenas se han detectado textos con relaciones no significativas, lo que podría estar relacionado con las dificultades para publicar trabajos con tales resultados.

¹²¹ Las zonas periféricas del este de Alemania y del sur de Italia.

¹²² Excluyendo el efecto diferenciado según el tipo de empresas en los grupos de control. Que en realidad refleja la causa de las contradicciones según la forma de medir el impacto y no explica una diferencia en el impacto según tipo de empresa.

¹²³ Número de estudios que analizan cada aspecto.

Cuadro 5.2.

NIVELES DIFERENCIADOS DE IMPACTO DE ADICIONALIDAD FINANCIERA: EMPRESAS QUE MUESTRAN MENOR O MÁS FRECUENTEMENTE UNA ACTITUD FREERIDER

Autores (año publicación)	Periodo evaluado	País	Variable de interés.		Tamaño (grande vs. SME)	Intensidad tecnológica del sector (alto vs. bajo)	El grupo de control incluye (empresas inno- vadoras vs. todas empresas)	Múltiples ayudas vs. una ayuda	Nivel de ayuda (bajo vs. alto)	Tipo de ayuda (inversi- gación vs. desarrollo)	Regiones (menos vs. más avan- zadas)	Efecto por años	Número de as- pectos analiza- dos
			Relativo	Bruto Neto									
Álfa y García- Quevedo (2016)	2006- 2011	España	x	x	Menor	Mayor							2
Alecke <i>et al.</i> (2012)	2003	Alemania	x	x					Mayor				1
Aschhoff (2009)	1994- 2005	Alemania	x	x				Mayor					1
Carboni (2011)	1998- 2004	Italia	x	x			Mayor		Mayor				2
Cerulli y Poti (2012)	1998- 2004	Italia	x	x	Menor	Menor				Mayor			3
Clausen (2009)	1999- 2001	Noruega	x	x					Mayor				1
Crespi <i>et al.</i> (2016)	1998- 2004	Argentina	x	x	Mayor	Mayor							2
Czarnitzki y Hussinger (2004)	1992- 2000	Alemania	x	x	Menor/ Mayor								1
Czarnitzki y Licht (2006)	1994- 2000	Alemania	x	x			Menor			Mayor			2
Czarnitzki y Lopes-Bento (2013)	2002- 2008	Flandes	x	x			Menor	Mayor			No signifi- cativo		3
Dai y Cheng (2015)	2005- 2007	China	x	x		Mayor		Menor					2
González y Pazó (2008)	1990- 1999	España	x	x	Menor/ Mayor	Menor/ Mayor	Menor						3

Cuadro 5.2. (continuación)

NIVELES DIFERENCIADOS DE IMPACTO DE ADICIONALIDAD FINANCIERA: EMPRESAS QUE MUESTRAN MENOR O MÁS FRECUENTEMENTE UNA ACTITUD FREERIDER

Autores (año publicación)	Período evaluado	País	Variable de interés.			Tamaño (grande vs. SME)	Intensidad tecnológica del sector (alto vs. bajo)	El grupo de control incluye (empresas inno- vadoras vs. todas empresas)	Múltiples ayudas vs. una ayuda	Nivel de ayuda (bajo vs. alto)	Tipo de ayuda (inves- tación vs. desarrollo)	Regiones (menos vs. más avan- zadas)	Efecto por años	Número de as- pectos analiza- dos						
			Tipo de gasto		Relativo															
			Absoluto	Bruto											Neto					
Görg y Strobl (2007)	1999- 2002	Irlanda	x	x	x				Mayor											
Herrera y Bravo (2010)	1999- 2001	España	x		x	Menor														
Hottenrott, Lopes-Bento y Veugelers (2017)	2000- 2011	Flamenco	x	x	x		Mayor													
Hud y Hussinger (2015)	2006- 2010	Alemania	x	x	x							Mayor								
Huergo y Moreno (2017)	2002- 2005	España	x	x		Menor		Mayor					Mayor							
Marino, Parrota y Lhuillien (2015)	1993- 2009	Francia	x		x	Mayor		Mayor	Mayor											
Venturini y Starlacchini (2018)	2007- 2009	Países UE	x	x		Menor		Mayor												
Efecto negativo (menor)													7	2	3	0	1	0	0	
No significativo													0	0	0	0	0	0	0	1
Efecto positivo (mayor)													4	5	0	5	3	3	3	1
Número de estudios													11	7	3	5	4	3	3	2
Resumen																				

Fuente: Elaboración propia.

En los casos de los estudios de evaluación, la falta de estandarización en la elección de la variable dependiente y las variables de control utilizadas, es todavía un tema sin solucionar y podría ser una de las causas de los resultados contradictorios. La inclusión o no de ciertas variables de control es básicamente una decisión discrecional de los investigadores, aunque muchas veces depende de la disponibilidad de los datos. Pero no cabe duda que la inclusión de unas u otras variables de control pudiera afectar al efecto medio de las ayudas sobre las empresas (el ATET) y, por lo tanto, ser la causa de las contradicciones observadas. Aunque en este trabajo no ha sido posible indagar sobre este aspecto en profundidad.

También la selección de las variables sobre las que se mide el impacto podría ser una causa de las contradicciones. Existen varias opciones a considerar para la elección de la variable de interés. Primero, como se discutió anteriormente, se debe elegir entre utilizar los gastos brutos o netos. Segundo, ha de determinarse si se usan los gastos en I+D o si se incluyen los gastos de innovación. Un gran número de trabajos se centran en las dos magnitudes, gastos en I+D e innovación, ya que no debe olvidarse que la adicionalidad de ayudas a la I+D podría reflejarse en un aumento de los gastos en actividades innovadoras complementarias. Es decir, incluso si el programa de apoyo público se centra solo en los gastos en I+D, el apoyo recibido podría generar inversiones adicionales en términos del gasto en innovación. En este sentido, varios trabajos han optado por aplicar el PSM para varias opciones y se han detectado ciertas diferencias significativas en la intensidad del impacto (Czarnitzki y Licht, 2006; Czarnitzki y Lopes-Bento, 2014; Hottenrott, Lopes-Bento y Veugelers, 2017).

En este capítulo no se pretenden solventar completamente los problemas que acaban de resumirse ni explicar todas las diferencias encontradas. Se intenta ofrecer un perfil de las empresas con un mayor y menor nivel de impacto, usando un enfoque metodológico que tiene en cuenta de forma directa la simultaneidad de las variables relevantes. En lugar de comparar los efectos por submuestras, se utiliza un modelo de regresión donde el *Individual Treatment Effects* (ITE) será la variable dependiente mientras que entre los factores explicativos se incluye las características de las empresas de la muestra, así como el patrón de su participación en los programas públicos de ayudas. Con esto, se espera poder explicar, al menos algunas de las contradicciones encontradas.

■ 5.2. DATOS Y RESULTADOS GLOBALES DEL PSM: ATET VERSUS ITE¹²⁴

En esta sección se ofrece una descripción breve de los datos utilizados, el cálculo global del ATET y las explicaciones pertinentes de los valores del efecto indi-

¹²⁴ Los aspectos metodológicos básicos y el desarrollo del modelo PSM ya han sido explicados en un gran número de trabajos, así como en el apéndice del capítulo 3 de este libro, por lo tanto, se ha optado por omitir los detalles en este capítulo. Para las personas interesadas, se recomienda revisar el trabajo de Rosenbaum y Rubin (1983) para las cuestiones teóricas, y el de Caliendo y Kopeinig (2008) como estudio de aplicación del PSM para evaluar políticas públicas.

vidual de las ayudas (ITE)¹²⁵. Los datos corresponden con un panel no balanceado, basado en la *Encuesta Española de Innovación* –disponible *online*¹²⁶–, elaborado por la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) y el Instituto Nacional de Estadística (INE). Se usan datos del denominado Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) para el período 2007-2014. Un 29% de las empresas innovadoras reciben apoyos públicos para la realización de sus actividades. Reciben, en media, un 8,7% de ayudas como porcentaje de sus ventas¹²⁷.

Como se ha indicado, para clasificar correctamente a las empresas según su tipo de adicionalidad (total, parcial o efecto de sustitución) se debe efectuar el PSM dos veces. La primera estimación se ha realizado utilizando la variable de gasto en I+D neto y, la segunda, utilizando los gastos brutos. El cuadro 5.3. muestra que, en términos de gasto bruto, las empresas subvencionadas gastan en media un 14,2% más en I+D que las empresas sin apoyo. Mientras que en el caso de los gastos netos, la diferencia entre las empresas que reciben ayudas y las de control es del 5,6%. La diferencia entre los dos niveles de ATET depende, principalmente, de la cantidad de apoyo recibida por las empresas que –como se ha mencionado– es el 8,7% del total de los gastos. En la siguiente sección usamos los efectos individuales (ITE) para crear el perfil de las empresas por tipo de impacto.

En relación a las variables incluidas en el PSM, cabe resaltar que el criterio para su inclusión está basado, por un lado, en las nociones metodológicas al respecto (véase sección 3.3.1) y, por otro lado, en la revisión de 27 estudios que han usado metodología PSM para evaluar subsidios para actividades de I+D (véase el cuadro 3.2.). En realidad, no existe un marco teórico para guiar a los evaluadores acerca de las variables que deberían estar incluidas. Además, la mayoría de los estudios no justifican la necesidad de incluir ciertas variables ofreciendo como mucho algunos comentarios conceptuales parciales. Sin embargo, en la literatura existente que ha basado su análisis en el PSM parece existir un “acuerdo” generalizado sobre algunas variables requeridas, como el tamaño de las empresas y el sector al que pertenecen. Otras dos variables utilizadas frecuentemente son la estructura de la propiedad y el comportamiento innovador (persistencia innovadora, patentes, orientación de I+D, etc.). La última columna del cuadro 3.1. refleja el tipo de variables manejadas y el número de veces que han sido utilizadas en los 27 estudios revisados. Como se podrá observar, para este trabajo, el PSM incluye variables similares a las de los principales estudios, aunque también hemos incluido otras que se han utilizado con menor frecuencia, pero que se consideran relevantes, como es el caso de la importancia de ciertos obstáculos –especialmente las restricciones financieras– que dificultan las actividades de innovación. Considerando el objetivo

¹²⁵ Se recuerda al lector que en realidad se aplica el mismo método de emparejamiento ya explicado en los capítulos 3 y 4 y se utilizan los mismos datos del capítulo anterior. Por lo que aquí solo se refleja, y de forma muy breve, algunas pocas nociones relevantes.

¹²⁶ <https://icono.fecyt.es/pitec>

¹²⁷ Los datos usados muestran que los gastos como porcentaje de ventas son del 16,55% para los valores netos y del 25,24% para los valores brutos. Es decir, la intensidad de apoyo medio es del 8,7%.

de este estudio, y el de las agencias públicas, estas restricciones podrían ser determinantes importantes respecto a la asignación de las ayudas –lo que alteraría la aleatoriedad de la asignación de las mismas–. Tales restricciones también influirían en los gastos en I+D, es decir, sobre la variable utilizada para medir el impacto, ya que se podría esperar que las empresas con más restricciones financieras muestren un mayor nivel de impacto, en términos financieros, que las empresas económicamente más holgadas. Por lo que la exclusión de esta variable generaría un problema de endogeneidad.

Cuadro 5.3.

AVERAGE TREATMENT EFFECT (ATET)

	Intensidad de gasto en I+D (bruto)		Intensidad de gasto en I+D (neto)	
	Coef.	S.E	Coef.	S.E
NNM (1) caliper (0.15)	0.142***	0.0086	0.056***	0.0058
NNM (5)	0.140***	0.0058	0.055***	0.0044
Kernel	0.141***	0.0049	0.056***	0.0034

Notas: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

NNM: Nearest Neighbour Matching.

NNM (1) y (5): emparejamiento con (1) el vecino más cercano o con los cinco vecinos más cercanos.

Caliper (0.15): en el proceso de emparejamiento solo se junta empresas con una distancia del PS hasta un máximo de 0,15.

Kernel: un método que incluye todos los casos de forma ponderada asignando un mayor peso a los casos con un PS más cercano a la empresa con ayuda.

Fuente: Elaboración propia.

Fases del proceso de emparejamiento (Matching)

La estimación del impacto mediante el método del PSM implica cuatro fases. En el primer paso, se estima un modelo *Probit* para estimar la probabilidad de obtener las ayudas, con base en las variables que influyan en la participación. Una vez se ha calculado el PS, se procede al emparejamiento de las empresas beneficiarias con las empresas que no han recibido ayudas, en base a la mínima distancia de PS entre las empresas. En el tercer paso se estima el efecto para cada empresa con ayuda como la diferencia en la variable de interés –en este caso el gasto en I+D sobre ventas– entre las empresas emparejadas. El impacto del programa se calcula como el valor medio de los efectos individuales (ATET). Por tanto, el efecto de cada empresa (*Individual Treatment Effect*) se estima como gasto en I+D de la empresa beneficiaria menos el gasto de la empresa de control con el PS más cercano. Si el resultado es positivo, se considera que existe adicionalidad, ya que la empresa gasta más que una empresa “idéntica” que no ha recibido ayuda. Por el contrario, si la diferencia es nula o negativa, se considera que no existe adicionalidad, sino que existe un efecto sustitución, ya que la empresa gasta menos de lo que lo haría sin ayuda. Finalmente, para contrastar la validez del efecto estimado en la cuarta fase se realiza una comprobación de que el proceso de *Matching* se ha realizado satisfactoriamente –comprobando la igualdad de medias, la reducción del sesgo, la distribución gráfica, entre otras pruebas–.

En relación con la validez de los modelos estimados (cuadro 5.3.) y utilizados para calcular el ATET –y por consiguiente el ITE de cada empresa–, se puede concluir que la calidad de emparejamiento es satisfactoria (véase el Apéndice 5.1.)¹²⁸. Como es debido, la comparación de las medias de las variables de control incluidas indica que las medias en ambos grupos de empresas emparejadas (empresas con y sin tratamiento) convergen y son, después del emparejamiento, estadísticamente iguales. Además, el análisis gráfico –gráfico 5.1A. del Apéndice 5.1.– muestra que las distribuciones del PS de los dos grupos son idénticas. Para contrastar la robustez de las estimaciones se han aplicado distintos algoritmos de emparejamiento –permitiendo el emparejamiento con cinco empresas y mediante el emparejamiento de Kernel–, que muestran resultados similares (véase cuadro 5.3.).

Este proceso de emparejamiento y la posterior estimación del impacto generan el efecto individual del tratamiento. Ya que en el caso de un análisis contrafactual los resultados se basan en estimaciones que se considera oportuno corregir los ITE respecto a sus valores atípicos ajustando los valores extremos. Para ello se ha aplicado un método estándar para este problema, el *winsoring* al 99% para los valores extremos, lo que implica que a las empresas con unos valores ITE extremos –que se encuentran en el intervalo del 1% de los valores extremos a ambos lados de la distribución– se les asigna el valor de la observación que se encuentra exactamente en el percentil del 99%. Otra opción de corrección de datos atípicos es la exclusión de los valores extremos, pero el *winsoring* tiene dos ventajas importantes. Primero, algunos de los valores extremos podrían corresponder a un efecto real en términos de adicionalidad lo que desaconseja la exclusión de este caso y, segundo, podría ser que se eliminara un cierto tipo de empresas concretas con un mayor o menor nivel de impacto, siendo justamente el grupo de empresas que tratamos de identificar. Además, en el caso de eliminar observaciones se disminuye el tamaño de la muestra, lo que podría complicar los análisis estadísticos.

■ 5.3. PERFIL DE ADICIONALIDAD A BASE DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS EMPRESAS

Las distinciones sobre el tipo de adicionalidad expuestas previamente –basadas en el ITE de las variables de gasto bruto y neto– se han utilizado para ofrecer un primer análisis exploratorio. Estas dos estimaciones permiten clasificar las empresas en tres grupos diferenciados. Los resultados muestran que el 59,5% de las empresas presentan *adicionalidad total financiada con fondos públicos* en las que el impacto del apoyo público, en términos del incremento de gastos en I+D, es mayor que la cantidad de ayuda recibida. El efecto *de sustitución parcial (adicionalidad parcial)* ha sido detectado para el 7,2% de las empresas, lo que significa

¹²⁸ Considerando que el objetivo de este estudio es definir el perfil de las empresas con un nivel diferenciado de impacto, los detalles del PSM y la descripción de las variables utilizadas no se han incluido en el texto principal, sin embargo, pueden ser consultados en el cuadro 5.1A. del Apéndice 5.1.

que en ellas hay gastos adicionales de investigación, pero de una cuantía inferior al incentivo recibido, aunque mayor a la inicialmente prevista. Finalmente, se ha detectado un *efecto de sustitución total* (*total crowding-out effect*) para el 33,1% de las empresas. Este efecto va en línea con los resultados encontrados por Busom (2000), en cuyo estudio no se puede rechazar el efecto sustitución total para un 30% de las empresas analizadas y de Heijs (2001) quien detectó que un 34% de empresas tenían una actitud *freerider* para el caso de los créditos blandos para la I+D empresarial en España.

La clasificación de las empresas en estos tres grupos se ha utilizado para revelar en qué tipo de empresas se produce un mayor o menor nivel de impacto de la política tecnológica. En otras palabras, esta clasificación por tipo de impacto se ha aplicado para estimar modelos econométricos y preparar las estadísticas descriptivas que permitirán desvelar el perfil de las empresas con adicionalidad o sustitución total. Los cuadros 5.4. a 5.7. recogen los datos exploratorios y los análisis confirmatorios. Los datos descriptivos muestran para cada variable explicativa el porcentaje de empresas que pertenecen a cada uno de los tres grupos (columnas 3a a 3c) y la intensidad del efecto, mediante el valor medio de los efectos individuales (columna 5) por algunos valores agregados de cada variable.

No cabe duda de que los estadísticos descriptivos podrían confundir o disfrazar la realidad, ya que el nivel alto o bajo constatado para empresas de ciertas características podría deberse a otra variable relacionada con tales particularidades. Por ejemplo, a menudo las empresas pequeñas no suelen pertenecer a un grupo y realizan con menos frecuencia actividades de I+D básica. Por lo que el bajo nivel de impacto no solo se debe a su tamaño sino que está causado directamente por su comportamiento innovador. Para considerar la interacción de las variables incluidas en los datos descriptivos se han elaborado cuatro modelos diferentes (análisis confirmatorio). Como se ha indicado, existen diferencias conceptuales claras entre los modelos que estiman el impacto (ITE) basado en los resultados de los gastos brutos y netos. Al usar los valores netos se puede comparar a las empresas con adicionalidad financiada con fondos públicos con las empresas que presentan sustitución parcial o total. Mientras que el uso de la variable de gastos brutos permite comparar las empresas que utilizan toda la ayuda recibida para sustituir sus propios fondos (efecto sustitución total) con las empresas que utilizan, al menos una parte de los fondos públicos, para incrementar su gasto total. La diferencia entre los dos grupos es del 7,2%; es decir, este porcentaje de empresas presentan un efecto de adicionalidad o sustitución parcial. Por tanto, las unidades de este conjunto estarán clasificadas como empresas con adicionalidad al usar los gastos brutos y como empresas con efecto sustitución al usar los gastos netos.

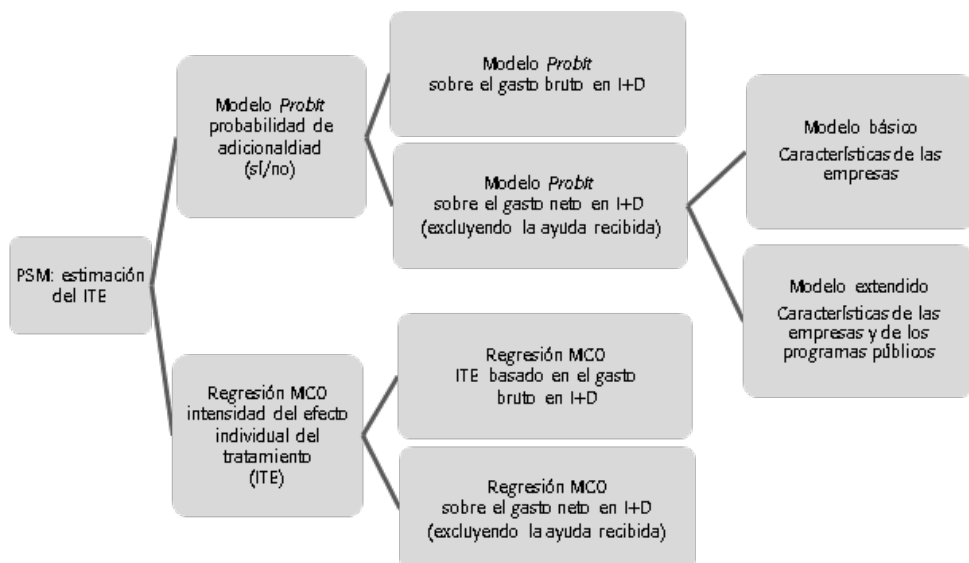
Los ITE obtenidos a partir de cada uno de estos dos modelos (a partir del gasto neto y bruto) se utilizan en dos tipos de regresiones muy distintas entre sí. Un primer tipo de modelo sería una regresión *Probit* apta para variables binarias. Para su aplicación se convierten los valores de la variable ITE en una variable binaria donde los valores cero reflejan las empresas con un efecto de sustitución y el

valor uno corresponde a empresas que reflejan adicionalidad financiera. Los dos modelos *Probit* –uno respecto a los gastos brutos y otro sobre los netos (véase la columna 4 de los cuadros 5.4. a 5.6.)– analizan el perfil de las empresas que muestran más frecuentemente adicionalidad. De hecho, los modelos *Probit* estiman para cada característica –*ceteris paribus*– la probabilidad de ser una empresa con efecto adicionalidad. El segundo tipo de regresión serían dos modelos de mínimos cuadrados ordinarios (gasto bruto y neto), usando como variable dependiente la variable con los valores continuos del *Individual Treatment Effect* (ITE – columna 6). De esta forma se analiza tanto la probabilidad como la intensidad del efecto en términos de adicionalidad financiera. Como se observará, ambos perfiles son parecidos, aunque existen unas diferencias destacables.

Para cada uno de los cuatro modelos básicos se usa un conjunto de variables que recogen las características estructurales y el comportamiento innovador de las empresas. Además, se han estimado unos modelos extendidos, que incluyen un conjunto de variables que reflejan el patrón de participación de la empresa en los programas. Por tanto, este trabajo incluye ocho modelos diferentes, tal como se recoge en el esquema 5.1.

Esquema 5.1.

ESTRUCTURA DE LOS MODELOS ESTIMADOS



Fuente: Elaboración propia.

Como se ha mencionado, los principales resultados muestran que un 59,8% de las empresas presentan un efecto de adicionalidad, que en el 33,1% de los casos hay un efecto sustitución total y que solo en un 7,2% se registra un efecto parcial.

Teniendo en cuenta que este último grupo es pequeño, se puede esperar que las diferencias entre los modelos *Probit* y de regresión para los gastos netos y brutos muestren resultados que se interpretan de forma similar. Por tanto, en la siguiente sección se presentan de forma simultánea los resultados de los dos tipos de modelos y solo en el caso de que se encuentren diferencias significativas se realizarán comentarios adicionales. De esta manera, evitamos la presentación repetitiva de una gran cantidad de resultados similares sin ningún valor agregado real.

En términos de la validez de nuestros modelos de regresión se puede resaltar que los modelos *Probit*, para los gastos netos y brutos, clasifican correctamente al 74% y al 70% de las empresas, respectivamente. Además, en el caso de los modelos MCO el ajuste del modelo es mejor en los casos de los gastos brutos, lo que implica que las empresas que presentan un efecto sustitución claro resultan ser más homogéneas que las empresas con efectos parciales. En la siguiente sección se presentan los resultados en forma de cuadros que recogen los modelos y las estadísticas descriptivas, mientras que los modelos completos se pueden revisar en el Apéndice 5.2.

■ 5.4. RESULTADOS

■ 5.4.1. Características básicas de las empresas

El cuadro 5.4. resume los resultados de las estadísticas descriptivas y los análisis confirmatorios en relación a las características estructurales de las empresas: tamaño, sector, edad, estructura de la propiedad y la probabilidad exportadora, además incluye los indicadores del comportamiento innovador de las empresas.

En relación al tamaño, se observa que las empresas con menos de 200 empleados (67% frente a 25%)¹²⁹ usan con mayor frecuencia las ayudas obtenidas de forma adecuada (con unos valores medios del ITE bruto del 20,1% y del 9,2% en términos netos). Mientras que el conjunto de las unidades con un menor nivel de adicionalidad –y un efecto sustitución mayor– está formado claramente por las empresas con más de 500 empleados (34% frente al 62%) y, en menor medida, por empresas medianas (46% frente al 49%). En realidad, los dos tipos de modelos –básico y extendido– muestran una relación no lineal, que se intenta reflejar mejor en el gráfico 5.1., donde se recoge gráficamente el porcentaje de empresas con adicionalidad o efectos sustitución por intervalos tamaño de la empresa. Para esto, se ha calculado la probabilidad de reflejar un efecto de adicionalidad correspondientes a cada cohorte según el intervalo del tamaño –siendo 20 cohortes del 5% de la muestra– comenzando con el 5% de empresas más pequeñas hasta el 5% de empresas

¹²⁹ En este párrafo los porcentajes mostrados hacen referencia, respectivamente, al porcentaje de las empresas con adicionalidad total frente al porcentaje de empresas que presentan efecto sustitución total. Aunque en el texto de esta sección a menudo solo se presentará uno de los dos porcentajes para evitar repeticiones innecesarias.

más grandes. El gráfico 5.1. muestra que el porcentaje de empresas con adicionalidad cae lentamente según aumenta el tamaño de las empresas hasta la mitad de la distribución. A partir de allí se produce un cambio en la pendiente, que resulta ser especialmente pronunciada en los tres últimos intervalos. Para el efecto sustitución o *freeriding* se observa la situación contraria, mientras que en el caso de los efectos parciales el porcentaje de empresas permanece estable para el 75% de la muestra y después cae suavemente. Es decir, en el tramo de los primeros cuatro intervalos de empresas se observa que poco a poco aumenta el porcentaje de empresas con un efecto de sustitución; después, en los siguientes cinco intervalos la pendiente es casi horizontal; y a partir del décimo intervalo el aumento de *freeriding* crece cada vez más rápido hasta casi un 70% para el 5% de las empresas más grandes.

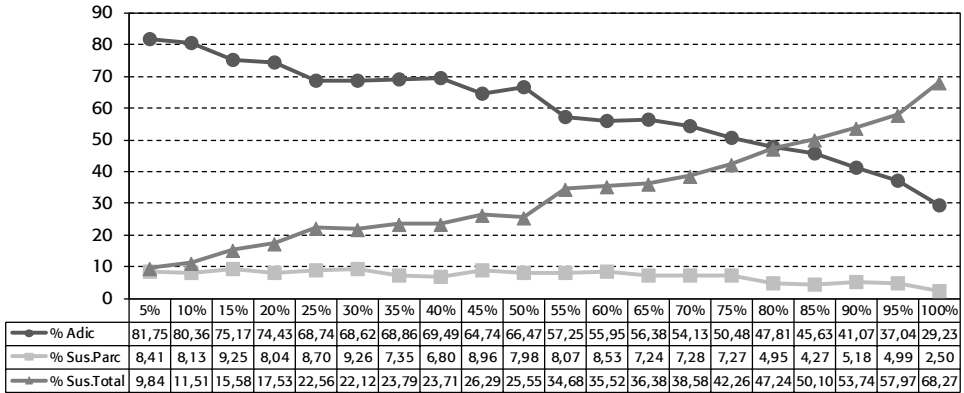
En relación con la adscripción sectorial de las empresas, parece que el sector de *servicios de alta tecnología* presenta efectos claramente diferenciados. Las empresas de este sector muestran la probabilidad más alta de adicionalidad (71%) y el porcentaje más bajo de empresas con efecto sustitución (20%). También en términos de intensidad del impacto se observa esta tendencia. El valor medio de los ITE de las empresas de este sector es cinco veces mayor al valor medio del impacto para el conjunto de la muestra. Esta tendencia se confirma en todos los modelos básicos estimados y en dos de los extendidos. Es decir, incluso cuando se considera el patrón de participación de las empresas, el sector de servicios muestra valores ITE por encima de la media y un porcentaje elevado de empresas con adicionalidad.

Para los *sectores tradicionales* (productores de bienes de consumo tradicional y bienes intermedios tradicionales), los datos descriptivos muestran una menor probabilidad de adicionalidad y un nivel más elevado de efecto sustitución (en torno al 50% y al 44%, respectivamente). Estos datos, sin embargo, no son contrastados por ninguno de los modelos estimados –que corrigen las interacciones del sector con las demás variables–. Las empresas que pertenecen al *sector de productores especializados en bienes intermedios y de equipo* muestran un nivel de impacto cercano a la media en términos de adicionalidad, aunque el valor medio de sus ITE está claramente por debajo de la media. Es decir, los datos descriptivos apuntan a que tienen una probabilidad media de reflejar adicionalidad pero, en términos de intensidad, mostrarían un menor impacto. En cuanto a los modelos econométricos, las empresas de este sector muestran un efecto de adicionalidad inferiores a la media en los dos tipos de modelos; es decir, una menor probabilidad y la intensidad de utilizar las ayudas correctamente, reflejando una adicionalidad financiera.

Para las empresas encuadradas en los *sectores de ensambladores y sectores con ventaja de escala*, así como las que desarrollan actividades *basadas en la ciencia e I+D básica*, el análisis descriptivo presenta valores cercanos al nivel medio de impacto. Sin embargo, los resultados de los modelos confirmatorios difieren mucho, ya que todos los modelos *Probit* señalan que las empresas de estos dos sectores tienen mayores probabilidades de presentar adicionalidad (parcial).

Gráfico 5.1.

PORCENTAJE DE EMPRESAS CON ADICIONALIDAD O EFECTO SUSTITUCIÓN POR TAMAÑO (EN COHORTES DE 5% DE LA MUESTRA, DESDE LAS MÁS PEQUEÑAS A LAS MÁS GRANDES)



Fuente: Elaboración propia.

En relación al comportamiento exportador de las empresas, se han analizado dos variables: la probabilidad de ser exportador (sí/no) y la intensidad exportadora (valor de exportaciones como porcentaje de las ventas). Tanto los datos descriptivos y los modelos confirmativos revelan una relación no lineal en forma de U invertida, donde el menor nivel de adicionalidad lo reflejan las empresas con porcentajes de exportación más elevados¹³⁰, tanto por la proporción de empresas con adicionalidad

Cuadro 5.4.

PERFIL DEL NIVEL DE IMPACTO DIFERENCIADO: CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA EMPRESA

Variables	Número de empresas	Porcentaje con adicionalidad	Porcentaje con adicionalidad / sustitución parcial	Porcentaje con sustitución total	Modelo <i>Probit</i> adicionalidad (1) vs. efecto sustitución (0)		Media ITE neto	Media ITE bruto	MCO ITE	
					(4a)	(4b)			(5a)	(5b)
Media de la muestra	10.419	59,8	7,2	33,1	Básico ¹³¹	Extendido	0,056	0,142	Básico	Extendido
Sector										
B. de consumo tradicional	1.448	51,0	6,1	42,9	NS	NS	-0,023	-0,004	NS	NS

¹³⁰ El 33% de empresas con mayor intensidad exportadora.

¹³¹ Para más detalles de las estimaciones, véanse los cuadros 5.A5. (modelo *Probit*) y 5.A6. (regresión MCO) del Apéndice 5.2.

Cuadro 5.4. (continuación)

PERFIL DEL NIVEL DE IMPACTO DIFERENCIADO: CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA EMPRESA

Variables (1)	Número de empresas (2)	Porcentaje con adicionalidad (3a)	Porcentaje con adicionalidad / sustitución parcial (3b)	Porcentaje con sustitución total (3c)	Modelo <i>Probit</i> adicionalidad (1) vs. efecto sustitución (0)		Media ITE neto (5a)	Media ITE bruto (5b)	MCO ITE	
					(4a)	(4b)			(6a)	(6b)
Media de la muestra	10.419	59,8	7,2	33,1	Básico ¹³¹	Extendido	0,056	0,142	Básico	Extendido
Sector										
B. intermedios tradicionales	725	49,2	5,4	45,4	NS	NS	-0,044	-0,036	---	---
B. intermedios especializados y de equipo	993	59,8	5,6	34,5	---	---	-0,024	-0,008	---	---
Ensambladores / ventajas de escala	1.231	60,1	5,4	34,4	NS	NS	0,004	0,030	NS	NS
Sect. basados en la ciencia	774	61,6	6,3	32,0	---(NS)	---	0,001	0,021	---(NS)	NS(-)
Servicios de alta tecnología	2.371	71,1	8,8	20,1	+++	+++	0,225	0,459	+++	+++
B. de consumo tradicional	2.523	60,0	8,4	31,6	Ref	Ref	0,047	0,131	Ref	Ref
Tamaño					---	---			---	---
Tamaño ²					+++	+++			+++	+++
0<x<10	1.107	80,3	8,9	10,8			0,263	0,479		
11<x<25	1.787	73,4	7,8	18,8			0,138	0,276		
26<x<50	1.753	67,5	8,2	24,2			0,074	0,153		
51<x<100	1.641	59,2	7,8	33,0			0,029	0,108		
101<x<200	1.351	54,7	7,5	37,8			-0,003	0,068		
201<x<500	1.407	45,3	5,2	49,5			-0,032	-0,006		
>501	1.313	34,6	4,2	61,2			-0,066	-0,064		

Cuadro 5.4. (continuación)

PERFIL DEL NIVEL DE IMPACTO DIFERENCIADO: CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA EMPRESA

Variables	Número de empresas	Porcentaje con adicionalidad	Porcentaje con adicionalidad / sustitución parcial	Porcentaje con sustitución total	Modelo <i>Probit</i> adicionalidad (1) vs. efecto sustitución (0)		Media ITE neto	Media ITE bruto	MCO ITE	
					(4a)	(4b)			(5a)	(5b)
(1)	(2)	(3a)	(3b)	(3c)	(4a)	(4b)	(5a)	(5b)	(6a)	(6b)
Media de la muestra	10.419	59,8	7,2	33,1	Básico ¹³¹	Extendido	0,056	0,142	Básico	Extendido
Edad de las empresas					NS(---)	NS(---)			NS ^(a)	NS
<i>start_up</i> (<3)	35	65,7	11,4	22,9	NS	NS	0,023	0,106	NS	NS
<i>old firms</i> (>20)	5.184	53,2	6,3	40,5	NS	NS	-0,010	0,026	NS	NS
Estructura de la propiedad										
Pública	357	45,9	10,4	43,7	NS	NS	0,027	0,175	NS	NS
Multinacional	885	52,8	4,1	43,2	+++	+++	-0,005	0,016	+++	+++
Grupo nacional	4.088	52,8	5,9	41,3	NS	---(NS)	0,010	0,048	---(NS)	---
Independiente	8.146	77,4	5,8	16,9	NS	---(NS)	0,097	0,221	---	---
Comportamiento exportador										
Exportadoras	5.503	57,3	5,9	36,7			0,013	0,063		
No exportador	4.916	62,5	8,5	*28,9						
Intensidad exportadora (exportaciones sobre ventas) por cuantiles										
Bajo <33	4.916	56,0	7,1	36,9	NS	---(NS)	0,016	0,072	---(NS)	---(NS)
Medio 33<x<66	2.029	58,2	5,7	36,1	Ref	Ref	0,014	0,059	Ref	Ref
Alto >66	.2543	57,7	5,0	37,2	---(NS)	---	0,000	0,037	---	---

Notas: Interpretación de los resultados entre paréntesis: el cuadro muestra los modelos basados en la discriminación del gasto bruto en I+D frente a las empresas con sustitución total por aquellas con efecto de adicionalidad total o parcial. En la mayoría de los casos, como se esperaba, el modelo de los gastos netos de I+D muestra los mismos resultados. Si este no es el caso, la relación se refleja entre paréntesis (NS) (+) (-).

+++ o ---: relación significativa, positiva o negativa. NS: no significativo.

• La columna del modelo básico se refiere a las estimaciones que excluyen las variables del patrón revelado de participación en los programas y las restricciones financieras, mientras que el modelo extendido incluye estas variables.

Fuente: Elaboración propia.

como por la intensidad del efecto expresado como ITE, seguido por las empresas con una baja intensidad de exportación, mientras que las empresas del grupo intermedio presentan el nivel más alto de adicionalidad.

También se analizan las diferencias del impacto por la estructura de la propiedad de las empresas. Las empresas independientes de capital español (las que no pertenecen a grupos nacionales ni extranjeros) presentan resultados muy lla-

Cuadro 5.5.

PERFIL DEL NIVEL DE IMPACTO DIFERENCIADO: CARACTERÍSTICAS COMPORTAMIENTO INNOVADOR

Variables (1)	Número de empresas (2)	Porcentaje con adicionalidad (3a)	Porcentaje con adicionalidad / sustitución parcial (3b)	Porcentaje con sustitución total (3c)	Modelo <i>Probit</i> adicionalidad (1) vs. efecto sustitución (0)		Media ITE neto (5a)	Media ITE bruto (5b)	MCO ITE	
					(4a)	(4b)			(6a)	(6b)
Media del total de la muestra <i>Input indicators</i>	10.419	59,8	7,2	33,1	Básico	Extendido	0,056	0,142	Básico	Extendido
Gasto en I+D sobre ventas					Bruto	Bruto			Bruto	Bruto
33% más bajo	3.467	32,6	6,3	61,1	---	---	-0,073	-0,076	NS	NS
33% medio	3.473	63,4	7,6	29,0	Ref	Ref	-0,046	-0,034	Ref	Ref
33% más alto	3.479	83,3	7,6	9,1	+++	+++	0,288	0,535	+++	+++
Gasto menos del 1%	1.751	23	5	72			-0,046	-0,054		
Gasto entre 1% y 2,5%	1.511	42	8	50%			-0,058	-0,059		
Gasto entre 2,5% y 5%	1.490	55	7	38			-0,048	-0,056		
Gasto más del 5%	5.667	77	8	15			0,320	0,160		

Cuadro 5.5. (continuación)

PERFIL DEL NIVEL DE IMPACTO DIFERENCIADO: CARACTERÍSTICAS COMPORTAMIENTO INNOVADOR

Variables	Número de empresas	Porcentaje con adicionalidad	Porcentaje con adicionalidad / sustitución parcial	Porcentaje con sustitución total	Modelo <i>Probit</i> vs. efecto sustitución (0)		Media ITE neto	Media ITE bruto	MCO ITE	
					(4a)	(4b)			(6a)	(6b)
(1)	(2)	(3a)	(3b)	(3c)	(4a)	(4b)	(5a)	(5b)	(6a)	(6b)
Media del total de la muestra <i>Input indicators</i>	10.419	59,8	7,2	33,1	Básico	Extendido	0,056	0,142	Básico	Extendido
Indicadores de comportamiento innovador										
Orientación de gasto (no excluyentes) (sí/no)										
Investigación básica	1.485	65,3	6,9	27,9	+++	+++	0,060	0,157	+++	+++
Investigación aplicada	7126	59,0	7,3	33,7	---	---	0,120	0,270	NS	---NS
Desarrollo tecnológico	8.341	59,6	6,8	33,6	---	---	0,051	0,137	---	---
Inv.b básica >50% del GID	48	81,3	8,3	10,4						
Inv. aplicada >50% del GID	3.586	59,2	7,9	32,9						
Des. tecnológico >50% del GID	5.541	59,8	6,6	33,6						
Hacen inv. básica y aplicada	3.176	61,3	7,0	31,7						
Hacen inv. básica y desarrollo tecnológico	5.758	57,5	7,3	35,1						
Hacen inv. aplicada y desarrollo tecnológico	318	66,7	7,9	25,5						
Hacen los tres tipos	1.167	64,9	6,6	28,5						
Cooperación (sí)	3.081	65,9	8,9	25,0	---	---	0,046	0,142	NS ⁽⁻⁾	---
Cooperación (no)	7.338	57,2	6,4	36,4			0,079	0,141		

Cuadro 5.5. (continuación)

PERFIL DEL NIVEL DE IMPACTO DIFERENCIADO: CARACTERÍSTICAS COMPORTAMIENTO INNOVADOR

Variables	Número de empresas	Porcentaje con adicionalidad	Porcentaje con adicionalidad / sustitución parcial	Porcentaje con sustitución total	Modelo PROBIT adicionalidad (1) vs. efecto sustitución (0)		Media ITE neto	Media ITE bruto	MCO ITE	
					(4a)	(4b)			(5a)	(5b)
(1)	(2)	(3a)	(3b)	(3c)	(4a)	(4b)	(5a)	(5b)	(6a)	(6b)
Media de la muestra <i>Input indicators</i>	10.419	59,8	7,2	33,1	Básico	Extendido	0,056	0,142	Básico	Extendido
Capital humano (variable continua)					NS (-)	NS (-)			+++	+++ ^(NS)
Bajo capital humano	3.514	49,3	6,3	44,4			-0,025	-0,007		
Medio capital humano	3.421	60,5	5,9	33,6			0,021	0,070		
Alto capital humano	3.484	69,7	9,2	21,1			0,173	0,363		
Indicadores del resultado de la I+D e innovación										
Sin patentes	7.809	59,0	7,5	33,6						
Con patentes	2.610	62,2	6,2	31,6	NS	NS			+++	+++
Innovación proceso (sí)		57,7	6,3	36,0						
Innovación proceso (no)		52,5	6,0	39,7						
Innovación de producto (sí)		60,5	7,8	32,9						
Innovación de producto (no)		64,9	8,5	25,6						

Nota: Véanse las explicaciones ofrecidas en el cuadro 5.4.

Fuente: Elaboración propia.

mativos. Más del 77% de ellas muestran efectos netos de adicionalidad, mientras que solo el 16% registran un efecto sustitución total. También el valor medio del impacto de los ITE de estas empresas es muy elevado, especialmente en términos del gasto bruto en I+D. Las empresas pertenecientes a entes públicos reflejan menos frecuentemente un efecto de adicionalidad y, además, tienen un nivel de sustitución elevado (46% frente al 44%) y las empresas que forman parte de grupos, nacionales e internacionales, muestran valores ligeramente por debajo de la media (53% frente a 41%). Sin embargo, cuando se corrigen los valores en los modelos econométricos la situación cambia drásticamente. Primero, los modelos *Probit* no confirman que las empresas independientes tengan un impacto mayor en términos de probabilidad de adicionalidad (sí/no). De hecho, solo un modelo presenta un coeficiente significativo, que además está por debajo de la media. Los modelos de regresión sobre el ITE presentan resultados similares; es decir, los modelos contradicen el análisis descriptivo y destacan que la relación real de estas empresas es la de un menor impacto.

Para las empresas con capital extranjero se observa el efecto contrario. A pesar de que los datos descriptivos muestran que estas empresas presentan un nivel de impacto inferior a la media, los modelos econométricos –en cada uno de los ocho modelos estimados– muestran que este tipo de empresas utiliza de forma más adecuada las ayudas recibidas y, además, ninguno de los modelos presenta un mayor nivel de uso inadecuado por parte de las empresas públicas. En estos últimos dos casos, la contradicción entre los valores descriptivos y los confirmatorios puede estar relacionada con el tamaño de las empresas, debido a que en el caso de empresas de capital público o extranjero se trata de empresas relativamente grandes. Por otro lado, cuatro de los ocho modelos indican un menor nivel de impacto en las empresas pertenecientes a un grupo. Tal efecto negativo sobre el ITE se constata, sobre todo, en los modelos de regresión MCO sobre el valor del ITE¹³² y/o en los modelos *Probit* y MCO basados en el gasto bruto.

En relación con la edad de las empresas, las empresas de nueva creación –*start-ups*– muestran aparentemente con menos frecuencia un efecto de sustitución total. Sin embargo, este hecho no está confirmado por los modelos econométricos. Probablemente, ello esté relacionado con el tamaño de las empresas o el hecho de que a menudo son empresas independientes. Por ello, en los modelos finales presentados en este documento se excluye la variable.

■ 5.4.2. Características del comportamiento innovador de las empresas

En relación con *las características del comportamiento innovador de las empresas* cabe señalar que las firmas con una mayor intensidad de gasto en I+D

¹³² Tres de los cuatro modelos de regresión muestran valores por debajo del impacto medio de las empresas.

y/o aquellas que orientan sus actividades hacia la investigación básica registran un mayor nivel (intensidad y probabilidad) de adicionalidad financiera. En otras palabras, estas empresas son más propensas a aumentar sus esfuerzos privados en I+D o a acelerar sus actividades de innovación. Se encuentra una probabilidad de adicionalidad muy alta en las empresas que invierten un porcentaje relativamente alto de sus ventas en innovación (83% frente a 9%)¹³³ y/o las que están claramente orientadas hacia la I+D básica (81% frente al 10%). No se debe olvidar que los resultados descriptivos podrían estar sesgados, ya que es más que probable que una gran parte de las empresas tengan simultáneamente un alto nivel de inversión en I+D y una orientación hacia la investigación básica. Pero, en cualquier caso, los mayores niveles de adicionalidad de la mayoría de las empresas innovadoras se confirman en los resultados econométricos.

Por otro lado, los datos de la intensidad de gasto (gasto en I+D sobre ventas) parecen indicar que existe una relación no lineal. Mediante el gráfico 5.2. se intenta arrojar luz sobre la forma no lineal de tal relación. Como se hizo para la variable tamaño se refleja la probabilidad de adicionalidad a partir de 20 cohortes del 5% de las empresas ordenadas por su intensidad de I+D, comenzando con el 5% de las empresas con la intensidad más baja hasta el 5% de empresas más innovadoras en términos de gastos de I+D sobre ventas. El gráfico muestra que el porcentaje de empresas con efecto de adicionalidad crece de forma pronunciada hasta la novena cohorte y luego la pendiente de la curva se vuelve algo más plana —aunque poco—. Para el efecto de sustitución ocurre la situación opuesta. En el caso de la adicionalidad parcial, el porcentaje sube de forma abrupta en las primeras tres cohortes y se produce el efecto contrario en las tres últimas, mientras que en las cohortes intermedias los porcentajes son muy estables. Esta relación no lineal ha sido confirmada por el modelo *Probit* y los modelos de regresión MCO basados en los ITE.

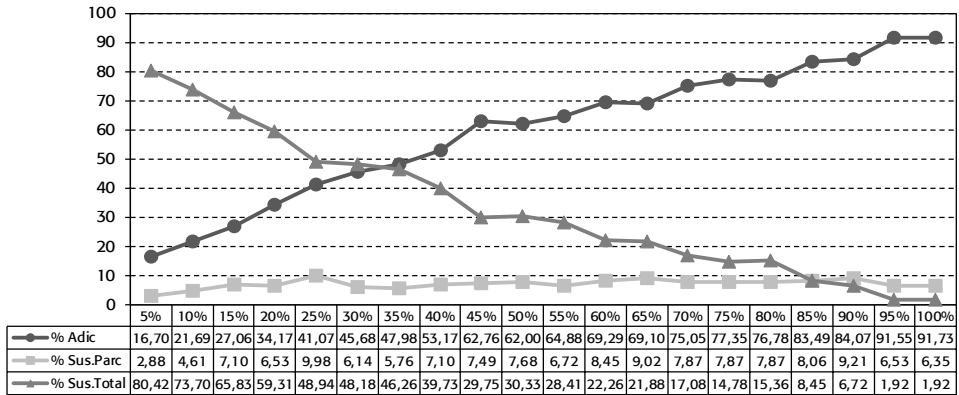
Con respecto a los demás indicadores del comportamiento innovador de las empresas, parece que los datos descriptivos reflejan que las empresas que cooperan con otros agentes del sistema de innovación o las que tienen niveles altos de capital humano usan los fondos públicos ligeramente mejor que la media del total de las empresas de la muestra. Sin embargo, los modelos contradicen esta impresión descriptiva. En el caso de la cooperación, siete de los ocho modelos muestran niveles de impacto menores a la media. Para el caso del nivel de capital humano, los resultados resultan llamativos. Los modelos *Probit* para los gastos brutos muestran una relación no significativa y el modelo para los gastos netos una relación significativa y negativa. En otras palabras, cuanto mayor sea el nivel de capital humano, menor será la probabilidad de ser una empresa con un efecto de adicionalidad. Sin embargo, el modelo de regresión basado en el ITE muestra que,

¹³³ Cabe recordar que los dos porcentajes hacen referencia, respectivamente, al porcentaje de empresas con adicionalidad frente al efecto sustitución. Además, el nivel de inversión en I+D sobre ventas está basado en la distribución dentro de la muestra (el 33% de las empresas el nivel más bajo, el 33% de las empresas con un nivel intermedio y un 33% de las empresas con los niveles más altos). En cualquier caso, al utilizar cuatro grupos con valores por debajo del 1%, entre el 1% y el 2,5%, entre el 2,55% y el 5% y mayor al 5% los resultados obtenidos son similares.

al mismo tiempo, su efecto promedio en términos absolutos es mayor; es decir, el tamaño relativo o la intensidad de este efecto parece ser más elevado. Este panorama confuso podría explicarse por el hecho de que una vez sabiendo que la empresa refleja un efecto de adicionalidad (tienen un ITE positivo) resulta que el valor medio para este grupo de empresas es más bajo. Bien porque los valores positivos son relativamente bajos o bien el efecto de sustitución –con valores del ITE negativos– es tan alto que compensa los efectos positivos.

Gráfico 5.2.

PORCENTAJE DE EMPRESAS CON EFECTO ADICIONALIDAD O SUSTITUCIÓN POR INTENSIDAD DE GASTO EN I+D (EN COHORTES DE 5% DE LA MUESTRA DESDE LA INTENSIDAD MÁS BAJA HASTA LA MÁS ALTA)



Fuente: Elaboración propia.

5.5. NIVEL DE IMPACTO POR EL PATRÓN DE PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS EN LOS PROGRAMAS Y SEGÚN SUS RESTRICCIONES FINANCIERAS

Como se ha indicado, en los cuadros de este trabajo se incluyen simultáneamente ocho modelos. Para cada uno de los cuatro modelos básicos, construimos un conjunto de cuatro estimaciones con las características estructurales y el comportamiento innovador de las empresas. Seguido por un grupo de modelos extendidos donde se incluyen dos grupos adicionales de variables explicativas. Estos modelos extendidos pretenden estudiar si el nivel de impacto es diferente para las empresas que muestran distintos patrones de participación en los programas y, además, se analiza si las empresas con un mayor nivel de restricciones financieras muestran un mayor nivel de adicionalidad financiera.

5.5.1. Nivel de impacto por el patrón de participación de las empresas

Un aspecto central que se recoge en este libro es el nivel de impacto en relación con el patrón revelado de participación de las empresas en los programas de apoyo. En otras palabras, se analiza si las empresas que participan con mayor frecuencia, las que tienen una mayor intensidad de apoyo o las empresas que participan simultáneamente –o no– en programas regionales, nacionales o europeos muestran un impacto diferente en términos del porcentaje de empresas con adicionalidad o en la intensidad del impacto en términos del efecto individual del tratamiento (ITE).

Aunque la base de datos original ofrece básicamente el monto de las subvenciones de cada uno de los niveles administrativos, se han creado algunos indicadores adicionales que revelan el patrón de participación. Se crearon dos indicadores en relación con la cantidad absoluta y relativa de apoyo.

Cuadro 5.6.

PERFIL DEL NIVEL DE IMPACTO DIFERENCIADO POR EL PATRÓN (REVELADO) DE PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS EN LOS PROGRAMAS DE APOYO

	Número de empresas	Porcentaje con adicionalidad	Porcentaje con adicionalidad /sustitución parcial	Porcentaje con sustitución total	Modelo <i>Probit</i> extendido	Media ITE neto	Media ITE bruto	Modelo ITE extendido
Total muestra	10.419	59,8	7,2	33,1	Bruto	0,056	0,142	Bruto
Cuartiles de la intensidad de ayuda ¹³⁴					---(NS) +++(-)			--- +++ (NS)
<25	2.625	62,4	1,3	36,3		0,061	0,074	
25<x<50	2.623	61,6	2,8	35,6		0,059	0,097	
50<x<75	2.595	63,2	5,6	31,2		0,069	0,154	
>75	2.576	*51,8	19,2	*29,0		0,034	0,244	
Cantidad absoluta de ayuda ¹³⁵								
<25	2.613	59,5	3,8	36,7		0,028	0,047	
25<x<50	2.597	58,4	5,9	35,7		0,024	0,068	
50<x<75	2.596	59,3	8,1	32,6		0,056	0,139	
>75	2.613	61,8	10,9	*27,2		0,115	0,312	

¹³⁴ Cuartiles en base a la cantidad de ayuda recibida como porcentaje de los gastos en I+D.

¹³⁵ Basado en la cantidad absoluta de ayuda en euros.

Cuadro 5.6. (continuación)

PERFIL DEL NIVEL DE IMPACTO DIFERENCIADO POR EL PATRÓN (REVELADO) DE PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS EN LOS PROGRAMAS DE APOYO

	Número de empresas	Porcentaje con adicionalidad	Porcentaje con adicionalidad / sustitución parcial	Porcentaje con sustitución total	Modelo Probit extendido	Media ITE neto	Media ITE bruto	Modelo ITE extendido
Total muestra	10.419	59,8	7,2	33,1	Bruto	0,056	0,142	Bruto
Probabilidad de obtener ayuda (PS)					---(NS) +++(-)			--- +++ ^(NS)
<33	3.473	60,8	8,2	31,0		0,035	0,073	
33<x<66	3.473	57,0	5,6	37,4		0,029	0,090	
>66	3.473	61,5	7,7	30,8		0,102	0,261	
Múltiples ayudas (grupos excluyentes)								
Solo regional	3.425	58,9	6,4	34,7	---	0,028	0,073	---
Solo nacional	3.139	58,8	6,2	35,0	---	0,031	0,069	---
Solo europeo	460	48,0	8,3	*43,7	---	0,037	0,119	---
REG and NAC	1.666	61,1	8,0	30,9	Ref	0,069	0,179	Ref
REG and UE	259	70,7	8,9	20,5	+++	0,134	0,306	+++
NAC and UE	485	*53,2	9,1	37,7	NS	0,063	0,185	NS
Todas	985	69,2	9,7	21,0	+++	0,193	0,494	+++
Clietelismo (años con apoyo)					NS			+++ ^(NS)
1	631	*54,5	10,8	34,7		0,004	0,033	
2-3	2.067	57,4	6,8	35,9		0,031	0,072	
4-5	1.248	58,5	7,3	34,0		0,052	0,123	
6-7	2.777	59,4	5,9	34,7		0,039	0,112	
8	2.485	*64,6	8,1	*27,3		0,113	0,280	

Nota: Véanse las explicaciones ofrecidas en el cuadro 5.4.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al indicador que refleja la intensidad del apoyo obtenido, medida como la cantidad recibida como porcentaje de los gastos en I+D se ha creado una variable nueva a base de 4 cohortes de intensidad clasificando las empresas en orden de menor a mayor nivel de apoyo. Es decir, se dividió la muestra en cuatro grupos del mismo tamaño, según cuartiles de la distribución correspondiente. Según el análisis descriptivo recogido en el cuadro 5.6., especialmente la cohorte de las empresas con mayor intensidad de apoyo, refleja con menos frecuencia una adicionalidad financiera costeada con fondos privados (AD-PRIV). Curiosamente, este grupo de empresas también muestran con menos frecuencia un efecto desplazamiento (52% frente al 29%). Este es el resultado del hecho de que un gran número de empresas de este grupo tan específico reflejan un efecto de adicionalidad o de sustitución parcial, abarcando este último al 19% de las empresas mientras que la media para la muestra es el 7%. De hecho, observando el indicador descriptivo de la intensidad de la adicionalidad –el valor medio del ITE de este subgrupo– se observa que es simultáneamente muy bajo en el caso del gasto neto y muy alto en el caso del gasto bruto.

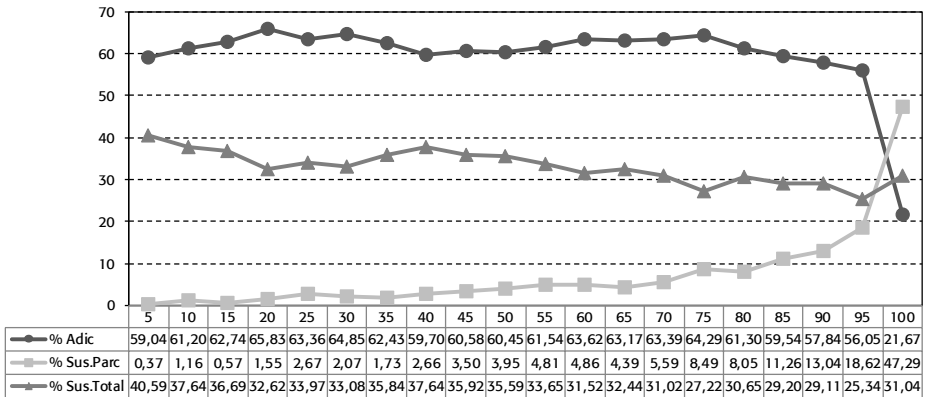
En realidad se ha detectado una tendencia no lineal de la intensidad de ayuda que se puede observar en el gráfico 5.3. En este gráfico se refleja el nivel de adicionalidad para las veinte cohortes del 5% de las empresas por su intensidad de soporte, comenzando por las que registran la intensidad más baja y acabando en las que muestran el nivel más alto de intensidad para el apoyo público. El porcentaje de empresas que muestran un efecto de adicionalidad aumenta lentamente en las primeras cuatro cohortes (del 59% al 66%), lo que indica que un nivel bajo de intensidad de soporte está relacionado con un nivel de adicionalidad justo por debajo del promedio. Entre las cohortes cinco a quince, los porcentajes son similares (entre el 60% y el 63%), mientras que el porcentaje de empresas con adicionalidad está claramente por debajo de la media desde la cohorte número quince y cae muy por debajo del promedio en la última cohorte hasta un 22%. Los modelos econométricos confirman esta relación no lineal.

Otra variable que refleja la importancia de las ayudas sería la cantidad absoluta del apoyo. Si se observa a partir del análisis descriptivo que en el caso del cuartil del 25% de las empresas con el volumen más alto de ayudas en términos absolutos la adicionalidad financiada con fondos privados es similar al promedio de la muestra, aunque este grupo de empresas reflejan una menor probabilidad de desplazamiento (62% frente al 27%). Mientras que las empresas de los primeros tres cuartiles muestran una distribución del efecto similar al promedio. Curiosamente, los valores promedio de ITE para el AD-PRIV muestran un efecto menor para las empresas con un alto volumen de apoyo, mientras que en el caso de los gastos brutos de I+D, esas empresas tienen el mayor impacto. Estos resultados contradictorios se podrían esclarecer mediante los modelos de regresión *Probit* y MCO¹³⁶.

¹³⁶ Ya que los datos descriptivos apuntan a una relación no lineal entre la intensidad del impacto y la cantidad de las ayudas, se ha modelizado en consecuencia.

Gráfico 5.3.

PORCENTAJE DE EMPRESAS CON ADICIONALIDAD O SUSTITUCIÓN POR INTENSIDAD DE LA AYUDA RECIBIDA (EN COHORTES DE 5% DE LA MUESTRA DESDE LAS EMPRESAS CON MENOR INTENSIDAD HASTA LAS DE MAYOR)



Fuente: Elaboración propia.

Resulta que la inclusión de esta variable en los modelos econométricos confirman la relación no lineal tanto utilizando como variable dependiente los gastos brutos como los netos¹³⁷.

En la última década ha habido una amplia discusión sobre las políticas de innovación desde un enfoque multinivel (véanse Czarnitzki y Lopes-Bento, 2013; Marino *et al.*, 2016; Huergo y Moreno, 2017). Para analizar esto, se ha creado un indicador que muestra si las empresas que obtienen apoyo de forma simultánea de diferentes niveles administrativos son más propensas a una actitud de *freerider* que las que solo acuden a un nivel administrativo. Se crearon categorías excluyentes para cada una de las posibles combinaciones de apoyo regional, nacional o europeo. Las empresas que obtuvieron solo el apoyo de uno de los tres niveles administrativos muestran un nivel de impacto inferior, un hecho confirmado por los datos descriptivos y los estudios previos. Dentro de estos tres niveles, las empresas con solo ayudas europeas muestran un impacto mayor que las que obtienen ayudas “solo regionales” o “solo nacionales”. Curiosamente, las empresas que obtuvieron solo apoyo europeo o, de forma simultánea, apoyo europeo y nacional reflejan con menos frecuencia un efecto de adicionalidad financiado de forma privada¹³⁸. Mien-

¹³⁷ Debido a las limitaciones econométricas no ha sido posible incluir de forma simultánea la intensidad de las ayudas y el volumen absoluto de las mismas. Se ha optado por incluir solamente la intensidad de las ayudas, ya que nos permite corregir el efecto por el volumen de fondos destinados a la I+D.

¹³⁸ Además, aquellas empresas que solo reciben fondos europeos muestran efecto sustitución con mayor frecuencia.

tras tanto, las empresas que obtuvieron simultáneamente apoyo regional y de la UE o fueron beneficiarias de los tres niveles administrativos utilizaron con mayor frecuencia su apoyo de manera correcta, mostrando un mayor efecto de adicionalidad y un menor efecto de desplazamiento. Estos resultados se han visto confirmados, en términos generales, por los modelos econométricos, que, como ya se ha indicado, analizan el impacto creando una situación *ceteris paribus* para que el impacto diferenciado no esté relacionado con las otras variables incluidas, especialmente las características de las empresas o la intensidad de las ayudas¹³⁹.

También se ha creado un indicador que recoge el número de años que las empresas obtuvieron apoyo en el pasado. Tal persistencia de participar en las ayudas reflejaría de alguna forma el “clientelismo”, es decir el hecho que las agencias públicas asignan ayudas con asiduidad a las mismas empresas. Los datos descriptivos del indicador de “clientelismo” mostraron que las empresas que participan con mayor frecuencia en los programas tienen un nivel de impacto algo mayor. De hecho, las empresas que solo participaron un año tienen una probabilidad de adicionalidad del 55%, mientras que en las empresas que participaron más de ocho años en el mismo periodo este porcentaje es del 65%. Los valores promedio de ITE (brutos o netos) mostraron un nivel de impacto creciente según aumenta el número de años de participación. Sin embargo, al analizar los modelos econométricos, no

Cuadro 5.7.

PERFIL DEL NIVEL DE IMPACTO DIFERENCIADO POR LA IMPORTANCIA DE LOS OBSTÁCULOS A LA INNOVACIÓN

	Número de empresas	Porcentaje con adicionalidad	Porcentaje con adicionalidad /sustitución parcial	Porcentaje con sustitución total	Modelo <i>Probit</i> extendido	Media ITE neto	Media ITE bruto	Modelo ITE extendido
Total muestra	10.419	59,8	7,2	33,1	Bruto	0,056	0,142	Bruto
Falta de fondos propios					NS			NS
Alto (=1)	4.144	63,6	7,6	28,8		0,079	0,189	
Medio (=2)	3.757	58,5	7,3	34,2		0,046	0,121	
Bajo (=3)	.1881	54,4	5,6	40,0		0,025	0,082	

¹³⁹ Por ejemplo, las empresas que participan en programas de la UE son, en general, empresas grandes y las empresas que reciben múltiples ayudas presentan niveles más altos de intensidad de ayuda.

Cuadro 5.7. (continuación)

PERFIL DEL NIVEL DE IMPACTO DIFERENCIADO POR LA IMPORTANCIA DE LOS OBSTÁCULOS A LA INNOVACIÓN								
	Número de empresas	Porcentaje con adicionalidad	Porcentaje con adicionalidad /sustitución parcial	Porcentaje con sustitución total	Modelo PROBIT extendido	Media ITE neto	Media ITE bruto	Modelo ITE extendido
Total muestra	10.419	59,8	7,2	33,1	Bruto	0,056	0,142	Bruto
Falta de financiación externa					NS			NS
Alto (=1)	4.346	63,1	7,4	29,5		0,084	0,192	
Medio (=2)	3.733	58,3	7,0	34,6		0,040	0,118	
Bajo (=3)	1.691	55,6	6,6	37,8		0,019	0,075	
Costes de innovación altos					---			---
Alto (=1)	3.529	62,8	7,0	30,2		0,065	0,158	
Medio (=2)	4.033	57,7	7,7	34,6		0,047	0,129	
Bajo (=3)	1.855	58,1	6,1	35,8		0,046	0,126	

Nota: Véanse las explicaciones ofrecidas en el cuadro 5.4.

Fuente: Elaboración propia.

se confirma esta mayor probabilidad de adicionalidad para las empresas que participan frecuentemente en los programas de política tecnológica. No obstante, las regresiones MCO que miden el impacto de las políticas en términos de la intensidad de la adicionalidad reflejan que esta resulta mayor para las empresas con un mayor número de años de participación en el caso del modelo referido a los gastos brutos de I+D.

■ 5.5.2. Nivel de impacto según la importancia de las restricciones financieras

Otra de las cuestiones que este estudio pretende analizar es si las empresas que muestran más restricciones financieras utilizan los fondos recibidos de una mejor forma. Aunque la base de datos utilizada no ofrece información directa de las

restricciones financieras de las empresas, se puede suponer que las empresas que mencionan los problemas financieros como un obstáculo importante para realizar actividades de innovación tendrán más a menudo problemas de financiación y, por tanto, necesitarían más las ayudas. Por tanto, se puede esperar que, debido a la necesidad de las empresas de fondos adicionales, estas reflejarán un mayor nivel de adicionalidad. La *Encuesta de Innovación Española* incluye tres preguntas sobre la importancia que atribuyen las empresas a ciertos obstáculos financieros. El primero se refiere a la falta de fondos internos de la propia empresa, el segundo apunta al problema de conseguir fondos en el mercado financiero para poder ejecutar los proyectos y el tercero es una pregunta sobre la importancia de los elevados costes de la innovación como obstáculo que dificulta o evita llevar a cabo los proyectos de investigación. Respecto a cada obstáculo se valora su importancia en una escala de Likert que va de cero (poco importante) a cuatro (muy importante).

En el cuadro 5.7. se observa que las diferencias en términos del nivel de adicionalidad en relación con la importancia de los “obstáculos financieros” son pequeñas. Los datos descriptivos muestran una tendencia similar para cada uno de los tres obstáculos: cuanto mayor es la importancia de los obstáculos, mayor es el nivel de adicionalidad. De todos modos, como se mencionó, las diferencias son pequeñas y se requiere un análisis confirmatorio basado en un modelo econométrico para ver si estas variables realmente influyen sobre la intensidad y probabilidad de la adicionalidad financiera. Estos modelos revelan que las empresas que consideran la falta de fondos internos o el acceso a los mercados financieros como un obstáculo importante tienen un nivel promedio de impacto. En otras palabras, sorprendentemente y en contra lo esperado, su necesidad de fondos internos o externos adicionales, declarada por ellas mismo, no se traduce en un mayor nivel de adicionalidad en el momento de obtener ayudas públicas.

En el caso de las empresas que consideran los elevados costes de innovación como un obstáculo importante, los modelos de regresión *Probit* y MCO muestran que estas empresas presentan un menor efecto de adicionalidad. Es decir, si los costos de la innovación son altos, el apoyo público genera con menos frecuencia un efecto de adicionalidad (menor probabilidad) y, además, la intensidad del efecto mostrado es menor. Por lo que se puede concluir que las empresas que más necesitarían –según su situación financiera– las ayudas tienen un impacto menor o igual a la media.

Otra forma de tener en cuenta las restricciones financieras ha sido el análisis según el ciclo económico en que se han asignado los recursos públicos. Nos ha parecido oportuno analizar la influencia de la crisis financiera en el efecto de las políticas públicas a la I+D para España. Primero, porque la crisis ha sido sobre todo una crisis financiera y ha afectado severamente al acceso de las empresas a recursos crediticios. Además, durante la crisis las empresas han visto reducido mucho su nivel de beneficios siendo una de las fuentes financieras más importantes en el momento de realizar I+D. En los modelos *Probit* y MCO inicialmente estimados no se han detectado diferencias en términos de adicionalidad para estos periodos. Este

resultado se ajusta a los del capítulo 4, donde distintos modelos (el método de PSM y de variables instrumentales), mediante el análisis de submuestras por ciclo económico, tampoco muestran diferencias claras y estadísticamente significativas. El efecto observado permanece invariable a lo largo del período, de lo que se deduce que el efecto no se asocia al ciclo económico.

■ 5.6. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Resumen de los resultados y su imbricación en la evidencia empírica

Este trabajo revela que, en promedio, el 60% de las empresas muestra adicionalidad financiera privada o total y, por tanto, el aumento de los gastos en I+D generados por el apoyo público es mayor que la cantidad obtenida de fondos públicos. El segundo grupo, el 7%, son las empresas que muestran un efecto de adicionalidad financiado con fondos públicos (total o parcial). En este caso, las empresas aumentan su gasto en I+D, pero solo usan una parte de los fondos recibidos (o exactamente esa cantidad), mientras que una parte del apoyo recibido se usa para otros objetivos. En este caso se puede hablar de un efecto de sustitución parcial. El último grupo, el 33% de las empresas, muestra una falta total de adicionalidad financiera. Es decir, según las estimaciones del impacto mediante el método PSM, la tercera parte de las empresas beneficiadas tiene un gasto parecido o menor que las empresas de control. En este caso, todo el soporte público obtenido por las empresas lo han utilizado para financiar otras actividades de la empresa o para subir los beneficios, sin que la ayuda haya generado un aumento en su gasto en I+D o innovación.

Para definir el perfil de las empresas con nivel de diferencia de adicionalidad se han estimado varios modelos econométricos basados en los *Individual Treatment Effects* (ITE) de cada empresa obtenidos mediante el PSM y estimados como la diferencia de gasto entre la empresa subvencionada y su contrafactual. Se han estimado dos tipos de modelos. El primero, un modelo *Probit*, que estima el perfil de las empresas que tienen una mayor probabilidad (sí/no) de presentar un efecto de adicionalidad financiera frente a un efecto sustitución. Además, se ha estimado un modelo de regresión para analizar la intensidad del impacto utilizando los valores ITE como variable dependiente.

Como se ha explicado en la sección 5.4., la evidencia empírica sobre el impacto diferenciado por las características de las empresas es limitada y confusa. Respecto al tamaño, los estudios existentes muestran resultados contradictorios, ya que cuatro de ellos detectaron una relación positiva y cinco una relación negativa entre el tamaño y el nivel de impacto. Y, como se ha indicado en la sección 5.2, los resultados contradictorios no son fáciles de explicar y solo se pueden mencionar algunos argumentos plausibles como la variable dependiente (el gasto bruto o neto

en I+D; el gasto en I+D respecto a las ventas o el gasto absoluto en I+D) las características de las empresas de control incluido en el análisis¹⁴⁰.

Nuestro análisis podría ofrecer otra explicación a estas contradicciones, ya que se observa una relación no lineal. En la sección 5.4. se ha mostrado que el porcentaje de empresas con adicionalidad está por encima del 80% entre las empresas más pequeñas y declina poco a poco según aumenta el tamaño de las empresas. Pero más o menos a partir de la mitad de la distribución por tamaño (donde un 55% de las empresas muestran adicionalidad), esta disminución se acelera rápidamente y el porcentaje de empresas que muestran adicionalidad resulta ser especialmente bajo para el 15% de las empresas más grandes de la muestra, donde solo un 35% reflejan adicionalidad. Esta no linealidad quizás no está debidamente recogida en los estudios precedentes que analizan este aspecto y comprueban las diferencias por tamaño comparando los ATET a partir de dos submuestras, una de empresas pequeñas y medianas y otra de grandes. En nuestro caso se han utilizado unas regresiones donde el tamaño es una variable de valores continuos y está modelizada para detectar la no linealidad de la relación.

Respecto al nivel de impacto según el comportamiento y la intensidad innovadora de las empresas, la evidencia empírica es escasa y de nuevo contradictoria. Cinco estudios (Cerulli y Poti, 2012; Dai y Cheng 2015; Crespi *et al.*, 2016; Afcha y García-Quevedo, 2016; Venturini y Starlacchini, 2018) mostraron que las empresas con un nivel innovador más alto tienen un impacto menor en términos de adicionalidad financiera; y solo un trabajo (González y Pazó, 2008) expuso un efecto opuesto. Los resultados de nuestra investigación –analizando simultáneamente un conjunto amplio de variables– muestran que las empresas más innovadoras presentan un mayor impacto y que esta relación es lineal. Al parecer, las empresas que apuestan por la innovación como estrategia para competir en el mercado son más propensas a aumentar sus gastos de I+D en el caso de obtener apoyo. En cuanto al mayor impacto de las empresas de los sectores basados en I+D, los resultados del modelo *Probit* respaldan este hecho en términos de una mayor probabilidad. Sin embargo, la intensidad promedio del efecto de adicionalidad en términos del ITE es menor en estos sectores. Dicho de otra forma, las empresas de los sectores intensivos en innovación tiene una mayor probabilidad de reflejar adicionalidad pero la magnitud del efecto medio es menor para este grupo de empresas.

Para el resto de las variables estructurales de las empresas no se ha obtenido una evidencia empírica previa a nuestro trabajo y, por tanto, no se pueden contrastar nuestros resultados con los de otros autores.

En cuanto al patrón de participación en los programas de apoyo, se han obtenido resultados parecidos a lo que refleja la evidencia previa observando una mayor probabilidad de mostrar un efecto sustitución en las empresas que solo participa-

¹⁴⁰ En esta sección se resume de forma muy breve las posibles causas de las contradicciones encontradas. Para una explicación más completa véase la sección 5.2.

ron en uno de los tres niveles administrativos analizados y que las empresas que reciben apoyo de múltiples niveles de la Administración Pública muestran un mayor nivel de impacto. Los modelos econométricos confirman este efecto teniendo en cuenta, simultáneamente, la intensidad del apoyo. Este último es un aspecto importante, ya que tal intensidad podría aumentarse debido a que las empresas reciben a la vez ayudas de más niveles administrativos. En el caso de la cantidad de apoyo recibida, tres estudios encuentran un mayor nivel de impacto para las empresas con cantidades altas de ayuda, mientras que Dai y Cheng (2015) muestran un efecto no lineal.

Nuestros modelos también reflejan una relación no lineal entre la variable que mide la intensidad de las ayudas y el nivel de impacto. De hecho, la probabilidad de mostrar adicionalidad financiera es ligeramente menor para las empresas con una intensidad de soporte baja y disminuye bruscamente para las empresas con una intensidad de soporte muy alta.

Dos estudios (Aschhoff, 2009; Czarnitzki y Lopes-Bento, 2013) sostienen que las empresas que participan con frecuencia en programas de apoyo público muestran un mayor nivel de adicionalidad financiera, una conclusión también confirmada por este trabajo. Curiosamente, la probabilidad de tener un efecto de adicionalidad es independiente del número de años de recepción de las ayudas, aunque la magnitud del impacto es claramente mayor para las empresas que participan más años.

Consideraciones finales

Hoy en día, el *Propensity Score Matching* (PSM) como método para evaluar el impacto de las ayudas a la innovación está generalmente aceptado y estandarizado. La gran mayoría de los estudios estiman el *Average Treatment Effects on the Treated* (ATET) para toda la muestra. Y solo un pequeño número de ellos arroja algo de luz sobre la existencia de un efecto diferenciado para ciertos tipos de empresas. Esos trabajos confirman el nivel de impacto diferenciado al comparar el ATET de las submuestras. Sin embargo, ninguna de las investigaciones revisadas diferencia el nivel de impacto teniendo en cuenta, simultáneamente, todas las características de las empresas o de los programas de apoyo.

Por lo tanto, el objetivo y la novedad principal de este capítulo han sido la elaboración de un perfil de las empresas con un nivel de impacto bajo o alto, teniendo en cuenta, simultáneamente, las características estructurales de las empresas, su comportamiento innovador y el patrón de participación de las empresas en los programas de apoyo público. Otra novedad de este estudio es la inclusión de las limitaciones financieras de las empresas como determinante de la existencia y la intensidad del impacto del apoyo público, suponiendo que las empresas con más problemas financieros mostrarían un mayor efecto de impacto. Sin embargo, este no ha sido el caso. Para elaborar tal perfil se han desarrollado dos tipos de modelos. Los modelos *Probit* que analizan la probabilidad de que ciertos tipos de empresas beneficiarias de las ayudas públicas a la I+D reflejen adicionalidad financiera. Y los

modelos MCO que utilizan como variable dependiente el valor estimado del efecto individual comparando la intensidad de tal efecto. El perfil revelado por nuestro análisis debe proporcionar a las agencias y unidades gestoras de la política tecnológica algunas herramientas para ajustar sus programas o procedimientos de selección.

De los resultados econométricos de la sección anterior se puede deducir que las empresas con una mayor probabilidad de mostrar un efecto de adicionalidad financiera han sido las del sector de servicios de alta tecnología, aquellas con una intensidad intermedia de exportación, las de propiedad extranjera y las más innovadoras (como las que pertenecen a sectores basados en I+D y empresas orientadas a I+D básica o con altos gastos de I+D). Mientras tanto, se observa una probabilidad claramente menor para las empresas grandes, las de propiedad nacional (independientes o pertenecientes a un grupo), aquellas con una alta o baja propensión a las exportaciones y las menos orientadas a la I+D básica o con una baja intensidad de I+D.

Los modelos que analizan la intensidad del nivel de impacto muestran, como es de esperar, resultados similares, sin embargo, se pueden resaltar algunas diferencias. Las empresas que pertenecen al sector basado en I+D revelan una mayor probabilidad de mostrar adicionalidad financiera, aunque, en promedio, la intensidad del nivel de adicionalidad en términos de ITE es menor. Por otro lado, las empresas que patentan o tienen un mayor nivel de capital humano tienen una probabilidad promedio de mostrar adicionalidad, aunque reflejan *ceteris paribus* una mayor intensidad de impacto.

Una de las preguntas de investigación principales de este estudio es si las empresas que muestran restricciones financieras utilizan mejor el apoyo obtenido. Se puede esperar que, debido a la necesidad de fondos adicionales que tienen algunas de las empresas para desarrollar sus actividades de innovación, tales empresas reflejen un mayor nivel de adicionalidad. Los datos descriptivos de nuestro trabajo muestran que cuanto más importantes son tales obstáculos, mayor es el nivel de adicionalidad. De todos modos, las diferencias son pequeñas y, en el modelo econométrico, la relación no es significativa para dos de los tres obstáculos para los que se dispone de información. Las empresas que consideran la falta de fondos internos o el acceso a los mercados financieros como un obstáculo importante tienen un nivel promedio de impacto. En otras palabras, sorprendentemente su necesidad de fondos internos o externos adicionales no se traduce en un mayor nivel de adicionalidad. Sin embargo, aquellas empresas que consideran los costes generales de I+D e innovación como un obstáculo importante, muestran un menor efecto de adicionalidad. En otras palabras, si los costes de la innovación son altos, el apoyo público genera con menos frecuencia un efecto adicional y estos efectos son menos intensos. Ninguno de los estudios examinados en nuestra revisión de la literatura analizó este aspecto de las restricciones financieras. Tampoco la comparación del impacto de las ayudas por ciclo económico (antes, durante y después de las crisis) indica que las restricciones financieras durante la crisis (el *credit crunch* y la reducción del nivel de beneficios) influyen sobre la adicionalidad. En este caso, el estudio de

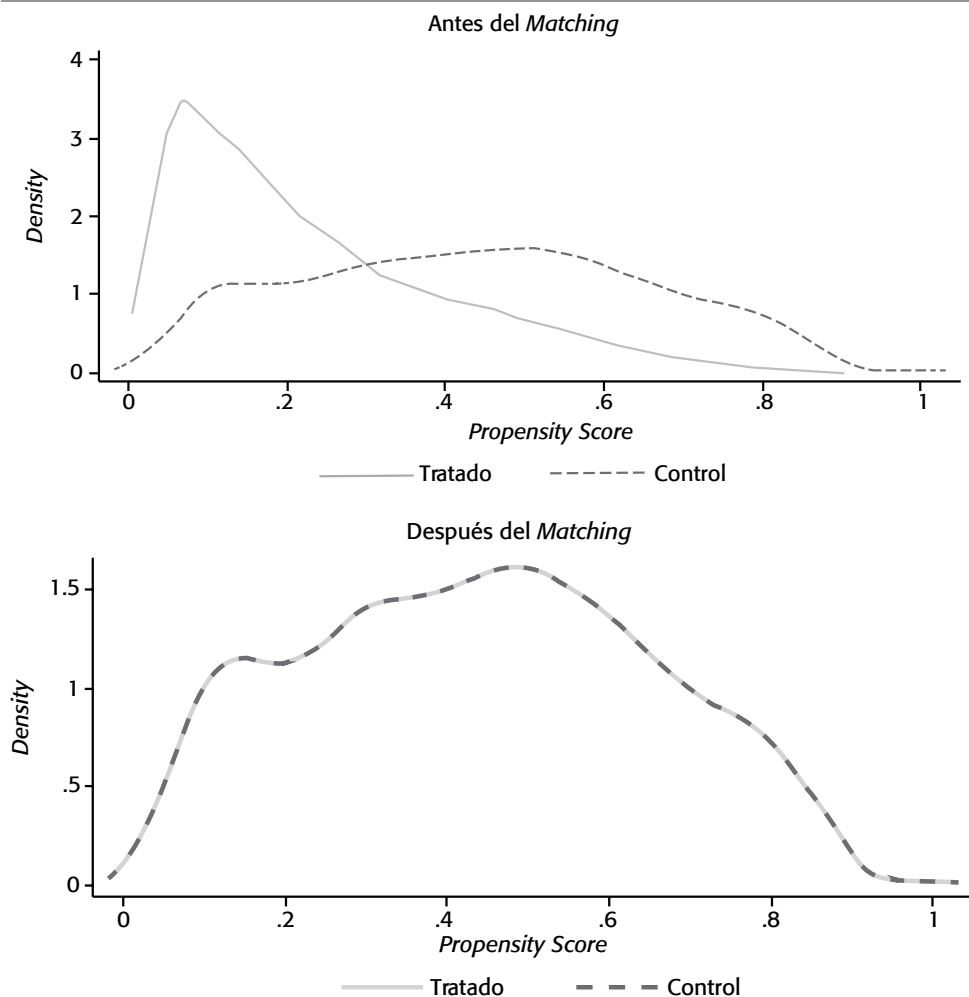
Hud y Hussinger (2015) detectó un menor impacto para el año 2009 mientras que Czarnitzki y Lopes-Bento (2013) no detectaron diferencias estadísticamente significativas. Concluyendo, aparentemente los problemas financieros de las empresas no están relacionados con el nivel de adicionalidad en términos financieros.

■ APÉNDICE 5

■ APÉNDICE 5.1. LOS RESULTADOS DEL *PROPENSITY SCORE MATCHING*

Gráfico 5.1A.

DISTRIBUCIÓN DEL *PROPENSITY SCORE*



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.1A.

PERFIL DE LAS EMPRESAS QUE RECIBEN AYUDAS: MODELO *PROBIT*

Variables	Efecto marginal	Desviación típica
Sect. bienes de consumo tradicional	-0.027***	0.008
Sect. bienes intermedios tradicional	0.048***	0.011
Sect. bienes intermedios especializados y equipos	0.025**	0.010
Ensambladores y sectores con ventaja de escala	0.034***	0.009
Sectores basados en la ciencia	-0.064***	0.010
Servicios de alta tecnología	0.108***	0.008
Tamaño (logaritmo) _{t-1}	0.057***	0.007
Tamaño (logaritmo) ² _{t-1}	-0.004***	0.001
Edad (logaritmo)	-0.031***	0.005
Exportador _{t-1}	0.016***	0.006
Pública	0.057***	0.015
Multinacional	-0.136***	0.008
Grupo	-0.006	0.006
Patentes _{t-1}	0.004***	0.001
Cooperación	0.241***	0.005
Capital humano _{t-1}	0.002***	0.000
Investigación aplicada _{t-1}	0.116***	0.005
Investigación básica _{t-1}	-0.003	0.008
Desarrollo tecnológico _{t-1}	0.137***	0.005
Factores económicos _{t-1}	0.031***	0.006
Factores de conocimiento _{t-1}	0.011*	0.006
Factores de mercado _{t-1}	0.011**	0.005
Observaciones	36.046	
<i>Dummies</i> de año	Sí	
<i>Joint significance of Industry dummies</i> : Chi ² (6)	343.2***	
LR Chi ² (28)	7797	
Log of likelihood	-17776	
Pseudo R ²	0.180	

Notas: i) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.2A.

VALIDEZ DEL PSM: TEST DE IGUALDAD DE MEDIAS ANTES Y DESPUÉS DEL MATCHING

Variable	Antes del Matching				Después del Matching			
	Tratado	Control	t-stat.	p> t	Tratado	Control	t-stat.	p> t
Sect. bienes de consumo tradicional	0.140	0.218	-17.277	0.000	0.139	0.138	0.180	0.857
Sect. bienes intermedios tradicional	0.069	0.075	-1.770	0.077	0.070	0.072	-0.729	0.466
Sect. bienes intermedios especializados y equipos	0.095	0.120	-6.632	0.000	0.095	0.095	0.024	0.981
Ensambladores y sectores con ventaja de escala	0.118	0.109	2.566	0.010	0.118	0.117	0.323	0.747
Sectores basados en la ciencia	0.074	0.110	-10.193	0.000	0.074	0.079	-1.225	0.221
Servicios de alta tecnología	0.228	0.087	37.034	0.000	0.228	0.224	0.646	0.518
Tamaño (logaritmo) _{t-1}	4.301	4.288	0.717	0.473	4.305	4.266	1.683	0.092
Tamaño (logaritmo) ² _{t-1}	21.215	20.934	1.570	0.116	21.249	21.028	0.990	0.322
Edad (logaritmo)	3.072	3.221	-20.388	0.000	3.074	3.076	-0.229	0.819
Exportador _{t-1}	0.509	0.506	0.455	0.649	0.510	0.508	0.222	0.825
Pública	0.034	0.020	7.695	0.000	0.034	0.032	0.929	0.353
Multinacional	0.084	0.151	-17.165	0.000	0.085	0.090	-1.299	0.194
Grupo	0.471	0.467	0.645	0.519	0.473	0.483	-1.415	0.157
Patentes _{t-1}	1.881	0.507	13.695	0.000	1.888	2.024	-0.700	0.484
Cooperación	0.701	0.348	64.872	0.000	0.704	0.698	0.938	0.348
Capital humano _{t-1}	41.828	27.206	44.790	0.000	41.762	42.096	-0.752	0.452
Investigación aplicada _{t-1}	0.645	0.452	34.050	0.000	0.651	0.660	-1.312	0.189
Investigación básica _{t-1}	0.132	0.077	16.377	0.000	0.133	0.132	0.224	0.822
Desarrollo tecnológico _{t-1}	0.751	0.529	40.184	0.000	0.759	0.765	-1.008	0.313
Factores económicos _{t-1}	0.779	0.721	11.568	0.000	0.787	0.785	0.186	0.853
Factores de conocimiento _{t-1}	0.258	0.213	9.343	0.000	0.261	0.258	0.443	0.658
Factores de mercado _{t-1}	0.367	0.338	5.106	0.000	0.370	0.362	1.193	0.233
2009	0.177	0.163	3.412	0.001	0.177	0.185	-1.403	0.161
2010	0.161	0.150	2.781	0.005	0.162	0.157	0.889	0.374
2011	0.143	0.139	0.938	0.348	0.143	0.139	0.836	0.403
2012	0.120	0.134	-3.414	0.001	0.121	0.113	1.660	0.097
2013	0.108	0.124	-4.325	0.000	0.109	0.114	-1.035	0.301
2014	0.103	0.113	-2.765	0.006	0.104	0.109	-1.144	0.253
Pseudo R ²		0.180				0.001		
LR Chi ²		7796.77				30.27		
p > Chi ²		0.00				0.11		
Mean Bias		15.7				1.2		

Fuente: Elaboración propia.

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES UTILIZADAS

Sector	Variable	Descripción	Con ayuda			Sin ayuda			Veces usado*				
			N	Mean	SD	Min	Max	N	Mean	SD	Min	Max	
		Todos los estudios controlan por sectores, en cierta medida										27	
Pavitt1		Productores de bienes de consumo tradicionales	1.477	0.140	0.347	0	1	9.098	0.140	0.347	0	1	
Pavitt2		Productores de bienes intermedios tradicionales	732	0.069	0.254	0	1	9.843	0.069	0.254	0	1	
Pavitt3		Productores especializados en bienes intermedios y de equipo	1.009	0.095	0.294	0	1	9.566	0.095	0.294	0	1	
Pavitt4		Ensambladores y con ventajitas de escala	1.246	0.118	0.322	0	1	9.329	0.118	0.322	0	1	
Pavitt5		Sectores basados en la ciencia	787	0.074	0.262	0	1	9.788	0.074	0.262	0	1	
Servi_alt		Servicios de alta tecnología	2.408	0.228	0.419	0	1	8.167	0.228	0.419	0	1	
Tamaño (log) _{t-1}		Log del número de empleados	4.301	1.648	0	10.63		4.301	1.648	0	10.6	23	
Tamaño (log) ² _{t-1}		Cuadrado del Log del número de empleados	21.215	15.982	0	113.07		21.215	15.982	0	113.1	15**	
Edad (log)		Log del número de años	3.072	0.660	0	5.73		3.072	0.660	0	5.7	16	
Exportador _{t-1}		=1 si la empresa exportó durante el período	5.325	0.509	0.500	0	1	5.143	0.509	0.500	0	1	21
Pública		=1 si la empresa tiene capital público	361	0.034	0.182	0	1	10.214	0.034	0.182	0	1	3
Multinacional		=1 si la empresa tiene capital extranjero (al menos el 50%)	893	0.084	0.278	0	1	9.682	0.084	0.278	0	1	19
Grupo		=1 si la empresa pertenece a un grupo	4.978	0.471	0.499	0	1	5.597	0.471	0.499	0	1	16

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES UTILIZADAS

Variable	Descripción	Con ayuda				Sin ayuda				Veces usado*		
		N	Mean	SD	Max	N	Mean	SD	Max			
Sector	Todos los estudios controlan por sectores, en cierta medida									27		
Patentes t-1	Número de patentes solicitadas	7.408	1.881	15.213	0	851	1.881	15.213	0	851	10	
Cooperación	=1 si la empresa ha cooperado desde t-2	7.408	0.701	0.458	0	1	3.167	0.701	0.458	0	1	4
Capital humano _{t-1}	Número de empleados con formación alta entre el total de empleados	41.828	41.828	31.844	0	100	41.828	31.844	0	100	5	
Investigación aplicada _{t-1}	=1 si la empresa ha gastado en investigación aplicada	6.818	0.645	0.478	0	1	3.749	0.645	0.478	0	1	0
Investigación básica _{t-1}	=1 si la empresa ha gastado en investigación básica	1.395	0.132	0.339	0	1	9.172	0.132	0.339	0	1	0
Desarrollo tecnológico _{t-1}	=1 si la empresa ha gastado en desarrollo tecnológico	7.941	0.751	0.432	0	1	2.626	0.751	0.432	0	1	0
Factores económicos _{t-1}	=1 si la falta de fondos propios, de fondos externos o los elevados costes de innovación son considerados obstáculos importantes	8.234	0.779	0.415	0	1	2.333	0.779	0.415	0	1	4
Factores de conocimiento _{t-1}	=1 si la falta de personal cualificado, información sobre tecnología y la información de mercados y las dificultades para cooperar son obstáculos importantes	2.729	0.258	0.438	0	1	7.838	0.258	0.438	0	1	0
Factores de mercado _{t-1}	=1 si el mercado dominado por empresas, incertidumbre sobre la demanda de bienes y servicios o la falta de demanda de innovaciones son considerados obstáculos importantes	3.873	0.367	0.482	0	1	6.694	0.367	0.482	0	1	0

Notas: Variables con (t-1) han sido retardadas un periodo. *Los valores son referidos a 27 estudios. **Se incluyen todas las medidas de efecto no lineal.

Fuente: Elaboración propia.

APÉNDICE 5.2. DETALLES ECONÓMICOS DE LOS MODELOS ESTIMADOS

Cuadro 5.4A.

MODELOS PROBIT

Variables	ATET GROSS - BINARY				ATET NET - BINARY			
	dy/dx	SE	dy/dx	SE	dy/dx	SE	dy/dx	SE
Sect. bienes de consumo tradicional	0.009	0.017	0.013	0.017	0.023	0.018	0.014	0.019
Sect. bienes intermedios tradicional	-0.026	0.021	-0.025	0.021	-0.015	0.023	-0.032	0.023
Sect. bienes intermedios especializados y equipos	0.005	0.019	0.005	0.019	0.023	0.021	0.003	0.021
Ensambladores y sectores con ventaja de escala	0.035**	0.018	0.031*	0.018	0.043**	0.019	0.023	0.019
Sectores basados en la ciencia	0.058***	0.021	0.055***	0.021	0.066***	0.022	0.035	0.023
Servicios de alta tecnología	0.039**	0.015	0.024	0.015	0.031**	0.016	0.020	0.016
Tamaño (logaritmo) _{t-1}	-0.077***	0.015	-0.102***	0.015	-0.074***	0.015	-0.114***	0.016
Tamaño (logaritmo) ² _{t-1}	0.003*	0.001	0.004***	0.001	0.003*	0.001	0.004***	0.002
Edad (log)	0.003	0.009	0.004	0.009	0.004	0.010	0.008	0.010
Multinacional	0.051***	0.018	0.058***	0.018	0.070***	0.019	0.082***	0.019
Individual	-0.045	0.032	-0.057*	0.033	0.030	0.032	-0.027	0.034
Grupo	-0.049	0.032	-0.060*	0.032	0.040	0.032	-0.028	0.033
Baja intensidad exportadora _{t-1}	-0.019	0.012	-0.022*	0.012	-0.009	0.012	-0.018	0.013
Alta intensidad exportadora _{t-1}	-0.044***	0.014	-0.050***	0.014	-0.016	0.015	-0.031**	0.016
Patentes _{t-1}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cooperación	-0.126***	0.011	-0.139***	0.011	-0.100***	0.012	-0.121***	0.012
Capital humano _{t-1}	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000*	0.000	-0.001***	0.000
Investigación aplicada _{t-1}	-0.058***	0.011	-0.069***	0.011	-0.054***	0.012	-0.072***	0.012
Investigación básica _{t-1}	0.052***	0.015	0.044***	0.015	0.060***	0.016	0.060***	0.016
Desarrollo tecnológico _{t-1}	-0.094***	0.012	-0.101***	0.013	-0.067***	0.013	-0.098***	0.013
Baja intensidad de gasto en I+D _{t-1}	-0.154***	0.014	-0.145***	0.014	-0.166***	0.015	-0.151***	0.016
Alta intensidad de gasto en I+D _{t-1}	0.223***	0.013	0.203***	0.013	0.233***	0.014	0.226***	0.014
Falta de fondos propios _{t-1}	0.002	0.012	0.007	0.012	-0.001	0.013	0.009	0.013
Falta de fondos externos _{t-1}	0.014	0.012	0.009	0.012	0.017	0.013	0.010	0.013
Elevados costs de innovación _{t-1}	-0.024**	0.011	-0.022*	0.011	-0.031**	0.012	-0.029**	0.012
Años participante			0.001	0.003			0.000	0.003
Intensidad de subsidios			-0.196***	0.064			-0.002	0.069
Intensidad de subsidios ²			0.138**	0.065			-0.484***	0.069

Cuadro 5.4A. (continuación)

MODELOS PROBIT

Variables	ATET GROSS - BINARY				ATET NET - BINARY			
	dy/dx	SE	dy/dx	SE	dy/dx	SE	dy/dx	SE
Solo regional			-0.074***	0.016			-0.074***	0.017
Solo nacional			-0.036**	0.016			-0.031*	0.017
Solo UE			-0.119***	0.026			-0.120***	0.029
Regional y UE			0.122***	0.037			0.112***	0.037
Nacional y UE			-0.020	0.026			-0.034	0.028
Reg., nac. y UE			0.120***	0.022			0.128***	0.022
Observaciones	10.419		10.419		10.419		10.419	
Dummies de año	Sí		Sí		Sí		Sí	
LR (chi ²)	2192		2313		1782		2358	
Log of likelihood	-5516		-5456		-6131		-5843	
Pseudo R ²	0.166		0.175		0.127		0.168	
% Correctamente clasificado	73.98		74.02		69.31		71.07	
% Correctamente clasificado (1)	76.87		76.96		71.54		73.02	
% Correctamente clasificado (0)	64.76		64.72		64.67		67.11	

Notas: i) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.5A.

REGRESIONES MCO BASADOS EN INDIVIDUAL TREATMENT EFFECTS (BRUTO Y NETO)

Variables	ATET GROSS				ATET NET			
	Coef.	SE	Coef.	SE	Coef.	SE	Coef.	SE
Sect. bienes de consumo tradicional	-0.015	0.016	-0.003	0.015	-0.003	0.012	-0.006	0.011
Sect. bienes intermedios tradicional	-0.021	0.020	-0.016	0.019	-0.013	0.015	-0.018	0.014
Sect. bienes intermedios especializados y equipos	-0.050***	0.018	-0.045***	0.017	-0.029**	0.013	-0.039***	0.013
Ensambladores y sectores con ventaja de escala	-0.013	0.016	-0.012	0.016	-0.000	0.012	-0.011	0.012
Sectores basados en la ciencia	-0.039**	0.019	-0.029	0.019	-0.011	0.014	-0.026*	0.014
Servicios de alta tecnología	0.234***	0.013	0.206***	0.013	0.125***	0.010	0.113***	0.010

Cuadro 5.5A. (continuación)

REGRESIONES MCO BASADOS EN *INDIVIDUAL TREATMENT EFFECTS*
(BRUTO Y NETO)

Variables	ATET GROSS				ATET NET			
	Coef.	SE	Coef.	SE	Coef.	SE	Coef.	SE
Tamaño (logaritmo) _{t-1}	-0.134***	0.012	-0.176***	0.012	-0.099***	0.009	-0.121***	0.009
Tamaño (logaritmo) ² _{t-1}	0.009***	0.001	0.011***	0.001	0.007***	0.001	0.007***	0.001
Edad (log)	-0.006	0.008	-0.005	0.008	-0.007	0.006	-0.007	0.006
Multinacional	0.029*	0.017	0.043***	0.016	0.025**	0.012	0.032***	0.012
Individual	-0.147***	0.027	-0.140***	0.027	-0.046**	0.020	-0.061***	0.020
Grupo	-0.150***	0.027	-0.130***	0.027	-0.024	0.020	-0.044**	0.020
Baja intensidad exportadora _{t-1}	-0.014	0.011	-0.017*	0.010	-0.008	0.008	-0.012	0.008
Alta intensidad exportadora _{t-1}	-0.040***	0.013	-0.042***	0.013	-0.020**	0.010	-0.027***	0.010
Patentes _{t-1}	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.001***	0.000
Cooperación	-0.023**	0.010	-0.052***	0.010	-0.045***	0.007	-0.058***	0.007
Capital humano _{t-1}	0.001***	0.000	0.000**	0.000	0.000**	0.000	0.000	0.000
Investigación aplicada _{t-1}	0.009	0.010	-0.012	0.010	-0.005	0.007	-0.018**	0.007
Investigación básica _{t-1}	0.092***	0.013	0.077***	0.013	0.051***	0.010	0.045***	0.010
Desarrollo tecnológico _{t-1}	-0.038***	0.011	-0.043***	0.011	-0.033***	0.008	-0.046***	0.008
Baja intensidad de gasto en I+D _{t-1}	0.011	0.013	0.025*	0.013	-0.000	0.010	0.014	0.010
Alta intensidad de gasto en I+D _{t-1}	0.168***	0.012	0.128***	0.012	0.110***	0.009	0.091***	0.009
Falta de fondos propios _{t-1}	-0.009	0.011	0.001	0.011	-0.010	0.008	-0.002	0.008
Falta de fondos externos _{t-1}	0.023**	0.011	0.013	0.011	0.016**	0.008	0.010	0.008
Elevados costes de innovación _{t-1}	-0.033***	0.010	-0.032***	0.010	-0.024***	0.008	-0.021***	0.007
Años participante			0.006***	0.002			0.002	0.002
Intensidad de subsidios			-0.191***	0.056			-0.206***	0.042
Intensidad de subsidios ²			0.177***	0.057			-0.010	0.042
Solo regional			-0.101***	0.014			-0.064***	0.010
Solo nacional			-0.081***	0.014			-0.043***	0.010
Solo UE			-0.054**	0.023			-0.034*	0.017
Regional y UE			0.088***	0.029			0.054**	0.021
Nacional y UE			-0.001	0.023			-0.002	0.017
Reg., nac. y UE			0.241***	0.018			0.109***	0.014
Constante	0.558***	0.047	0.801***	0.052	0.356***	0.035	0.598***	0.038
Observaciones		10.419		10.419		10.419		10.419
R-squared		0.234		0.266		0.158		0.189
Dummies de año		Sí		Sí		Sí		Sí

Notas: i) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Fuente: Elaboración propia.



6

**PERFIL DE LAS EMPRESAS QUE RECIBEN
CON MÁS FRECUENCIA LAS AYUDAS PÚBLICAS
PARA LA I+D**

El objetivo de este capítulo es ampliar la valoración del papel que ejerce la política tecnológica mediante el estudio de las empresas que obtienen más frecuentemente las ayudas que otorgan las administraciones públicas para sostener las actividades de creación de conocimiento. No hay que olvidar que, tanto en este como en otros terrenos de la política económica, el Estado debe ser un agente financiero neutral que no distorsione el resultado de las fuerzas competitivas del mercado. Por ello es importante saber si las referidas ayudas benefician más a un tipo de empresas que a otro y revelar así si ciertos tipos de firmas han sido directa o indirectamente discriminadas negativamente. Por otro lado, por razones estratégicas, el gobierno puede decidir apoyar a ciertos sectores o campos tecnológicos prioritarios desde un punto de vista económico a largo plazo o, bien, por razones políticas. Para analizar esta cuestión, se construye en este capítulo el perfil de las empresas que cuentan con una mayor propensión a ser beneficiarias de la política tecnológica.

El capítulo tiene la siguiente estructura. En la sección 6.1. se explicará, desde un punto de vista teórico o conceptual que el tipo de participantes en los programas en apoyo a la I+D depende tanto del diseño concreto de cada instrumento, como de su implementación. Además, la accesibilidad resulta ser mucho más restringida en el caso en el que esos instrumentos incluyan ciertos mecanismos de selectividad o exijan determinados requisitos formales e incluso implícitos. En las secciones siguientes se ofrece una revisión de la evidencia empírica respecto al perfil de las empresas con una mayor o menor propensión a participar en los programas públicos en apoyo a la I+D, en combinación con la presentación de los resultados del perfil elaborado para el caso de España. El perfil global –basado en las características estructurales de las empresas y su comportamiento innovador (sección 6.2.)– revela las particularidades de las empresas que influyen o explican una menor o mayor participación en dichos programas. Tal perfil general es importante, ya que empresas que hayan sido discriminadas positivamente por ciertos programas podrían estar excluidas de otros. Es decir, se analiza en qué medida las distintas administraciones públicas, tomadas en su conjunto, discriminan entre distintos tipos de empresas a las que ofrecen ayudas. Pero, además, se considera relevante elaborar el perfil de las empresas beneficiadas según la procedencia de las ayudas de acuerdo con los tres niveles administrativos (regional, nacional y europeo) que son efectivos para las empresas españolas. Se puede estudiar, así, si las ayudas son complementarias en el sentido que cada tipo de Administración apoya a ciertos tipos de empresas o bien si son las mismas empresas las que obtienen recursos de aquellas.

Una de las razones de que las instituciones financieras del mercado sean reticentes para financiar la innovación, se debe al alto coste y al elevado riesgo de las actividades que es necesario emprender para lograrla. Por ello, las empresas financian sus gastos en I+D a partir principalmente de sus fondos propios, lo que implica, a su vez, que para muchas empresas el acceso a financiación ajena pueda convertirse en un asunto problemático. Por tales motivos, en la sección 6.3., tratamos de analizar de forma más detallada dos particularidades al respecto. Por una parte, las restricciones financieras a las que se enfrentan las empresas innovadoras, lo que nos conduce a estudiar si la existencia de tal problema –desvelado como tal por la propia empresa en la encuesta que sirve de base a nuestro trabajo– está relacionada con la probabilidad de obtener ayudas públicas. De esta manera, se pretende analizar si los fondos públicos ayudan a mitigar las restricciones financieras. Por otra parte, uno de los objetivos de este libro estriba en el análisis de la relación del sistema de ayudas a la I+D con el ciclo económico. Y puesto que, sobre todo en los años de mayor profundidad de la crisis, la financiación de las actividades de I+D y de innovación ha sido más difícil, analizamos si el perfil de las empresas con y sin ayudas se ha visto modificado durante las distintas fases de la crisis. Respondemos así a la cuestión de si las AA.PP. han apoyado con más ímpetu a las empresas en el momento álgido de la crisis o no ha sido así.

■ 6.1. ACCESIBILIDAD A LAS AYUDAS PARA LA I+D E INNOVACIÓN EMPRESARIAL

Antes de entrar en el análisis del perfil de las empresas que cuentan con una menor o mayor participación en los programas de la financiación pública de la I+D y la innovación, tratamos de analizar posibles causas de una participación diferencial. Existen diversas razones por las que no todas las empresas tienen la misma probabilidad de solicitar y obtener las correspondientes ayudas. Están, por un lado, las características propias de esos programas, especialmente en lo que atañe a los requisitos formales e informales que se exigen para obtener las ayudas y al tipo de actividad de I+D o al tipo de empresas que se pretende apoyar. Por otra parte, ha de aludirse a la forma de la ejecución o aplicación de tales ayudas. Y finalmente, hay que anotar la diferente capacidad de las empresas para gestionar la carga burocrática del diseño de los proyectos, las solicitudes de ayudas y el cumplimiento de las normas reguladoras de estas últimas.

■ 6.1.1. Accesibilidad a las ayudas según tipo de instrumento

Las medidas financieras para incentivar la I+D empresarial se pueden dividir en cuatro tipos de instrumentos (véase el esquema 6.1.)¹⁴¹, a partir de dos caracte-

¹⁴¹ Además, como se explica más adelante, se puede definir un quinto tipo de instrumento.

rísticas. Por un lado, el interés del Estado en influir sobre la orientación tecnológica de las empresas (sí/no), lo que supone apoyar unos determinados campos tecnológicos (instrumentos selectivos) o bien aceptar de manera generalizada cualquier tipo de actividades innovadoras o de I+D (instrumentos de carácter general). Y por otro, el nivel de propagación de las ayudas que persigue el Estado (alta/baja), ofreciendo ayudas a un número limitado de empresas (accesibilidad baja) o a un conjunto muy amplio de ellas (accesibilidad alta).

Se pueden distinguir dos tipos de instrumentos que ofrecen ayudas financieras para la I+D e innovación sin el objetivo influir de forma plena en la dirección del proceso innovador de las empresas y dejando la orientación innovadora en manos del mercado. Entre estos instrumentos de promoción general de la I+D empresarial se pueden distinguir dos grupos: el primero corresponde a una *financiación general no selectiva*, lo que implica un apoyo indiscriminado a todas las actividades innovadoras sin que, al menos teóricamente, ninguna empresa quede excluida de ella; y el segundo, se refiere a una *financiación general indirecta y no selectiva*, que se concreta en un apoyo a las actividades innovadoras de cualquier campo tecnológico pero condicionada a la presentación por las empresas de propuestas formalizadas en proyectos claramente definidos. En este caso, el Estado no ofrece un apoyo automático sino que selecciona un número reducido de proyectos (empresas) según ciertos criterios y según el presupuesto previsto¹⁴². Los instrumentos que están enfocados hacia un grupo más amplio de empresas son los de financiación general no selectiva que se dirigen hacia el sistema nacional de innovación en su conjunto, y no a ciertos tipos de agentes económicos en particular, se enfocan hacia un apoyo amplio para acelerar la difusión de tecnologías nuevas y existentes, sin seleccionar proyectos referidos a tecnologías concretas ni establecer límites al riesgo, calidad o nivel tecnológico de los proyectos. No se promocionan ciertos campos tecnológicos, sino toda una función empresarial. Todas las empresas que cumplen los requisitos y que solicitan ayudas, las reciben de forma automática, como es el caso, por ejemplo, de las ventajas fiscales o la subvención a los costes salariales del personal en I+D. El problema principal de estos instrumentos es que no tienen un presupuesto cerrado y su éxito podría disparar sus costes para el Estado, mientras que la *financiación general indirecta y no selectiva* se concreta en ciertos proyectos sin discriminar ningún campo tecnológico¹⁴³, y se mueve dentro de los límites presupuestarios que se hayan establecido para ella.

¹⁴² La discusión sobre la utilización de los cuatro tipos de instrumentos también tenía un aspecto político, ya que el liberalismo no aceptaba una influencia estatal en la dirección del desarrollo tecnológico. Pero hoy en día la mayoría de los países desarrollados aplican una mezcla de las cuatro formas de financiación, que, como se explicará a continuación, apoyan a distintos tipos de empresas, y a proyectos de diferente carácter tecnológico.

¹⁴³ La taxonomía de instrumentos aquí mencionados es una división puramente analítica, ya que con cierta frecuencia, muchos instrumentos de la financiación general indirecta y no selectiva, incluye en sus criterios de selección alguna faceta relacionada con la orientación tecnológica, o bien, asigna ciertas cantidades de presupuesto para proyectos de campos emergentes o relevantes para el país.

Por otro lado, un segundo conjunto de instrumentos es el formado por las acciones a través de las cuales el Estado trata conducir de manera directa la orientación del proceso innovador, apoyando ciertas tecnologías y rechazando otras. En tal caso, actúa bien mediante una *financiación selectiva directa de proyectos de I+D*, apoyando a un reducido número de estos en campos tecnológicos muy concretos¹⁴⁴ o bien mediante una *financiación selectiva indirecta*, que se concreta en proyectos propuestos por las empresas dentro de campos tecnológicos preseleccionados por el Estado. Tal tipo de instrumentos influyen sobre la orientación innovadora, pero en este caso el objetivo es el desarrollo y/o la difusión de nuevas tecnologías claves para mejorar la competitividad del conjunto de las empresas productivas y paliar retrasos tecnológicos muy puntuales. La calificación de “indirecta” implica que las ayudas no se reciben de forma automática sino que existe un proceso de selección que discrimina entre las solicitudes presentadas.

Esquema 6.1.

CLASIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS FINANCIEROS PARA PROMOVER LA I+D+i

		Influencia del Estado sobre la orientación tecnológica	
		Sí	No
Vertiente 2. Accesibilidad del instrumento	B A J O	1. Financiación selectiva directa de I+D • Proyectos grandes y/o estratégicos Financiación institucional y proyectos de gran envergadura en empresas grandes (ejemplo: ayudas a AIRBUS, CERN, OPI)	2. Financiación general indirecta y no selectiva • Apoyo a proyectos formales orientados hacia el futuro (medio largo plazo) Financiación de proyectos de menor tamaño en todo tipo de empresas u organismos de I+D (ejemplo: financiación para proyectos de I+D (cooperativa))
	A L T O	3. Financiación selectiva indirecta • Promoción de tecnologías claves en todas las empresas (innovadoras y no innovadoras) Ejemplo: ayudas para las TIC; biotecnología	4. Financiación general no selectiva • Difusión de tecnologías generales • Solucionar para problemas cotidianos, o innovación continua e incremental Teóricamente no excluye ninguna empresa (innovadora). (Por ejemplo: ventajas fiscales o subvencionar el salario de los empleados en I+D)
Apoyo integral		5. Financiación de iniciativas integrales para la creación de redes de innovación Como las políticas <i>cluster</i> donde se persigue la colaboración y coordinación de todos los actores de un campo tecnológico o un sector productivo y/o su concentración en una región para crear ventajas de localización, efectos escala y de alcance, especialización y diversificación y la generación de otras formas de externalidades y sinergias	

Fuente: Elaboración propia.

¹⁴⁴ Por ejemplo, la energía nuclear, la construcción de aviones o abatir a ciertas enfermedades como el SIDA.

A los anteriores puede añadirse una última forma de financiación que influye directamente sobre la orientación tecnológica y que se ha implantado en las últimas décadas, como por ejemplo, en el caso de Alemania. Se trata de la *financiación de iniciativas integrales para crear redes nacionales e internacionales de innovación (clústeres)* donde interactúan muchos agentes del sistema de innovación y producción. Para seleccionar los proyectos se plantean concursos donde compiten diversas regiones. Durante el concurso, consorcios ubicados en diferentes regiones proponen un proyecto a largo plazo con la involucración de muchos de los agentes del sistema regional de innovación y producción. Solo unas pocas de las propuestas recibidas serán elegidas para recibir ayudas, incluyendo, de esta forma, un claro elemento de competitividad para las regiones seleccionadas. La idea que inspira este tipo de actuaciones es que la concentración de los esfuerzos en pocas zonas posibilitará la creación de centros de excelencia y evitará la dispersión de los recursos empleados, a través de una política de “café para todos”, en proyectos pequeños y poco eficaces y ambiciosos. Entre los criterios de selección se encontraban los habituales, como la excelencia científica y aplicada, y la utilidad del proyecto para el sistema productivo, a la vez que se valoraron también la involucración y cooperación de distintos tipos de agentes como universidades, centros tecnológicos, empresas, cámaras de comercio, asociaciones empresariales y otros agentes del sistema de innovación y producción.

A continuación, se ofrece un debate sobre el nivel de accesibilidad y/o de la propagación de las ayudas por cada uno de los tipos de instrumentos antes descritos. Uno de los grandes problemas de la mayoría de estos es que solo llegan a las empresas de un alto nivel innovador y/o a las empresas más grandes. Incluso las ayudas encuadradas en el tipo de *financiación general no selectiva* –que teóricamente tienen un mayor nivel de accesibilidad– las obtienen con más frecuencia las empresas muy innovadoras. Esa financiación no selectiva suele enfocarse hacia todas las clases de tecnología, incluso las de complejidad mediana o baja y, por ello, debería jugar un papel neutral dentro del sistema productivo, con una difusión muy similar entre todo tipo de empresas con actividades innovadoras (Heijs, 2007). Sin embargo, cabe destacar que, como se explica a continuación, este tipo de instrumentos no han conseguido apoyar al conjunto total de las empresas innovadoras que teóricamente tienen derecho a esas ayudas, lo que cabe atribuir tanto al diseño instrumental de las actuaciones públicas y a su aplicación, como a la insuficiente capacidad de gestión de las empresas para lograr sus ventajas.

Los dos instrumentos que pertenecen a este clase son las ayudas fiscales¹⁴⁵ y las subvenciones a los salarios del personal en I+D¹⁴⁶. Ambos instrumentos intentan influir sobre la cultura de empresas poco innovadoras y son especialmente adecuados para las pymes y las empresas de sectores tradicionales. En la realidad económica, este tipo de instrumentos promueven, sobre todo, la difusión de tecnologías

¹⁴⁵ Utilizado ampliamente en casi todos los países de la OCDE (véase el capítulo 1.3., gráfico 1.11.).

¹⁴⁶ Un instrumento poco utilizado, aunque destaca el caso de Alemania donde este instrumento se implementó ya en los años 80 del siglo pasado.

generales y permiten –por lo menos teóricamente– el acceso de empresas cuyas actividades innovadoras son de carácter incremental o discontinuo, muchas veces dirigidas hacia la solución *ad-hoc* de problemas cotidianos. Aunque estudiando las empresas que se han beneficiado de estos dos instrumentos se pueden detectar algunas particularidades no esperadas y/o deseadas, dando lugar a la exclusión implícita de empresas con ciertas características. Por ejemplo, los estudios sobre las ventajas fiscales ofrecidas en EE.UU. indican que ciertas empresas quedan excluidas debido a las propiedades del instrumento (Mansfield, 1986; Eisner, 1985). Así, un porcentaje alto de las empresas no podría disfrutar enteramente de las ventajas fiscales debido a que su liquidación impositiva sería inferior a la deducción fiscal posible (Mansfield, 1986), lo que implica que este instrumento daría más oportunidades a los sectores procíclicos y discriminaría a las empresas de sectores en crisis (Eisner, 1985). Otro ejemplo lo encontramos en el caso de España, que teóricamente tiene el mayor nivel de ayuda en términos de ventajas fiscales (OCDE, 2018)¹⁴⁷, pero con una aplicación muy estricta basada en un proceso burocrático muy engorroso, lo que ha conducido a que muchas empresas se hayan visto excluidas o no hayan solicitado las ventajas fiscales (Busom, Corchuelo y Martínez-Ros, 2014, 2017; Valadez, Heijs y Buesa, 2011; COTEC, 2005). Por el contrario, la financiación general no selectiva llevada a cabo mediante subvenciones indiscriminadas a los salarios del personal en I+D de todas las empresas manufactureras alemanas, ha beneficiado aparentemente a las empresas, tanto de alto como de bajo nivel tecnológico. Tales subvenciones han sido ampliamente difundidas y llegan a todo tipo de empresas, incluso las más pequeñas y las menos comprometidas con el desarrollo de nuevas tecnologías. Según Meyer-Krahmer (1989) los proyectos financiados son relativamente pequeños, con un nivel de desarrollo tecnológico cercano al mercado. Este tipo de ayudas ha permitido en ese país el apoyo a actividades innovadoras de menor envergadura tecnológica y convertir las actividades discontinuas en innovación en una actividad regular (Meyer-Krahmer, 1989, p. 11; Kuntze y Hornschild, 1995). Además, mediante este instrumento, el apoyo estatal ha alcanzado a empresas a las que no se llegaba con otras actuaciones en las que hacía falta especificar las actividades innovadoras de manera muy detallada mediante propuestas formales Meyer-Krahmer (1989).

La *financiación general indirecta y no selectiva* implica unas barreras de acceso mucho más difíciles de superar, que *la financiación general no selectiva*. Primero, porque, siendo cierto que todas las empresas con proyectos innovadores tienen derecho a las ayudas, pero a partir del momento en que el montante total de las subvenciones solicitadas sobrepasa el presupuesto previsto, se pone en marcha un proceso de selección o no se admiten más proyectos, incluso si cumplen los requisitos formales¹⁴⁸. Y segundo, porque el proceso de selección exige que las solitu-

¹⁴⁷ Según el informe, España, Francia y Portugal cuentan con uno de los mejores sistemas de incentivos fiscales.

¹⁴⁸ Esto podría implicar, sobre todo, una discriminación de las pymes que, en general, obtienen la información sobre la existencia de los programas con cierto retraso en relación a las grandes empresas.

des especifiquen detalladamente unas actividades innovadoras formalizadas. Por ejemplo, en el caso de las subvenciones para proyectos de I+D –que son la mayoría de las ayudas analizadas en este estudio– se requiere la formalización de las actividades innovadoras subvencionables en tareas concretas con plazos y objetivos claramente estipulados y, además, hay que demostrar el nivel innovador del proyecto. Ello implica que un gran número de actividades innovadoras de carácter informal e irregular no son susceptibles de ser financiadas y, por tanto, un cierto número de empresas innovadoras quedan excluidas de la colectividad de usuarios potenciales.

La *financiación general indirecta y no selectiva* implica, por un lado, una accesibilidad más restringida de las empresas con actividades innovadoras menos tangibles en comparación con la financiación general no selectiva; y, por otro, supone un acceso mucho más amplio de empresas de todo tipo de sectores en comparación con la financiación selectiva indirecta. La *financiación selectiva indirecta*, da también apoyo a un número de empresas reducido. En teoría las medidas financieras son accesibles para todas las empresas del sistema productivo, pero solamente se financian proyectos relacionados con la innovación en ciertos campos tecnológicos o técnicas específicas, seleccionadas por la Administración Pública. Esta forma de *promoción* está diseñada para profundizar en los conocimientos y acelerar la difusión de tecnologías nuevas. Es decir, el Estado influye en la dirección del desarrollo tecnológico mediante la definición de las tecnologías que apoya. Existen muchos ejemplos de este tipo de ayudas empresariales, como las subvenciones para introducir las tecnologías de la información, la aplicación de la nanotecnología, las biotecnologías o el grafeno. La barrera de acceso es relativamente baja aunque se restrinja a las empresas que podrían utilizar las tecnologías apoyadas.

El nivel de accesibilidad es muy distinto en el caso de instrumentos mucho más específicos, con un alcance mucho más restringido y dirigidos al desarrollo acelerado de ciertos campos tecnológicos o tecnologías específicas. Por ejemplo, la *financiación selectiva directa de proyectos de I+D* con características tecnológicas especificadas y seleccionadas por parte del Estado. En este caso, la Administración Pública contrata de forma directa la I+D y decide en solitario las necesidades y los objetivos, relacionándose en realidad con muy pocas empresas. Este tipo de instrumento está diseñado explícitamente para incentivar el desarrollo de ciertos campos tecnológicos estratégicos, seleccionando ciertos proyectos –a menudo de gran envergadura– basándose en su contenido, en los resultados esperados y en una planificación temporal rígida para obtener ventajas tecnológicas en el mercado internacional (Meyer-Krahmer, 1987, 1989). Además, destacan por su concentración en algunos sectores muy específicos, lo que, a su vez, implica una concentración regional y la participación de un grupo muy limitado de centros públicos de I+D y empresas, en general grandes (Rothwell y Zegveld, 1985; Meyer-Krahmer, 1987, 1989).

Con respecto a las diferencias entre los instrumentos se pueden destacar dos aspectos adicionales. Primero, las disparidades entre las empresas beneficiarias de los instrumentos de *promoción general indirecta y no selectiva* y las apoyadas por

medidas de *la financiación general no selectiva* son muy importantes, ya que estos dos tipos de instrumentos promueven distintos tipos de tecnología. Donde la financiación *indirecta y no selectiva* apoya relativamente a pocas empresas con un nivel tecnológico bajo, y beneficia a proyectos de alto riesgo y de larga duración (Meyer-Krahmer, 1989). Las experiencias de tales políticas aplicadas en España y en Alemania señalan que las empresas beneficiadas con tales ayudas son, sobre todo, empresas innovadoras que mantienen cierta regularidad en cuanto a la ejecución de proyectos de desarrollo tecnológico y apenas se beneficia a las empresas para las que la I+D es una actividad totalmente nueva (Meyer-Krahmer, 1989; Becher *et al.*, 1989; Molero y Buesa, 1995; Heijs, 2005). Y segundo, se puede resaltar que las ayudas a proyectos de I+D está orientada sobre todo hacia el fomento de inversiones en capital, mientras que las ayudas en forma de subvenciones para los salarios de empleados en I+D+i se orienta hacia la estabilización y formación de capital humano.

■ 6.1.2. Implementación de las ayudas como barreras de accesibilidad

El éxito y el impacto de cualquier tipo de instrumento de política tecnológica dependen también de la eficacia y eficiencia del proceso administrativo de implementación de los programas correspondientes. La exclusión o autoexclusión de ciertos tipos de empresas podría ser la consecuencia del diseño de la política en aspectos como los criterios formales e informales de selección y de los requisitos administrativos (Rothwell, 1983; Siegert, 1985; Meyer-Krahmer, 1989; Capron, 1992; Buesa, 1994; Reger y Holland, 1995; Kulicke, Bross y Gundrum, 1997; Vence, 1998; Heijs 2001, 2005). Esos criterios no siempre son explícitos. Por ejemplo, con respecto a la promoción de diseño industrial, cuya financiación pública se podría considerar como un instrumento general no selectivo, se discrimina entre sectores donde esta actividad resulta importante y aquellos para los que el diseño no es un factor decisivo para su estrategia empresarial. También los costes y complejidad de la solicitud, las obligaciones administrativas en relación con el seguimiento de control, y la exigencia de información sensible y privilegiada (datos respecto a la situación financiera de las empresas, conocimientos tecnológicos, información estratégica) pueden ser una barrera de acceso importante. No solamente hay que tener en cuenta los costes financieros directos, sino también el retraso en el desarrollo de los proyectos debido al tiempo requerido para la aprobación de la solicitud de apoyo público y al proceso a los costes de control y seguimiento administrativo.

Aparte de las limitaciones del propio instrumento como causa de la exclusión o inclusión de ciertos tipos empresas, también los requisitos prácticos, establecidos de forma discrecional durante la aplicación y desarrollo del propio instrumento, pueden desvirtuar el acceso a las ayudas. La conversión de los acuerdos políticos en líneas de conducta y requisitos prácticos no suele ser fácil. El acuerdo político es, en ocasiones, relativamente ambiguo para obtener un consenso político, mientras que las líneas de conducta tienen que tener una interpretación indiscutible (Meyer-

Krahmer, 1989; Buesa, 1994). Se puede concluir por ello que los estudios de evaluación no tienen que limitarse a analizar los objetivos formales, sino que deben abordar también los criterios informales y los requisitos administrativos implícitos o explícitos, como barreras que podrían limitar el acceso a las ayudas.

Los estudios empíricos disponibles de los años 80-90 mencionan al respecto como barreras de acceso más conflictivas la falta de información sobre las ayudas, las dificultades relacionadas con la solicitud y la carga de trabajo burocrático (Becher *et al.*, 1989; Reger y Holland, 1995; Kulicke, Bross y Gundrum, 1997; Buesa y Molero, 1991, 1992; Brandts *et al.*, 1989; Buesa y Navarro 1997; Reger y Kuhlmann, 1995; Heijs, 2001). En general las administraciones han sido muy pasivas en la distribución de información sobre los programas de ayuda, los cuales han beneficiado a las empresas que cuentan con los mejores canales de información, que son, en general, las más grandes (Rothwell y Zegveld, 1981; Meyer-Krahmer, 1989). Esta falta de información es una de las causas principales de la no participación (Reger y Kuhlmann, 1995). Especialmente las empresas menos innovadoras y las pequeñas son las que menos conocimiento tienen de este tipo de ayudas. (Buesa y Molero 1992; Becher *et al.*, 1989; Kulicke, Bross y Gundrum, 1997). Otro aspecto, en muchos casos relacionado con la distribución de la información, es la cercanía de la agencia gestora, un aspecto fundamental para el acceso a las ayudas estatales, especialmente para las pymes. Una pregunta importante al respecto es si los centros descentralizados pueden solucionar la baja participación de las pequeñas empresas y si los costes de esta forma de descentralización se pueden justificar desde el punto de vista de la optimización del bienestar social. Por ejemplo, en Alemania, con una descentralización mucho más desarrollada, se ha detectado también la exclusión de las pymes y dentro de ellas las más pequeñas.

■ 6.1.3. Accesibilidad a las ayudas: comentarios finales

Con respecto al debate desarrollado en esta sección sobre la accesibilidad según el tipo de instrumento, se pueden señalar tres conclusiones importantes. Primera, las tecnologías promovidas por cada una de las cuatro formas de financiación no son excluyentes, sino que se trata de medidas complementarias para estimular desarrollos tecnológicos distintos, con diferentes niveles de riesgo. El uso de los instrumentos depende de los objetivos políticos; el apoyo a la I+D básica, reflejado en grandes proyectos, serviría para desplazar la frontera tecnológica de la sociedad en su conjunto o para paliar retrasos tecnológicos muy puntuales. La financiación selectiva indirecta se orienta a mejorar la transferencia tecnológica de innovaciones que se valoran como imprescindibles para la competitividad de las empresas de un país. La financiación general no selectiva podría influir sobre la actitud innovadora de las empresas, induciéndolas a valorar más la innovación como un aspecto importante dentro de su estrategia empresarial. Mientras que la financiación general indirecta y no selectiva ocuparía una posición intermedia, ya que, en realidad, se dirige, sobre todo, a la ampliación de las actividades de I+D en empresas innovadoras.

La segunda conclusión importante que ofrecen los análisis de los distintos instrumentos de la financiación pública de I+D empresarial está relacionada con el objetivo general de la política tecnológica. Los estudios empíricos presentados en la siguiente sección indican que los instrumentos apoyan, de manera casi exclusiva, a las empresas con una actitud innovadora ya establecida. Por lo tanto, si el objetivo de la política o el instrumento es intensificar la actitud innovadora dentro del conjunto de empresas que ya llevan a cabo tales actividades, los instrumentos de oferta de financiación, servicios o información resultan adecuados, pero en el caso de que el objetivo sea aumentar el número de empresas innovadoras, la política de oferta no resulta muy eficaz. O sea, las políticas tecnológicas actuales tienden a profundizar el nivel tecnológico de las empresas beneficiarias, pero apenas tienen un efecto amplificador sobre el número de empresas innovadoras del sistema productivo. Conseguir esto último sería especialmente importante para países como España, donde hay relativamente pocas, y cada vez menos, empresas que llevan a cabo actividades innovadoras. Pero, solamente consultas tecnológicas muy intensivas podrían inducir a las empresas tradicionales a complementar su estrategia empresarial con actividades innovadoras, lo cual es una política muy costosa.

Una tercera conclusión se refiere al análisis que se realiza a continuación en este capítulo –el perfil de las empresas con mayor o menor participación en las ayudas–. Para identificar las empresas beneficiarias se debe estudiar la tasa de cobertura de la política tecnológica dentro de la colectividad teórica, los usuarios potenciales y sus distintas categorías (Rothwell, 1983; Heijs, 2001, 2005). El colectivo teórico incluye, en principio, a todas las empresas a las que se dirigen las ayudas. Los usuarios potenciales reales son aquellas empresas que en realidad, de acuerdo con el diseño del instrumento político, pueden acogerse a las ayudas públicas. A partir de las tasas de cobertura correspondientes se podrían analizar las características de las empresas beneficiadas con respecto a las no beneficiadas según diversas características, revelando así ciertos sesgos indirectos no esperados y no siempre intencionados. La selección de un grupo de comparación no siempre es fácil. El problema general es la dificultad para definir de forma clara los conceptos, la colectividad teórica y los usuarios potenciales en relación con los distintos tipos de instrumentos, y todavía más difícil es traducirlos en indicadores manejables en el curso de la investigación.

En el siguiente epígrafe no se analiza un programa concreto sino que se estudia el perfil de las empresas que han obtenido subvenciones de uno de los niveles de la Administración Pública: nacional, regional o local y, por último, de la Unión Europea. Se han excluido de forma explícita las ayudas en forma de ventajas fiscales. La evidencia empírica existente señala que las empresas beneficiadas son, de forma casi exclusiva, empresas innovadoras que realizan con cierta regularidad proyectos de innovación y, la política tecnológica apenas beneficia a empresas para las que la I+D es una actividad totalmente nueva (Meyer-Krahmer, 1989; Molero y Buesa, 1995; Heijs 2001, 2005; Aschhoff, 2010; Busom, Corchuelo y Martínez-Ros, 2017). Es decir, la colectividad teórica de las empresas que podría acogerse a estas

ayudas públicas son las innovadoras y, por lo tanto, habría que estudiar, en un primer momento, la difusión de las ayudas entre tales empresas, dejando fuera a las empresas no innovadoras. Por todo ello se comparan en este capítulo las empresas con ayudas respecto a las empresas que realizan I+D o innovación basándonos en la encuesta de innovación realizada para España para el periodo 2003 a 2014.

6.2. EL PERFIL DE LAS EMPRESAS RECEPTORAS DE AYUDAS A LA I+D E INNOVACIÓN

En esta sección se analiza el perfil de las empresas españolas que han visto financiadas sus actividades de creación de conocimiento tecnológico con ayudas públicas en forma de subvenciones. Se estudian, de forma simultánea, tres aspectos. El primero se refiere a las razones teóricas o conceptuales que podrían justificar, para cada variable del perfil, que ese tipo de empresa tenga una mayor o menor probabilidad de participar en las ayudas. El segundo aspecto se concreta en una síntesis de los resultados observados en los estudios empíricos previos, para lo que se resumen los resultados de 27 trabajos distintos¹⁴⁹, analizando qué variables se han utilizado y qué relaciones se han detectado. Y el tercero alude a la relación entre esta evidencia empírica con los resultados observados en nuestra investigación.

La probabilidad de participar en los programas de ayudas por parte de las empresas innovadoras se obtiene –igual que en los 27 estudios analizados– mediante la estimación de un modelo de regresión con variable dependiente binaria –modelo *probit*–, cuyos resultados se recogen en los cuadros 6.3. y 6.4. Para facilitar la interpretación de los resultados y la comparación del poder explicativo de cada una de las variables, se refleja el efecto en términos de efectos marginales (EM)¹⁵⁰. Estos miden el efecto que tendría cierta característica de la empresa sobre la variable dependiente (la participación en los programas de las ayudas) manteniendo constante las restantes variables explicativas del modelo (creando una situación *ceteris paribus*). En términos generales, un mayor valor del EM implica que la variable correspondiente tiene un mayor efecto sobre la probabilidad de participar en las ayudas, o, dicho de otro modo, un mayor poder explicativo.

¹⁴⁹ Véase para una síntesis el cuadro 6.2.

¹⁵⁰ Los coeficientes estimados (β_i) en un modelo binario (regresión logística), difieren de un modelo lineal (MCO) en que la influencia que tienen las variables explicativas (β_i) no es independiente del vector de características (X^T). Es decir, la influencia que tienen las variables explicativas sobre la probabilidad de elegir la opción dada por $Y_i = 1$ no depende simplemente del valor los coeficientes (β_i), sino también del valor que toman las variables explicativas. Por tanto, para poder analizar y comparar el efecto de las variables es necesario estimar el efecto marginal (EM) de las variables en un valor concreto –la forma más común es hacerlo sobre el valor medio de las variables–. Lo que implica que el efecto marginal de las distintas variables son directamente comparables. Intuitivamente un mayor valor del EM implica un mayor nivel de impacto. Pero ya que los EM son estimaciones, dos valores de EM solo son distintas si la diferencia entre los dos valores son suficientemente altas, de tal forma que no se solapan los valores dentro del intervalo de error.

Cabe recordar que en este trabajo no se evalúa un programa concreto sino que se examina la participación de las empresas en cualquiera de los programas existentes implementados por las diversas administraciones públicas. La base de datos no ofrece información sobre los programas concretos en los que participan las empresas, aunque sí proporciona información sobre el nivel administrativo de las ayudas obtenidas. Por eso se ha elaborado no solo un perfil global, comparando las características de las empresas que han obtenido alguna ayuda para la I+D independientemente de la procedencia de la misma, sino que se han creado perfiles específicos por cada uno de los tres niveles de Administración Pública, lo que nos permite estudiar en qué medida las ayudas son complementarias entre sí.

Para la presentación de los resultados del perfil se han juntado las variables utilizadas en distintos grupos. En el primero se explican las diferencias con respecto a las características estructurales de la empresa, incluyendo el tamaño de la empresa, su edad, su encuadramiento sectorial y la estructura de la propiedad de su capital. Además, entre estas variables estructurales se incluye el comportamiento exportador. La siguiente sección recoge el conjunto de variables que reflejan el esfuerzo (*input*) y los resultados (*output*) de la innovación, y las características del comportamiento innovador (calidad del capital humano, orientación innovadora, cooperación e internacionalización de la innovación). Un tercer conjunto de variables agrupa los obstáculos “financieros” de la innovación.

Con respecto a la calidad de nuestro análisis, cabe destacar que el modelo consigue pronosticar correctamente más del 75% de los casos, lo que indudablemente se puede considerar como un buen resultado¹⁵¹. Además, durante el proceso de elaboración del perfil se han estimado diversos modelos alternativos por bloques o combinaciones de bloques de variables que nos permiten contrastar la importancia de ciertas variables. Resulta que si se incluyen únicamente las variables estructurales el modelo solo es capaz de clasificar bien un 66% de los casos y añadiendo las variables de “innovación” este porcentaje aumenta de forma considerable hasta un 73,4%. Por último, se añadieron algunos indicadores de los problemas financieros en el momento de querer iniciar proyectos de I+D, pero en este caso el poder explicativo del modelo apenas mejora dos puntos porcentuales llegando al 75,2%.

■ 6.2.1. El perfil de las empresas beneficiarias: variables estructurales

El tamaño resulta un aspecto ampliamente analizado en los estudios de innovación. Existen pocos argumentos que podrían indicar que las empresas pequeñas y medianas (pymes) participen más en las ayudas. La razón más importante sería la existencia de diversos instrumentos especialmente orientados hacia el apoyo a las pymes. Además, ciertas administraciones públicas promueven su participación

¹⁵¹ Este porcentaje de correctamente clasificados es muy parecido para ambos grupos –con y sin ayudas–. Resulta importante buscar este equilibrio ya que el 84% de las empresas no obtiene ayudas. Es decir, si se pronostica que ninguna empresa obtiene ayudas clasificarían bien el 84%.

de forma más intensiva en los programas globales. Sin embargo, resulta que los argumentos a favor de una participación más asidua por parte de las empresas grandes son mucho más convincentes. Primero, porque están más preparadas para acudir a las administraciones, ya que tienen una mayor capacidad para preparar las propuestas o solicitudes en el momento de presentarse a las convocatorias y para cumplir con la gestión administrativa de las ayudas una vez obtenidas. Además, tienen mayor capacidad de identificar esas ayudas.

Es decir, existe una carga administrativa de la identificación y gestión de las ayudas que especialmente las empresas pequeñas no pueden o quieren asumir, mientras que las empresas más grandes a menudo tienen un equipo que se dedica de forma exclusiva a identificarlas, a analizar su idoneidad para la empresa y a preparar las solicitudes correspondientes. Un segundo argumento sería que las empresas grandes son más propensas a ser innovadoras y a realizar actividades de esta naturaleza de manera continua, con un portfolio más o menos amplio de proyectos de distinta índole. Por lo tanto, tienen una mayor posibilidad de que algunos de sus proyectos se ajusten a los criterios de selección. Otra razón sería la capacidad de presentar un proyecto claramente definido debido a la forma en la que innovan las empresas grandes –con unos procedimientos y una organización preestablecidos– en comparación con muchas de las pymes. Como ya se ha indicado en la sección anterior, muchas de las ayudas requieren presentar un proyecto claramente definido con sus objetivos y plazos de ejecución.

Cuadro 6.2.

VARIABLES DETERMINANTES DE LA PARTICIPACIÓN EN AYUDAS PÚBLICAS EN LOS 27 ESTUDIOS REVISADOS

Variables	Nº de veces utilizada	Efecto positivo	Efecto negativo	Efecto no significativo
Estructurales				
Log del número de empleados	27	15	3	9
Log del número de empleados al cuadrado	7	4	1	2
Empleo. Variable ordinal por intervalos	5	4	0	1
Empleados en I+D s/total empleados	5	0	0	5
Empleo por intervalos <i>dummies</i>	7	0	0	7
Pyme	6	0	2	4
Total empleo (tamaño de las empresas)	57	23	6	28
Edad	2	0	1	1
Log de la edad	15	0	11	4
Edad. empresas con >20 años	7	3	1	3
<i>Start-up</i>	9	0	0	9
Total antigüedad de la empresa	33	3	13	17
Grupo	21	2	4	15
Grupo extranjero	22	0	10	12

Cuadro 6.2. (continuación)

VARIABLES DETERMINANTES DE LA PARTICIPACIÓN EN AYUDAS PÚBLICAS EN LOS 27 ESTUDIOS REVISADOS

Variables	Nº de veces utilizada	Efecto positivo	Efecto negativo	Efecto no significativo
Estructurales				
Empresa individual	21	--	--	--
Capital público	3	1	0	2
Empresa dirigida por un individuo	5	0	1	4
Exportaciones s/ventas	5	3	0	2
Exportadora (binaria)	19	12	0	7
Total actividad exportadora	24	15	0	9
Características innovadoras				
Cooperación tecnológica	4	4	0	0
Actividad innovadora	15	13	0	2
Stock de patentes	3	3	0	0
Stock de patentes s/empleados	5	5	0	0
Gasto en I+D privado	7	5	1	1
Departamento de I+D	3	3	0	0
Capital humano (% universitarios s/empleados)	7	2	0	5
Total actividad innovadora	44	35	1	8
Factores que dificultan la innovación				
Restricciones financieras en el mercado financiero	4	0	0	4
Disponibilidad de créditos ^b	5	4	0	1
Márgenes coste beneficio (disponibilidad de fondos)	2	0	2	0
Total factores dificultan innovación	11	4	2	5
Otras variables				
Inversión s/ventas	7	0	1	6
Intensidad capital	9	3	1	5
Recibe otras ayudas	6	6	0	0
Ventas s/empleados	6	0	2	4
Certificado de calidad	5	2	0	3
Precios fijados por industria	5	0	0	5
Reducción ventas	5	0	1	4
Región	8	4	2	1
Total otras variables	43	11	5	27

Notas: i) Por motivos de espacio han sido restringidas las variables que solo han sido utilizadas una vez. ii) El número total de veces utilizado se corresponde con las ocasiones utilizadas en modelos, no en estudios, debido a que ciertos estudios evalúan distintos países. (a) Dificultad financiera para actividades de I+D a base del hecho que las instituciones financieras han negado financiar los proyectos de I+D de las empresas mediante créditos. (b) Aristei, Sterlacchini y Venturini, 2015 evalúan tales dificultades para cinco países usando una *dummy* indicando si la empresa obtuvo con anterioridad financiación con base de créditos.

Fuente: Elaboración propia.

La presentación de tales propuestas no solo implica, como se acaba de mencionar, un coste en tiempo de dedicación y un posible problema de capacidad de gestión de los trámites burocráticos, sino también un contraste con la índole de las actividades innovadoras de muchas pymes que no se ajustan a la estructura formal exigida de forma implícita en las convocatorias de ayudas. Para muchas de estas empresas pequeñas la innovación es una actividad discontinua de mejoras incrementales. Y, a menudo, tal actividad no se puede plasmar en un proyecto con tareas bien definidas y plazos fijos de ejecución cuyo cumplimiento pueda medirse. Esto sería una razón adicional para una menor participación de las pymes, lo que señala que, posiblemente, su exclusión o autoexclusión no se deba tanto a su tamaño como a su baja capacidad de gestión y al tipo de actividades innovadoras que llevan a cabo (Heijs, 2001 y 2005).

Revisando la literatura empírica (véase cuadro 6.2.), se observa que *el tamaño* es la variable explicativa más utilizada en los estudios de evaluación. En muchos trabajos se han aplicado diversas transformaciones de esta variable para captar el posible efecto no lineal del tamaño de la empresa¹⁵². A pesar de la existencia de algunos instrumentos dirigidos a las pymes, en 15 de los 27 estudios empíricos examinados (entre otros, el de Heijs, 2001; Arvanitis, Hollenstein y Lenz, 2002; Czarnitzki y Fier, 2002; Huergo, Trenado y Ubierna, 2016; Czarnitzki y Lopes-Bento, 2014; Hottenrott, Lopes-Bento y Veugelers, 2017) se concluye que las ayudas han beneficiado de forma más clara a las empresas grandes, mientras que en nueve casos no han encontrado una relación estadísticamente significativa entre el tamaño y la participación en las ayudas. Solo tres trabajos apoyan la hipótesis de que la financiación pública se sesga hacia las empresas de menor tamaño (Busom, 2000; Almus y Czarnitzki, 2003; Czarnitzki y Licht, 2006).

Los modelos estimados para este libro reflejan que la probabilidad¹⁵³ de obtener ayudas por parte de las empresas innovadoras en España se contrae según disminuye el tamaño de las empresas, reflejando una relación lineal (véanse los cuadros 6.3. y 6.4.). Comparando los modelos según la procedencia de las ayudas según nivel administrativo, se puede observar que en los tres niveles administrativos, las pymes tienen claramente una menor probabilidad de obtener ayudas. No obstante, se puede destacar que, en el caso de las ayudas regionales, la forma de esta relación es distinta, pues para todos los intervalos de las empresas medianas y grandes (con un tamaño mayor a los 100 trabajadores) la probabilidad de obtener ayudas es muy parecida, mientras que para las empresas más pequeñas sí se detecta un menor nivel de participación. Es decir, las administraciones de las comu-

¹⁵² La mayoría de los trabajos han realizado una transformación logarítmica del número de empleados, otros estudios incluyen el logaritmo del cuadrado del tamaño para captar posibles efectos no lineales y otros, en cambio, incluyen variables binarias que segmentan a las empresas a partir del número de empleados (intervalos) para observar los efectos de distintos tamaños (Guerzoni y Raiteri, 2015; Huergo, Trenado y Ubierna, 2016).

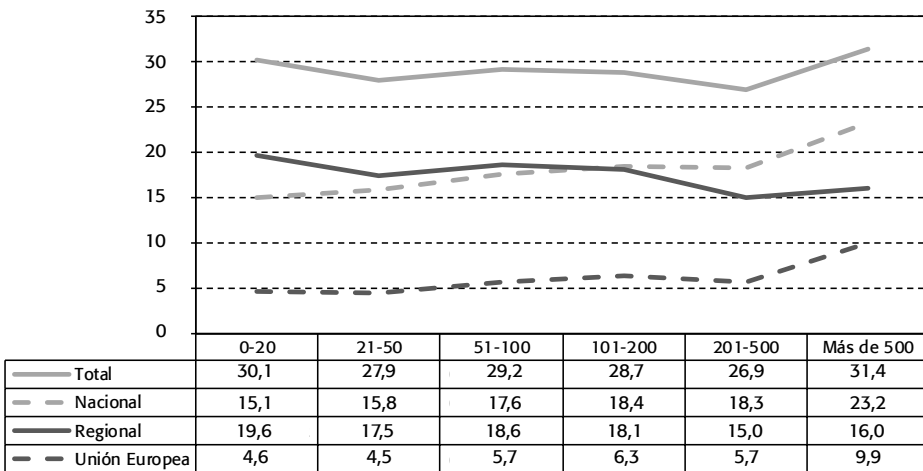
¹⁵³ Los coeficientes del efecto marginal del modelo reflejan o comparan la propensión a obtener ayudas para cada intervalo por el tamaño de la empresa con la probabilidad de ayudas obtenidas por las empresas más grandes. Es decir, cuanto más negativo el dato, mayor el nivel de discriminación.

nidades autónomas –que es el nivel administrativo con más programas en apoyo a las pymes– no discriminan entre las empresas medianas y grandes de su región pero han discriminado claramente –de forma intencionada o no– a las empresas más pequeñas. Cabe recordar que este tipo de análisis recrea una situación *ceteris paribus*, lo que implica que se comparan las empresas pequeñas con, por ejemplo, las medianas y/o las grandes, siendo esas empresas iguales en todas las demás características (entre otras el nivel innovador de las empresas y su sector). Por ello, la baja participación de las empresas pequeñas se debe a variables explicativas no incluidas en el análisis, como podría ser el coste y el tiempo necesario de presentar las propuestas (Heijs, 2005; Busom, Corchuelo y Martínez-Ros, 2014) o la falta de actividades innovadoras concretas que se pueden plasmar en un proyecto formal.

Los datos descriptivos (gráfico 6.1a.) basados en el porcentaje de participación por intervalos reflejan un mayor nivel de participación por parte de las grandes empresas con respecto a las ayudas nacionales y europeas mientras que en relación con las ayudas regionales se detecta una concomitancia negativa, con una mayor participación de las empresas pequeñas y medianas y una menor participación por parte de las empresas grandes. Pese a ello, observando los efectos marginales (gráfico 6.1b.) se constata que, cuando se tienen en cuenta de forma simultánea todas las variables explicativas, el efecto entre el tamaño y el nivel de participación es positivo.

Gráfico 6.1a.

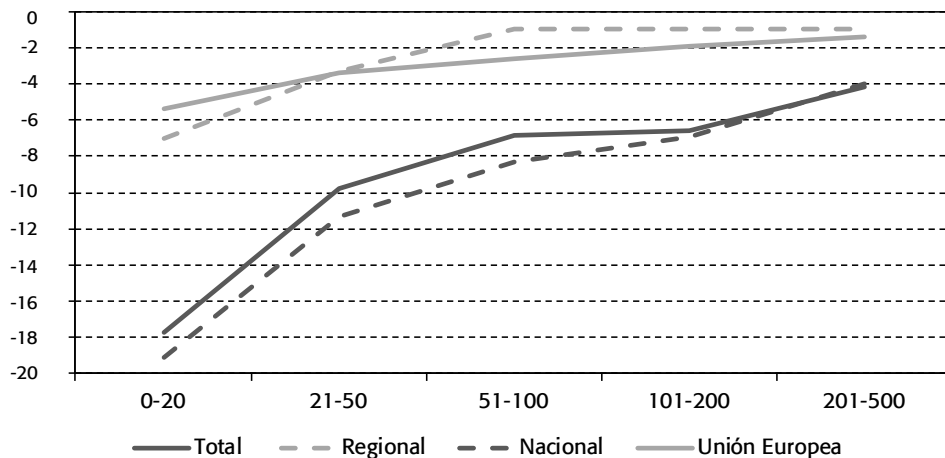
NIVEL DE PARTICIPACIÓN EN LAS AYUDAS EN PORCENTAJES SEGÚN INTERVALOS DE TAMAÑO



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6.1b.

EFFECTOS MARGINALES SEGÚN INTERVALOS DE TAMAÑO



Fuente: Elaboración propia.

Concluyendo, los datos muestran, como en la mayoría de los estudios revisados, un mayor nivel de participación de las empresas grandes en los programas de financiación pública. Por otro lado, se desmiente la idea establecida de que los gobiernos regionales españoles ayudan especialmente a las pymes, a pesar de que formalmente muchos de sus programas están justamente destinados a este tipo de empresas. Adicionalmente, se puede añadir que el análisis de las ayudas regionales parece indicar que estas tienen mucha más importancia para las empresas medianas que para las pequeñas.

Cuadro 6.3.

PERFIL RESPECTO A LA PARTICIPACIÓN EN AYUDAS PÚBLICAS: UNA REGRESIÓN PROBIT

Sector	Total		Ayudas regionales		Ayudas nacionales		Ayudas europeas	
	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T
B. de consumo tradicional	-0.023***	0.008	-0.012*	0.006	-0.016***	0.006	-0.018***	0.002
B. intermedios tradicional	0.036***	0.010	0.053***	0.007	-0.003	0.008	-0.016***	0.003
B. interm. especializados y equipos	0.022**	0.009	0.052***	0.007	-0.012*	0.007	-0.012***	0.003
S. ensambladores / ventaja de escala	0.027***	0.008	0.041***	0.006	0.019***	0.006	-0.008***	0.002
S. basados en la ciencia	-0.055***	0.009	-0.055***	0.008	-0.002	0.007	-0.023***	0.003
S. de servicios de alta tecnología	0.040***	0.008	0.030***	0.006	0.044***	0.005	0.006***	0.002
Otros sectores	Referencia		Referencia		Referencia		Referencia	

Cuadro 6.3. (continuación)

PERFIL RESPECTO A LA PARTICIPACIÓN EN AYUDAS PÚBLICAS:
UNA REGRESIÓN *PROBIT*

Sector	Total		Ayudas regionales		Ayudas nacionales		Ayudas europeas	
	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T
Empleo de 0 – 20	-0.177***	0.010	-0.070***	0.008	-0.191***	0.007	-0.054***	0.003
Empleo de 21- 50	-0.098***	0.009	-0.033***	0.007	-0.113***	0.007	-0.034***	0.002
Empleo de 51 -100	-0.068***	0.009	-0.010	0.007	-0.083***	0.007	-0.026***	0.002
Empleo de 101-200	-0.066***	0.009	-0.010	0.007	-0.069***	0.007	-0.019***	0.002
Empleo de 201-500	-0.042***	0.009	-0.010	0.007	-0.040***	0.006	-0.014***	0.002
Empresas grandes	Referencia		Referencia		Referencia		Referencia	
Edad (log)	-0.030***	0.004	-0.024***	0.003	-0.017***	0.003	0.001	0.001
Probabilidad exportadora	0.025***	0.005	-0.001	0.004	0.027***	0.004	0.011***	0.001
Capital público	0.038***	0.015	0.005	0.011	-0.016	0.010	0.023***	0.003
Grupo nacional	-0.001	0.006	-0.018***	0.004	0.012***	0.004	-0.008***	0.001
Capital extranjero	-0.139***	0.008	-0.089***	0.006	-0.086***	0.006	-0.020***	0.002
Empresas individuales	Referencia		Referencia		Referencia		Referencia	
Gasto I+D s/ventas (log)	0.409***	0.013	0.215***	0.008	0.218***	0.008	0.050***	0.003
Patentes	0.003***	0.000	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.000***	0.000
Nuevo mercado	0.015	0.009	-0.004	0.007	0.033***	0.006	0.002	0.002
Capital humano	0.164***	0.010	0.069***	0.007	0.135***	0.007	0.038***	0.002
Cooperación	0.233***	0.005	0.138***	0.004	0.126***	0.003	0.038***	0.001
Investigación aplicada	0.002***	0.000	0.002***	0.000	0.001***	0.000	0.000***	0.000
Desarrollo tecnológico	0.002***	0.000	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.000***	0.000
Investigación básica	Referencia		Referencia		Referencia		Referencia	
Falta fondos propios	0.013**	0.006	0.003	0.004	0.003	0.004	-0.003*	0.001
Falta fondos externos	-0.003	0.006	-0.012***	0.004	0.011**	0.004	0.009***	0.001
Costes elevados de innovación	0.025***	0.005	0.023***	0.004	0.005	0.004	0.000	0.001
Mercado dominado por empresas	0.023***	0.006	0.009**	0.004	0.013***	0.004	0.001	0.001
Observaciones	42.807		42.807		42.807		42.807	

Notas: D.T=Desviación típica; dy/dx=efecto marginal; *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de los estudios revisados incluyen *la distribución sectorial*¹⁵⁴ e indican un apoyo preferente a los sectores más dinámicos e intensivos en I+D, no solo en España (Busom, 2000; Heijs, 2001) sino también en otros países (Almus y Czarnitzki, 2003; Neicu, 2016; Fernández y Martín, 2015). A partir del trabajo de Pavitt (1984) se reconoce ampliamente que los sectores difieren no solo en sus fuentes de tecnología sino también en sus formas y capacidades de apropiación del conocimiento, el tamaño y la naturaleza de las relaciones (tecnológicas) entre empresas competidoras, proveedores, consumidores y clientes. Por eso, aquí se ha optado por incluir la variable sectorial siguiendo la agregación propuesta por Pavitt (1984) y actualizada por Bogliacino y Pianta (2016)¹⁵⁵.

Una primera conclusión que ofrecen los datos sectoriales es la muy alta participación de las empresas del sector de *servicios de alta tecnología* (51%), que se confirma para todos los niveles administrativos. Especialmente en las ayudas europeas y nacionales se apoya de forma preminente a las empresas de este sector. Otros tipos de sectores donde las empresas se han beneficiado con más asiduidad de las ayudas son los de *ensamblaje y/o ventajas de escala*. El mayor nivel de participación de estos sectores se confirma tanto en los datos descriptivos como en los modelos *Probit*. Los modelos *Probit* por nivel administrativo revelan que tanto estos como aquellos participan por encima de la media en las ayudas regionales y nacionales y por debajo de la media, solo en el segundo caso, en las ayudas europeas.

¹⁵⁴ Se debe recordar al lector que el perfil de las empresas con una mayor o menor participación reflejada en el cuadro 6.2. se basa a menudo en la interpretación de los resultados observados en el primer paso del *Propensity Score Matching*: el modelo *Probit*. Muchos de los estudios analizados no comentan este resultado intermedio en términos de un perfil de menor o mayor participación y, a veces, la regresión logística está en el apéndice de los estudios. Siempre que los estudios nos han ofrecido estos resultados intermedios hemos decidido contabilizar los efectos. Pero resulta que estos resultados intermedios no suelen incluir los coeficientes sectoriales. Es decir, los estudios indican que han incluido una variable sector (con un mayor o menor nivel de agregación), pero posiblemente para ahorrar espacio, no ofrecen los coeficientes del efecto marginal correspondiente.

¹⁵⁵ El empleo de la taxonomía de Pavitt permite tomar en consideración el hecho de que la naturaleza de la tecnología determina una buena parte de los aspectos del comportamiento tecnológico de las empresas –como el empleo de diferentes fuentes de conocimiento, la intensidad de la asignación de recursos a la obtención o el desarrollo de estas, las formas de apropiación de la tecnología y la orientación de la estrategia innovadora–, así como su influencia sobre la estructura del mercado correspondiente. Tales elementos están ausentes de la clasificación sectorial por niveles de complejidad tecnológica propuesta por la OCDE, cuyo único fundamento es el gasto relativo en I+D. Esta clasificación de la OCDE tiene además el inconveniente de su inadaptación al sector de servicios, lo que no ocurre con la de Pavitt tras su revisión por Bogliacino y Pianta (2016). Para un debate sobre las ventajas e implicaciones de esta agregación véase el capítulo 3. Aquí se han utilizado como grupo de referencia el grupo de “otros sectores”, que incluyen servicios de baja tecnología, el sector agrario y el sector de construcción. Por lo tanto, se deben interpretar el efecto marginal de cada sector respecto al nivel de participación de los “otros sectores”.

Cuadro 6.4.

**PROBABILIDAD DE LA PARTICIPACIÓN EN AYUDAS PÚBLICAS:
ANÁLISIS DESCRIPTIVO (PORCENTAJE DE EMPRESAS INNOVADORES
CON AYUDAS)**

	España total	Ayudas regionales	Ayudas nacionales	Ayudas europeas
Total de las empresas	29,0	17,7	17,4	5,7
Sect. bienes de consumo tradicional	20,6	11,6	11,1	2,0
Sect. bienes intermedios tradicional	27,1	18,6	13,1	2,4
Sect. bienes intermedios especializados y equipos	24,4	17,4	11,2	2,3
Ensambladores y sectores con ventaja de escala	30,8	19,8	18,8	4,6
Sectores basados en la ciencia	21,9	10,0	15,0	2,4
Servicios de alta tecnología	51,3	33,8	36,5	17,0
Otros (construcción, agrícola y servicios de baja tecnológica)	28,7	16,3	17,0	7,0
Empleo de 0 – 20	30,1	19,6	15,1	4,6
Empleo de 21- 50	27,9	17,5	15,8	4,5
Empleo de 51 -100	29,2	18,6	17,6	5,7
Empleo de 101-200	28,7	18,1	18,4	6,3
Empleo de 201-500	26,9	15,0	18,3	5,7
Más de 500 empleados	31,4	16,0	23,2	9,9
<i>Start-ups</i> (menos de tres años)	41,0	27,5	25,9	4,9
Probabilidad exportadora	28,9	16,9	18,2	5,6
Empresas pertenecientes a un grupo nacional	32,9	18,6	22,0	6,3
Empresas con capital extranjero	18,6	10,4	11,1	3,4
Empresas con capital público	40,3	22,5	23,0	19,8
Empresas individuales	28,6	18,7	15,8	5,4

Fuente: Elaboración propia.

La menor participación por parte de las empresas de los *sectores de bienes de consumo tradicionales* –confirmado para las ayudas de cada uno de los tres niveles administrativos– se tiene que entender, en parte, por el hecho de que las empresas de estos sectores tipo llevan a cabo actividades innovadoras de menos enverga-

dura, muchas veces dependientes de los proveedores de equipamientos o insumos básicos, que son menos aptas para acceder a las ayudas a base de proyectos predefinidos. Además, para muchas de estas empresas la I+D es *ad hoc*, discontinua y poco formalizada y dependiente de necesidades concretas a corto plazo.

Sorprendentemente, las empresas pertenecientes a los *sectores industriales con base científica* muestran un efecto negativo. Es decir, en ellos los efectos marginales reflejan una menor probabilidad de obtener ayudas, especialmente en el caso de las de nivel regional y europeo, un hecho también reflejado en el análisis descriptivo. Este resultado contradice lo que se podría esperar, ya que se considera que en este sector se encuentran las empresas con mayores oportunidades tecnológicas y una clara capacidad de presentar proyectos bien definidos. En parte, este hecho se debe posiblemente a la inclusión de variables del comportamiento innovador. Es decir, una vez que se controla por el nivel innovador de las empresas y su orientación en I+D básica, en este tipo de sectores presentan una menor posibilidad de participar. De hecho, las estadísticas descriptivas (véase cuadro 6.4.) revelan que tienen la segunda menor propensión a obtener ayudas (21,1%).

Otra variable ampliamente utilizada para crear el perfil de las firmas que más acuden a la obtención de ayudas públicas a la innovación es *la antigüedad o "edad" de la empresa*. Se puede mencionar que en la literatura revisada –que abarca a 20 de los 27 trabajos examinados– no siempre queda claro cuál es el signo esperado de la edad, ya que, por un lado, se podría suponer que las empresas más jóvenes puedan tener una mayor intensidad innovadora, que les ayudaría a entrar y competir en el mercado, y que ello les conduzca a solicitar y obtener ayudas con más asiduidad. Además, existen programas de política tecnológica específicamente diseñados para apoyar a las *start-ups*, y también algunos instrumentos de carácter general incluyen en sus criterios de selección una mejor valoración para tales empresas. Por otro lado, tales empresas suelen tener una mayor experiencia y, por ello, más capacidad de gestión en el momento de solicitar la financiación estatal. Además, las empresas de mayor antigüedad suelen tener relaciones de larga duración con las agencias que asignan las ayudas y estos contactos estrechos podrían ser relevantes cuando las agencias gestoras de la política estén abiertas a mantener una cierta cultura de clientelismo.

La mayoría de los veinte trabajos que analizan este aspecto han utilizado el logaritmo del número de años y sus resultados muestran, en general, unos efectos negativos (en once de los quince modelos). Algunos estudios han incluido variables alternativas que buscan captar dicho efecto; Aristei, Sterlacchini y Venturini (2015) incluyen una variable binaria que toma valor 1 si la empresa tiene más de veinte años, en un estudio que evalúa cinco países europeos y encuentra un efecto positivo en tres de ellos –incluido España– y un efecto negativo en Italia. Por otro lado, otros estudios incluyen una variable que identifica las *start-ups*¹⁵⁶, pero ninguno de los nueve modelos que lo hacen ha encontrado una relación estadísticamente significativa.

¹⁵⁶ Creando una variable *dummy* que recoge las empresas que tienen menos de tres o cinco años, como Guerzoni y Raiteri, 2015; Huergo y Moreno, 2017; Barajas, Huergo y Moreno, 2017.

En nuestros análisis se ha introducido la variable antigüedad –como en la mayoría de los estudios– en su forma logarítmica¹⁵⁷. Los coeficientes de *la edad de la empresa* reflejan en tres de los modelos un signo negativo y estadísticamente significativo. Resulta que, en términos generales, las administraciones públicas apoyan más frecuentemente a las empresas más jóvenes. Una tendencia que se confirma en el caso de las ayudas del Estado nacional y de los gobiernos regionales. Mientras que en el caso de las ayudas europeas no se ha detectado un efecto estadísticamente significativo entre la edad y el nivel de participación.

Las variables relativas a *la estructura de la propiedad de las empresas* se incluyen con el objetivo de contrastar si las agencias públicas dirigen las ayudas de forma más intensa a empresas con participación de capital público y a las (campeonas) nacionales, en detrimento de las empresas con capital extranjero. Se pueden imaginar diversas razones alternativas para explicar por qué la estructura de propiedad de las empresas puede implicar un mayor o menor nivel de participación en las ayudas. Primero, las empresas que forman parte de un grupo (nacional, público o extranjero) suelen tener –en comparación con la mayoría de las empresas individuales– un tamaño mayor con un portfolio amplio de productos que a menudo participan en múltiples mercados, por lo que sus innovaciones pueden ser de utilidad para diversos mercados (ventajas o economías de alcance). También se podría suponer que las empresas que pertenecen a un grupo multinacional tienen una potencia gestora o una capacidad tecnológica mayor, lo que conlleva una mayor posibilidad de convertir o traducir sus actividades tecnológicas en proyectos bien definidos y formales con los que optar a subvenciones para la I+D, un aspecto este especialmente relevante para que las pequeñas empresas innovadoras con capital extranjero (Heijs, 2001). Es decir, son empresas más innovadoras con una mayor capacidad de gestión para desarrollar los proyectos a base de propuestas fácilmente elegibles por las agencias estatales encargadas de distribuir las ayudas.

Independientemente de las características en común de las empresas que forman parte de un grupo se debería controlar el vínculo del Estado con las empresas que subsidia (Lichtenberg, 1987; Heijs, 1999, 2001; Herrera y Heijs, 2007). Podría ser que el Estado tenga intereses muy diversos –y a menudo ocultos– en apoyar con mayor o menor intensidad a las empresas nacionales frente a las extranjeras. Y dentro del grupo de empresas nacionales podrían discriminar a las empresas privadas en favor de las públicas. Una mayor participación de las *empresas públicas* podría estar causada bien por sus relaciones privilegiadas con los responsables políticos y/o las agencias que asignan las ayudas, así como por el interés del Estado en apoyar a estas empresas de forma indirecta.

También se podría imaginar que las agencias discriminen negativamente a *las empresas de capital extranjero* con respecto a las empresas nacionales a fin de proteger la competitividad de estas últimas (Veugelers, 1997; Heijs, 2001; Blanes y

¹⁵⁷ Se introdujo inicialmente la variable *start-up*, pero este indicador no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la participación en las ayudas.

Busom, 2004) o para intentar inducir los efectos económicos favorables en el propio país (Hud y Hussinger, 2015). Otra razón de la discriminación negativa de las filiales extranjeras puede deberse a que las empresas suelen llevar a cabo gran parte de sus actividades de I+D en la región donde está su matriz, este hecho podría implicar que las administraciones regionales apoyen a los grupos empresariales locales más importantes. Ello induciría a las empresas multinacionales a solicitar subvenciones en el país donde se encuentra su matriz (Aerts y Schmidt, 2008).

La revisión de la literatura empírica refleja que se evalúan con frecuencia las diferencias en la intensidad de participación a partir de *la estructura de la propiedad de la empresa* recogiendo básicamente la información respecto a la pertenencia de las empresas a grupos de capital privado nacional (21 de 27 trabajos), de capital extranjero (22 de 27) y de empresas individuales (21 de 27)¹⁵⁸. La propensión de participar por parte de las empresas con capital público solo ha sido analizada en tres estudios.

La mayoría de las investigaciones revisadas (15 de 21) que evalúan un posible mayor nivel de participación de las empresas que forman parte de un “grupo empresarial” rechazan tal hipótesis. Dos estudios detectaron una participación mayor a la media y cuatro por debajo de esta. Es decir, en la mayoría de los modelos, *la pertenencia a un grupo* (nacional) no tiene ningún efecto significativo, lo que tal vez podría deberse a que esa integración en un grupo esté altamente correlacionada con el tamaño de la empresa o con su nivel innovador.

Analizando el modelo que toma en cuenta de forma simultánea todas las variables explicativas (véase cuadro 6.3.) se confirma solo parcialmente la tendencia general reflejada por los estudios previos. Resulta que el modelo estimado para elaborar el perfil de las ayudas de forma agregada indica que la variable *empresas pertenecientes a un grupo nacional* no es estadísticamente significativa. Lo que se ajusta a los datos descriptivos (véase el cuadro 6.4.) que indican que las empresas privadas individuales o que las que forman parte de un grupo privado nacional tienen un nivel de participación cercano a la media, en torno a un 29%. Sin embargo, observando los modelos según la procedencia de las ayudas por nivel administrativo, se constatan diferencias muy llamativas. Por un lado, en cuanto a las ayudas nacionales se refiere, los grupos empresariales privados españoles han sido discriminados positivamente, obteniendo con mayor frecuencia ayudas de las administraciones públicas estatales. Por otro, las administraciones públicas regionales y europeas discriminan negativamente a las empresas de los grupos nacionales.

La variable que refleja el nivel de participación de *las empresas con capital extranjero*, muchas de ellas filiales de empresas multinacionales, ha sido analizada en 22 ocasiones. En este caso, los estudios empíricos ofrecen una evidencia en cierta medida contradictoria ya que se ha observado un efecto negativo en doce

¹⁵⁸ El efecto real de las empresas individuales no se recoge en el cuadro ya que en la mayoría de los casos ha sido utilizado como grupo de referencia lo que complica su correcta interpretación en términos del signo.

modelos, mientras que en diez de ellos la participación de las empresas se ajusta a la media de la muestra, reflejando que la relación correspondiente no es estadísticamente significativa. En el caso de España, según los datos descriptivos del cuadro 6.4., las empresas extranjeras tienen una probabilidad de obtener ayudas (18,6%) claramente por debajo de la media (29%). Esta tendencia se ve confirmada por el modelo *Probit*, pues, de hecho, el indicador que refleja la presencia de capital extranjero es una de las variables independientes con mayor nivel explicativo. Es decir, comparada con las demás variables incluidas en el modelo, la presencia de multinacionales es la que más negativamente influye para que las empresas puedan ser beneficiarias de las ayudas a la innovación. Esta menor frecuencia de apoyos públicos a las empresas extranjeras se confirma para los programas de cada uno de los tres niveles de la Administración Pública analizados.

Como ya se ha debatido, la discriminación hacia las *empresas extranjeras* podría existir por diversas causas, la más comúnmente mencionada sería que, de esa manera, se intenta proteger o ayudar más a las empresas domésticas. Sin embargo, nosotros somos de la opinión de que las empresas extranjeras podrían aportar mucho al sistema nacional de innovación y, además, como se ha observado en el capítulo anterior, estas empresas han reflejado un nivel de adicionalidad claramente mayor a la media. Las actividades innovadoras de estas empresas podrían generar un efecto de aprendizaje útil para España principalmente a través de la formación del capital humano y la creación de un mercado laboral especializado. Además, las empresas españolas que sean clientes o proveedores de las filiales extranjeras —e incluso competidoras— podrían aprender mucho de ellas, bien de forma directa mediante la cooperación o los contratos de compra-venta de nuevas tecnologías, bien de manera indirecta a través de la imitación u otros tipos de externalidades tecnológicas. La experiencia de la industria del automóvil, donde coexisten los constructores multinacionales con una industria auxiliar de capital nacional muy potente y también internacionalizada, constituye un ejemplo de lo que se está señalando.

La presencia de capital público en relación con el nivel de participación en las ayudas solo ha sido analizada por tres de los 27 estudios analizados para este trabajo. Solo uno encontró un efecto positivo y los otros dos no proporcionaron evidencia de un mayor o menor nivel de participación por parte de este tipo de empresas. En nuestro análisis global se ha detectado que las *empresas con capital público* participan más frecuentemente en los programas de subvenciones estatales lo cual va en concordancia con la evidencia empírica anterior para España (Herrera y Heijs, 2007)¹⁵⁹. Los datos descriptivos indican una participación claramente mayor que la media de las empresas públicas (40,3%). Sin embargo, curiosamente, esta discriminación positiva —detectada para el conjunto de las ayudas— solo se confirma para las ayudas procedentes de la Unión Europea, mientras que para las ayudas regionales y estatales la relación no es estadísticamente significativa. Además, la

¹⁵⁹ También el trabajo de Heijs (2001) encuentra tal resultado. Pero este trabajo utiliza un método distinto al PSM por lo que no está incluido entre los 27 estudios.

discriminación positiva ha sido especialmente relevante en los años de la recuperación (véase más adelante).

La condición de *empresa exportadora* se torna de vital importancia en el análisis, ya que se considera que el nivel competitivo de estas empresas es superior al de las que solo compiten en mercados locales. Las empresas exportadoras presentarían una capacidad mayor para transformar las investigaciones en innovaciones de producto (Czarnitzki y Licht, 2006) y, por ende, podrían competir en estos mercados. Asimismo, tendrían una mayor capacidad de proponer proyectos. Para las administraciones públicas podría ser interesante apoyar con mayor asiduidad a las empresas exportadoras ya que –como se ha debatido en el primer capítulo del libro– este apoyo podría mejorar el nivel de competitividad internacional del país.

En los estudios empíricos revisados se ha utilizado tanto una variable binaria que indica la condición de exportadora –la probabilidad de exportar (o no) de la empresa– y la ratio de exportaciones sobre el total de ventas –intensidad exportadora–. De los 24 estudios que han analizado estas variables, quince revelaron efectos positivos, es decir, las empresas con mayor propensión o probabilidad de exportar tienen una mayor probabilidad de obtener ayudas públicas para la innovación. Pero en nueve de los trabajos, la relación no es estadísticamente significativa. El mayor nivel de participación por parte de las *empresas exportadoras* podría sugerir que las agencias estatales apoyan a las empresas más competitivas, bien porque se supone que tienen una mayor capacidad de conducir de forma exitosa los proyectos, o bien porque de esta forma se incentivan de forma indirecta las exportaciones. Otra causa podría ser que estas empresas presentan mejores proyectos debido a su mayor capacidad gestora y porque hacen un sobreesfuerzo por su necesidad de innovar y desarrollar nuevos productos para satisfacer a los clientes internacionales. La variable referida a las exportaciones de nuestro estudio¹⁶⁰ muestra un efecto positivo en el modelo general y también en los referidos a las ayudas de las administraciones públicas nacionales y europeas. Por el contrario, a nivel regional, tales empresas tienen la misma probabilidad de obtener ayudas que las empresas no exportadoras.

■ 6.2.2. El perfil de las empresas beneficiarias: comportamiento innovador

Como parece lógico esperar, las empresas con una *mayor intensidad innovadora* –tanto en términos de *input*, como de *output*– obtienen con mayor frecuencia ayudas públicas para el desarrollo de sus actividades tecnológicas. Los diversos trabajos empíricos revisados incluyen siete indicadores¹⁶¹ referidos al esfuerzo

¹⁶⁰ Indicando la probabilidad exportadora que toma valor uno si las empresas realizaron exportaciones en el periodo anterior al del análisis y cero en el caso contrario.

¹⁶¹ Cabe resaltar que debido a la falta de estandarización de la selección de las variables incluidas en los estudios se han agregado algunos indicadores bajo un mismo denominador, “actividad innovadora”. Esta variable incluye diversos conceptos pocos utilizados y los “indicadores” de algunos estudios que no han especificado exactamente la variable incluida.

y al comportamiento innovador. En general, con unas pocas excepciones, esos indicadores se relacionan con una mayor probabilidad en la obtención de dichos incentivos. La única variable que proporciona con más frecuencia un resultado no significativo (en cinco de los siete modelos en los que se utiliza) es la calidad de capital humano de la empresa, aunque hay dos estudios que proporcionan una relación positiva.

En concordancia con estos resultados, nuestro análisis confirma una mayor participación en los programas de ayudas por parte de las empresas más innovadoras. Todas las variables que hemos incluido indican que las empresas que han realizado más actividades innovadoras o realizan estas actividades con más intensidad y han tenido mejores resultados en términos de patentes o un mayor éxito en cuanto a las ventas de nuevos productos¹⁶² en el mercado, muestran una mayor probabilidad de acceso a los incentivos públicos¹⁶³. Podemos concluir que las autoridades, en el momento de asignar las ayudas, valoran positivamente que las empresas se encuentren inmersas en actividades de innovación y, además, que estas hayan sido exitosas en términos empresariales. Tal conclusión no resulta sorprendente ya que, por un lado, las empresas más innovadoras son las que tienen más capacidad para preparar buenos proyectos que sean elegibles por parte de los gestores de la política tecnológica, que están bien diseñados y explicados, con unos objetivos y plazos de ejecución cuyo cumplimiento se puede monitorizar debidamente. Además, estas empresas tienen a menudo un portfolio amplio de proyectos que se ajustan a los criterios impuestos por parte de las agencias estatales en el momento de repartir ayudas. Por otro lado, son estas mismas agencias las que dentro de la evaluación de los proyectos apuestan a menudo por empresas que aseguran el desarrollo adecuado y exitoso de los proyectos seleccionados (Molero y Buesa, 1995; Heijs, 2001 y 2005; Heijs y Buesa, 2007). Mientras que las empresas con menos experiencia demostrada tienen más dificultades para que su proyecto sea aprobado. Otra razón de que las empresas más innovadoras participen más en la obtención de ayudas es el hecho de que suelen ser muy persistentes en su afán innovador. Como concluyen Huergo, Trenado y Ubierna (2016) existe tenacidad en las decisiones de gasto en actividades de I+D, pues las empresas que han incurrido en tales gastos un año tienen en torno a un 50% más de probabilidad de invertir al año siguiente.

Ninguno de los estudios revisados ha incluido *la orientación investigadora de las empresas* –analizando la ejecución (sí/no) o la intensidad de la investigación fundamental, aplicada o de desarrollo tecnológico– para revelar si el Estado apoya de forma más intensa a cierto tipo de actividades de creación de conocimiento. Es decir, si la orientación en I+D de las empresas tiene un efecto diferenciado sobre

¹⁶² Aunque en el caso de esta variable solo se confirma la relación positiva para el caso de las ayudas nacionales.

¹⁶³ Solo en una de las 28 betas (hay cuatro modelos, cada uno con siete variables de comportamiento innovador) se detecta una relación estadísticamente no significativa. Resulta también que en el caso de las ayudas regionales el porcentaje de las ventas debido a productos nuevos no influye sobre la participación en los programas.

la probabilidad de participar. Como se refleja en el cuadro 6.3. las empresas de los sectores que orientan sus actividades de forma predominante hacia la investigación aplicada reciben con más asiduidad ayudas públicas. En otras palabras, las empresas dedicadas a actividades con mayor margen de apropiabilidad de los beneficios, más orientadas al mercado y con plazos de ejecución más cortos son más propensas a recibir ayudas. Este hecho podría explicar, en parte, la menor probabilidad de obtener ayudas de los sectores basados en la ciencia. Respecto a esta tendencia, se puede resaltar que el número de empresas que dentro de sus actividades innovadoras asignan una parte de los gastos a la investigación fundamental son pocas y desde la crisis, sobre todo, este número ha disminuido mucho más que el número de las empresas que hacen cualquier tipo de I+D. Como se ha indicado, ninguno de los 27 estudios ha incluido esta variable, por lo que no se puede comparar el resultado con la evidencia empírica existente.

Otra variable utilizada de forma frecuente es la *probabilidad de patentar el stock* de patentes. Ocho de los estudios examinados reflejan que un mayor nivel de patentes está relacionado positivamente con una mayor participación en los programas públicos. Una tendencia también observada en nuestros modelos. Las patentes muestran, en cierto modo, el éxito tecnológico de las actividades innovadoras. Es bien sabido que las patentes no cubren toda la actividad investigativa, pero este indicador sigue siendo una buena aproximación para reflejar tales actividades, especialmente porque las patentes aseguran un cierto nivel de “novedad” de los resultados innovadores. No obstante, para complementar o mejorar el análisis se ha decidido incluir también el *porcentaje de ventas relacionadas con nuevos productos*. Esta variable tiene algunas ventajas por su generalidad, dado que cubre el segmento de las innovaciones de producto que no está cubierto por las patentes –lo que puede deberse a las diferencias intersectoriales en la propensión a patentar, a la naturaleza de los productos, sobre todo si estos son efímeros en el mercado, o al hecho de que las patentes solo cubren las innovaciones que se plasman en artefactos, excluyendo así los servicios y las tecnologías inmateriales–. Por otra parte, mientras las patentes reflejan el éxito técnico de los proyectos, las ventas de nuevos productos son un indicador de su éxito comercial. Por lo tanto, se puede considerar que los dos indicadores ofrecen información complementaria.

Otra variable del comportamiento innovador que se ha incluido en el modelo es *la cooperación en I+D o innovación*. Las variables que reflejan la cooperación tecnológica han sido utilizadas con poca frecuencia en los trabajos empíricos. Ello es sorprendente ya que existe un amplio número de programas de apoyo, especialmente en el caso de las ayudas europeas, en los que la cooperación es un prerrequisito para poder acceder a las ayudas. Además en muchos programas de corte general, el mero hecho de cooperar suele aumentar la posibilidad de obtener ayudas. Por todo ello, no resulta inesperado que los estudios que incluyen esta variable hayan identificado una relación con efectos positivos y significativos (Herrera y Heijts, 2007; Hottenrott, Lopes-Bento y Veugelers, 2017). También en el perfil de las empresas con un mayor nivel de participación desarrollado para este estudio se observa que

las empresas que cooperan en I+D tienen una posibilidad claramente mayor de obtener ayudas, siendo la variable donde el valor del efecto marginal es uno de los más altos del modelo¹⁶⁴. Esto tiene su lógica, ya que, como se ha indicado, hay muchos programas donde la cooperación es un requisito para poder participar. Además, llevar a cabo proyectos cooperativos implica una mayor dificultad, ya que hay que diseñar el proyecto y coordinar las actividades. Por ello, este tipo de empresas suelen tener una mayor capacidad en términos de gestión, coordinación y diseño de los proyectos. Una última observación sobre este aspecto es que, curiosamente, en el modelo de las ayudas europeas, en las que se exigen frecuentemente relaciones de cooperación entre empresas y agentes del sistema científico, el efecto marginal de esta variable –aun siendo estadísticamente significativo– es más bajo que para las ayudas nacionales o regionales.

■ 6.2.3. Los obstáculos financieros de la empresa versus el nivel de participación

Uno de los objetivos de este libro ha sido analizar si el impacto de las ayudas y la participación en ellas han sido diferentes en las distintas fases del ciclo económico, ya que, sobre todo en los años de mayor crisis económica, la financiación de las actividades de I+D e innovación ha sido más difícil. Por ello, se realizan seguidamente dos tipos de análisis al respecto. Por una parte, se examina la importancia real –declarada como tal por la propia empresa– de las limitaciones financieras para afrontar las actividades innovadoras y se estudia si la existencia de problemas financieros está relacionada con la probabilidad de obtener ayudas. Y por otra, se estudia si el perfil de las empresas con y sin ayudas se ha visto alterado a lo largo del reciente periodo de crisis financiera y, en concreto, si las administraciones públicas han apoyado con más intensidad a las empresas con problemas financieros en el momento álgido de la crisis.

El cuadro 6.5. refleja que la distribución porcentual de las empresas que consideran que la “falta de fondos internos” o la “falta de fondos externos” son muy poco, o poco importantes es muy parecida. También se observa una preocupación creciente a lo largo del tiempo con respecto a estos dos tipos de restricciones financieras. Curiosamente el mayor énfasis de las empresas acerca de estas restricciones financieras no se da en la etapa de crisis, sino en el periodo “poscrisis”. Ello es un síntoma de que la recuperación de la senda de crecimiento, al menos en sus primeros años, que son los que aquí se recogen, no mejoró la disponibilidad de fondos para las actividades tecnológicas. De todos modos las diferencias son más bien pequeñas.

¹⁶⁴ Otra forma de analizar de forma indirecta el nivel de cooperación o contratación de I+D con otros agentes del sistema innovador sería la intensidad del gasto en I+D externa. Esta variable –no incluida en el modelo final– también reflejaba una mayor probabilidad de obtener ayudas.

Cuadro 6.5.

IMPORTANCIA DE DIVERSOS OBSTÁCULOS DE ÍNDOLE FINANCIERA PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES INNOVADORAS. IMPORTANCIA DE CADA OBSTÁCULO EN UNA ESCALA DE LIKERT DE 1 (POCO IMPORTANTE) A 4 (MUY IMPORTANTE). (EN PORCENTAJE)

Falta fondos propios	Total	Precrisis	Crisis	Poscrisis
1.- No importante	13	16	12	11
2.- Bajo	21	23	20	20
3.- Medio	33	33	34	33
4.- Importante	33	29	34	37
Total	100	100	100	100
Falta fondos externos	Total	Precrisis	Crisis	Poscrisis
1.- No importante	16	19	14	14
2.- Bajo	20	22	19	18
3.- Medio	31	31	32	30
4.- Importante	33	29	34	38
Total	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia.

Una de las razones de que las instituciones financieras del mercado sean reticentes para financiar la innovación se debe al alto coste y a los riesgos de la actividad innovadora, que podrían causar un impago de las deudas. Por ello, las empresas tienen que financiar preferentemente sus gastos en I+D con fondos propios (Hall y Lerner, 2010; Spielkamp y Rammer, 2010). Esto implica, a su vez, que para muchas empresas el acceso a fondos (externos) se pueda convertir en un tema problemático. Por consiguiente, las ayudas ofrecidas por las administraciones públicas deberían servir para resolver la restricción financiera que acompaña a la actividad tecnológica. Por tal motivo, se analiza en esta parte del trabajo si las empresas con menos holgura financiera participan más en las ayudas estatales que las empresas que no reflejan impedimentos en términos de acceso a la financiación para sus actividades de I+D.

Han sido relativamente pocos los estudios que han abordado este aspecto y las variables utilizadas para medir las restricciones financieras han sido muy heterogéneas. El trabajo de Aristei, Sterlacchini y Venturini (2015) mide las dificultades de las empresas para financiar sus proyectos tecnológicos a partir del hecho de que las instituciones financieras les hayan negado en algún momento el acceso al crédito para tal finalidad. Por otro lado, estos autores miden la ausencia de las restricciones

financieras teniendo en cuenta que la empresa sí ha conseguido financiación (créditos) para su I+D en los años anteriores¹⁶⁵. Un tercer indicador, muy distinto, sería el uso del Margen Precio Coste (MPC), que en el trabajo de Czarnitzki y Lopes-Bento (2014) se interpreta como un indicador de la disponibilidad de fondos propios para actividades de innovación¹⁶⁶.

Al final se han detectado cinco estudios¹⁶⁷ que, de alguna forma, analizan estos aspectos aunque mediante indicadores y metodologías muy diversas y la evidencia empírica existente muestra, en general, resultados contradictorios. Según el trabajo de Aristei, Sterlacchini y Venturini (2015) las empresas a las que en algún momento se les ha negado el acceso a créditos en el mercado tienen un nivel de participación en las ayudas parecidas a las demás empresas. Es decir, aparentemente las administraciones públicas no atienden a los problemas de financiación de las empresas (Barajas, Huergo y Moreno, 2017; Carboni, 2011). Aunque el estudio de Herrera y Bravo (2010) encuentra que las empresas que mostraron dificultades para financiar las actividades de I+D se ven discriminadas positivamente. Además, las empresas que han obtenido en algún momento financiación externa en el mercado financiero para la I+D o la innovación parecen tener un mayor nivel de participación en los programas públicos (Aristei, Sterlacchini y Venturini, 2015)¹⁶⁸. Es decir, la Administración Pública parece beneficiar más a las empresas que tienen una capacidad de obtener fondos en el mercado. El hecho de que las administraciones financian con más frecuencia a las empresas carentes de restricciones en el mercado financiero podría deberse a que apoyan, sobre todo, a las empresas financieramente más sólidas con una acumulación de experiencia innovadora que asegura de alguna forma éxito en el mercado. Mientras tanto, las empresas más débiles –para las que la disponibilidad de financiación en el mercado es problemática, bien por falta de solidez financiera o de capacidad innovadora, o bien porque sus proyectos son menos prometedores– no se han visto discriminadas positiva o negativamente.

Como se ha indicado, dos modelos utilizan la variable de margen precio coste como indicador directo de posibles limitaciones financieras. En ambos, las empresas con un mejor MPC –y por tanto con menos restricciones financieras– participan relativamente menos en las ayudas (Czarnitzki y Lopes-Bento, 2014).

Resumiendo, el uso de distintas variables reflejaría una tendencia opuesta, o por lo menos distinta, donde la negación de los créditos parece indicar que las

¹⁶⁵ Ellos utilizan una variable binaria y analizan en su trabajo el impacto de las ayudas para cinco países distintos.

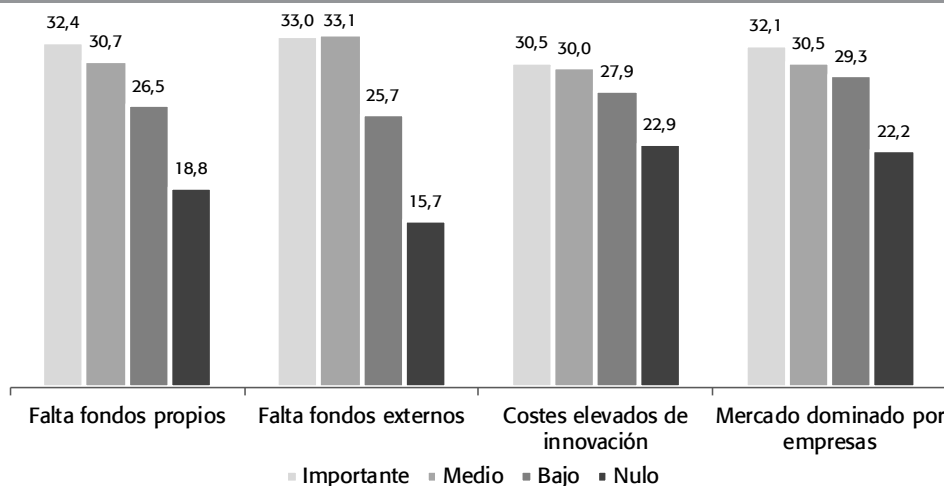
¹⁶⁶ Aunque este indicador solo sería una aproximación muy general. Ya que la situación financiera –su nivel de endeudamiento y la disponibilidad de liquidez– de la empresa depende de muchos más aspectos.

¹⁶⁷ Aunque se utiliza en once modelos en cinco estudios.

¹⁶⁸ El efecto positivo se observa en cuatro de los cinco países donde se incluye esta variable, mientras que en uno de ellos este indicador resulta estadísticamente no significativo.

Gráfico 6.2.

PARTICIPACIÓN EN EL CONJUNTO DE LAS AYUDAS SEGÚN LA IMPORTANCIA DE CIERTOS OBSTÁCULOS A LA INNOVACIÓN (PORCENTAJE)



Fuente: Elaboración propia.

empresas con una menor capacidad de acceso a fuentes externas tienen una participación normal en las ayudas, mientras que las empresas que sí han obtenido créditos participan por encima de la media, es decir, se han visto mejor atendidas por parte de las agencias que asignan las ayudas. Mientras que la variable MPC ofrece una tercera interpretación, las ayudas benefician más a las empresas con menor capacidad de financiación.

En nuestro estudio del perfil de las empresas españolas que consiguen acceder a las ayudas –o no– también se recogen tres aspectos que reflejan la existencia de restricciones, incluyendo cuatro variables que reflejan *los obstáculos financieros a la innovación*. El gráfico 6.2. y el Apéndice 6.2. ofrecen los datos descriptivos de la participación de las empresas según la importancia de estos obstáculos. Se detectó una relación positiva entre el nivel de participación y la importancia de los obstáculos para los cuatro indicadores utilizados y para las ayudas de cada una de las administraciones públicas¹⁶⁹. Los modelos –para todo el periodo– confirman en general estas tendencias, aunque algunas relaciones observadas no son estadísticamente significativas e incluso en algún caso resultan ser negativas. Debe recordarse que los efectos marginales reflejan el efecto de cada variable en términos *ceteris paribus*, cuando todas las demás variables tuvieran el valor medio de la

¹⁶⁹ Regional, nacional y europea; véase en el Apéndice 6.2.

muestra. Esto puede explicar el cambio de signo entre el análisis descriptivo y los modelos econométricos.

Además, para un mejor entendimiento de los resultados se debe destacar que la mayoría de las relaciones que resultan de las regresiones *Probit* son más bien débiles, con efectos marginales pequeños y un nivel de significación más bien endeble. De hecho, algunas relaciones dejan de ser significativas en el momento de analizar los efectos según los periodos del ciclo económico en muestras mucho más reducidas.

Los resultados del cuadro 6.6. señalan, para el modelo *Probit* global¹⁷⁰, que las empresas que consideran la *falta de fondos propios como un obstáculo muy importante* para sus actividades innovadoras, participan más intensamente en los programas gubernamentales de apoyo a esas tareas. Sin embargo, este resultado no aparece en ninguno de los modelos estimados para medir el efecto de las políticas desarrolladas por las distintas administraciones, e incluso, en el referido a las ayudas europeas se obtiene una relación significativa, pero negativa. En los modelos estimados para las ayudas de las agencias nacionales y regionales la variable correspondiente resulta ser estadísticamente no significativa, lo que cabe interpretar en el sentido de que las empresas que no disponen de fondos propios tienen la misma posibilidad de obtener ayudas que el resto de las empresas. Con respecto al segundo indicador de las limitaciones financieras –*importancia de los problemas para financiar las actividades innovadoras en el mercado financiero*– se observa que los gobiernos regionales discriminan de forma negativa a empresas que los encuentran, mientras que para las administraciones nacional y europea se detecta un impacto opuesto.

Considerando los resultados de ambos indicadores de forma conjunta se puede destacar que las ayudas europeas –de forma simultánea– discriminan negativamente a las empresas que carecen de fondos propios y benefician de forma más frecuente a las que tienen problemas para obtener recursos en el mercado financiero. Por otro lado, se puede concluir que los programas regionales, por comparación con los europeos y nacionales, muestran cierta complementariedad con respecto a este asunto, de manera que las administraciones regionales ayudan a solucionar el problema de los fondos propios –aunque sea con un efecto marginal pequeño– mientras que los europeos y nacionales contribuyen a resolver la falta de acceso al mercado financiero externo. De todos modos, en ambos casos, las soluciones serían más bien parciales ya que los efectos marginales, aun siendo estadísticamente significativos, son pequeños.

Otra variable que, de forma indirecta, señala la existencia de restricciones financieras en los proyectos de I+D o innovación sería la consideración de que *los elevados costes de innovación son un obstáculo para realizar tales actividades*. Las empresas que afirman esta circunstancia, considerándola importante, invertirían

¹⁷⁰ Basada de forma simultánea en todas las ayudas de los tres niveles de la AA.PP.

demasiado poco en innovación (Nelson, 1959) por lo que deberían tener una mayor probabilidad de participar en las ayudas públicas. Sin embargo, nuestra estimación señala que solo es así en el caso de las ayudas regionales.

A tenor de lo expuesto, se puede concluir que la evidencia referida a la cuestión de las restricciones financieras sigue siendo confusa. Se observan claras diferencias en las estadísticas descriptivas, donde las empresas que consideran tales obstáculos tienen una probabilidad de participar 2 o 2,5 veces mayor que las empresas que los encuentran poco relevantes. Pero al aplicar los modelos de regresión, esas diferencias casi se desvanecen, en gran parte porque parecen estar relacionadas con otros factores explicativos. El efecto limitado de estas variables sobre el nivel de participación también se refleja en su aportación al poder explicativo del modelo en su conjunto. Como ya se ha indicado, el modelo basado solo en las variables estructurales clasifica bien un 66% de los casos y añadiendo las variables de “innovación” este porcentaje llega al 73,4%, mientras que la inclusión de las restricciones financieras aumenta el nivel de empresas bien clasificadas en tan solo 1,8 puntos porcentuales (al 75,2).

Debido a la variabilidad de las condiciones financieras de las empresas a lo largo del ciclo económico, en el cuadro 6.6. se han recogido también las estimaciones de los modelos referidas a las tres fases de ese ciclo que anteriormente se han

Cuadro 6.6.

**PROBABILIDAD DE LA PARTICIPACIÓN EN AYUDAS PÚBLICAS:
LAS REGRESIONES PROBIT**

	Cualquier ayuda		Regionales		ACE		UE	
Todo el periodo (N= 42.807)	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T
Falta de fondos propios								
Todo el periodo	0.013**	0.006	0.003	0.004	0.003	0.004	-0.003*	0.001
Precrisis	0.018	0.011	0.005	0.009	0.016**	0.008	-0.001	0.002
Crisis	0.027***	0.010	0.014*	0.007	0.003	0.007	-0.002	0.002
Poscrisis	-0.004	0.010	-0.009	0.007	-0.003	0.007	-0.005	0.003
Falta fondos externos								
Todo el periodo	-0.003	0.006	-0.012***	0.004	0.011**	0.004	0.009***	0.001
Precrisis	-0.003	0.011	-0.017*	0.009	0.024***	0.008	0.003	0.002
Crisis	-0.007	0.010	-0.012	0.007	0.007	0.007	0.006***	0.002
Poscrisis	0.014	0.010	0.002	0.007	0.012*	0.007	0.016***	0.003
Costes elevados de innovación								
Todo el periodo	0.025***	0.005	0.023***	0.004	0.005	0.004	0.000	0.001
Precrisis	0.028***	0.010	0.030***	0.008	-0.004	0.007	0.001	0.002
Crisis	0.029***	0.009	0.028***	0.007	0.009	0.006	-0.000	0.002
Poscrisis	0.015	0.009	0.007	0.006	0.006	0.006	0.001	0.003

Notas: i) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. ii) dy/dx: Efectos marginales calculados sobre la media muestral. iii) DT: Desviaciones típicas; ACE: Administración Central del Estado; UE: Unión Europea.

Fuente: Elaboración propia.

definido, aunque este aspecto se estudiará de forma más general más adelante. Los resultados muestran que la variable expresiva de la “falta de fondos propios” tiene significación solo durante el periodo de crisis para el modelo agregado y para el de las ayudas estatales, mientras que en el caso de las regionales esa significación únicamente aparece en el período precrisis. Por otro lado, en las ayudas europeas, la significación negativa ya observada para todo el período no se confirma en ninguna de las etapas debido al reducido tamaño del efecto estimado. En cuanto a la falta de acceso a fondos externos no se detecta –según el análisis *Probit*– una relación estadísticamente significativa para ninguno de los periodos en el caso de agregar todas las ayudas. Esta irrelevancia estadística agregada podría deberse al distinto signo de las ayudas regionales frente a las estatales y europeas, así como al hecho de que los efectos correspondientes son muy pequeños. Y por lo que concierne a los altos costes de la innovación, estos solo se registran significativamente, con signo positivo, en los modelos global y regional para los dos primeros períodos, pero no para el de salida de la crisis.

■ 6.2.4. Variación del perfil por ciclo económico

Pasemos ahora a considerar las diferentes fases del ciclo de una manera más general a fin de analizar si este aspecto temporal ha tenido efectos relevantes en la concesión de ayudas a la innovación. La reciente crisis financiera ha afectado severamente al mercado crediticio y a los beneficios de las empresas, lo que ha implicado para estas tanto una reducción de su disponibilidad de fondos propios, como una mayor dificultad para allegarse recursos ajenos. Para analizar este aspecto se analiza el perfil de las empresas para tres periodos concretos; los años precrisis (2005-2008); los años de crisis (2009-2011); y el periodo poscrisis (2012-2014).

El efecto del *credit crunch* sobre las restricciones financieras de las empresas en el momento de afrontar las actividades de I+D e innovación se observa, para cada uno de los periodos, en el cuadro 6.5. Como ya se ha indicado, se detecta una preocupación creciente en las empresas con respecto al acceso a fondos internos

Cuadro 6.7.

PORCENTAJE DE EMPRESAS INNOVADORAS CON AYUDAS PARA LA I+D E INNOVACIÓN

	Total	Nacional	Regional	Europeo
Antes de la crisis (2005-2008)	29,5	17,9	19,1	4,3
Durante de la crisis (2009-2011)	30,3	18,6	19,0	5,4
Después de la crisis (2012-2014)	26,7	15,5	14,8	7,6
Todo el periodo	29,0	17,4	17,7	5,7

Nota: Los datos del año 2006 han sido restringidos de la muestra debido a problemas en la encuesta.

Fuente: Elaboración propia.

o externos, siendo esta mayor durante la crisis –cuando un 67% de las empresas lo consideraron como importante o muy importante– que en los años previos con un 61%. Pero curiosamente, la mayor valoración de esa importancia no se produjo durante la crisis, sino en el periodo “poscrisis”, cuando ese porcentaje subió hasta casi el 70%. Parece, por tanto, que en el periodo de recuperación empeoró la percepción de la disponibilidad de fondos para las actividades de carácter tecnológico. De todos modos las diferencias son más bien pequeñas.

Cuadro 6.8.

VARIACIÓN DEL PERFIL POR CICLO ECONÓMICO

Variables	Todo el periodo		Precrisis		Crisis		Poscrisis	
	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T
B. de consumo tradicional	-0.025***	0.008	-0.014	0.014	-0.013	0.016	-0.048***	0.014
B. intermedios tradicional	0.034***	0.010	0.036**	0.018	-0.000	0.021	0.059***	0.017
B. interm. especializados y equipos	0.020**	0.009	0.022	0.016	0.002	0.018	0.026*	0.015
S. ensambladores / ventaja de escala	0.029***	0.008	0.038**	0.015	0.027	0.017	0.020	0.015
S. basados en la ciencia	-0.056***	0.009	-0.043**	0.017	-0.072***	0.019	-0.059***	0.016
S. de servicios de alta tecnología	0.063***	0.008	0.068***	0.014	0.054***	0.016	0.069***	0.013
Otros sectores	Referencia		Referencia		Referencia		Referencia	
Empleo de 0 – 20	-0.155***	0.010	-0.129***	0.019	-0.168***	0.021	-0.157***	0.018
Empleo de 21- 50	-0.093***	0.009	-0.094***	0.017	-0.086***	0.019	-0.096***	0.016
Empleo de 51 -100	-0.063***	0.009	-0.062***	0.018	-0.061***	0.019	-0.068***	0.016
Empleo de 101-200	-0.060***	0.009	-0.046**	0.018	-0.057***	0.019	-0.072***	0.016
Empleo de 201-500	-0.039***	0.009	-0.043**	0.017	-0.023	0.018	-0.041***	0.015
Empresas grandes	Referencia		Referencia		Referencia		Referencia	
Edad (log)	-0.032***	0.004	-0.023***	0.007	-0.030***	0.008	-0.019**	0.008
Probabilidad exportadora	0.020***	0.005	0.027***	0.009	0.026**	0.010	0.021**	0.009
Capital público	0.043***	0.014	0.043	0.027	0.037	0.029	0.063***	0.024
Grupo nacional	-0.003	0.005	0.003	0.010	0.007	0.011	-0.016*	0.009
Capital extranjero	-0.138***	0.008	-0.113***	0.016	-0.140***	0.017	-0.139***	0.014
Empresas individuales	Referencia		Referencia		Referencia		Referencia	

Cuadro 6.8. (continuación)

VARIACIÓN DEL PERFIL POR CICLO ECONÓMICO

Variables	Todo el periodo		Precrisis		Crisis		Poscrisis	
	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T	dy/dx	D.T
Gasto I+D s/ventas (log)	0.192***	0.008	0.185***	0.015	0.189***	0.017	0.188***	0.015
Patentes	0.004***	0.000	0.005***	0.001	0.003***	0.001	0.003***	0.001
Nuevo mercado	0.000**	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
Capital humano	0.002***	0.000	0.002***	0.000	0.002***	0.000	0.002***	0.000
Cooperación	0.235***	0.005	0.249***	0.008	0.245***	0.009	0.220***	0.008
Investigación aplicada	0.002***	0.000	0.002***	0.000	0.003***	0.000	0.002***	0.000
Desarrollo tecnológico	0.002***	0.000	0.002***	0.000	0.003***	0.000	0.002***	0.000
Empresas individuales	Referencia		Referencia		Referencia		Referencia	
Falta fondos externos	0.067***	0.006	0.070***	0.011	0.071***	0.013	0.075***	0.011
Costes elevados de innovación	-0.007	0.006	-0.006	0.011	-0.013	0.012	-0.016*	0.010
Mercado dominado por empresas	0.014***	0.005	0.012	0.009	0.009	0.009	0.021***	0.008
	(N = 42.807)		(N=13.110)		(N=16.651)		(N=13.046)	

Notas: i) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1 ii) dy/dx: efectos marginales calculados sobre la media muestral. iii) DT: Desviaciones típicas.

Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto a tener en cuenta es el de la disponibilidad de ayudas para las empresas en los tres periodos analizados. En el cuadro 6.7. se puede observar que el 29% de las empresas españolas han obtenido ayudas en el periodo 2005-2014¹⁷¹. Observando la tendencia en el tiempo se constata que el porcentaje de empresas con ayudas bajó desde un 29,5% antes de la crisis hasta un 26,7% en los últimos años del análisis. El porcentaje de empresas que obtuvieron ayudas nacionales disminuyó en 2,4 puntos porcentuales y, en el caso de las ayudas regionales, la caída fue de 4,3 puntos. Por el contrario, el porcentaje de empresas con ayudas europeas subió en 3,3 puntos.

Llama la atención que en el trienio 2008-2011 –cuando la crisis fue más intensa– el porcentaje total de las empresas con ayudas apenas varió, incrementándose ligeramente. Este hecho podría deberse, por un lado, a la inercia de los presupuestos públicos, que, pese a la crisis, no se contrajeron en ese período; y, por

¹⁷¹ Todos los porcentajes respecto a España incluidos en el texto se basan en la encuesta PITEC por lo que es una aproximación del porcentaje real. Se ha optado por proceder así porque el INE no ofrece datos por submuestras muy específicas. Utilizando en exclusivo los datos de PITEC se asegura una mejor viabilidad en la comparación de la probabilidad de obtener ayudas por submuestras.

otro lado, a que para muchos proyectos los plazos de ejecución son plurianuales, de manera que las ayudas aprobadas en un ejercicio se extienden sobre los siguientes, librándose los fondos correspondientes a medida que se van cumpliendo los objetivos comprometidos. En todo caso, queda claro que las restricciones presupuestarias que se produjeron desde 2012, tanto en la Administración del Estado como en las de las comunidades autónomas, afectaron de manera significativa al ámbito cubierto por la política tecnológica.

Para analizar si el perfil de las empresas beneficiadas ha variado en el tiempo, se ofrecen en el cuadro 6.8. las estimaciones para los distintos períodos analizados. Los resultados han de ser interpretados con cautela, ya que el tamaño de las muestras es diferente en cada período. Sin embargo, se pueden derivar algunas conclusiones relativas a la evolución del efecto marginal de cada variable en la probabilidad de recibir ayudas. La principal conclusión es que, salvo algunas excepciones, el efecto marginal de las variables permanece constante a lo largo de los tres períodos¹⁷². Es decir, no ha habido cambios significativos en el perfil de las características de las empresas respecto a la probabilidad de ser partícipe de las ayudas. Las empresas más innovadoras, las más grandes y las del sector de servicios de alta tecnología siguen siendo las que más ayudas acaparan.

Se ha identificado para algunos tipos de empresa una mejora de su nivel de participación en los años más duros de la crisis. Aparentemente, los sectores de bienes de consumo tradicionales habrían mejorado algo su participación en este periodo, al pasar de un EM negativo y estadísticamente significativo antes de la crisis, a un EM no significativo, que refleja una participación ajustada a la media de la muestra, en los años de crisis.

Además, las empresas públicas y las que operan en mercados dominados por las de gran tamaño, se han visto más beneficiadas en los años de recuperación. Mientras tanto, otros tipos de empresas han sido algo más discriminadas en este periodo, como ocurre con las que encuentran en su coste un obstáculo importante para la innovación, las de los grupos nacionales y las de bienes de consumo tradicional. De todos modos, todas las diferencias resultan ser muy pequeñas entre un periodo y otro.

¹⁷² Pese a las diferencias en las muestras, tanto en el número de observaciones como de empresas partícipes en cada período, los coeficientes estimados son estadísticamente iguales. Para la evaluación, dado que no se cuenta con datos longitudinales, se ha optado por evaluar los intervalos de confianza estimados al 95% de confianza.

■ APÉNDICE 6.

■ APÉNDICE 6.1.

Cuadro 6.1A.

CALIDAD DEL MODELO

Calidad del modelo	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado Cox y Snell	R cuadrado Nagelkerke	Porcentaje bien clasificados
Solo variables estructurales	44571	0,082	0,135	66,2
Más variables <i>input</i> y <i>output</i> de innovación	43243	0,105	0,173	68,0
Más variables del comportamiento innovador	40120	0,156	0,258	73,4
Más variables de los obstáculos de financieros respecto a la innovación	39167	0,171	0,283	75,2

Fuente: Elaboración propia.

■ APÉNDICE 6.2.

Cuadro 6.2A.

PROBABILIDAD DE LA PARTICIPACIÓN EN AYUDAS PÚBLICAS: ANÁLISIS DESCRIPTIVO (PORCENTAJE)

	Distribución por nivel de importancia	Porcentaje de empresas con ayuda por procedencia de las ayudas			
	Total	Total	Regional	Nacional	Europea
Falta fondos propios					
1.- No importante	13,0	18,8	10,7	11,7	3,3
2.- Bajo	21,3	26,5	16,1	15,8	4,7
3.- Medio	33,1	30,7	19,5	18,1	6,3
4.- Importante	32,7	32,4	20,1	18,9	6,3
	100	29,0	17,4	17,7	5,7
Falta fondos externos					
1.- No importante	15,9	15,7	9,0	9,1	2,5
2.- Bajo	20,0	25,7	15,6	14,8	4,2
3.- Medio	31,1	33,1	21,0	19,4	6,0
4.- Importante	33,2	33,0	20,4	20,1	7,5
	100	29,0	17,4	17,7	5,7

Cuadro 6.2A. (continuación)

**PROBABILIDAD DE LA PARTICIPACIÓN EN AYUDAS PÚBLICAS:
ANÁLISIS DESCRIPTIVO
(PORCENTAJE)**

	Distribución por nivel de importancia	Porcentaje de empresas con ayuda por procedencia de las ayudas			
Costes elevados de innovación	Total	Total	Regional	Nacional	Europea
1.- No importante	13,8	22,9	13,2	14,3	5,2
2.- Bajo	18,1	27,9	16,9	17,0	5,5
3.- Medio	36,0	30,0	18,8	17,6	6,1
4.- Importante	32,2	30,5	19,2	17,7	5,3
	100	29,0	17,4	17,7	5,7
Mercado dominado por empresas	Total	Total	Regional	Nacional	Europea
1.- No importante	20,1	22,2	13,1	12,6	4,3
2.- Bajo	29,8	29,3	18,7	17,4	5,7
3.- Medio	31,1	30,5	18,7	18,4	6,1
4.- Importante	18,9	32,1	20,0	18,9	5,9
	100	29,0	17,4	17,7	5,7

Fuente: Elaboración propia.



7

RECAPITULACIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES POLÍTICAS

En este libro se han estudiado algunos aspectos básicos de la relación entre la innovación y la competitividad, con especial hincapié en el papel que juegan las políticas tecnológicas como incentivos a las empresas. En el primer capítulo, se ha analizado, desde un punto de vista teórico, la importancia de la innovación para la competitividad tanto en el ámbito empresarial como en el conjunto de la economía nacional. Se han presentado diversos argumentos que la avalan y, simultáneamente, se ha contextualizado ese debate con respecto a la situación real del tejido productivo y del sistema de innovación español. Es decir, a partir de los argumentos conceptuales utilizados, se resalta la relevancia de la innovación para que España retome la senda del crecimiento de la productividad y complete así su recuperación económica.

Una vez realizado este análisis se ha estudiado en qué medida España y sus empresas afrontan el desafío de convertir su sistema productivo en una economía basada en el conocimiento. Para ello se ha examinado en qué medida España ha apostado por un mayor esfuerzo en I+D e innovación –por parte de los agentes públicos y privados– y cómo se ha afrontado la necesaria intensificación de las iniciativas políticas que promueven o incentivan un mayor nivel de inversión en la creación de tecnología por parte de las empresas privadas. Los resultados obtenidos, como se ha podido observar, son poco alentadores.

El aspecto central a lo largo de este estudio ha sido la evaluación del impacto de las ayudas públicas sobre el sistema de innovación y su importancia para el desarrollo económico. Asimismo, se ha analizado, a partir de un modelo macroeconómico, si la política estatal de I+D ha tenido un efecto positivo sobre el crecimiento económico a nivel regional; también se examinaron los efectos microeconómicos originados por tales ayudas públicas en el ámbito empresarial. Para ello, se estimó el efecto medio de esas ayudas (ATET)¹⁷³ para el conjunto de las empresas que se han beneficiado de ellas; y se elaboró un perfil de las empresas para las cuales el efecto incentivador ha sido mayor o menor. De hecho, la principal novedad de este trabajo –incluso a nivel internacional– ha sido la construcción de un perfil detallado de las empresas según el nivel de impacto que ha tenido la política tecnológica sobre ellas. Un gran número de estudios de evaluación justifican el apoyo público a la I+D y, sin embargo, la mayoría de ellos solo se ha centrado en el posible efecto diferencial de dos o tres características de forma aislada (véase más adelante el cuadro 7.1.).

¹⁷³ *Average treatment effect on the treated.*

Otra forma de estudiar el efecto de la política tecnológica sobre el tejido productivo ha sido partir de la distribución de las ayudas públicas para crear el perfil de las empresas que cuentan con una mayor o menor probabilidad de participar en los programas públicos. Por un lado, se indaga sobre la forma en la que las administraciones públicas actúan en la asignación de recursos financieros, ya sea discriminando a ciertos tipos de empresas o, bien, manteniendo un papel neutral con respecto a la composición del sistema productivo. Por otro, se investiga si las ayudas sirven de alivio para algunos de los problemas que afrontan las empresas en el momento de innovar, en particular, sus restricciones financieras.

Los resultados obtenidos en esta investigación ofrecen respuestas interesantes. A continuación, se exponen las más sobresalientes y las conclusiones más relevantes que se desprenden de ellos. Se inicia este resumen con el papel e impacto de la política tecnológica a nivel macro y microeconómico –siendo el tema central analizado en este estudio– y al final de esta recapitulación se valoran las tendencias generales del esfuerzo innovador en España y el papel de las empresas. Además, se analiza en qué medida el gobierno español ha realizado un esfuerzo económico para promover la I+D y para reforzar el sistema de innovación para que España vuelva a la senda del crecimiento económico sostenible a largo plazo.

■ 7.1. EL PAPEL Y EL IMPACTO MACROECONÓMICO DE LAS AYUDAS A LA I+D E INNOVACIÓN

El capítulo 2 del libro estudia el papel de las ayudas públicas a la I+D y a la innovación con respecto a los demás determinantes que explican el proceso de crecimiento económico en las comunidades autónomas españolas. Se realizó un modelo macroeconómico para estimar los efectos de las ayudas estatales a la I+D y la innovación sobre el crecimiento económico regional durante el periodo 2000-2016. En el modelo se incluyen las demás variables que explican la expansión del PIB en las comunidades autónomas españolas. Es decir, además de los factores explicativos tradicionales de los modelos de crecimiento (inversión en capital, población, capital humano y la innovación) se estudia con especial hincapié el rol de las políticas científicas y tecnológicas. Para medirlo, se han recogido los datos financieros –publicados en las memorias anuales de los respectivos “Planes Nacionales de I+D+i”– de la distribución regionalizada de las cuatro principales “líneas estratégicas de actuación” que incluyen: (1) el apoyo a proyectos de I+D, (2) la creación y el mantenimiento de las infraestructuras del sistema de innovación, (3) la formación y la contratación de recursos humanos en I+D, y (4) la promoción de la transferencia tecnológica.

Los resultados de los modelos con los factores tradicionales se ajustan a la amplia evidencia empírica disponible al respecto. Los coeficientes de las cuatro variables relacionadas con la cantidad y la calidad de capital físico y humano de

cada región muestran, en todas las estimaciones, un signo positivo y significativo, lo que sugiere que son los factores clave que están detrás del crecimiento. Especialmente, cuando se incorpora en los modelos la innovación tecnológica se observa un mayor incremento del PIB debido al capital humano. Y, como es de esperar, también el esfuerzo en I+D –global o diferenciado por tipo de agentes del sistema de innovación– contribuye positivamente al crecimiento.

A continuación, se añadió a los modelos la información relativa a las líneas estratégicas de actuación (LEAC) de las políticas científicas y tecnológicas –que reflejan el gasto regionalizado de cada una de ellas–. En primer lugar, se introducen los datos de cada LEAC de manera individual y se constata que cada una de ellas tiene un efecto positivo sobre la tasa de crecimiento. En segundo lugar, se estima un modelo con la cantidad global de las ayudas comprobándose que también esta variable agregada refleja un efecto positivo sobre el crecimiento. Sin embargo, se debe destacar que los coeficientes, pese a ser estadísticamente aceptables, son en realidad pequeños, lo que indica que, pese a tener una influencia significativa sobre el crecimiento, las políticas tecnológicas son factores secundarios. Dicho de otra manera, aunque todos los modelos reflejan que las ayudas del Plan Nacional de I+D+i contribuyen positivamente al crecimiento, resulta que las estimaciones solo les asignan un rol menor en comparación con el papel de las variables explicativas tradicionales del modelo neoclásico. Es decir, las ayudas públicas tienen un efecto más bien marginal sobre el crecimiento.

■ 7.2. IMPACTO MICROECONÓMICO DE LAS AYUDAS

■ 7.2.1. El efecto global de las ayudas sobre el gasto en I+D empresarial

Una forma complementaria de comprobar si las intervenciones públicas en el ámbito de la I+D e innovación cumplen sus objetivos, es el análisis de sus efectos microeconómicos. Las economías avanzadas han realizado grandes esfuerzos para estimular la inversión en I+D o en innovación de las empresas privadas y crear así un sistema de innovación competitivo. Según la teoría de los fallos del mercado, las empresas tienen pocos incentivos para invertir en I+D y, por tanto, invertirán en esta actividad unas cantidades alejadas de lo socialmente óptimo (Nelson, 1959; Arrow, 1962). Por tanto, el uso de estas políticas está motivado por la generación de inversiones adicionales en estas actividades con el objetivo de mejorar la competitividad de las empresas y, por ende, la posición competitiva del país en el orden económico mundial.

El impacto microeconómico de las ayudas públicas a la innovación empresarial se suele medir en términos de adicionalidad financiera. Este concepto se con-

creta en el aumento del esfuerzo en I+D debido a las ayudas. La situación opuesta implicaría un efecto sustitución, desplazando los propios fondos privados por dinero público.

La evaluación del impacto de las ayudas presenta problemas debidos a la presencia de sesgos de selección y de endogeneidad. Es decir, las empresas con y sin ayudas son muy diferentes entre sí, por lo que no se puede derivar de forma directa el impacto de la política a partir de la diferencia en el gasto de I+D de ambos grupos de empresas. Para mitigar el problema de endogeneidad se aplicaron dos soluciones econométricas: el *Propensity Score Matching* (PSM), donde se empareja cada empresa que recibe ayudas con otra empresa de control muy parecida que no las obtiene, y el método de variables instrumentales (VI), donde una variable externa al modelo aplica una corrección al valor sesgado de los coeficientes de las variables que reflejan el impacto. Los dos métodos muestran que los subsidios tienen un efecto positivo sobre el gasto en I+D en las empresas.

Las estimaciones mediante la variable de gasto bruto en I+D (el gasto total incluidas las ayudas) muestran que las empresas con ayudas gastan, *ceteris paribus*, en torno a un 15% más en I+D sobre ventas que las empresas sin ayudas. Teniendo en cuenta que la intensidad media de las ayudas es del 8,7% se puede, por tanto, rechazar a nivel global la hipótesis de sustitución total (*total crowding out*). Sin embargo incluso en el modelo con el gasto bruto se encuentra que un 33% de las empresas presentan un efecto sustitución, esto nos indica que están utilizando las ayudas para fines distintos a los contemplados en el programa de apoyo.

Al considerar los gastos netos en I+D (el gasto total excluidas las ayudas) el PSM muestra que las empresas subsidiadas gastan un 6% más en I+D sobre ventas que las empresas sin ayudas. Esta magnitud de impacto se encuentra dentro del rango normal reflejado en otros estudios de evaluación, tanto en España como en otros países de nuestro entorno. La diferencia entre los efectos estimados para los dos tipos de gastos se corresponde con la cantidad de ayudas recibidas por las empresas. Aunque los efectos son positivos y estadísticamente significativos, se encuentra que una parte de las empresas no utilizan las ayudas de forma adecuada, es decir, el efecto medio estimado podría no ser representativo de todas las empresas debido a la heterogeneidad del efecto estimado a nivel individual. Las estimaciones con variables instrumentales reflejan que un aumento del 1% en las ayudas nacionales o regionales aumentaría el gasto en I+D neto (con fondos privados) de la empresa en un 0,7% y un 0,65%, respectivamente¹⁷⁴.

¹⁷⁴ En este caso sería más difícil de comparar la intensidad del efecto observado para el caso español con la evidencia empírica existente. Primero, porque en nuestra revisión de la literatura se han detectado muy pocos estudios basados en el método de variables instrumentales y, segundo, porque los pocos estudios encontrados utilizan variables instrumentales muy distintas entre sí y resulta que el valor del coeficiente obtenido es mucho más sensible con respecto a las variables incluidas en el modelo que en el caso del PSM.

■ 7.2.2. Heterogeneidad del impacto: una aproximación metodológica

Una novedad importante de este estudio es la elaboración del perfil de las empresas según el nivel de impacto de las políticas tecnológicas. Se ha observado un considerable número de estudios de evaluación basados en el PSM, pero solo un pequeño número de trabajos entran en las diferencias de impacto por tipo de empresas. La heterogeneidad de los efectos se aborda en estos estudios básicamente repitiendo el PSM por submuestras. Sin embargo, esta forma de analizar esas diferencias no tiene en cuenta la posible interacción entre las variables explicativas, ni la presencia de las mismas empresas en distintas submuestras analizadas. Por ejemplo, las empresas grandes suelen formar parte de un grupo empresarial, ser exportadoras y pertenecer a cierto tipo de sectores, esto implicaría que este conjunto concreto de empresas tengan una influencia parecida sobre el efecto estimado de distintas submuestras (por ejemplo, por ciclo económico, por sector o por intervalos de esfuerzo en gasto en I+D). Por lo que el análisis del impacto diferenciado comparando el ATET entre submuestras no corrige debidamente la interacción entre las variables explicativas.

En este estudio se ofrecen modelos de regresión que crean el perfil teniendo en cuenta simultáneamente un amplio número de posibles variables explicativas como las características estructurales de las empresas, su comportamiento innovador, las restricciones financieras (obstáculos) a las que se enfrentan y la forma de su participación en los programas de apoyo.

Las diferencias en el efecto de las políticas, en términos de adicionalidad financiera, se estudian desde dos puntos de vista. Por un lado, se estudia qué empresas registran un mayor o un menor nivel de adicionalidad financiera. Es decir, qué tipo de empresas han aumentado porcentualmente sus gastos en I+D. Y por otro, determinando cuál es la probabilidad de que las empresas presenten adicionalidad financiera frente a que muestren un efecto sustitución. Para esto, se han realizado dos tipos de regresiones. Primero, se ha aplicado un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) donde la variable dependiente es la intensidad del efecto —el valor de los efectos individuales sobre las empresas beneficiarias (ITE)—. Segundo, se ha estimado un modelo *probit* que refleja la probabilidad de que la empresa utilice las ayudas para aumentar su gasto en I+D, es decir, compara las diferencias entre las empresas donde el valor del ITE sea positivo con las de un ITE cero o negativo. Los dos modelos son complementarios y nos permiten observar qué tipo de empresas tienden a presentar un efecto positivo y, además, si estas empresas tienen un efecto considerablemente alto. Aunque en las siguientes secciones se detalle los resultados de estos análisis se puede resaltar que el cuadro 7.1. sintetiza los efectos observados en la literatura existente en combinación con los resultados de este estudio, reflejado mediante el sombreado de la casilla correspondiente¹⁷⁵.

¹⁷⁵ De hecho, en estas casillas también se reflejan los resultados de este estudio citado como Heijts/Buesa *et al.* (2020).

Cuadro 7.1.

NIVELES DE IMPACTO DIFERENCIADO DE ADICIONALIDAD FINANCIERA: EMPRESAS QUE MOSTRARON UNA ACTITUD *FREERIDER* DE FORMA MÁS O MENOS FRECUENTE¹⁷⁶

Características generales	Menor efecto	No significativo	Mayor efecto
Tamaño: empresas grandes vs. pequeñas	Czarnitzki y Hussinger, 2004 Herrera y Bravo, 2010 Cerulli y Poti, 2012 Venturini y Starlacchini, 2018 Huergo y Moreno, 2017 Heijs/Buesa <i>et al.</i> , 2020 ^{NL}		Czarnitzki y Hussinger, 2004 González y Pazó, 2008 Marino <i>et al.</i> , 2016 Crespi <i>et al.</i> , 2016
Sector: empresas del sector de alta intensidad de I+D	Cerulli y Poti, 2012		González y Pazó, 2008 Czarnitzki y Delanote, 2014 ⁵ Afcha y García-Quevedo, 2016 Crespi <i>et al.</i> , 2016 Heijs/Buesa <i>et al.</i> , 2020
Características del nivel o comportamiento innovador			
Actitud: empresas que realizan actividades innovadoras frecuentemente vs. poco frecuente	Afcha y García-Quevedo, 2016 ¹		Afcha y García-Quevedo, 2016 Heijs/Buesa <i>et al.</i> , 2020 ¹⁷⁷
Composición del grupo de control (innovadoras vs. todas)	González y Pazó, 2008 Czarnitzki y Licht, 2006 Czarnitzki y Lopes-Bento, 2013		
Características de las medidas de apoyo			
Empresas con múltiples ayudas (obtienen ayudas de distintos niveles administrativos)			Carboni, 2011 Marino <i>et al.</i> , 2016 Huergo y Moreno, 2017 Hottenrot, Lopes-Bento y Veugelers, 2017 Heijs/Buesa <i>et al.</i> , 2020

¹⁷⁶ El cuadro solo incluye los estudios que corrigen el sesgo o endogeneidad mediante el método del PSM.

¹⁷⁷ En realidad, en este estudio se ha utilizado la variable gasto en I+D sobre ventas. Aunque sustituyendo esta variable por la regularidad innovadora, los resultados reflejan la misma tendencia.

Cuadro 7.1. (continuación)

NIVELES DE IMPACTO DIFERENCIADO DE ADICIONALIDAD FINANCIERA: EMPRESAS QUE MOSTRARON UNA ACTITUD *FREERIDER* DE FORMA MÁS O MENOS FRECUENTE¹⁷⁶

Características generales	Menor efecto	No significativo	Mayor efecto
Características de las medidas de apoyo			
Intensidad de apoyo baja vs. alta	Dai y Cheng, 2015 ³ Heijs/Buesa <i>et al.</i> , 2020 ^{NL}		Görg y Strobl, 2007 Marino <i>et al.</i> , 2016
Empresas que participan frecuentemente de las ayudas			Aschhoff, 2009 Czarnitzki y Lopes-Bento, 2013 Heijs/Buesa <i>et al.</i> , 2020
Nivel administrativo del apoyo (Europeo vs. nacional)		Czarnitzki y Lopes-Bento, 2014 Heijs/Buesa <i>et al.</i> , 2020 ^{NL}	Huergo y Moreno, 2017
Orientación del instrumento hacia el desarrollo tecnológico	Clausen, 2009 ² Neicu, 2016 Heijs/Buesa <i>et al.</i> , 2020		
Orientación del instrumento hacia la investigación básica			Clausen, 2009 Heijs/Buesa <i>et al.</i> , 2020
Determinantes generales			
Mayor efecto en regiones periféricas vs. las regiones centrales (Alemania/Italia)			Czarnitzki y Licht, 2006 Cerulli y Poti, 2012
Efecto durante la crisis vs. expansión	Hud y Hussinger, 2015 Hottenrott, Lopes-Bento y Veugelers, 2017	Czarnitzki y Lopes-Bento, 2013 Heijs/Buesa <i>et al.</i> , 2020	

Notas: ¹ Para las empresas que hacen I+D de forma continua el efecto es mayor cuando se evalúa el gasto total en I+D, pero es menor cuando se evalúa el gasto privado en I+D. ² *Crowding-out* para los subsidios a las actividades de desarrollo tecnológico. ³ Efecto no lineal con la variable de tratamiento continuo (GPS). ⁴ Regresiones de *dummies* de años sobre el ITE estimado. ⁵ Regresión del tipo de empresa y controles sobre el ITE estimado. ^{NL} Implica una relación no lineal.

“Las casillas sombreadas reflejan los resultados del capítulo 5 de este estudio: Heijs/Buesa *et al.*, 2020”.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, se ha analizado el impacto diferenciado a partir del perfil de las empresas con mayor probabilidad de obtener ayudas (capítulo sexto), con el objetivo de detectar las prioridades reveladas u objetivos subyacentes de la política española para promover la innovación empresarial. Es decir, se intenta valorar de forma más amplia el papel que tienen las ayudas de la Administración Pública en el conjunto de la economía española. No hay que olvidar que el Estado debería ser un agente financiero neutral que no distorsione las fuerzas competitivas del mercado. Dicho de otro modo, es importante saber en qué medida las ayudas benefician más a un tipo de empresas que a otras, para revelar así si ciertos tipos de empresas han sido –de forma intencionada o no– discriminadas.

La accesibilidad a las ayudas está limitada debido, tanto a los requisitos formales e informales establecidos para poder obtenerlas, como al tipo de I+D o actividades de innovación subvencionables y a la forma de ejecución o implementación de tales ayudas. Por ejemplo, en el caso de las subvenciones para proyectos de I+D, que son la mayoría de las ayudas analizadas en este estudio, se requiere la formalización de las actividades innovadoras subvencionables en tareas concretas con plazos y objetivos claramente estipulados y, además, hay que demostrar el nivel innovador del proyecto. Todo ello implica que un gran número de actividades innovadoras no son susceptibles de ser financiadas y, por tanto, un gran número de empresas innovadoras quedan (in)formalmente excluidas de la colectividad de los usuarios potenciales de los incentivos. Por consiguiente, el perfil de las empresas que son seleccionadas por las entidades gestoras de la política tecnológica refleja los objetivos revelados de las ayudas estatales. Es decir, qué tipo de actividades o qué categoría de empresas se consideran merecedoras de estas últimas.

En esta parte de las conclusiones se ofrecen de forma conjunta los resultados de los capítulos centrales de este libro, comparando el perfil de las empresas que participan más frecuentemente en los programas de apoyo con el perfil de las empresas para las que esos incentivos tienen un mayor o menor impacto en forma de la adicionalidad financiera. Se opta para su presentación conjunta para poder observar si la discriminación positiva de cierto tipo de empresas se podría justificar por un mayor nivel de impacto.

■ 7.2.3. Heterogeneidad del impacto: características estructurales de las empresas y su actitud innovadora

En esta sección se tendrá en cuenta el impacto diferencial observado respecto a las variables estructurales de las empresas –tamaño, sector, estructura de propiedad–, su intensidad exportadora y su actitud innovadora.

Con respecto al tamaño de la empresa, la evidencia de nuestro modelo muestra, como en la mayoría de los estudios revisados, un mayor nivel de participación

de las empresas grandes en los programas de financiación pública de la I+D e innovación. De alguna forma, se desmiente el mito de que los gobiernos regionales españoles ayudan especialmente a las pymes, a pesar de que formalmente muchos de sus programas están justamente destinados a este tipo de empresas. A partir de los modelos *probit*, se puede indicar que los gobiernos regionales parecen tratar mejor a las pymes aunque, dentro de este grupo, las ayudas se dirigen sobre todo a las empresas medianas y no a las más pequeñas. En cuanto al impacto de las ayudas en forma de adicionalidad financiera se observa una relación negativa semi-lineal, de manera que a medida que aumenta el tamaño empresarial se incrementa el efecto de sustitución poco a poco, aunque cada vez más rápido. El mayor nivel de participación de las empresas grandes en las ayudas posiblemente no se debe tanto a una prioridad revelada de la Administración Pública, sino a la (auto) exclusión de las empresas pequeñas, bien debido a la complejidad y el coste de preparación de la petición correspondiente y de los trámites burocráticos, o bien debido al coste que supone la justificación de los gastos una vez obtenida la financiación pública, sobre todo en términos de tiempo dedicado al papeleo burocrático.

Curiosamente, la probabilidad de obtener ayudas para financiar las actividades de I+D aumenta con el tamaño, pero este mayor nivel de participación no se justifica por el impacto. De hecho, la intensidad del impacto (el ITE) de esas ayudas disminuye según aumenta el tamaño de las empresas. La relación es no lineal donde el porcentaje de empresas con adicionalidad cae lentamente según aumenta el tamaño y resulta ser especialmente pronunciada en el 15% de las empresas más grandes de la muestra. Es decir, las empresas más grandes reflejan claramente un menor impacto en términos de adicionalidad y, por lo tanto, un mayor efecto sustitución.

En cuanto a las variables sectoriales, se ha observado una participación muy diferenciada. Destaca la elevada frecuencia de participación por parte de las empresas de servicios de alta tecnología, siendo este, además, el sector con la mayor intensidad de impacto o adicionalidad financiera. Los sectores de bienes intermedios especializados participan algo por encima de la media, mientras que la intensidad del efecto es la más baja de todas. Por otro lado, los sectores basados en la ciencia reflejan una situación atípica, pues los modelos econométricos revelan que sus empresas tienen *ceteris paribus* una menor probabilidad de participar en las ayudas y una mayor probabilidad de ser empresas con un efecto de adicionalidad positivo, aunque el impacto medio en ellas –la intensidad de efecto– está por debajo del promedio muestral. Esto nos indica que las empresas de este sector están discriminadas negativamente en la recepción de ayudas, pero las que reciben ayudas tienen una probabilidad alta de mostrar un efecto positivo; sin embargo, el efecto positivo es de poca magnitud. Esto puede deberse a que son empresas que dedican sus esfuerzos a buscar nuevas innovaciones, por lo que su nivel de gasto no dependería de la recepción de ayudas.

Las variables relativas a la estructura de la propiedad de las empresas se incluyen con el objetivo de contrastar si las agencias públicas dirigen las ayudas de

forma más intensa a firmas con participación de capital nacional (público o privado) en detrimento de las que cuentan con capital extranjero, seguramente porque se piensa que es preferible proteger el nivel de competitividad de las primeras o porque se cree que así se garantiza que los efectos de la política se quedan en el propio país.

Las empresas que forman parte de un “grupo empresarial nacional” reflejan una probabilidad de participación parecida a la media y también una intensidad del nivel de adicionalidad que corresponde al promedio. Sin embargo, en ellas la probabilidad de reflejar un efecto de adicionalidad es menor a la media. Con respecto a la probabilidad de participación parece existir cierta complementariedad entre las ayudas de los diversos niveles administrativos, donde las ayudas nacionales discriminan positivamente a los grupos empresariales españoles, mientras que administraciones públicas regionales y europeas discriminan negativamente a tales empresas.

Según el modelo *probit*, las empresas multinacionales presentes en España reciben con menos frecuencia apoyos públicos de cualquiera de los tres niveles de la Administración Pública, siendo esa variable el indicador con el mayor nivel explicativo del modelo que analiza la participación en los programas de política tecnológica. Parece que esta discriminación no está del todo justificada, ya que estas empresas reflejan un nivel de impacto en términos de adicionalidad financiera muy por encima del que corresponde a las empresas nacionales (de un grupo o individuales). En nuestra opinión, este resabio nacionalista impide considerar que las empresas extranjeras podrían aportar mucho al sistema nacional de innovación, generando efectos de aprendizaje útiles para España bien mediante la formación de capital humano o bien mediante la creación de un mercado laboral de personas mejor preparadas. Además, las empresas españolas que sean clientes o proveedores —e incluso competidores— de las filiales de multinacionales podrían ver favorecido su aprendizaje tecnológico tanto de forma directa mediante la cooperación y los contratos de compraventa de nuevas tecnologías, como de forma indirecta a través de la imitación u otros tipos de externalidades tecnológicas.

Por otra parte, se ha comprobado que las empresas públicas participan más frecuentemente en los programas de subvenciones estatales, mientras que el impacto sobre el gasto en I+D de estas empresas es parecido a la media. Sin embargo, curiosamente esta discriminación positiva en términos de participación —detectada para el conjunto de las ayudas— solo se confirma en la estimación econométrica para las ayudas procedentes de la Unión Europea, mientras que para las regionales y estatales la relación es estadísticamente no significativa.

El carácter exportador de la empresa es otra variable relevante para nuestro análisis, pues la relación comercial con el exterior es un signo de competitividad. Los resultados obtenidos señalan que las empresas exportadoras tienen una mayor probabilidad de obtener ayudas públicas a la innovación. Además, se ha detectado una relación no lineal entre la intensidad y probabilidad del efecto de adicionalidad

versus la propensión a exportar, donde el impacto de las ayudas es claramente menor en las empresas con una mayor propensión exportadora y algo mayor en las empresas de un nivel exportador intermedio, aunque las diferencias son pequeñas. Esto podría deberse a que las firmas muy exportadoras, para mantenerse competitivamente en el mercado internacional, necesitan contar con una estrategia innovadora muy marcada, y, en consecuencia, gastarán en I+D la misma cantidad, haya o no ayudas, a fin de sostenerla.

Finalmente, el nivel de impacto según el comportamiento innovador de las empresas confirma la aún escasa evidencia empírica que señala que las empresas de mayor intensidad innovadora –tanto en términos de *input*, como de *output*– obtienen con más frecuencia ayudas públicas para la innovación. Analizando variables que reflejan de algún modo el comportamiento innovador –es decir la forma de llevar a cabo la innovación–, se observa que las empresas que cooperan en I+D e introducen con más éxito nuevos productos en el mercado tienen una mayor probabilidad de recibir ayudas. Por otro lado, las empresas que orientan sus actividades hacia la investigación fundamental reciben ayudas con menos frecuencia, pues estas favorecen, sobre todo, a las que hacen investigación aplicada o desarrollo tecnológico. Por tanto, las empresas dedicadas a actividades con mayor margen de apropiabilidad de los beneficios –más cercana al mercado y con plazos de ejecución más cortos– son más propensas a recibir ayudas. Este hecho podría, en parte, explicar la menor probabilidad de obtener ayudas por parte de los sectores basados en la ciencia. Cabe resaltar que este perfil de participación según el “comportamiento innovador” contrasta con el perfil del impacto de las ayudas. Resulta que las empresas que realizan investigación básica y las que pertenecen a sectores basados en la ciencia –y que participan menos en las ayudas– son, al mismo tiempo, las empresas que reflejan un mayor nivel de adicionalidad, con unos coeficientes estimados relativamente altos. Mientras que las empresas que cooperan en I+D o las que realizan desarrollo tecnológico participan con más frecuencia, pero tienen un nivel de impacto en términos de adicionalidad financiera menor, lo que nos indicaría que estas empresas incurrirían en los mismos gastos en I+D aún sin recibir ayudas.

■ 7.2.4. Heterogeneidad del impacto: la existencia de restricciones financieras

Se puede destacar que una de las razones de que las instituciones financieras sean reticentes a financiar la innovación se debe a su alto coste y, sobre todo, a su elevado riesgo, pues la creación de tecnología está sujeta siempre a una fuerte incertidumbre. El proceso de innovación se desarrolla dentro de un marco dinámico con alto nivel de incertidumbre debido al hecho de que la información manejada está basada en expectativas con un componente especulativo y distribuido de manera asimétrica. Esta situación implica unos riesgos graves sobre el resultado tecnológico y económico. Como indica Dosi (1988) “agentes privados que buscan ganancias asignarían o invertirían recursos en la exploración y desarrollo de nuevos

productos o procesos de producción si saben, o creen saber, de la existencia de ciertas oportunidades tecnológicas todavía no explotadas, si esperan que exista un mercado para estos nuevos productos o procesos, y, finalmente, si esperan beneficios económicos netos respecto a los costes derivados de la innovación". Es decir, las inversiones en I+D conllevan altos riesgos porque la decisión se basa en una serie de supuestos futuros y, por lo tanto, no contrastables, lo que dificulta el acceso a fondos –propios o externos– financieros. Por todo ello, las empresas financian sus gastos en I+D, fundamentalmente, a base de fondos propios (Hall y Lerner, 2010; Spielkamp y Rammer, 2010). Sobre todo porque existe la necesidad de innovar, y el riesgo de no innovar es mayor ya que podría implicar la pérdida de competitividad con el peligro de quedarse fuera de los mercados, lo que amenazaría el futuro de la empresa.

La “Gran Recesión” ha restringido claramente el gasto en I+D e innovación. Primero, porque los fondos propios derivados de los beneficios de las empresas bajaron drásticamente durante este periodo, también, porque la financiación alternativa en los mercados financieros se redujo manifiestamente debido al *credit crunch* generado por la crisis financiera. Esto ha supuesto, a su vez, que para muchas empresas innovadoras la reducción de la disponibilidad de fondos propios se haya convertido en una severa restricción para dar continuidad a su estrategia de I+D. En estas circunstancias, podría considerarse que las ayudas ofrecidas por las administraciones públicas tuvieran en cuenta favorablemente a las empresas más afectadas por los problemas relativos a la financiación de la innovación. Por ello, hemos analizado si las empresas que tienen una menor holgura financiera participan más en las ayudas estatales que las empresas que no reflejan impedimentos de esta naturaleza. Se hace referencia a tres aspectos: la falta de fondos propios; la dificultad de acceso a fondos externos; y el alto coste del proceso de innovación.

Nuestros resultados ofrecen un panorama confuso. Por ejemplo, las ayudas europeas discriminan negativamente a las empresas donde la falta de fondos internos es un problema importante, y positivamente a las empresas que declaran dificultades en el momento de obtener fondos en el mercado financiero. Una posible explicación es que la política europea ofrece incentivos solo a empresas innovadoras muy consolidadas. Otro ejemplo de la confusión se observa con respecto al segundo indicador de las posibles limitaciones financieras –la falta de fondos externos–. El modelo global no encuentra una relación significativa, pero en los tres modelos por procedencia de las ayudas se constata que los gobiernos regionales discriminan de forma negativa a las empresas que tienen este problema, mientras que para las administraciones nacionales y europeas se comprueba una relación opuesta. Ello hace pensar que, con relación a este asunto, hay cierta complementariedad, seguramente no buscada, entre los distintos niveles administrativos, de manera que las ayudas regionales sirven para solucionar las carencias de fondos internos en las empresas y los programas nacionales y europeos las carencias derivadas de la accesibilidad restringida al mercado financiero externo. De todos modos, en ambos casos los efectos son más bien marginales, ya que todos los coeficientes estimados –aun siendo estadísticamente significativos– son pequeños.

Otra de las preguntas que hemos abordado es la de si las empresas que encuentran más restricciones financieras utilizan de mejor forma los fondos recibidos de la política tecnológica; es decir, si en ellas hay un mayor nivel de adicionalidad financiera. De nuevo aquí los resultados son contradictorios. Así, los datos descriptivos muestran que las empresas con más restricciones u “obstáculos” financieros tienen una probabilidad de adicionalidad mayor, aunque con una diferencia no muy elevada. Pero ello no se confirma en los modelos econométricos que estiman el efecto teniendo en cuenta simultáneamente otras variables explicativas. En otras palabras, en contra lo que esperábamos, las carencias de fondos financieros internos o de acceso a fondos externos no se traducen en una mayor probabilidad o intensidad de adicionalidad financiera en las ayudas públicas. Esto puede estar relacionado con las características específicas de las empresas que consideran los problemas financieros como obstáculos relevantes al momento de innovar. Resulta que este tipo de empresas a menudo no pueden obtener financiación en el mercado, debido a menores capacidades tecnológicas y comerciales, siendo criterios relevantes en el momento acceder a los créditos financieros.

Además del análisis del impacto diferenciado según los problemas de disponibilidad de fondos declarados como tal por la propia empresa, se ha analizado si las restricciones financieras macroeconómicas generadas por la crisis influyen sobre el efecto de las ayudas. Para ello se repitieron los modelos PSM por submuestras, teniendo en cuenta el período del ciclo económico –antes, durante y después de la crisis– en que se han recibido las ayudas. Pero los resultados que hemos obtenido señalan que el impacto de las ayudas no se diferencia en unas u otras fases del ciclo. La adicionalidad financiera es muy parecida en todas ellas, con unos valores que oscilan entre el 6,2% y el 6,5% y que no son estadísticamente diferentes entre sí. Otra forma para analizar la posible incidencia de la situación macroeconómica sobre las restricciones financieras que afrontan las empresas innovadoras han sido los modelos de regresión MCO y *Probit* que analizan el tipo de empresas con un mayor o menor nivel de impacto. Pero incluyendo el año de la asignación de las ayudas como variable explicativa tampoco se obtiene evidencia de que haya habido diferencias en el impacto según los ciclos económicos del periodo estudiado.

■ 7.2.5. Heterogeneidad del impacto según el patrón de participación en los programas públicos

Otra novedad de los análisis recogidos en este libro es el estudio del impacto diferencial en relación con el patrón revelado de participación de las empresas en los programas de apoyo, simultáneamente con las características de las empresas, tal como se ha detallado en las dos secciones anteriores. Con respecto a este patrón, se examina el nivel diferenciado de la probabilidad e intensidad de la adicionalidad para las siguientes variables: intensidad de las ayudas con relación al gasto total en I+D de las empresas; cantidad de las ayudas en términos absolutos; frecuencia de obtención de las ayudas (clientelismo); y la obtención simultánea de

ayudas de distintos niveles administrativos (regional, nacional y europeo). Igual que en el caso de las características empresariales se analizan las diferencias de dos formas: la probabilidad de reflejar adicionalidad y la intensidad en términos del valor del Efecto Individual del Tratamiento (ITE).

Con respecto a la primera variable, se ha detectado –igual que en el trabajo de Dai y Cheng (2015)– una relación no lineal entre la intensidad de las ayudas (ayudas obtenidas dividido por el gasto en I+D bruto) y el nivel de impacto reflejado. Tal relación no lineal se observa tanto en los datos descriptivos, como en los modelos de regresión (*probit* y *MCO*) que miden la probabilidad y la intensidad del impacto, respectivamente. Los datos descriptivos reflejan la no linealidad del efecto repartiendo la muestra en veinte cohortes, cada una de las cuales reúne al 5% de las empresas según su intensidad de apoyo¹⁷⁸. Esta forma de análisis refleja que el porcentaje de empresas que muestran un efecto de adicionalidad aumenta lentamente en las primeras cuatro cohortes (del 59% al 66%), lo que indica que un nivel bajo de intensidad en la ayuda está relacionado con un nivel de adicionalidad que queda justo por debajo del promedio. Entre las cohortes 5 y 15, los porcentajes son similares (entre 60%-63%), mientras que el porcentaje de empresas con adicionalidad se sitúa claramente por debajo de la media a partir de la cohorte número 15 y cae bruscamente –y muy por debajo del promedio– en la última, donde solo alcanza el 22%. Por otro lado, una mayor o menor cantidad absoluta de las ayudas recibidas no está relacionada con el nivel de impacto. De hecho, para el grupo de empresas con la mayor cantidad absoluta de apoyo, el 25% de las empresas en la cohorte más alta, la adicionalidad financiada con fondos privados es similar al promedio. Una conclusión que no se ajusta a la evidencia empírica previa donde tres estudios (Görg y Strobl, 2007; Aschhoff, 2009; Marino *et al.*, 2016) encontraron un mayor nivel de impacto para las empresas con cantidades altas de ayuda. Aunque un cuarto trabajo (Dai y Cheng, 2015) muestra un efecto no lineal, indicando que existe un punto de saturación a partir del cual un aumento en los subsidios públicos no produce un incremento de la inversión privada en I+D de las empresas. Concluyendo, el bajo nivel de adicionalidad no está relacionado con el hecho de que la empresa obtenga una mayor cantidad absoluta de fondos obtenidos, sino con una alta intensidad de las ayudas sobre su gasto total en I+D.

Otra relación analizada es el nivel de impacto según la frecuencia con la que las empresas obtienen ayudas. A menudo se comenta que las agencias estatales financian a un grupo estable de empresas (Busom, Corchuelo y Martínez Ros, 2017), practicándose así una suerte de “clientelismo” que podría perjudicar a los nuevos solicitantes del apoyo estatal, es decir, habría cierta inercia en la participación. Algunos estudios (Aschhoff, 2009; Czarnitzki y Lopes-Bento, 2013) sostienen que las empresas que participan con frecuencia en programas de apoyo público muestran un mayor nivel de adicionalidad financiera, una conclusión que también se confirmaba en nuestro trabajo. En la regresión *MCO* sobre la intensidad del impacto

¹⁷⁸ Comenzando con el 5% de las empresas con la intensidad más baja hasta el 5% de las empresas innovadoras con el nivel más alto de intensidad de apoyo.

se observa que el número de años que la empresa recibe apoyo en el periodo analizado está relacionado positivamente con la intensidad del impacto. Curiosamente, los modelos que miden la probabilidad de mostrar una adicionalidad financiera no están estadísticamente relacionados con el número de años de participación. Es decir, esa probabilidad es independiente del número de años en el que se reciben las ayudas, pero la magnitud del impacto de estas es claramente mayor para los que participan más años. Esto puede deberse a que las empresas que participan asiduamente en la solicitud de los apoyos públicos son las que incurren con más regularidad en gastos de I+D e innovación y para las que esos gastos se consideran como una inversión a largo plazo y no como un coste ineludible.

Cuadro 7.2.

EFFECTOS DIFERENCIADOS DEL IMPACTO SEGÚN LA PROCEDENCIA DE LAS AYUDAS

	Solo reg.	Solo nac.	Solo UE	Reg. y nac.	Reg. y UE	Nac. y UE	Todas
Solo reg.		+	+	+	+	+	+
Solo nac.	+		NS	+	+	+	+
Solo UE	NS	NS		+	+	NS	+
Reg. y nac.	+	+	+		+	NS	+
Reg. y UE	+	+	+	+		-	+
Nac. y UE	+	+	+	NS	NS		+
Todas	+	+	+	NS	NS	NS	

Nota: Los resultados debajo de la diagonal reflejan las comparaciones por estimaciones PSM por submuestras separadas, mientras que encima de la diagonal se recogen las comparaciones basadas en los modelos MCO donde la variable dependiente es el valor del ITE, siendo un modelo que permite interacciones entre las demás variables explicativas.

En este cuadro se refleja el efecto según la procedencia de las ayudas en categorías excluyentes. Cada signo indica si las diferencias entre las dos formas de participar son estadísticamente significativas y el signo de la relación. El signo se interpreta con respecto a la columna para valores debajo de la diagonal y con respecto a la fila para valores por encima de la diagonal. Es decir, si debajo de la diagonal el signo es positivo indica que la procedencia de la fila tiene un efecto mayor que la procedencia de la columna. Mientras que, por encima de la diagonal, si el signo es positivo significa que la procedencia de la columna es mayor que la procedencia de la fila.

Fuente: Elaboración propia.

La procedencia de las ayudas según nivel administrativo es también un aspecto interesante para evaluar el impacto de las ayudas, ya que los objetivos de las políticas correspondientes son, a menudo, diferentes entre sí. Además, en la última década ha habido una amplia discusión sobre las políticas de innovación como un enfoque multinivel (véanse Czarnitzki y Lopes-Bento, 2013; Marino *et al.*, 2016; Huergo y Moreno, 2017), ya que las intervenciones regionales muy a menudo se dirigen especialmente a las empresas pequeñas y medianas, y las europeas a la I+D básica, mientras que las nacionales ofrecen un apoyo más generalizado. Para analizar los posibles efectos diferenciados en este terreno se crearon categorías excluyentes para cada una de las posibles combinaciones de apoyo regional, nacio-

nal o europeo. Los resultados del análisis respecto a la intensidad de las ayudas se resumen sintéticamente en el cuadro 7.2. Nuestro análisis refleja que las empresas que obtuvieron solo el apoyo de uno de los tres niveles administrativos muestran –*ceteris paribus*– un nivel de impacto inferior, tanto con respecto a la probabilidad como a la intensidad de adicionalidad financiera. Y dentro de estos tres niveles, las empresas con solo ayudas europeas muestran simultáneamente una probabilidad de impacto menor y una intensidad mayor que las empresas con ayudas “solo regional” o “solo nacional”. Curiosamente, las empresas que obtuvieron solo apoyo europeo o de forma simultánea apoyo europeo y ayudas nacionales reflejan con menos frecuencia un efecto de adicionalidad. Mientras que las empresas que obtuvieron simultáneamente apoyo regional y de la UE tienen una mayor probabilidad e intensidad de impacto. Finalmente, cabe destacar que el efecto más alto en términos de probabilidad e intensidad se ha observado para las empresas beneficiarias de los tres niveles administrativos¹⁷⁹.

Otra forma de analizar el impacto diferencial “multinivel” sería mediante el PSM por submuestras, según el nivel administrativo de la procedencia de las ayudas. Se ha confirmado la existencia de diferencias de impacto por tipo de ayuda y por las combinaciones de las mismas. Además, resulta que estas diferencias son parecidas a las que se han revelado a base de los modelos MCO sobre la intensidad y la probabilidad del impacto. Es decir, en las empresas que reciben solo una ayuda, la adicionalidad es menor que en las que reciben simultáneamente dos o más ayudas. Y dentro de estas de nuevo se confirma que el efecto es menor en las empresas que solo reciben ayudas regionales. Mientras que el mayor efecto es para las que reciben los tres tipos de ayuda simultáneamente.

Se puede concluir que los modelos presentados en este estudio confirman la evidencia empírica existente de que las empresas que reciben apoyo de múltiples administraciones públicas muestran un mayor nivel de impacto. Esto puede estar producido por la existencia de cierta complementariedad entre las ayudas, lo que implicaría que cada ayuda influye sobre la misma empresa de distintas formas. Así, recibir distintas ayudas no sustituiría el gasto privado, sino que se obtendría un mayor efecto.

■ 7.2.6. Impacto diferencial de las ayudas: consideraciones finales

Como ya se ha indicado, con el modelo PSM se constata que las empresas beneficiadas por la política tecnológica tienen un ratio de gasto en I+D sobre ventas seis puntos porcentuales mayor que las empresas que no cuentan con tales ayudas. Este nivel de impacto se encuentra dentro del rango habitual observado en otros

¹⁷⁹ Las empresas con más de una ayuda tendrían posiblemente una mayor intensidad de ayudas como porcentaje de sus gastos en I+D que las empresas que solo reciben ayudas de un nivel de AA.PP., pero cabe resaltar que en los modelos de regresión los efectos diferenciales están corregidos por este problema.

estudios de evaluación, tanto en España como en otros países de su entorno. Por otro lado, nuestro trabajo revela que, en promedio, el 60% de las empresas muestra en términos netos adicionalidad financiera. Es decir, el apoyo público ha causado en más de la mitad de las empresas subvencionadas un aumento de los gastos en I+D mayor que la cantidad de fondos públicos obtenidos. Además, en un pequeño grupo de empresas (7%) se observa un efecto de adicionalidad parcial, ya que utilizan parte de las ayudas para sustituir sus fondos privados por los públicos. Mientras que para un número no desdeñable de empresas (33%) se constata una ausencia total de adicionalidad financiera, utilizando sus ayudas para fines distintos de los perseguidos por la Administración Pública.

Resumiendo los resultados econométricos a los que hemos llegado, se puede decir que las empresas que tienen *una mayor probabilidad de mostrar un efecto de adicionalidad* financiera han sido las del sector de servicios de alta tecnología, las que reflejan una intensidad intermedia de exportación, las de propiedad extranjera y las más innovadoras (como las que pertenecen a sectores basados en la ciencia, las que se orientan a la I+D básica y las que tienen elevados gastos de I+D). En el otro extremo, se observa una probabilidad de adicionalidad claramente inferior al promedio en las empresas grandes o de propiedad pública, las de propiedad nacional (individuales o pertenecientes a un grupo), las que tienen una alta o baja propensión exportadora y las menos orientadas a la I+D básica o con una baja intensidad de gasto en I+D. Los modelos que analizan *el nivel de la intensidad del impacto* de la política tecnológica muestran –como no podría ser de otra forma– un perfil muy similar al que se acaba de describir, aunque se pueden resaltar algunas diferencias. Así, las empresas del sector basado en la ciencia revelan una mayor probabilidad de mostrar adicionalidad financiera, aunque, en promedio, la intensidad de esa adicionalidad, en términos de ITE, es menor. Por otro lado, las empresas que patentan o tienen un mayor nivel de capital humano tienen una probabilidad promedio de mostrar adicionalidad, aunque reflejan –*ceteris paribus*– una mayor intensidad de impacto.

Nos ha parecido oportuno analizar la influencia de la Gran Recesión y/o de las restricciones financieras de la empresa a nivel individual sobre el posible impacto de las políticas públicas a la I+D. No hay que olvidar que la crisis ha limitado sin duda las posibilidades financieras de las empresas porque ha añadido dificultades de acceso a la financiación bancaria y, además, se han reducido mucho los beneficios, cuya reinversión es la principal fuente de financiación de las actividades de I+D. Por ello, las ayudas públicas eran más necesarias en el período de recesión para mantener un cierto nivel del gasto en I+D. Respecto a esta cuestión, nuestros resultados descriptivos solo reflejan diferencias más bien pequeñas y los modelos econométricos solo confirman parcialmente esta conclusión. Así, resulta que esos modelos señalan que la falta de fondos internos, entendida como obstáculo a la innovación, no está relacionada con un mayor nivel de adicionalidad ni con una mayor probabilidad de reflejar tal adicionalidad. Tampoco la falta de fondos externos implica una mayor probabilidad de adicionalidad, pero tal obstáculo si está positiva-

mente relacionado con la intensidad del impacto en el caso de los modelos básicos. Por otra parte, tampoco hemos encontrado una influencia del ciclo económico sobre el nivel de impacto.

Los resultados obtenidos muestran que hay ciertas características de las actividades de I+D e innovación que realizan las empresas que están correlacionadas con un mayor o menor efecto sustitución. Bajo la hipótesis de los fallos de mercado, subvencionar a empresas orientadas a actividades cercanas al mercado –desarrollo tecnológico– tendría un efecto menor, ya que se financian con fondos públicos actividades que se llevarían también a cabo en ausencia de ayudas. El mismo resultado se observa para las empresas con una intensidad exportadora alta o las que han cooperado en actividades innovadoras. Por esto, se puede concluir que hay empresas, que por su naturaleza o por su forma de llevar a cabo las actividades innovadoras, para las que la recepción de ayudas carece de efecto sobre su gasto en I+D, sino que utilizarían los caudales públicos para sustituir sus propios fondos.

■ 7.3. LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA ESPAÑOL DE INNOVACIÓN: UN DESARROLLO FALLIDO

En la primera parte de este libro se ha ofrecido un debate sobre los interrogantes y las controversias del papel de la innovación para la competitividad de los países y/o sus regiones. De forma implícita se analizaron las posibles estrategias para competir en un mundo internacionalizado y se ha señalado que la basada en el mantenimiento de salarios bajos, o mediante el manejo de los tipos de cambio es claramente artificiosa y únicamente mejoran la competitividad a corto plazo. Se observa que la España actual no puede competir en el terreno de los salarios, debido a que tiene costes laborales de tres a ocho veces mayores con relación a China y a los países de la Unión Europea con menor nivel de renta por habitante, que superan unas quince veces el salario medio de la India. Además, una política de moderación salarial beneficiaría sobre todo a las empresas menos innovadoras, con menor valor añadido de sus productos. Por lo anterior, el objetivo de España tendría que estar comprometido en conseguir mejorar su estructura productiva para incrementar sus condiciones competitivas en el mercado, con productos de mayor contenido tecnológico y valor añadido; sobre todo, si se tiene en cuenta que por lo que está integrada en la Unión Monetaria Europea, carece de una moneda propia por lo que tampoco puede ampararse en el manejo del tipo de cambio para poder competir en costes.

A largo plazo, una mejora sostenible y duradera de la competitividad requiere un aumento real de la productividad. Krugman (1994) señala que la base del bienestar social es el aumento de la productividad que solo se puede obtener mediante una mejora de la eficiencia del sistema productivo, ya sea produciendo bienes y servicios de mejor calidad o mejores prestaciones, o bien introduciendo procesos

de producción más eficientes. Un mayor nivel de productividad se podría conseguir incrementando el nivel de capital por trabajador, hasta cierto límite. La intensidad de capital cuenta con rendimientos marginales decrecientes, por lo que a largo plazo su efecto sobre la productividad acaba reduciéndose, de manera que a partir de un cierto nivel de capital por trabajador, un aumento adicional de capital por empleado generaría –*ceteris paribus*– una elevación de la productividad –y por ende del bienestar– más bien tímido. Cabe señalar que las empresas españolas ya han conseguido un nivel de capital por trabajador relativamente alto y, por ello, el aumento de la productividad dependerá básicamente de su capacidad para transformar el sistema productivo actual en una economía basada en el conocimiento.

Es decir, un país que quiere crear un alto nivel de bienestar a largo plazo para sus ciudadanos y pretende obtener una ventaja competitiva sostenible en el mercado, debe iniciar una política económica no basada en salarios bajos e inversiones en capital productivo, sino que debe orientarse hacia un tejido industrial innovador, asegurándose así que la cultura empresarial de ese país se aleje de la búsqueda de beneficios a corto plazo. *Se debe conseguir que las empresas no consideren la innovación como un coste a corto plazo en el que solo se debe incurrir si es inevitable, sino una inversión que fundamenta una opción estratégica a largo plazo. Para ello, un gobierno, como el español, debería recuperar su empuje a base de políticas para promover la innovación y, al mismo tiempo, asegurar que las ayudas en las que estas se concretan, se utilicen de una forma efectiva e eficiente a partir de la modernización institucional los distintos agentes públicos y privados de la I+D* (Heijs, 2012; ERAWatch, 2009).

A pesar de la creciente importancia de la innovación para la competitividad se ha observado que, un poco antes de la crisis financiera, la evolución del sistema español de innovación entró en una deriva negativa que aún no ha podido revertirse completamente. De hecho, todos los indicadores relativos a la I+D y la innovación en España se han deteriorado de forma intensa. El gasto en I+D con respecto al PIB ha bajado desde 1,35% en 2010 hasta 1,20% en 2017, siendo esta una cifra muy alejada del 2,15% que corresponde al conjunto de la eurozona. De hecho, si España quisiera alcanzar la media de la eurozona debería aumentar su gasto en unos 11.400 millones de euros. El problema no es solamente que España tiene un esfuerzo global muy alejado de la media europea, sino que, además, el papel de las empresas en la ejecución de ese gasto también está muy por debajo del nivel de los países más avanzados. El sector privado es responsable del 55% del gasto en I+D, 10 puntos porcentuales por debajo de la media europea y más inferior aún con respecto al nivel de países como Alemania (69%), Japón (79%) o Estados Unidos (73%).

Especialmente preocupante es la tendencia negativa de la innovación en el sector empresarial español, ya que, entre los años 2002 y 2017, el número de empresas innovadoras se ha reducido en unas 10.000 unidades, lo que implica una caída importante del porcentaje de empresas innovadoras sobre el total de las empresas del país, que pasó del 37% al 24%. Aparentemente, en las empresas

españolas se considera el gasto en I+D e innovación todavía como un coste en vez de una inversión a medio y largo plazo. Especialmente antes y durante la crisis, gran parte de las empresas han dejado de realizar tales actividades. Mientras tanto, la mayoría de los países del entorno internacional, han visto aumentar este porcentaje o, por lo menos, han incrementado el número absoluto de empresas comprometidas con la innovación.

Una causa de la pérdida del número de empresas innovadoras en España podría estar relacionada con la caída del apoyo de sus actividades por parte de las administraciones públicas españolas. En términos globales se puede destacar que el porcentaje de los Presupuestos Generales del Estado dedicados a la I+D bajó del 0,81% en 2008 al 0,52% en el año 2017. Además, enfocando esta cuestión al ámbito empresarial se han analizado dos indicadores complementarios –ofrecidos por la OCDE– que confirman el esfuerzo estatal decreciente de ayuda a las empresas. Se ha constatado que el apoyo directo a las empresas se ha visto reducido de forma tajante, reflejando una caída del 50% en el periodo 2006-2016¹⁸⁰ situándose en el puesto decimocuarto de los 22 países de la OCDE. Asimismo, las cifras totales de apoyos a las empresas –incluyendo las ayudas directas¹⁸¹ y las ventajas fiscales– ubican a España en la decimoséptima posición en términos de intensidad de las ayudas a la innovación empresarial¹⁸², solo por encima de Grecia, Italia, Brasil, la República Eslovaca y Sudáfrica.

La pérdida brusca del nivel innovador del sistema productivo español contrasta con las tendencias anteriores a la crisis. Aunque España ha estado siempre por debajo del nivel innovador de los países más avanzados, es destacable que, en las décadas anteriores a la crisis, España reflejó una clara convergencia tecnológica con respecto a estos países. Sin embargo, desde el inicio de la crisis –incluso un poco antes de la misma– España ha entrado en una senda negativa que la aleja cada vez más de ser una economía basada en la innovación o el conocimiento. Incluso se observa una divergencia respecto a países más cercanos a su economía que podrían considerarse competidores directos, como Portugal o Italia. Todas las grandes naciones del entorno español, reflejan un aumento claro en su gasto en I+D global y una mayor inversión empresarial en tal actividad. Los agentes del sector privado de los grandes países europeos han incrementado su gasto absoluto en I+D entre un 33% y un 48%, mientras que en España ha disminuido un 4%.

El gran problema de España parece ser la pérdida de un tejido empresarial en el que las empresas tecnológicas con cierto liderazgo a nivel nacional se apoyan en pymes con una cierta capacidad tecnológica. Si la pérdida de empresas innovadoras implica al mismo tiempo la pérdida de capacidades en este campo, será muy difícil recuperar posiciones y los efectos a largo plazo serán muy preocupantes. Crear un sistema de innovación bien equilibrado requiere mucho tiempo, pues tal

¹⁸⁰ La intensidad de este tipo de ayudas respecto al PIB bajo del 0,12% en 2006 al 0,06% en 2016.

¹⁸¹ Incluyendo subvenciones y otras formas de financiación directa.

¹⁸² Definido como la suma de las ayudas medidas como porcentaje del PIB.

sistema se basa en la acumulación de conocimientos tácitos, que a su vez están ligados a la experiencia de operación en los mercados. Los procesos de aprendizaje son esenciales y ello solo puede asegurarse a partir de la acumulación de experiencia y de la realización continua de inversiones en I+D e innovación. Además, el paso de una empresa para convertirse en innovadora no siempre es fácil, por lo que habría que diseñar políticas orientadas a recuperar la actividad tecnológica en las empresas que hayan abandonado este tipo de tareas.

En apretada síntesis, el panorama económico español de cara al medio y largo plazo es poco alentador, debido a la pérdida de importancia que revelan los indicadores de la innovación y al carácter fundamental que esta tiene para progresar en la competitividad –tanto en el sector privado como el público–. De tal manera, que una meta sería conseguir que las empresas no consideren la innovación como un coste a corto plazo en el que solo se debe incurrir si es inevitable, sino una inversión que configure una opción estratégica para asegurar su competitividad a largo plazo. Sobre todo porque, como ya se ha dicho, el no innovar implica un riesgo importante, porque podría implicar la pérdida de competitividad con el riesgo de quedarse fuera de los mercados, lo que amenazaría el futuro de la empresa. Por todo ello, se recomienda intensificar el apoyo a la innovación empresarial, mediante un conjunto amplio de instrumentos.



REFERENCIAS

- ABADIE, A. e IMBENS, G. W. (2006). Large Sample Properties of Matching Estimators for Average Treatment Effects. *Econometrica*, 74(1), pp. 235-267.
- ABRAMOVITZ, M. (1986). Catching up, forging ahead, and falling behind. *The Journal of Economic History*, 46(2), pp. 385-406.
- AERTS, K. y SCHMIDT, T. (2008). Two for the price of one?: Additionality effects of R&D subsidies: A comparison between Flanders and Germany. *Research Policy*, 37(5), pp. 806-822.
- AFCHA, S. y GARCÍA-QUEVEDO, J. (2016). The impact of R&D subsidies on R&D employment composition. *Industrial and Corporate Change*, 25(6), pp. 955-975.
- AGRAWAL, A., KAPUR, D., MCHALE, J. y OETTL, A. (2011). Brain drain or brain bank? The impact of skilled emigration on poor-country innovation. *Journal of Urban Economics*, 69(1), pp. 43-55.
- ALECKE, B., MITZE, T., REINKOWSKI, J. y UNTIEDT, G. (2012). Does firm size make a difference? Analysing the effectiveness of R&D subsidies in East Germany. *German Economic Review*, 13(2), pp. 174-195.
- ALMUS, M. y CZARNITZKI, D. (2003). The effects of public R&D subsidies on firms' innovation activities: The case of Eastern Germany. *Journal of Business & Economic Statistics*, 21(2), pp. 226-236.
- APPELBAUM, E. y SCHETTKAT, R. (1994). The end of full employment? On economic development in industrialized countries. *Intereconomics*, 29(3), pp. 122-130.
- ARISTEI, D., STERLACCHINI, A. y VENTURINI, F. (2015). Effectiveness of R&D subsidies during the crisis: firm-level evidence across EU countries. *Economics of Innovation and new Technology*, 26(6), pp. 554-573.
- ARNOLD, J. (2008). Do Tax Structures Affect Aggregate Economic Growth? Empirical Evidence From a Panel of OECD Countries. *OECD Economics Department Working Papers*, No. 643. Paris: OECD Publishing.
- ARROW, K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention, pp. 609-625. *Princeton University Press*.
- ARVANITIS, S., HOLLENSTEIN, H. y LENZ, S. (2002). The effectiveness of government promotion of advanced manufacturing technologies (AMT): An economic analysis based on Swiss micro data. *Small Business Economics*, 19(4), pp. 321-340.
- ASCHHOFF, B. (2009). The effect of subsidies on R&D investment and success—Do subsidy history and size matter? *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper*, (09-032).
- (2010). Who Gets the Money? *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, 230(5), pp. 522-546.
- BARAJAS, A., HUERGO, E. y MORENO, L. (2017). Public Support to Business R&D and the Economic Crisis: Spanish Evidence.
- BARNEY, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, (17), pp. 99-120.
- (2001). Is the resource-based “view” a useful perspective for strategic management research? Yes. *Academy of Management Review*, 26(1), pp. 41-56.
- BARRO, R. J. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), pp. 407-443.

- BARRO, R. J. y SALA-I-MARTIN, X. (1995). Technological diffusion, convergence, and growth. *National Bureau of Economic Research*, (w5151).
- BASSANINI, A. y SCARPETTA, S. (2001). The driving forces of economic growth. *OECD Economic Studies*, 2001/II(33), pp. 9-56.
- BECHER, G., GIELOW, G., HERDEN, R., KUHLMANN, S. y KUNTZE, U. (1989). FuE-Personalkostenzuschüsse: Strukturentwicklung. *Beschäftigungswirkungen und Konsequenzen für die Innovationspolitik*. ISI/DIW.
- BEINE, M., DOCQUIER, F. y RAPOPORT, H. (2008). Brain drain and human capital formation in developing countries: Winners and losers. *The Economic Journal*, 118(528), pp. 631-652.
- BENHABIB, J. y SPIEGEL, M. M. (1994). The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data. *Journal of Monetary Economics*, 34(2), pp. 143-173.
- BLACKBURNE III, E. F. y FRANK, M. W. (2007). Estimation of nonstationary heterogeneous panels. *The Stata Journal*, 7(2), pp. 197-208.
- BLANES, J. V. y BUSOM, I. (2004). Who participates in R&D subsidy programs?: The case of Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 33(10), pp. 1459-1476.
- BOGLIACINO, F. y PIANTA, M. (2016). The Pavitt Taxonomy, revisited: patterns of innovation in manufacturing and services. *Economia Politica*, 33(2), pp. 153-180.
- BOROUGH, M. y JANKOWSKI, J. (2016). Update on US business innovation: Findings from 2011 Survey. *InfoBrief, NCSSES*.
- BOSCHMA, R. (2005). Proximity and innovation: a critical assessment. *Regional Studies*, 39(1), pp. 61-74.
- BOUIS, R., DUVAL, R. y MURTI, F. (2001). The policy and institutional drivers of economic growth: New evidence from growth regressions. *Working Paper* (843).
- BRANDTS, J., BUSOM, I., CAMINAL, R., GARCIA-MILÀ, T., MARTÍNEZ-GIRALT, X., MATUTES, C. y VIVES, X. (1989). An overall evaluation of the state of R&D in Spain. *A report to the Commission of the European Communities*.
- BUCKLEY, P. J., PASS, C. L. y PRESCOTT, K. (1988). Measures of international competitiveness: A critical survey. *Journal of Marketing Management*, 4(2), pp. 175-200.
- BUESA, M. (1994). La política tecnológica en España: una evaluación en la perspectiva del sistema productivo. *Información Comercial Española, ICE: Revista de economía*, (726), pp. 161-182.
- (1996). Empresas innovadoras y política tecnológica en el País Vasco: una evaluación del papel de los centros tecnológicos. *Economía Industrial*, (312), pp. 177-189.
- BUESA, M. y MOLERO, J. (1987). La intervención estatal en la remodelación del sistema productivo: el caso de la industria electrónica española durante los años 80. *Estudios de Economía*, 7(3), pp. 271-295.
- (1992). *Patrones del cambio tecnológico y política industrial: un estudio de las empresas innovadoras madrileñas*. Madrid: Civitas.
- (1996). *Innovación y diseño industrial. Evaluación de la política de promoción del diseño en España*. Madrid: Civitas.
- BUESA, M., NAVARRO, M. y ZUBIAURRE, A. (1997). *La innovación tecnológica en las empresas de las Comunidades Autónomas del País Vasco y Navarra*. Eusko Ikaskuntza.
- BUISSERET, T. J., CAMERON, H. M. y GEORGHIOU, L. (1995). What difference does it make? Additionality in the public support of R&D in large firms. *International Journal of Technology Management*, 10(4-6), pp. 587-600.
- BUSOM, I. (2000). An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies. *Innovation and New Technology*, 9(2), pp. 111-148.

- BUSOM, I., CORCHUELO, B. y MARTÍNEZ-ROS, E. (2014). Tax incentives... or subsidies for business R&D? *Small Business Economics*, 43(3), pp. 571-596.
- (2015). ¿Todos los caminos llevan a Roma? Incentivos fiscales, ayudas directas y la inversión empresarial en I+D. *EKONOMIAZ. Revista vasca de economía*, 88(02), pp. 262-281.
- (2017). Participation inertia in R&D tax incentive and subsidy programs. *Small Business Economics*, 48(1), pp. 153-177.
- BUSOM, I. y VÉLEZ-OSPINA, J. (2018). Public support to innovation over the business cycle: how effective? *Informe preliminar*.
- CALIENDO, M. y KOPEINIG, S. (2008). Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. *Journal of Economic Surveys*, 22(1), pp. 31-72.
- CAPRON, H. (1992). *Proceedings of the Workshop on Quantitative Evaluation of the Impact of R&D Programmes EN*. Bruselas: Unión Europea.
- CARBONI, O. A. (2011). R&D subsidies and private R&D expenditures: Evidence from Italian manufacturing data. *International Review of Applied Economics*, 25(4), pp. 419-439.
- CASELLI, F., ESQUIVEL, G. y LEFORT, F. (1996). Reopening the convergence debate: A new look at cross-country growth empirics. *Journal of Economic Growth*, 1(3), pp. 363-389.
- CENTRO INTERAMERICANO DE ADMINISTRACIONES TRIBUTARIAS. (2016). Impuestos sobre los salarios en América Latina y el Caribe: Resumen.
- CERULLI, G. y POTÌ, B. (2012). Evaluating the robustness of the effect of public subsidies on firms' R&D: An application to Italy. *Journal of Applied Economics*, 15(2), pp. 287-320.
- CERVANTES, M. y GUELLEC, D. (2002). The brain drain: Old myths, new realities. Organisation for Economic Cooperation and Development. *The OECD Observer*, (230), pp. 40.
- CLAUSEN, T. H. (2009). Do subsidies have positive impacts on R&D and innovation activities at the firm level? *Structural Change and Economics Dynamics*, 20(4), pp. 239-253.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (CEC). (1994). *Sistema de Cuentas Nacionales*.
- COMISIÓN EUROPEA. (2001). *European Competitiveness Report 2001*. Brussels: DG for Enterprise and Industry.
- COTEC. (2004). *Los incentivos fiscales a la innovación*. Madrid.
- CRESPI, G., GIULIODORI, D., GIULIODORI, R. y RODRÍGUEZ, A. (2016). The effectiveness of tax incentives for R&D in developing countries: The case of Argentina. *Research Policy*, 45(10), pp. 2023-2035.
- CZARNITZKI, D. y DELANOTE, J. (2015). R&D policies for young SMEs: Input and output effects. *Small Business Economics*, 45(3), pp. 465-485.
- CZARNITZKI, D. y FIER, A. (2002). No title. *Do innovation subsidies crowd out private investment? Evidence from the German service sector*.
- CZARNITZKI, D. y HUSSINGER, K. (2004). The link between R&D subsidies, R&D spending and technological performance. *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper*, (04-056).
- CZARNITZKI, D. y LICHT, G. (2006). Additionality of public R&D grants in a transition economy: The case of Eastern Germany. *Economics of Transition*, 14(1), pp. 101-131.
- CZARNITZKI, D. y LOPES-BENTO, C. (2011). Evaluation of public R&D policies: A cross-country comparison. *World Review of Science, Technology and Sustainable Development*, 9(2-4), pp. 254-282.
- (2013). Value for money? New microeconomic evidence on public R&D grants in Flanders. *Research Policy*, 42(1), pp. 76-89.
- (2014). Innovation subsidies: Does the funding source matter for innovation intensity and performance? Empirical evidence from Germany. *Industry and Innovation*, 21(5), pp. 380-409.

- DAI, X. y CHENG, L. (2015). The effect of public subsidies on corporate R&D investment: An application of the generalized propensity score. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, pp. 410-419.
- DAVID, P. A., HALL, B. H. y TOOLE, A. A. (2000). Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence. *Research Policy*, 29(4-5), pp. 497-529.
- DOSI, G. (1988). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, 26(3), pp. 1120-1171.
- DUMONT, M. (2013). The impact of subsidies and fiscal incentives on corporate R&D expenditures in Belgium (2001-2009). *Reflets et perspectives de la vie économique*, 52(1), pp. 69-91.
- EASTERLY, W. y LEVINE, R. (2001). What have we learned from a decade of empirical research on growth? It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models. *The World Bank Economic Review*, 15(2), pp. 177-219.
- ECONOMIC WORLD FORUM. (2018). *The Global Competitiveness Report 2017*.
- EDQUIST, C. (1997). *Systems of innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter.
- EISNER, R. (1985). R&D Tax Credit. En E. MORRISON C. L. (ed.), *National Policy, Impact on the U. S. Research and Development*.
- ERA-WATCH. (2009). *Analysis of policy mixes to foster RD investment and to contribute to the ERA*. ERA-watch Network.
- FAGERBERG, J. (1988). Why growth rates differ. En G. DOSI, C. FREEMAN, R. NELSON, G. SILVERBERG y L. SOETE (eds.), *Technical change and economic theory*, pp. 432-457. London: Pinter Publishers.
- (1994). Technology and international differences in growth rates. *Journal of Economic Literature*, 32(3), pp. 1147-1175.
- FERNÁNDEZ, J. y MARTÍN, F. (2015). The effects of developing-countries' innovation support programs: evidence from Ecuador. *Innovation*, 17(4), pp. 466-484.
- FREEMAN, C. (1987). *Technology policy and economic performance. Lessons from Japan*. London, NY.
- (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. Oxon. Routledge.
- FREEMAN, C. H. (1994). Innovation and Growth. En M. DODGSON y R. ROTHWELL (eds.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological*. Brookfield, Vermont: Edward Edgar Publishing.
- GALINDO-RUEDA, F. y VERGER, F. (2016). OECD taxonomy of economic activities based on R&D intensity. *Working Papers*. OECD Science, Technology and Industry.
- GEORGHIOU, L. (1994). *Impact of the framework programme on European industry*. European Commission, Directorate General Telecommunications, Information.
- GEROSKI, P. y MACHIN, S. (2013). Think Again: Do Innovating Firms Outperform Non-Innovators? *Business Strategy Review*, 24(2), pp. 82-86.
- GONZALES-CABRAL, A., APPELT, S. y GALINADA-RUEDA, F. (2018). OECD review of national R&D tax incentives and estimates of R&D tax subsidy rates 2017.
- GONZÁLEZ, X., JAUMANDREU, J. y PAZÓ, C. (2005). Barriers to innovation and subsidy effectiveness. *RAND Journal of Economics*, pp. 930-950.
- GONZÁLEZ, X. y PAZÓ, C. (2008). Do public subsidies stimulate private R&D spending? *Research Policy*, 37(3), pp. 371-389.
- GÖRG, H. y STROBL, E. (2007). The effect of R&D subsidies on private R&D. *Economica*, 74(294), pp. 215-234.
- GRILICHES, Z. (1984). *R & D, Patents, and Productivity (A National Bureau of Economic Research Conference Report)*. University of Chicago Press.

- (1986). Productivity, R&D and basic research at firm level, is there still a relationship. *American Economic Review*, 76(1), pp. 141-154.
- (1990). Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. *Journal of Economic Literature*, 28(4), pp. 1661.
- GRILICHES, Z. y LICHTENBERG, F. R. (1984). R&D and productivity growth at the industry level: Is there still a relationship? *R&D, Patents, and Productivity*, pp. 465-502. University of Chicago Press.
- GUTIÉRREZ, C., HEIJS, J., BUESA, M. y BAUMERT, T. (2016). Innovación y crecimiento económico. Aplicación de análisis factorial y modelos dinámicos de datos de panel. *Working Paper* (101). Instituto de Análisis Industrial y Financiero: Universidad Complutense Madrid.
- (2016). Configuración de los sistemas nacionales de innovación y su impacto sobre el crecimiento económico. *Economía y Política*, 3(2), pp. 37-83.
- HALL, B. H. y LERNER, J. (2010). The financing of R&D and innovation. *Handbook of the Economics of Innovation*, pp. 609-639. Elsevier.
- HAUSMAN, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46(6), pp. 1251-1271. Journal of the Econometric Society.
- HECKMAN, J. J. (1979). Sample selection bias as a specification error. *Econometrica*, 47(1), pp. 153-161. Journal of the Econometric Society.
- HECKMAN, J., LALONDE, R. y SMITH, J. (1999). The economics and econometrics of ALMP. *Handbook of Labor Economics*, Vol. 3.
- HEIJS, J. J. (1999). El acceso a las ayudas de la Administración Pública: la presencia del CDTI en el País Vasco y Navarra. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, 44, pp. 278-301.
- (2000). Evaluación de proyectos en I+D financiados por el CDTI. *Economía Industrial*, 334, pp. 81-92.
- (2001). *Política tecnológica e innovación: evaluación de la financiación pública de I+D en España*. Consejo Económico Social.
- (2005). Identification of firms supported by technology policies: The case of Spanish low interest credits. *Science and Public Policy*, 32(3), pp. 219-230.
- (2012). Fallos sistémicos y de mercado en el sistema español de innovación. *Información Comercial Española, ICE: Revista de Economía*, 869, pp. 43-64.
- (2018). *Competitividad nacional versus innovación*.
- HEIJS, J. y BUESA, M. (2007). *La cooperación en innovación en España y el papel de las ayudas públicas*. Instituto de Estudios Fiscales.
- HERRERA, L. y BRAVO, E. (2010). Distribution and effect of R&D subsidies: A comparative analysis according to firm size. *Intangible Capital*, 6(2), pp. 272-299.
- HERRERA, L. y HEIJS, J. (2007). Difusión y adicionalidad de las ayudas públicas a la innovación. *Revista de Economía Aplicada*, 15(44).
- HOGAN, T., HUMPHERY-JENNER, M., TRAN THI LAN, H. y POWELL, R. (2015). The Returns to Public Investment in Innovation: Do R&D Grants Influence Corporate Innovation, Performance, and Employment?
- HOLLAND, P. W. (1986). Statistics and causal inference. *Journal of the American statistical Association*, 81(396), pp. 945-960.
- HOTTENROTT, H., LOPES-BENTO, C. y VEUGELERS, R. (2017). Direct and cross scheme effects in a research and development subsidy program. *Research Policy*, 46(6), pp. 1118-1132.
- HU, A. G. (2007). Technology parks and regional economic growth in China. *Research Policy*, 36(1), pp. 76-87.
- HUD, M. y HUSSINGER, K. (2015). The impact of R&D subsidies during the crisis. *Research Policy*, 44(10), pp. 1844-1855.

- HUERGO, E. y MORENO, L. (2017). Subsidies or loans? Evaluating the impact of R&D support programmes. *Research Policy*, 46(7), pp. 1198-1214.
- HUERGO, E., TRENADO, M. y UBIERNA, A. (2016). The impact of public support on firm propensity to engage in R&D: Spanish experience. *Technological Forecasting and Social Change*, 113, pp. 206-219.
- HUSSINGER, K. (2008). R&D and subsidies at the firm level: An application of parametric and semiparametric two-step selection models. *Journal of Applied Econometrics*, 23(6), pp. 729-747.
- JONES, C. I. y ROMER, P. M. (2010). The new Kaldor facts: Ideas, institutions, population, and human capital. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2(1), pp. 224-245.
- KAMIEN, M. I. y SCHWARTZ, N. L. (1982). *Market structure and innovation*. Cambridge University Press.
- KRUGMAN, P. (1994). Competitiveness: A dangerous obsession. *Foreign Affairs*, 73, pp. 28-44.
- KRUGMAN, P. R. (1996). Making sense of the competitiveness debate. *Oxford Review of Economic Policy*, 12(3), pp. 17-25.
- KULICKE, M., BROSS, U. y GUNDRUM, U. (1997). *Innovationsdarlehen Als Instrument Zur Förderung Kleiner und Mittlerer Unternehmen*. ISI-Fraunhofer.
- KUNTZE, U. y HORNSCHILD, K. (1995). Evaluation of the promotion of R&D activities in small and medium-sized enterprises. *Evaluation of Technology Policy Programmes in Germany*, pp. 33-54. Springer.
- LEUVEN, E. y SIANESI, B. (2003). Stata module to perform full Mahalanobis and propensity score matching, common support graphing, and covariate imbalance testing. *Statistical Software Components S432001*.
- LICHTENBERG, F. R. (1987). The effect of government funding on private industrial research and development: a re-assessment. *Journal of Industrial Economics*, 36(1), pp. 97-104.
- LIPPMAN, S. A. y RUMELT, R. P. (1982). Uncertain imitability: An analysis of interfirm differences in efficiency under competition. *Bell Journal of Economics*, 13(2), pp. 418-438.
- LUNDEVALL, B. (1992). *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning*. London Printer.
- MANKIW, N. G., ROMER, D. y WEIL, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), pp. 407-437.
- MANSFIELD, E. (1968). *Industrial research and technological innovation; An econometric analysis*.
- (1986). Patents and innovation: An empirical study. *Management Science*, 32(2), pp. 173-181.
- MANUAL, F. (2015). Guidelines for collecting and reporting data on Research and Experimental Development. Disponible en: <http://www.uis.unesco.org/ScienceTechnology/Documents/oeed-frascati-manual.pdf>
- MANUAL, O. O. (2018). Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation.
- MARINO, M., PARROTTA, P. y LHUILLERY, S. (2015). An overall evaluation of public R&D subsidy on private R&D expenditure in absence or in combination with R&D tax credit incentives. *DRUID15 Conference on The Relevance of Innovation*, Rome, Italy. Disponible en: http://druid8.sit.aau.dk/acc_papers/arlixjutu74vl8ct298hi8fyc8ph.pdf2015
- MARTIN, R. y SUNLEY, P. (1998). Slow convergence? The new endogenous growth theory and regional development. *Economic Geography*, 74(3), pp. 201-227.
- MEYER-KRAHMER, F. (1987). Evaluating innovation policies: the German experience. *Technovation*, 5(4), pp. 317-330.
- (1989). *Der Einfluß staatlicher Technologiepolitik auf industrielle Innovationen*. Nomos Verlag-Ges.
- MOLERO, J. y BUESA, M. (1995). Análisis y evaluación de la actuación del CDTI: política tecnológica e innovación en la empresa española. Una evaluación de la actuación del CDTI. Instituto de Análisis Industrial Financiero. Universidad Complutense de Madrid.

- MORALES, D., BLANCO, M. B., HEIJS, J. y BAUMERT, T. (2018). Innovación y competitividad: un análisis aplicado a las empresas industriales españolas. *Cuadernos de Información Económica*, 265, pp. 25-41.
- MOYEDA MENDOZA, C. y ARTEAGA GARCÍA, J. C. (2016). Medición de la innovación, una perspectiva microeconómica basada en la ESIDET-MBN 2012. *Realidad, Datos y Espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 7(1), pp. 38-57.
- NACIONES UNIDAS. (1968). Un sistema de cuentas nacionales. *Estudios de Métodos*, Serie F. (2. Rev 3).
- NEICU, D. (2016). *Mix and match: evaluating the additionality of the R&D policy mix*.
- NELSON, R. R. (1959). The simple economics of basic scientific research. *Journal of Political Economy*, 67(3), pp. 297-306.
- (1993a). *National innovation systems: A comparative analysis*. Oxford University Press on Demand.
- (1993b). *National systems of innovation: A comparative study*. Oxford: Oxford University Press.
- NELSON, R. R. y ROSENBERG, N. (1993). Technical innovation and national systems. *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford University Press, 7, pp. 1-18.
- OCDE. (1992). *Technology and the economy: The key relationships*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- (2002). *Frascati Manual 2002*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- (2006). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación* (3ª edición). Madrid: Grupo Tragsa.
- PAVITT, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6), pp. 343-373.
- PAVITT, K. y SOETE, L. (1982). International differences in economic growth and the international location of innovation. En H. GIERSCH (ed.), *Towards an Explanation of Economic Growth*, pp. 105-133. Cambridge: JCB Mohr, Tübingen.
- PESARAN, M. H., SHIN, Y. y SMITH, R. P. (1999). Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), pp. 621-634.
- PESARAN, M. H. y SMITH, R. (1995). Estimating long-run relationships from dynamic heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 68(1), pp. 79-113.
- PORTER, M. (1985). The value chain and competitive advantage, Chapter 2 in competitive advantage: creating and sustaining superior performance.
- (1990.) *The comparative advantage of nations*. Free Press and Macmillan.
- PORTER, M. E. (1990a). *The competitive advantage of nations*, pp. 564. New York: Free Press.
- (1990b). *The competitive advantage of nations: With a new introduction*. New York: Free Press.
- (1990c). *On Competition*. A Harvard Business Review Book.
- (2004). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance, with a new introduction*. Copyright 1985.
- (2008). *Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors*. Simon and Schuster.
- PRADHAN, R. P., ARVIN, M. B., NAIR, M., BENNETT, S. E., BAHMANI, S. y HALL, J. H. (2018). Endogenous dynamics between innovation, financial markets, venture capital and economic growth: Evidence from Europe. *Journal of Multinational Financial Management*, 45, pp. 15-34.
- PREBISCH, R. (1950). Crecimiento, desequilibrio y disparidades: interpretación del proceso de desarrollo económico. En *Estudio económico de América Latina, 1949-E/CN.12/164/Rev.1-1950-p.3-89*.
- RANCIERE, R. y LOAYZA, N. (2005). Financial Development, Financial Fragility and Growth. *IMF Working Paper*.

- REGGER, G. y KUHLMANN, S. (1995). *European Technology Policy in Germany: The Impact of European Community Policies upon Science and Technology in Germany*.
- ROMERO-JORDÁN, D. y SANZ, J. F. (2007). Eficacia de los incentivos fiscales a la inversión en I+D en España en los años noventa. *Hacienda Pública Española*, 183(4), pp. 9-32.
- ROSENBAUM, P. R. y RUBIN, D. B. (1983). The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*, 70(1), pp. 41-55.
- ROSENBERG, N. (1982). *Inside the black box: Technology and economics*. Cambridge University Press.
- ROTHWELL, R. (1983). *Evaluating the Effectiveness of Government Innovation Policies*. University of Sussex, Science Policy Research Unit.
- ROTHWELL, R. y ZEGVELD, W. (1985). *Reindustrialization and technology*. ME Sharpe.
- RUBIN, D. B. (1973). Matching to remove bias in observational studies. *Biometrics*, 29, pp. 159-183.
- SALA-I-MARTIN, X. (1994). Regional cohesion: evidence and theories of regional growth and convergence. *Economics Working Paper* (104). Universitat Pompeu Fabra.
- SCHUMPTER, J. A. (1939). *Business Cycles; a Theoretical Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York and London: McGraw-Hill.
- SIANESI, B. (2004). An evaluation of the Swedish system of active labor market programs in the 1990s. *Review of Economics and Statistics*, 86(1), pp. 133-155.
- SIEGEL, B. (2006). Sweet nothing: The triumph of diet soda (Hyman Kirsch). *American Heritage*, 57(3), pp. 40-49.
- SIEGERT, G., MEYER-KRAHMER, F. y WALTER, G. (1985). Wirkungsanalyse der fachprogrammbezogenen projektförderung bei kleinen und mittleren unternehmen. *ISI-Fraunhofer*.
- SIMON, H. A. (1991). Bounded rationality and organizational learning. *Organization Science*, 2(1), pp. 125-134.
- SMITH, A. (1776). *The wealth of nations*. New York: Bantam Classic.
- SOETE, L. y TURNER, R. (1984). Technology diffusion and the rate of technical change. *The Economic Journal*, 94(375), pp. 612-623.
- SOLOW, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), pp. 65-94.
- SPIELKAMP, A. y RAMMER, C. (2009). Financing of Innovation-Thresholds and Options. *Management & Marketing*, 4(2).
- STERLACCHINI, A. y VENTURINI, F. (2018). R&D tax incentives in EU countries: Does the impact vary with firm size? *Small Business Economics*, pp. 1-22.
- STIGLER, G. (1989). Competition. En J. EATWELL, M. MILGATE y P. NEWMAN (eds.), *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*, Vol. 1. London: Macmillan.
- TEECE, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15(6), pp. 285-305.
- (2006). Reflections on “profiting from innovation”. *Research Policy*, 35(8), pp. 1131-1146.
- UNITED STATES PRESIDENT’S COMMISSION ON INDUSTRIAL COMPETITIVENESS. (1985). *The Report of the President’s Commission on Industrial Technology*. Washington, DC: GPO.
- VALADEZ, P., HEIJS, J. y BUESA, M. (2011). El impacto de las ventajas fiscales para la I+D e innovación. *Papeles de Economía Española*, 127. Fundación de las Cajas de Ahorros.
- VENCE, X. (1998). *La política tecnológica comunitaria y la cohesión regional. Los retos de los sistemas de innovación periféricos*. Madrid: Civitas.

- VEUGELERS, R. (1997). Internal R & D expenditures and external technology sourcing. *Research Policy*, 26(3), pp. 303-315.
- WEIL, D. (2006). *Crecimiento Económico*. Madrid: Addison-Wesley.
- WOOLDRIDGE, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT press.
- ZÚÑIGA-VICENTE, J. Á, ALONSO-BORREGO, C., FORCADELL, F. J. y GALÁN, J. I.,(2014). Assessing the effect of public subsidies on firm R&D investment: A survey. *Journal of Economic Surveys*, 28(1), pp. 36-67.

Últimos números publicados

- N.º 40. DOS ENSAYOS SOBRE FINANCIACIÓN AUTONÓMICA**
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),
por Carlos Monasterio Escudero e Ignacio Zubiri Oria.
- N.º 41. EFICIENCIA Y CONCENTRACIÓN DEL SISTEMA BANCARIO ESPAÑOL**
(*Serie ANÁLISIS*),
por Fernando Maravall, Silviu Glavan y Analistas Financieros Internacionales.
- N.º 42. ANÁLISIS DE REFORMAS DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA PERSONAL A PARTIR DE MICRODATOS TRIBUTARIOS** (*Serie ANÁLISIS*),
por José Félix Sanz Sanz, Juan Manuel Castañer Carrasco y Desiderio Romero Jordán.
- N.º 43. COMPORTAMIENTO ESTRATÉGICO DE LA BANCA AL POR MENOR EN ESPAÑA: FUSIONES Y ESPECIALIZACIÓN GEOGRÁFICA** (*Serie TESIS*),
por Cristina Bernad Morcate.
- N.º 44. LA VERTIENTE CUALITATIVA DE LA MATERIALIDAD EN AUDITORÍA: MARCO TEÓRICO Y ESTUDIO EMPÍRICO PARA EL CASO ESPAÑOL** (*Serie TESIS*),
por Javier Montoya del Corte.
- N.º 45. LA DECISIÓN DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LAS EMPRESAS: UN MODELO TEÓRICO CON INVERSIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL** (*Serie TESIS*),
por Jaime Turrión Sánchez.
- N.º 46. FINANCIACIÓN DE LA ENSEÑANZA OBLIGATORIA: LOS BONOS ESCOLARES EN LA TEORÍA Y EN LA PRÁCTICA** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),
por Javier Díaz Malledo (coordinador), Clive R. Belfield, Henry M. Levin, Alejandra Mizala, Anders Böhlmark, Mikael Lindahl, Rafael Granell Pérez y María Jesús San Segundo.
- N.º 47. SERVICIOS Y REGIONES EN ESPAÑA** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),
por Juan R. Cuadrado Roura y Andrés Maroto Sánchez.
- N.º 48. LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN E INMOBILIARIO EN ESPAÑA: DEL BOOM A LA RECESIÓN ECONÓMICA** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),
por Belén Gill de Albornoz (Dir.), Juan Fernández de Guevara, Begoña Giner y Luis Martínez.
- N.º 49. INSTRUMENTOS PARA MEJORAR LA EQUIDAD, TRANSPARENCIA Y SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PENSIONES DE REPARTO** (*Serie TESIS*),
por M.ª del Carmen Boado-Penas.
- N.º 50. EL IMPUESTO DE FLUJOS DE CAJA EMPRESARIAL: UNA ALTERNATIVA AL IMPUESTO SOBRE LA RENTA DE SOCIEDADES** (*Serie TESIS*),
por Lourdes Jerez Barroso.
- N.º 51. LA SUBCONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE I+D: EVIDENCIA DE EMPRESAS EUROPEAS Y DE EE.UU.** (*Serie TESIS*),
por Andrea Martínez Noya.
- N.º 52. IMPOSICIÓN EFECTIVA SOBRE LAS RENTAS DEL CAPITAL CORPORATIVO: MEDICIÓN E INTERPRETACIÓN. EL IMPUESTO SOBRE SOCIEDADES EN ESPAÑA Y EN LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA EN EL CAMBIO DE MILENIO** (*Serie ANÁLISIS*),
por José Félix Sanz Sanz, Desiderio Romero Jordán y Begoña Barruso Castillo.
- N.º 53. ¿ES RENTABLE EDUCARSE? MARCO CONCEPTUAL Y PRINCIPALES EXPERIENCIAS EN LOS CONTEXTOS ESPAÑOL, EUROPEO Y EN PAÍSES EMERGENTES** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),
por José Luis Raymond (coordinador).
- N.º 54. LA DINÁMICA EXTERIOR DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),
por José Villaverde Castro y Adolfo Maza Fernández.
- N.º 55. EFECTOS DEL STOCK DE CAPITAL EN LA PRODUCCIÓN Y EL EMPLEO DE LA ECONOMÍA** (*Serie TESIS*),
por Carolina Cosculluela Martínez.

- N.º 56. LA PROCICLICIDAD Y LA REGULACIÓN PRUDENCIAL DEL SISTEMA BANCARIO**
(Serie TESIS),
por Mario José Deprés Polo.
- N.º 57. ENSAYO SOBRE ACTIVOS INTANGIBLES Y PODER DE MERCADO DE LAS EMPRESAS. APLICACIÓN A LA BANCA ESPAÑOLA** *(Serie TESIS)*,
por Alfredo Martín Oliver.
- N.º 58. LOS ATRACTIVOS DE LOCALIZACIÓN PARA LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS. EXPLOTACIÓN DE LA ENCUESTA SOBRE ATRACTIVOS DE LOCALIZACIÓN** *(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD)*,
por Encarnación Cereijo, David Martín, Juan Andrés Núñez, Jaime Turrión y Francisco J. Velázquez.
- N.º 59. ESTUDIO ECONÓMICO DE LOS COSTES DE LA ENFERMEDAD: APLICACIÓN EMPÍRICA AL CASO DEL ALZHEIMER Y LOS CONSUMOS DE DROGAS ILEGALES** *(Serie TESIS)*,
por Bruno Casal Rodríguez.
- N.º 60. BUBBLES, CURRENCY SPECULATION, AND TECHNOLOGY ADOPTION** *(Serie TESIS)*,
por Carlos J. Pérez.
- N.º 61. DISCAPACIDAD Y MERCADO DE TRABAJO: TRES ANÁLISIS EMPÍRICOS CON LA MUESTRA CONTINUA DE VIDAS LABORALES** *(Serie TESIS)*,
por Vanesa Rodríguez Álvarez.
- N.º 62. EL ANÁLISIS DE LOS IMPUESTOS INDIRECTOS A PARTIR DE LA ENCUESTA DE PRESUPUESTOS FAMILIARES** *(SERIE ANÁLISIS)*,
por José Félix Sanz Sanz, Desiderio Romero Jordán y Juan Manuel Castañer Carrasco.
- N.º 63. EUROPA, ALEMANIA Y ESPAÑA: IMÁGENES Y DEBATES EN TORNO A LA CRISIS** *(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD)*,
por Víctor Pérez-Díaz, Juan Carlos Rodríguez y Elisa Chuliá.
- N.º 64. INTEGRACIÓN, INMIGRANTES E INTERCULTURALIDAD: MODELOS FAMILIARES Y PATRONES CULTURALES A TRAVÉS DE LA PRENSA EN ESPAÑA (2010-11)** *(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD)*,
por Enrique Uldemolins, Alfonso Corral, Cayetano Fernández, Miguel Ángel Motis, Antonio Prieto y María Luisa Sierra.
- N.º 65. SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE PENSIONES DE REPARTO EN ESPAÑA Y MODELIZACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS FINANCIEROS** *(Serie TESIS)*,
por Clara Isabel González Martínez.
- N.º 66. EVOLUCIÓN DE LAS FUNDACIONES BANCARIAS ITALIANAS: DE HOLDING DE SOCIEDADES BANCARIAS A UN MODELO INNOVADOR DE "BENEFICIENCIA PRIVADA"** *(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD)*,
por Paolo Barolì, Claudia Imperatore, Rosella Locatelli y Marco Trombetta.
- N.º 67. LAS CLAVES DEL CRÉDITO BANCARIO TRAS LA CRISIS** *(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD)*,
por Santiago Carbó Valverde, José García Montalvo, Joaquín Maudos y Francisco Rodríguez Fernández.
- N.º 68. ENTRE DESEQUILIBRIOS Y REFORMAS. ECONOMÍA POLÍTICA, SOCIEDAD Y CULTURA ENTRE DOS SIGLOS** *(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD)*,
por Víctor Pérez-Díaz y Juan Carlos Rodríguez.
- N.º 69. REFORMA DEL MERCADO DE SERVICIOS PROFESIONALES EN ESPAÑA** *(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD)*,
por María Paz Espinosa, Aitor Ciarreta y Aitor Zurimendi.
- N.º 71. BUILDING A EUROPEAN ENERGY MARKET: LEGISLATION, IMPLEMENTATION AND CHALLENGES** *(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD)*,
por Tomás Gómez y Rodrigo Escobar.

- N.º 72. ESSAYS IN TRADE, INNOVATION AND PRODUCTIVITY**
(Serie TESIS),
por Aránzazu Crespo Rodríguez.
- N.º 73. ENDEUDAMIENTO DE ESPAÑA: ¿QUIÉN DEBE A QUIÉN?**
(SERIE ECONOMÍA Y SOCIEDAD),
por Analistas Financieros Internacionales (AFI).
- N.º 74. AGENTES SOCIALES, CULTURA Y TEJIDO PRODUCTIVO EN LA ESPAÑA ACTUAL**
(SERIE ECONOMÍA Y SOCIEDAD),
por Víctor Pérez-Díaz, Juan Carlos Rodríguez, Joaquín Pedro López-Novo y Elisa Chuliá.
- N.º 75. EVOLUCIÓN RECIENTE DEL CRÉDITO Y LAS CONDICIONES DE FINANCIACIÓN: ESPAÑA EN EL CONTEXTO EUROPEO**
(SERIE ECONOMÍA Y SOCIEDAD),
por Joaquín Maudos.
- N.º 76. EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA**
(SERIE ANÁLISIS),
por Mikel Buesa, Joost Heijs, Thomas Baumert y Cristian Gutiérrez.
- N.º 77. ENCOURAGING BLOOD AND LIVING ORGAN DONATIONS**
(Serie TESIS),
por María Errea y Juan M. Cabasés (director).
- N.º 78. EMPLEO Y MATERNIDAD: OBSTÁCULOS Y DESAFÍOS A LA CONCILIACIÓN DE LA VIDA LABORAL Y FAMILIAR** *(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD),*
por Margarita León Borja (coordinadora).
- N.º 79. PEOPLE MANAGEMENT IN MICRO AND SMALL COMPANIES - A COMPARATIVE ANALYSIS. EMPLOYEE VOICE PRACTICES AND EMPLOYMENT RELATIONS,**
(Serie ANÁLISIS),
por Sylvia Rohlfel, con la colaboración de Carlos Salvador Muñoz y Alesia Slocum.
- N.º 80. LA CRISIS, ¿UNA OPORTUNIDAD PARA LA ECONOMÍA SOCIAL ESPAÑOLA**
(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD),
por Pierre Perard.
- N.º 81. UN TRIÁNGULO EUROPEO: ELITES POLÍTICAS, BANCOS CENTRALES Y POPULISMOS**
(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD),
por Víctor Pérez Díaz, Juan Carlos Rodríguez y Elisa Chuliá.
- N.º 82. EL MERCADO ESPAÑOL DE ELECTRICIDAD**
(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD),
por Aitor Ciarreta, María Paz Espinosa y Aitor Zurimendi.
- N.º 83. THREE ESSAYS IN LONG-TERM ECONOMIC PERSISTENCE**
(Serie TESIS),
por Felipe Valencia Caicedo.
- N.º 84. ROLE OF MICROPARTICLES IN ATHEROTHROMBOSIS**
(Serie TESIS),
por Rosa Suades Soler.
- N.º 85. IBERISMOS. EXPECTATIVAS PENINSULARES EN EL SIGLO XIX**
(Serie TESIS),
por César Rina Simón.
- N.º 86. MINING STRUCTURAL AND BEHAVIORAL PATTERNS IN SMART MALWARE**
(Serie TESIS),
por Guillermo Suárez-Tangil.
- N.º 87. LA VOZ DE LA SOCIEDAD ANTE LA CISIS**
(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD),
por Víctor Pérez-Díaz.

- N.º 88. ECONOMÍA SUMERGIDA Y FRAUDE FISCAL EN ESPAÑA: ¿QUÉ SABEMOS? ¿QUÉ PODEMOS HACER?**
(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD),
por Santiago Lago Peñas.
- N.º 89. CONSTRUCCIÓN EUROPEA, IDENTIDADES Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN**
(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD),
por Víctor Pérez-Díaz, Juan Carlos Rodríguez y Josu Mezo.
- N.º 90. LA INTEGRACIÓN DE LOS INMIGRANTES EN EUROPA Y EN ESPAÑA: MODELOS E INDICADORES PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS**
(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD),
por Cayetano Fernández, Alfonso Corral, Antonio Prieto María Luisa Sierra y Enrique Uldemolins
- N.º 91. SOLEDAD, DISCAPACIDAD Y MERCADO DE TRABAJO**
(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD),
por Miguel Ángel Malo y Ricardo Pagán
- N.º 92. CRISIS ECONÓMICA Y DESIGUALDAD DE LA RENTA EN ESPAÑA. EFECTOS DISTRIBUTIVOS DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS**
(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD),
por Samuel Calonge Ramírez y Antonio Manresa Sánchez
- N.º 93. LAS DESIGUALDADES ECONÓMICAS EN ESPAÑA: REALIDADES Y PERCEPCIONES**
(Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD),
por Víctor Pérez-Díaz y Juan Carlos Rodríguez

ESTUDIOS
DE LA FUNDACIÓN

SERIE ECONOMÍA Y SOCIEDAD

Pedidos e información:

Funcas

Caballero de Gracia, 28

28013 Madrid

Teléfono: 91 596 54 81

Fax: 91 596 57 96

publica@funcas.es

www.funcas.es

P.V.P.: Edición papel, 17€ (IVA incluido)
Edición digital, gratuita

ISBN 978-84-17609-46-7

