

El sistema regional de I+D+I

de la Comunidad de Madrid

El sistema regional de innovación de I+D+I de la Comunidad de Madrid

El sistema regional de I+D+I de la Comunidad de Madrid

El sistema regional de I+D+I de la Comunidad de Madrid



Dirección General de Investigación
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN

Comunidad de Madrid

El sistema regional de I+D+I de la Comunidad de Madrid

Instituto de Análisis Industrial y Financiero
Universidad Complutense de Madrid

EQUIPO DE TRABAJO

Director:

Mikel Buesa

Investigadores principales:

Montserrat Casado

Joost Heijs

Ayudantes:

Adolfo Gutiérrez de Gandarilla

Mónica Martínez Pellitero

madriod



Dirección General de Investigación
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN

Comunidad de Madrid

© Los autores: Comunidad de Madrid
Maquetación: Cromotex
Imprime: BOCM (Boletín Oficial Comunidad de Madrid)
Edita: Dirección General de Investigación,
Consejería de Educación,
Comunidad de Madrid

Depósito legal:
I.S.B.N.: 84-451-2261-4

madriod

Prólogos	9
Introducción	15
1. El Sistema Nacional y Regional de I+D+I: un enfoque conceptual y metodológico	19
1.1. Introducción	
1.2. Sistemas de innovación: un enfoque teórico	
1.3. Los agentes y componentes –y su interacción– del Sistema Nacional y Regional de Innovación	
2. La asignación de recursos a la I+D	37
2.1. Introducción	
2.2. Análisis metodológico de la estadística sobre las actividades de I+D del INE	
2.3. Los indicadores de recursos asignados a la I+D	
3. Stock de capital tecnológico	63
3.1. Introducción	
3.2. Metodología de la estimación	
3.3. Resultados	
4. El stock de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología	77
4.1. Introducción	
4.2. Metodología de la estimación de los RCHT en el ámbito regional	
4.3. Indicadores del stock de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología en la Comunidad de Madrid	
5. Estructura y actividades tecnológicas en el sector industrial	91
5.1. Introducción	
5.2. Análisis metodológico de las <i>Cuentas del sector industrial en la Comunidad de Madrid</i>	
5.3. Indicadores de estructura y comportamiento tecnológico del sector industrial	
5.4. Bibliografía	
6. Análisis de la Enseñanza Superior Universitaria	109
6.1. Introducción	
6.2. Metodología	
6.3. Resultados	
7. Comercio Exterior según el nivel tecnológico de las ramas industriales	123
7.1. Introducción	
7.2. Metodología	
7.3. Resultados	
8. Las ayudas a la innovación empresarial gestionadas por el Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial	137
8.1. Introducción	
8.2. Metodología	
8.3. Análisis de los créditos del CDTI	
8.4. El papel del CDTI en el sistema productivo y en el sistema nacional y regional de innovación	
8.5. Las ayudas del Programa Marco	
9. Los Centros Tecnológicos	163
9.1. Introducción	
9.2. Metodología	
9.3. Resultados	
10. Bibliografía	179

PRÓLOGOS

Prólogo

Con el presente trabajo, Madrid se sitúa en la vanguardia del conocimiento de su propio sistema de ciencia y tecnología. Este estudio que ha impulsado la Consejería de Educación es el primer trabajo realizado en España que ofrece no sólo un panorama preciso del Sistema Regional de I+D, sino que nos permite conocer su evolución, aportando datos muy valiosos para el diseño de la política de ciencia y tecnología de nuestra región. Los indicadores utilizados en el estudio que aquí se presenta, llevado a cabo por el Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Universidad Complutense, ofrecen una visión dinámica de los cambios que se han producido durante más de una década y los analiza en el marco general de España.

Es bien conocido que la capacidad de generar riqueza mediante el conocimiento no sólo depende del esfuerzo cuantitativo en I+D y de la infraestructura tecnológica. Esta capacidad depende en buena medida de la interacción de los diferentes agentes del sistema, como son las Administraciones Públicas, los Centros de Investigación y las empresas. Pero sin duda el factor fundamental que determina el bienestar en un territorio lo constituyen sus ciudadanos; en este sentido la educación y la formación son la piedra sobre la que descansa la competitividad de un territorio.

En los últimos años se ha producido un importante cambio cualitativo y cuantitativo en la política regional de investigación científica y tecnológica. Por un lado, se aprobó en 1998, por unanimidad, la Ley de Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica y, por otro, se puso en marcha el III Plan Regional de Investigación Científica y Tecnológica. Estas dos medidas suponen un giro en la estrategia regional, al fomentar y coordinar las capacidades públicas y privadas de la región en I+D. Dirección ésta en la que debemos seguir apostando como principal garantía del futuro bienestar regional.

Según se pone de manifiesto en el trabajo aquí recogido, disponemos de las mejores condiciones para apoyar nuestro desarrollo en la explotación del conocimiento que se genera en nuestras universidades y empresas. Y la principal consecuencia que podemos extraer del presente estudio es la convicción de que en nuestra región hay que seguir laborando por vincular su futuro a la capacidad innovadora, capacidad que requiere ineludiblemente el apoyo a la formación y al trabajo científico y tecnológico.

CARLOS MAYOR OREJA
CONSEJERO DE EDUCACIÓN
DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Prólogo

Los datos e indicadores ofrecidos en este estudio recogen los resultados de un proyecto de investigación financiado por la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid, en el que se analiza la evolución de nuestro sistema de innovación en el marco español durante la última década. El objetivo central del proyecto es el desarrollo de indicadores del sistema de I+D que permitan estudiar las capacidades innovadoras regionales y sus limitaciones. La Comunidad de Madrid, y más concretamente la Consejería de Educación, pretende con esta iniciativa aumentar los conocimientos sobre nuestro sistema regional de innovación para que sea posible mejorar el diseño de la política de innovación. El estudio pretende ser amplio, pues tiene en cuenta a los distintos agentes e instituciones que forman parte del sistema, así como a sus interacciones. Su metodología se basa en *un enfoque holístico*, y por tanto recoge la idea de que las características del sistema madrileño de innovación son el producto de un proceso histórico de *causalidad acumulativa*. Por lo tanto, no sólo se debería estudiar el funcionamiento y la situación de los distintos agentes en un momento dado, sino que se debe ofrecer un análisis conjunto sobre los problemas y las oportunidades que ofrece nuestro sistema de innovación. Por ello este estudio, todavía en curso, ofrece una visión conjunta y temporal del sistema madrileño de innovación. Este primer informe ya implica un avance importante al respecto y nos gustaría retar a los autores para sorprendernos en el futuro con un trabajo todavía más completo.

TERESA CALATAYUD PRIETO
DIRECTORA GENERAL DE INVESTIGACIÓN
DE LA COMUNIDAD DE MADRID

INTRODUCCIÓN

Los datos e indicadores ofrecidos en este texto se recogen a los resultados de un proyecto de investigación en curso del Instituto de Análisis Industrial y Financiero (IAIF) que desarrolla y analiza diversos indicadores del sistema de innovación de la Comunidad de Madrid en el marco español analizando los datos de la última década. El objetivo central del proyecto es el desarrollo de indicadores del sistema de I+D que permitan estudiar las capacidades innovadoras regionales y sus limitaciones.

El capítulo I ofrece una introducción teórica con respecto al concepto del sistema de innovación que sirve de guía para el planteamiento del estudio empírico cuyos primeros resultados se presentan en este libro. Una primera aproximación para conocer la situación global del sistema madrileño de innovación respecto al conjunto español se obtiene mediante los indicadores basados en la estadística de I+D (capítulo II). Éstos recogen la asignación de los recursos (financieros y humanos) por parte de los distintos agentes del sistema de innovación divididos en empresas, administraciones públicas, universidades e instituciones privadas sin ánimo de lucro. El análisis de la asignación de recursos a la I+D, cuando se circunscribe sólo a la consideración del gasto que anualmente se realiza para financiar las correspondientes actividades y al empleo destinado a las actividades relacionadas con la innovación, presenta una importante limitación. En efecto, el concepto de gasto en I+D concierne a una noción de flujo de pagos destinado tanto a sostener al personal ocupado en la obtención de nuevos conocimientos como a realizar las inversiones en equipos e instalaciones que se requieren para ello. Sin embargo, la variable que influye sobre la producción no es ese flujo sino más bien el fondo acumulado de conocimientos que se logra a partir de él, ya que, la capacidad innovadora depende de la acumulación de experiencias y conocimientos. Por ello, se han estimado, por un lado, el *stock* de capital tecnológico (capítulo III) cuyo objetivo es precisamente la representación del conjunto de conocimientos que se han venido obteniendo a lo largo del tiempo, agregando en él la experiencia adquirida en la realización de actividades de I+D, por una parte, y restando a su composición los elementos que van quedando obsoletos o que carecen de posibilidades para su aplicación. Y, por otro lado, el *stock* de capital humano en ciencia y tecnología (capítulo IV).

Después de la aproximación global al sistema madrileño de innovación reflejada en los flujos destinados a la I+D y en el *stock* de capital tecnológico, se lleva a cabo un análisis de carácter sectorial basado en las *Cuentas del Sector Industria referido al sector empresarial*. En capítulo V se han agrupado o clasificado los sectores en función de su nivel tecnológico y se indican la importancia de cada uno de ellos dentro del sistema productivo de Madrid (Valor Añadido Bruto, Empleo, inversión en inmovilizado material con tecnología incorporada, etc.).

Respecto los resultados del proceso innovador se han analizado, por ahora, dos tipos de indicadores. Por un lado, los referidos a la formación de titulados superiores que pueden ser considerados como complementarios de indicadores basados en las publicaciones científicas a los que se alude en otra parte de este libro, que reflejan, de alguna forma, el *output* generado por las universidades y, en menor medida por los organismos públicos de investigación (capítulo VI). Por otro lado, se analizarán las exportaciones de bienes de alta tecnología que son consecuencia de la innovación en el sector empresarial (capítulo VII). Nuestro proyecto pretende, entre otros, abordar de manera inmediata los indicadores basados en las patentes para complementar la visión del *output* tecnológico.

Respecto a la infraestructura de soporte a la innovación y las políticas científicas y tecnológicas se han elaborado, por ahora, debido a la lentitud con que la administración publica los datos, sólo algunos indicadores. En el capítulo VIII se contienen los referidos a los programas en apoyo a la I+D gestionados por el CDTI entre los que, además de los de carácter nacional, se encuentran las participaciones empresariales españolas en el programa MARCO de la Unión Europea (capítulo VIII). Y, en el capítulo IX, se hace referencia a los centros tecnológicos en tanto que infraestructuras de apoyo a la innovación.

1.
**El Sistema Nacional y Regional
de I+D+I: un enfoque
conceptual y metodológico**

1. El Sistema Nacional y Regional de I+D+I: un enfoque conceptual y metodológico

1.1. Introducción

22

1.2. Sistemas de innovación: un enfoque teórico

24

1.3. Los agentes y componentes –y su interacción– del Sistema Nacional y Regional de Innovación

28

1.3.1. Las empresas, relaciones interempresariales y estructuras de mercado

1.3.2. Infraestructura de soporte a la innovación

1.3.3. Actuaciones públicas en relación con la innovación y el desarrollo tecnológico

1.3.4. Entorno global

1.1. Introducción

Un concepto que en los últimos años ha tenido fortuna es el de “Sistema Nacional de Innovación”. Existen muchos estudios que analizan estos sistemas y comparan las diferencias entre distintos países (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997). El concepto del sistema nacional y regional de innovación se basa en la fusión de dos enfoques teóricos (Navarro, 2001; Heijs, 2001). Por un lado, en los conceptos de distrito industrial (Marshall, 1919) los polos de crecimiento (Perroux, 1955) y en la teoría de los *clusters* (Porter, 1990), teorías que tienen en común la importancia que adjudican a la proximidad espacial, las externalidades, la cultura e identidad regional y el proceso de aprendizaje colectivo o regional (Koschatzky, 2000a). Por otro lado, se basa en los resultados de la teoría del crecimiento y el cambio tecnológico que subrayan la importancia de la innovación para el crecimiento económico y su concreción en áreas geográficas delimitadas. Las actividades innovadoras generan un crecimiento económico extraordinario (Soete/Turner/Patel, 1983; Fagerberg, 1994) basado en externalidades positivas (Romer, 1986, 1990; Lucas, 1988) que pueden ser aprovechadas, sobre todo, por los agentes regionales (Stern/Porter/Furman, 2000).

1.2. Sistemas de innovación: un enfoque teórico

Una definición teórica del concepto de SNRI tendría que tener en cuenta por lo menos cuatro características. Primera, se trata de un *sistema* donde actúan e interactúan distintos agentes e instituciones. Segunda, el funcionamiento del SNRI se basa en un *enfoque holístico*, una característica, inherente en la idea de los sistemas. Tercera, un SNRI dado es el producto de un proceso histórico de *causalidad acumulativa*. Y, cuarta, se trata de un sistema nacional o regional, lo que implica un *enfoque geográfico*.

Respecto al primer aspecto se puede indicar que, de acuerdo con Boulding (1985), un sistema está constituido por un conjunto de elementos y por las relaciones entre ellos. De esto se sigue que un sistema de innovación está constituido por los elementos que interactúan para la producción, difusión y empleo de innovaciones o para la combinación creativa de conocimientos ya existentes. Entonces el concepto del sistema de innovación se puede definir como *“la red de instituciones, del sector privado y público, cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican o divulgan nuevas tecnologías”* (Freeman, 1987). El segundo aspecto se refiere a que el funcionamiento de cualquier sistema es el resultado de un proceso holístico, que a su vez puede describirse como un proceso heterogéneo, dinámico y abierto, caracterizado por la retroalimentación positiva y por la reproducción. *“Con frecuencia, los elementos del sistema de innovación se refuerzan mutuamente en la promoción de procesos de aprendizaje e innovación o, a la inversa, se combinan en grupos, bloqueando dichos procesos. Dichos círculos virtuosos o viciosos son características de los sistemas de innovación”* (Lundvall, 1992). Dicho de otro modo, hay que tener en cuenta que la innovación y el aprovechamiento de nuevas tecnologías no sólo dependen de factores referidas a los agentes individuales sino de la interacción y sinergia entre esos agentes y factores. La tercera característica –el SNRI es el resultado de un proceso histórico de “causalidad acumulativa”– implica que la capacidad innovadora se genera a través de la acumulación de conocimientos y experiencia (procesos de aprendizaje en el tiempo). La obtención de las capacidades tecnológicas cuesta tiempo, y las posibilidades futuras dependen de la especialización y la flexibilidad de las capacidades creadas en el pasado (“path dependency”).

Como se acaba de argumentar, la capacidad innovadora de un sistema (nacional o regional) no solamente depende de su esfuerzo cuantitativo en I+D (gastos y personal) y de su infraestructura tecnológica, sino que también depende de la generación de externalidades mediante la interacción entre los distintos agentes del sistema –el enfoque holístico– como las empresas o las Administraciones Públicas. Las actividades innovadoras requieren un ambiente innovador donde es importante el intercambio recíproco de personal, conocimientos científicos y tecnológicos, servicios especializados e impulsos innovadores (Aydalot/Keeble, 1988; Stöhr, 1987; Perrin 1986, 1988; Porter, 1990; Koschatzky, 1997). Este requerimiento confirma la importancia de la cuarta característica del concepto de sistema nacional o regional de innovación: la cercanía o determinación geográfica. A pesar de las tecnologías modernas de comunicación, el intercambio del conocimiento –con su carácter tácito y difícil de codificar y su componente acumulativo mediante el proceso de aprendizaje– es más fácil cuando las partes involucradas se encuentran en el mismo ambiente nacional compartiendo el idioma, normas y valores culturales; sin embargo, ello no excluye la importancia del desarrollo internacional, el proceso de la globalización y el papel de las empresas multinacionales.

No cabe duda ninguna de que existen diferencias claras entre los sistemas de innovación de distintos países, no solamente debido a su diversidad cultural, étnica o lingüística sino, sobre todo, como consecuencia de la gran variedad de los marcos legales e institucionales, el nivel de descentralización geográfica de las estructuras políticas con respecto a la ciencia y el cambio tecnológico, los sistemas de educación y la especialización sectorial de los sistemas productivos nacionales. Pero hablando de sistemas nacionales de innovación se supone, de forma implícita, que existe una cierta homogeneidad interna entre las regiones que los forman. Ello constituye una abstracción poco realista (Lundvall, 1992). El sistema nacional de innovación de un país dado no refleja un panorama global que, a su vez, caracteriza la realidad de cada una de sus regiones, pues normalmente existen grandes diferencias entre ellas. Posiblemente resulta relativamente fácil de separar distintos sistemas nacionales de innovación, pero es casi imposible equiparar un sistema nacional de innovación a los sistemas regionales. Ello es así,

porque en casi todos los países –y también al nivel internacional– se ha detectado una concentración geográfica muy alta de las actividades innovadoras. En todos los países existen unas regiones con un peso muy elevado en el conjunto del sistema de innovación nacional y otras que albergan pocas actividades innovadoras, muy aisladas¹. Además, en los países con una descentralización muy desarrollada –como por ejemplo en el caso de Alemania y, en menor medida, de España– los gobiernos regionales tienen parte de las responsabilidades políticas respecto al desarrollo científico y tecnológico.

Respecto a la concentración geográfica de las actividades innovadoras se puede indicar que el requerimiento de un ambiente innovador donde el intercambio continuo y recíproco de personal y de los conocimientos científicos y tecnológicos es importante podría inducir a una dinámica polarizante a nivel geográfico. Según la teoría de Myrdal respecto al desarrollo económico y las economías externas, las inversiones industriales tienden a localizarse en regiones donde ya existe cierta concentración de actividades productivas para beneficiarse de las economías externas basadas en la acumulación de los distintos factores y actores del sistema productivo. La consecuencia es una causación acumulativa donde las regiones más innovadoras atraen cada vez más inversiones, ocurriendo lo contrario en las regiones menos innovadoras. Este argumento de Myrdal, inicialmente desarrollado respecto a las inversiones industriales, obtiene todavía más fuerza en el caso de las inversiones en innovación². Cabe destacar que no existe una relación lineal entre el esfuerzo tecnológico (recursos financieros y humanos) y el nivel de resultados científicos y tecnológicos de este proceso, ni tampoco con el éxito de su comercialización en el mercado. Por un lado, se necesita una masa crítica mínima de recursos (gastos en I+D, recursos humanos y acumulación de experiencia) para poder obtener unos resultados mínimos (indivisibilidad de las actividades innovadoras), mientras que, por otro, las empresas que intentan adelantar ciertos progresos tecnológicos en el tiempo se encuentran con la situación de que, a partir de un cierto esfuerzo innovador, el avance tecnológico se estanca, lo que implica que los costes marginales, a partir de un cierto nivel de gastos en I+D, superan a los beneficios marginales. La necesidad de una masa crítica, la existencia de rendimientos crecientes por el uso de ciertas instalaciones y equipos, el largo período de maduración y la necesidad de personal muy especializado inducen a una concentración de las actividades innovadoras. Resumiendo, en las actividades de I+D las externalidades y ventajas de escala juegan un papel muy importante (Nelson 1959; Arrow, 1962; Lucas, 1988; Romer, 1990) y, por lo tanto, las actividades en innovación están altamente concentradas. Ello es así no sólo en términos geográficos sino que también existe una gran concentración de la I+D en el sistema productivo. La indivisibilidad y los altos costes de iniciar el proceso de I+D pueden implicar que solamente algunas empresas grandes puedan iniciar tales actividades y monopolizar el mercado. Las PYMES se encuentran con unas barreras de entrada muy altas y una de las formas de evitarlas es localizarse en regiones que ofrece un amplio abanico de servicios innovadores. No siempre la generación de externalidades requiere una proximidad territorial, pero Koschatzky (2000a) indica que ésta es muy importante sobre todo entre productores de conocimientos y sus usuarios en el caso de: tecnologías emergentes (la fase inicial de innovación) con un alto nivel de incertidumbre; si las tecnologías están basadas en la ciencia (especialmente en el caso de las tecnologías relativamente nuevas); en tecnologías con un carácter tácito importante (know-how); cuando los productores de conocimientos y sus usuarios tienen que cooperar intensivamente para cumplir objetivos complejos. Por otro lado, la proximidad territorial resulta menos necesaria en el caso de: innovaciones incrementales con un nivel bajo de incertidumbre; tecnologías estandarizadas y para la producción en masa e innovación del proceso de producción.

¹ Incluso en la mayoría de los casos, cuando se habla del sistema nacional de innovación se suele reflejar tal sistema a partir de las características de las regiones más avanzadas.

² De hecho la innovación es una actividad mucho más concentrada –localizada en muy pocas regiones de unos pocos países– que otras actividades empresariales, como puede ser la producción. Un 10% de todas las patentes europeas han sido generados en 2 regiones (París y la región de Londres), seguidas por otras 6 regiones alemanas que generan otro 15% de las patentes. El grado de concentración en los países europeos suele ser más alto para las actividades científicas, que para las tecnológicas, excepto en España e Italia, donde las actividades tecnológicas están más concentradas que las científicas.

1.3.

Los agentes y componentes –y su interacción– del Sistema Nacional y Regional de Innovación

Los distintos agentes y factores del Sistema Nacional y Regional de Innovación se pueden agrupar analíticamente en cuatro subsistemas:

- Las empresas, relaciones interempresariales y las estructuras del mercado.
- La infraestructura pública y privada de soporte a la innovación.
- Las actuaciones públicas en relación con la innovación y el desarrollo tecnológico (incluido el marco legal e institucional y la política tecnológica).
- El entorno global.

El esquema adjunto indica los principales componentes de estos subsistemas. En realidad, la frontera entre ellos es a veces difusa y existe cierto solapamiento entre los distintos ámbitos; por ejemplo, la infraestructura pública de soporte a la innovación forma parte de la política tecnológica. Es decir, no siempre resulta fácil clasificar cada uno de los factores o actores según los cuatro subsistemas aquí utilizados; no obstante, tal clasificación –igual como el concepto del Sistema Nacional y Regional de Innovación– resulta muy útil como esquema analítico para estudiar un tema tan complejo como la innovación.

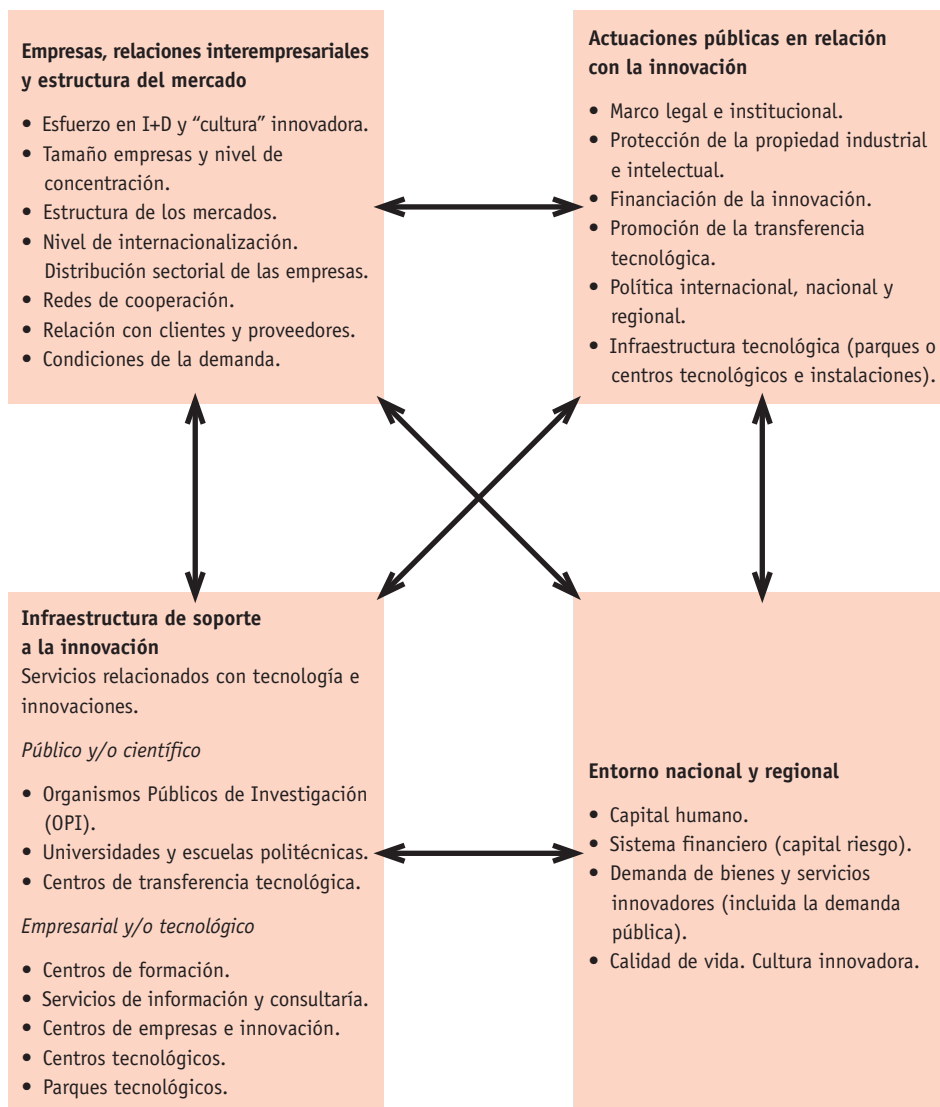
Las diferencias internacionales en estos elementos son importantes para el funcionamiento del sistema en su conjunto. Se supone que respecto a estos subsistemas existen diferencias básicas en la experiencia histórica, el lenguaje y la cultura que aparecen reflejadas en las idiosincrasias nacionales. Además de la descripción de cada uno de los subsistemas, se ofrecerá también una discusión breve sobre la integración –causación acumulativa y sinergia– de sus distintos componentes. Respecto a este tema se resaltarán sobre todo la transferencia tecnológica y las relaciones más específicas entre algunos elementos del sistema (por ejemplo, la integración del sistema educativo y el científico en relación con el sistema de producción).

Aquí manejamos un concepto de innovación muy amplio, lo que implica que el sistema no incluye sólo los agentes y factores directamente ligados a las actividades de investigación y desarrollo, sino también otros agentes o factores que influye de forma indirecta sobre las actividades innovadoras. Estos aspectos –que forman parte del entorno global– son, entre otros, el sistema financiero y el capital riesgo, el sistema de educación o la demanda.

1.3.1. LAS EMPRESAS, RELACIONES INTEREMPRESARIALES Y ESTRUCTURAS DE MERCADO

No cabe duda que la parte fundamental del sistema de innovación son las empresas y las relaciones interempresariales. Son las empresas las que convierten las innovaciones en productos comercializados en el mercado, mientras que otros agentes sólo pueden facilitar o catalizar tal proceso. Las empresas están obligadas a innovar para poder resistir la presión competitiva y mantenerse operativas dentro del sistema.

LOS DISTINTOS COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INNOVACIÓN



Los principales aspectos del sistema de innovación empresarial son el porcentaje de empresas innovadoras que hay en el sistema productivo, su esfuerzo en I+D, su cultura innovadora o emprendedora y su especialización sectorial –especialmente respecto a los sectores de alta tecnología-. También otros aspectos del sistema empresarial tienen una influencia importante sobre las estrategias de innovación. Por ejemplo, las empresas resultan ser más innovadoras si están bajo la presión de competencia (Porter, 1990, 2000). Esta presión no sólo depende del nivel de rivalidad interna en el mercado nacional, sino también, en gran medida, de la apertura de ese mercado a la competencia exterior y del nivel de internacionalización de las empresas. Resulta que las empresas que compiten en los mercados mundiales con rivales poderosos están obligadas a mejorar de forma continua sus productos o procesos de producción. El tamaño de las empresas y el nivel de concentración –o, dicho de otro modo, la estructura del mercado– están directamente relacionados con la rivalidad. La competencia también está afectada por la cooperación entre las empresas. Incluso se podrían indicar que en muchos casos, la cooperación es contraproducente porque evita la rivalidad entre las empresas para ser las mejores Porter (1990).

Otro aspecto de este subsistema es que alude al papel de los clientes y proveedores. Clientes locales sofisticados y exigentes con necesidades que se anticipan a las de otras regiones promueven que las empresas busquen soluciones basadas en la innovación, creando así ventajas comparativas para el futuro. Respecto a los proveedores, las presiones para que compitan con otros en el mercado nacional y mundial son también factores inductores de conductas innovadoras. Por ello, es contraproducente para una empresa crear proveedores “cautivos” que sean totalmente dependientes de la industria nacional y se les impida servir a competidores extranjeros (Porter, 1990) y las empresas no tienen que limitarse a buscar proveedores solamente en su propio país. La existencia de sectores afines y proveedores nacionales que sean internacionalmente competitivos, ofrece muchas ventajas comparativas. Primero, debido a la obtención de *inputs* de forma temprana, rápida y algunas veces preferente, así como por el acceso fácil y la comunicación directa. Segundo, debido a la posible influencia sobre la dirección de la innovación mediante el intercambio continuo de ideas y de información privilegiada sobre los últimos desarrollos y las próximas innovaciones. Además, el desarrollo de los proveedores y empresas puede suponer un refuerzo mutuo si se busca la cooperación.

1.3.2. INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE A LA INNOVACIÓN

Por infraestructuras de soporte a la innovación se entiende el conjunto de entidades de muy diversa titularidad concebidas para facilitar la actividad innovadora de las empresas, proporcionándoles medios materiales y humanos para su I+D, tanto propios como de terceros, expertos en tecnología, soluciones a problemas técnicos y de gestión, así como información y toda una gran variedad de servicios de naturaleza tecnológica (COTEC, 1998).

Se puede distinguir entre la infraestructura de soporte a la innovación privada y pública. La parte privada incluye todo tipo de los servicios tecnológicos: centros de formación, centros tecnológicos, servicios de información y consulta, centros de innovación, parques tecnológicos. La parte pública incluye los organismos públicos de investigación, la I+D en Universidades y escuelas politécnicas y los centros de transferencia tecnológica. Unas cuantas iniciativas han sido desarrolladas por la Administración Pública en cooperación con las empresas, como por ejemplo los parques o centros tecnológicos.

Como se han comentado anteriormente, una infraestructura de soporte a la innovación resulta ser un factor clave para poder atraer inversiones en I+D de otros países. Las empresas ubican sus actividades innovadoras en aquellas regiones donde pueden aprovecharse de una oferta de servicios relacionados con la innovación que complementan sus propios conocimientos y necesidades.

Tal infraestructura también es importante para generar externalidades. Como ya se ha dicho, se trata de un sistema de innovación donde la interacción entre distintos agentes y factores es muy importante. La fuerza de las relaciones determina en qué medida el conocimiento generado por la parte común de la infraestructura se convierte en innovaciones aplicadas en el sistema productivo nacional o regional. La existencia de instituciones de transferencia tecnológica tiene que asegurar la difusión de innovaciones en el sistema. Por eso, la creación de instituciones "puente", que facilitan la interacción entre los distintos elementos, resulta importante (Carlson, 1994). La ausencia de tales instituciones de interacción puede implicar que empresas de otros países o regiones pueden aprovecharse más rápido de las externalidades generadas que las empresas domésticas (Stern/Porter/Furman, 2000)³.

Por todo ello, la infraestructura tecnológica resulta ser muy importante y la administración pública debería enfocar parte de sus actuaciones hacia la mejora de su articulación. Países como España tendrían que incentivar la creación de una infraestructura tecnológica potente (Reich, 1991; Fransman, 1997; Metcalfe, 1997; véase también sección 4).

³ Por ejemplo, las empresas de Alemania se aprovecharon de innovaciones químicas generadas por empresas inglesas; empresas japonesas han introducido el "fax" originalmente desarrollado en Alemania y han comercializado la tecnología VCR generado en Estados Unidos. (Rosenbloom y Cusumano, 1987).

1.3.3. ACTUACIONES PÚBLICAS EN RELACIÓN CON LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

Quizá la influencia más directa de la Administración Pública sobre el sistema de innovación se deriva de la política tecnológica. Esta política se puede definir como la intervención gubernamental en el proceso económico con la intención de afectar al proceso de innovación tecnológica (Stoneman, 1987, pág. 4). Tal definición excluye aquellas medidas públicas que afectan al proceso de innovación pero no de forma intencionada. No habría que olvidar que existe un solape grande entre la política industrial y la política tecnológica, pues esta última forma parte muchas veces de aquella aunque en otras ocasiones tiene un ámbito mucho más amplio.

Aunque existen muchos estudios sobre la eficacia de las políticas y sobre su justificación teórica, no se entrará aquí en este debate⁴. No obstante, conviene destacar el papel subsidiario que tiene la Administración Pública respecto al desarrollo tecnológico. Como ya se ha mencionado la característica principal del sistema de innovación es la interdependencia entre sus elementos y ello implica que la intervención pública solamente puede ejercer una influencia determinada por la contingencia de los demás elementos del sistema. Por ejemplo, la política tecnológica ha sido relevante en el desarrollo del sistema regional de innovación en Baden-Württemberg, pero su papel es de orden subsidiario. Este hecho simple pero fundamental tendría que inyectar una nota de realismo en el debate sobre la transferibilidad del modelo de Baden-Württemberg hacia otras regiones (Cooke y Morgan, 1994). Los políticos tienen que tener muy claro que los límites y posibilidades para la política tecnológica se determinan por las capacidades y el nivel tecnológico y empresarial actuales de las empresas, regiones o estados. Una región de alta tecnología no se puede crear sin la participación de las empresas que, de hecho, forman el núcleo central del sistema productivo y del sistema de innovación por ser los agentes que generan o aplican las innovaciones económicamente útiles.

La Administración juega –de forma directa e indirecta– un no despreciable en el desarrollo del sistema de innovación. El sector público como agente financiero y propietario de una parte del sistema científico ejerce su influencia sobre la dirección y amplitud de las actividades de innovación. Además, dispone de dos vías adicionales para influir en el sistema. Por una parte, como usuario de las tecnologías –mediante la demanda pública–, puede imponer ciertas actividades innovadoras exigiendo productos de alto nivel de prestaciones y de calidad. Y, por otra, mediante la regulación y la adaptación del marco jurídico a las necesidades y particularidades de las actividades innovadoras y del sistema. Así el gobierno puede regular las características de los productos que se puede vender en el mercado imponiendo o incitando de esta forma ciertas actividades innovadoras. Tal es el caso de las normas de seguridad, calidad, y estandarización de productos, la regulación de la protección de medioambiente y la política de competencia. Igualmente el Estado asegura a las empresas el aprovechamiento de sus esfuerzos en I+D protegiendo los resultados de las actividades innovadoras. Tal protección jurídica, como puede ser la legislación respecto a la propiedad industrial intelectual (patentes, marcas, derechos de autor, etc.), es sobre todo importante si las innovaciones corresponden a las características del modelo lineal de innovación, o dicho de otro modo, si el resultado de la innovación se corresponde sobre todo al concepto de “información”.

Como se han explicado con anterioridad la región y la proximidad resultan ser factores fundamentales para las actividades innovadoras. La concentración regional de las actividades innovadoras genera sinergias y un proceso de aprendizaje colectivo. La presencia de instituciones que apoyan tales actividades (como centros tecnológicos, instituciones públicas de I+D, consultores técnicos, parques tecnológicos, agentes financieros con capital riesgo) resulta ser una condición elemental para asegurar la aceleración de la transferencia tecnológica y la interacción entre los distintos agentes del sistema. Todo eso indica que un aspecto muy importante de la intervención pública es la creación o la mejora de la infraestructura tecnológica pública. Otro aspecto del sistema nacional y regional de innovación donde la Administración Pública tiene un papel central es la educación y formación, siendo un elemento extremadamente importante (Lundvall, 1992; Romer, 2000; Porter, 1990, 2000) que se analiza en el siguiente epígrafe.

Un último aspecto respecto a las actuaciones públicas en relación con la innovación y el desarrollo tecnológico sería el apoyo financiero a las actividades innovadoras empresariales. El

⁴ Para una revisión de esta literatura véase Heijs, 2000.

alto riesgo relacionado con las actividades innovadoras y con la comercialización de sus resultados, junto a la escasez de capital riesgo en la mayoría de los países europeos, implica que la financiación de la innovación es un problema generalizado. Debido a ello, todos los Estados de los países económicamente más avanzados han adoptado medidas destinadas a proveer recursos financieros a las empresas innovadoras.

En los párrafos precedentes se han indicado brevemente el papel y algunos otros aspectos relacionados con la política tecnológica. En la sección 4 se amplía esta discusión indicando la necesidad de tales políticas a nivel regional, se analizan los instrumentos de la política tecnológica, y se ofrece una aproximación metodológica para su diseño.

1.3.4. ENTORNO GLOBAL

Bajo la noción de entorno global se incluyen aquellos aspectos que de forma indirecta influyen sobre la capacidad tecnológica de una empresa o región. Se trata, entre otros, del sistema educativo y de las cualidades del capital humano, el sistema financiero (capital riesgo), el grado de exigencia de los demandantes de bienes y servicios, la cultura y el nivel de vida. El capital humano y, por lo tanto, el sistema de educación y su adecuación al sistema productivo resulta un factor muy importante respecto a la capacidad innovadora de una región (OECD-TEP, 1988; Lucas, 1988; Romer, 1990; Porter, 1990, 2000). El nivel de actividad innovadora desarrollado por una economía dependerá en última instancia del número de personas cualificadas que se pueden dedicar a la producción de nuevas tecnologías (Porter, 2000). La educación resulta ser un mecanismo importante para la transferencia tecnológica y influye de forma decisiva sobre las cualidades del capital humano. No hay que olvidar que la innovación está basada en la acumulación de conocimientos tácitos incorporados en las personas y difícilmente codificables. Si no existe una oferta de investigadores e ingenieros bien cualificados será difícil atraer a las actividades innovadoras y, por lo tanto, habrá que promover su formación (Romer, 2000).

Otro aspecto importante del Sistema Nacional y Regional de Innovación es la integración entre la ciencia, las instituciones de enseñanza superior (IESs) y la industria. A pesar de que la contribución más importante de las IESs para el desarrollo tecnológico es tradicionalmente la preparación de capital humano, tienen también un papel claro en la transferencia de tecnología. Las interrelaciones entre universidades o institutos politécnicos y la industria de su región está basada en un pequeño pero importante grupo de mecanismos como podrían ser las becas o las prácticas en empresas por parte de los estudiantes o licenciados, contratos de investigación, los masters o la preparación de una tesis doctoral.

Respecto al caso español se puede indicar que las universidades eran hasta 1996 dominio exclusivo del Gobierno central, y su investigación no siempre estaba centrada en los problemas de la región sino más bien dirigida hacia problemas y necesidades nacionales. Este aislamiento está reforzado por la falta de vínculos con la industria y por la autonomía de los profesores y universidades. Quizá el ingrediente más importante que falta en el sistema de innovación español y en la aplicación de la política tecnológica sea la falta de integración y cooperación entre institutos de investigación, el sistema educativo y la industria. En la mayoría de los IESs españoles (incluyendo universidades técnicas e institutos politécnicos) los estudiantes no están –o no estaban– obligados a participar en prácticas de empresa, y por eso, muchos ingenieros recién licenciados nunca han visto una empresa desde dentro⁵. Los profesores muchas veces entran en la enseñanza directamente después de sus estudios, y solamente una pequeña parte han adquirido experiencia en el sector industrial. Como resultado, un número significativo de profesores en España pasa la vida entera en la enseñanza, sin ningún contacto directo con las empresas, sin saber cómo es el “idioma en que hablan”, y con pocos conocimientos respecto a sus necesidades. Un mayor nivel de integración obligaría a las universidades y a las escuelas politécnicas a renovar continuamente sus programas de enseñanza, para que se ajusten a las necesidades tecnológicas de las empresas y a las particularidades de la frontera tecnológica nacional o internacional. Un cambio importante al respecto fue la descentralización de las responsabilidades políticas de las universidades en 1996. Esto puede facilitar a largo plazo una mejoría en el enfoque de las necesidades y oportunidades regionales por parte de los institutos de investigación y universidades.

Otro aspecto que se considera componente del entorno del sistema de innovación es el sistema financiero. La capacidad de innovación de un país o región depende en gran medida de la financiación de la innovación. La carencia de recursos financieros es el obstáculo a la innovación más citado por las empresas, independiente de su tamaño, en todos los países europeos y prácticamente en todos los sectores (CE, 1996). Los riesgos, los altos costes y la difícil apropiabilidad de los resultados relacionados con las actividades innovadoras conviertan su financiación en un problema relevante. En muchos casos un proyecto fallido puede poner en peligro la supervivencia de una empresa. El éxito de un proyecto no depende sólo de su acierto tecnológico –especialmente en el caso de la I+D básica difícil de asegurar– sino también de su comercialización en el mercado⁶.

⁵ A pesar de que el número de estudiantes que hacen prácticas haya aumentado en los últimos años, todavía no es práctica común en la mayoría de las universidades y escuelas técnicas.

⁶ Por ejemplo, en ciertos casos dos o más empresas persiguen un mismo producto y solamente quien lo desarrolla primero obtiene la patente y se lleva el total de los beneficios, los demás tendrán pérdidas (sobre la carrera por las patentes véanse Barzel, 1968; Dasgupta/Stiglitz, 1980; Dixit, 1988).

Parece que el sistema estadounidense ofrece un entorno financiero con mayor accesibilidad a capital riesgo que en los países europeos donde las entidades financieras son más conservadoras y exigen más seguridad a largo plazo. Con relación a este asunto debe aludirse también a la estructura de la propiedad de las empresas. Por ejemplo, en Alemania y Suiza las empresas grandes son, en muchos de los casos, propiedad de los bancos y fondos de pensiones que persiguen beneficios a largo plazo, apostando por sectores maduros donde el desarrollo se basa en una I+D permanente y de carácter incremental, aceptando una esperanza de rentabilidad menor. En Estados Unidos las empresas son propiedad de inversores privados y existe mucho capital riesgo. Estos inversores exigen beneficios altos y a corto plazo apostando más bien en sectores nuevos como la biotecnología (Porter, 1990). Finalmente en los mercados interiores de bienes y servicios, la demanda puede ejercer un efecto dinamizador en el sistema de innovación, de manera que sus exigencias influyen de forma directa sobre el comportamiento innovador de las empresas (Abernathy *et al.*, 1979; Von Hippel, 1988; Rosenberg, 1993; Porter, 1990). Por un lado, la demanda de los consumidores puede ser sofisticada y exigir productos de alto nivel tecnológico. Por otro lado, la demanda pública, las normas y la regulación respecto a la calidad y seguridad de los productos o sobre la protección medioambiental pueden obligar o presionar a las empresas a iniciar una actividad continuada de innovación y mejora de su oferta.

2.

La asignación de recursos a la I+D

2. La asignación de recursos a la I+D

2.1. Introducción

40

2.2. Análisis metodológico de la estadística sobre las actividades de I+D del INE

42

2.2.1. El ámbito conceptual de las estadísticas sobre I+D

2.2.2. La cobertura de las estadísticas de I+D

2.2.3. Los criterios de regionalización de los datos sobre I+D

2.2.4. La construcción de indicadores a partir de los resultados de la Estadística sobre las actividades de I+D

2.3. Los indicadores de recursos asignados a la I+D

46

2.1. Introducción

Las estadísticas sobre las actividades de investigación y desarrollo tecnológico (I+D) que se llevan a cabo por los diversos agentes de los sistemas nacionales o regionales de innovación –empresas, Administraciones Públicas y Universidades– constituyen la fuente de información que cuenta con una trayectoria más dilatada entre todas las que proporcionan datos acerca de aquéllos. Su elaboración surge a partir de la década de 1960 cuando, tanto en el ámbito académico como en el político, se llega al convencimiento de que la tecnología constituye un factor relevante en orden al impulso del crecimiento económico y del comercio internacional. Los trabajos de Abramovitz (1956), Solow (1956 y 1957) o Denison (1962) –en los que se desarrolla la teoría del crecimiento y se pone de relieve que, en la explicación de éste, el cambio tecnológico es esencial– o los de Leontief (1953 y 1956) –a partir de los cuales arrancan las modernas teorías del comercio, en las que los aspectos tecnológicos adquieren un papel explicativo fundamental (Bajo, 1991)– alimentaron tal convicción, a la vez que impusieron, por su inspiración neoclásica, un marco analítico en el que la tecnología se considera exógena al sistema económico. Coherentemente con esta última concepción, el estudio de la asignación de recursos a la investigación científica y técnica se inscribe en lo que, con el tiempo, se ha acabado denominando como *modelo lineal de la innovación*. Tal modelo parte de las actividades investigadoras que realizan las instituciones científicas que producen conocimientos sin finalidad productiva. Éstos, eventualmente, son utilizados por las empresas innovadoras para el desarrollo de nuevos productos o procesos que, si tienen éxito, serán fabricados y comercializados en los mercados.

De acuerdo con esta idea, lo fundamental para el desarrollo económico es la asignación de recursos, fundamentalmente públicos, a la investigación científica, así como, de origen básicamente privado, a las actividades desarrolladas en los laboratorios industriales de las empresas innovadoras. Y ello porque se piensa que, por una vía u otra, esos recursos derivarán en resultados tecnológicos susceptibles de utilización dentro del sistema productivo. De ahí que la medición de estos fenómenos acabe centrándose en la I+D.

La recogida de datos estadísticos sobre las actividades de I+D se ha desarrollado en los diferentes países siguiendo las directrices elaboradas por la OCDE en el *Manual de Frascati* (OCDE, 1993) cuya primera edición vio la luz en 1963 y ha sido sometido a sucesivas revisiones. Ello hace que exista una cierta homogeneidad metodológica y conceptual en las fuentes estadísticas sobre esta materia, fruto de la cual es la posibilidad de realizar comparaciones internacionales entre los resultados correspondientes. No obstante, hay que precisar que esa homogeneidad no siempre es completa y que subsisten particularidades en las series que publican las oficinas estadísticas nacionales o regionales.

Esas fuentes reúnen cifras referidas a los recursos utilizados en las actividades de I+D –en términos de personal y de gasto– por los diferentes sectores que las realizan –Administraciones Públicas, educación superior y empresas–. Desde la perspectiva de la medición de los fenómenos inherentes a la innovación y al sistema en el que ésta tiene lugar, las estadísticas de I+D tienen importantes limitaciones. En concreto, sus principales inconvenientes pueden sintetizarse en los siguientes elementos¹:

- Los indicadores basados en la I+D sólo se refieren a uno de los *inputs* de las actividades que pueden dar lugar a innovaciones tecnológicas, dejando de lado otras, como la ingeniería de producción o el diseño, que pueden ser relevantes.
- Esos indicadores no proporcionan datos sobre la eficacia de los agentes en el empleo de los recursos destinados a las actividades de investigación, ni sobre el impacto económico que se deriva de ellas.
- Las estadísticas de I+D suelen minusvalorar la actividad tecnológica de las empresas pequeñas y de los países menos desarrollados, pues tanto en éstos como en aquéllas la I+D suele ser menos relevante para la innovación que en las grandes empresas o en los países avanzados.
- Además, esas estadísticas infravaloran las actividades ligadas a las tecnologías de producción –sobre todo las tecnologías mecánicas– debido a que su desarrollo descansa de manera relevante en actividades innovadoras distintas de la I+D. Igual ocurre con las actividades tecnológicas vinculadas al procesamiento de la información que se desarrollan fuera de los laboratorios de I+D, en los departamentos de sistemas.

¹ Vid. Patel y Pavitt (1995) y la síntesis efectuada en Buesa, Navarro, et al. (2001).

2.2.
Análisis metodológico de la
Estadística sobre las actividades
de I+D del INE²

La elaboración de datos estadísticos sobre la I+D en España tuvo su inicio en 1964, año en el que un grupo de expertos españoles y de la OCDE realizaron la primera encuesta sobre esta materia. Tres años más tarde vuelve a investigarse el tema por parte del Patronato Juan de la Cierva del Consejo Superior de Investigaciones Científicas; y será a partir de 1969 cuando el Instituto Nacional de Estadística se hace cargo de la elaboración anual de una estadística de este tipo, siguiendo las recomendaciones del *Manual de Frascati* de la OCDE³. En las páginas que siguen, se hace un análisis de los principales aspectos metodológicos de esta fuente, referidos concretamente a su ámbito conceptual, su cobertura y su forma de estimación de los datos regionales.

2.2.1. EL ÁMBITO CONCEPTUAL DE LAS ESTADÍSTICAS SOBRE I+D

Las estadísticas sobre I+D centran su ámbito de estudio en los recursos financieros y humanos que distintos agentes –Administraciones Públicas, Universidades y otros centros de enseñanza superior, empresas e Instituciones privadas sin fines de lucro– destinan a las actividades de creación de conocimientos científicos y tecnológicos. En concreto, de acuerdo con el *Manual de Frascati*, se consideran englobados bajo el concepto de I+D los trabajos o actividades de naturaleza creativa que se desarrollan de una manera sistemática con la finalidad de aumentar los conocimientos científicos y técnicos disponibles, así como con la de aplicar éstos a la obtención de nuevos dispositivos, mecanismos, materiales, productos o procesos. Tales actividades se suelen clasificar en tres categorías, de acuerdo con el nivel de abstracción o grado de aplicación de los conocimientos hacia los que se orientan. Se trata de la investigación básica –cuya finalidad es el desarrollo de la ciencia fundamental no orientada a un fin o aplicación práctica concreta–, la investigación aplicada –que orienta su acción a la obtención de conocimientos nuevos referentes a un objetivo práctico determinado– y el desarrollo tecnológico –que, sin pretender crear nuevos conocimientos científicos, se dirige a resolver los problemas que implica la utilización de éstos en la producción de nuevos bienes, servicios, procedimientos y procesos–. Dos son las implicaciones que tiene este concepto:

- En primer lugar, que bajo su ámbito sólo se contemplan las actividades de carácter sistemático que se realizan con un cierto grado de formalización y que, en consecuencia, requieren una concreción organizativa, normalmente por medio de la constitución de laboratorios o departamentos de investigación. Ello supone que no quedan encuadradas en él las actividades que, pudiendo estar orientadas a la creación de conocimiento, son de naturaleza más bien informal, o las que, careciendo de sistematicidad, se realizan sólo de una forma ocasional por los agentes del sistema, principalmente por las empresas. A partir de las estimaciones que se derivan de la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas* que elabora el INE, se puede señalar que estas últimas actividades suponen alrededor del 6% del gasto empresarial en I+D y que las referidas empresas son, en número, de igual importancia a las que realizan una I+D sistemática.
- Y, en segundo término, el referido concepto excluye un amplio elenco de actividades sobre las que se apoyan los procesos de innovación. Así, en el ámbito académico, no son desdeñables las tareas de carácter docente a través de las cuales se difunde el conocimiento científico y se cualifica a los individuos que forman parte del stock de recursos humanos en ciencia y tecnología cuyo desempeño en dichos procesos es relevante⁴. Y, en el terreno empresarial, deben mencionarse las actividades de diseño, ingeniería, inversión en bienes de equipo, compras de tecnología inmaterial, formación técnica y marketing asociado al lanzamiento de innovaciones, a las que hacen referencia las encuestas sobre innovación y que, en conjunto, implican una utilización de recursos financieros que supera a los empleados en la I+D⁵.

Consecuentemente con lo que se acaba de señalar, las estadísticas sobre I+D sólo muestran de una manera incompleta el conjunto de los recursos que la sociedad destina al sostenimiento del sistema de innovación, lo que no obsta para que deba considerarse que su ámbito de análisis es muy relevante, pues se refiere al núcleo básico de la formación del conocimiento científico y técnico.

² El contenido de este epígrafe recoge, con algunas correcciones, una parte del texto elaborado por Buesa, Navarro *et al.* (2001).

³ Los detalles de la historia de la estadística sobre I+D en España, pueden consultarse en INE (2000), capítulo 1.

⁴ Vid. para los principales argumentos sobre este asunto, Sánchez *et al.* (2000).

⁵ De acuerdo con los datos que se desprenden en la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas, 1998*, del INE, tales recursos suponen el 56,7% del total de los destinados a la innovación en la industria española.

2.2.2. LA COBERTURA DE LAS ESTADÍSTICAS DE I+D

Un segundo aspecto que nos interesa tratar aquí es el que concierne a la cobertura de las estadísticas que se están analizando. Éstas no se realizan a partir de un diseño muestral referido al conjunto de las instituciones públicas, Universidades y empresas del ámbito geográfico investigado, sino que se llevan a cabo mediante la remisión de un cuestionario a un conjunto limitado de ellas que se presume implicado en la realización de actividades de I+D. Por tanto, el punto de partida de la investigación estadística es la elaboración de un directorio en el que se incluyen esas unidades a partir del manejo de diferentes criterios. En el caso del INE integran ese directorio las empresas y organismos que figuraban en los años anteriores, además de los que han recibido financiación pública para desarrollar proyectos de I+D en el año de referencia –para lo que se cuenta con información procedente de las administraciones del Estado y las Comunidades Autónomas– y de las empresas que declaran hacer una I+D sistemática en la encuesta sobre innovación.

Un análisis pormenorizado de este asunto (Buesa, Navarro *et al.*, 2001) permite comprobar el hecho de que de la disponibilidad de un directorio adecuado depende la mayor o menor bondad de las cifras de recursos destinados a la I+D que puedan estimarse. En los casos de los sectores institucionales no parecen existir problemas especialmente importantes a este respecto, salvo por la ocasional falta de respuesta de alguno de los organismos investigados. Pero ello no es así en el caso de las empresas, según se desprende de la comparación entre el número de unidades informantes de las estadísticas de I+D y las estimaciones sobre el tamaño del segmento de empresas innovadoras que hacen I+D sistemática, según las encuestas sobre innovación. En efecto, parece existir una discrepancia creciente entre las dos fuentes de información referidas, de manera que la estadística del INE podría estar infravalorando el número de aquellas empresas. No obstante, tal infravaloración del número de agentes tendría pocas consecuencias en la estimación del gasto en I+D del sector empresarial, pues parece que el INE corrige las cifras correspondientes en función de los resultados de la encuesta sobre innovación.

2.2.3. LOS CRITERIOS DE REGIONALIZACIÓN DE LOS DATOS SOBRE I+D

El INE comenzó a regionalizar los resultados de la estadística sobre I+D a partir del año 1986, cuando ofreció las primeras cifras referidas al sector empresarial, aunque no generalizó la publicación de datos regionales hasta el año siguiente. Los criterios que se han seguido para atribuir las cifras de gasto y de personal a las diferentes Comunidades Autónomas han ido variando con el tiempo y han sido diferentes según sea el sector institucional al que se refieren. Esos criterios han sido los siguientes⁶:

- Con relación al *sector de las empresas*, durante los años 1986 y 1987 el criterio de desagregación regional fue la consideración de la localización de la unidad principal de investigación de cada una de ellas, atribuyéndose al lugar correspondiente la totalidad de los recursos utilizados. En 1988 y hasta 1994, se modifica este criterio de manera que, al incluirse en el cuestionario una pregunta sobre el personal empleado en todos los centros de investigación de la empresa, se utiliza esta información para distribuir geográficamente, en la misma proporción, la cifra de gasto. Y desde 1995 son las propias empresas las que informan acerca de la localización regional de las cifras de personal y gasto.
- Por lo que se refiere al *sector de la Administración Pública*, los datos del período 1987–1994 se regionalizan teniendo en cuenta la ubicación de la sede central de la institución correspondiente, excepto en los casos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y del Instituto Español de Oceanografía en los que se tenía en cuenta la localización de sus diferentes centros o institutos de investigación. Y, al igual que en el caso de las empresas, desde 1995 la información la proporcionan directamente las unidades encuestadas.
- En cuanto al *sector de las Universidades*, la obtención de cifras regionales es más compleja. Entre 1987 y 1994, la regionalización se realizó considerando el lugar en el que se encuentra ubicado el rectorado correspondiente; pero se dejaron sin atribuir a ninguna región las cifras correspondientes a las becas y becarios de investigación porque se carecía de la información necesaria para ello. Esta circunstancia ha implicado, sin duda, la infravaloración de los datos

⁶ Vid. para más detalles, INE (2000).

correspondientes a las regiones con mayor presencia universitaria –entre ellas, la Comunidad de Madrid–, donde presumiblemente se acoge a un mayor número de becarios en los programas de doctorado⁷. A partir de 1995 se ha corregido este problema, de manera que la totalidad de los recursos utilizados por las Universidades se regionalizan siguiendo el criterio de la residencia del rectorado implicado.

Aunque sin relación directa con la regionalización, conviene añadir, en el caso de las Universidades, algunas consideraciones adicionales que son relevantes para destacar las discontinuidades a las que se han visto sometidas las estimaciones de sus gastos y personal. Hasta 1979, el gasto se estima tomando en consideración, en primer lugar, la información proporcionada por las propias Universidades acerca del empleo de los fondos destinados a financiar, específicamente, actividades de I+D; en segundo término, la imputación de un 33% de los fondos generales universitarios a gastos de personal en I+D, y de otras partidas a los demás gastos corrientes y a los de capital; y, finalmente, el importe de las becas de investigación concedidas por el Ministerio de Educación. Desde 1980 las series recogen una modificación importante al elevarse hasta el 40% la referida imputación de los fondos generales –lo que se derivó de los resultados de una encuesta sobre el empleo del tiempo del profesorado universitario que se realizó en 1988–, habiéndose mantenido esta metodología hasta 1993, año a partir del cual esta proporción se fija directamente en los cuestionarios cumplimentados por las Universidades. Además, también desde 1980 los gastos corrientes y de capital se obtienen de los referidos cuestionarios. Y, por último, sólo desde 1992 se estiman las retribuciones que corresponden al personal no investigador –técnicos y auxiliares– que, con anterioridad, no se consideraban.

En cuanto al personal, las series disponibles hasta 1988 sólo recogen la cifra de profesores dedicados a la investigación, obtenidas a partir de las Estadísticas de la Enseñanza. A partir de 1989, el cuestionario permite estimar también el personal no investigador. Y, desde 1995, todos los datos se obtienen directamente de los cuestionarios cumplimentados por las Universidades.

- Finalmente, la regionalización de las cifras que corresponden al *sector de instituciones privadas sin fines de lucro* se ha realizado siguiendo el criterio de la localización de su sede.

2.2.4. LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE LA ESTADÍSTICA SOBRE LAS ACTIVIDADES DE I+D

La información regionalizada que ofrece el INE en su *Estadística sobre I+D* se refiere, de una forma agregada, a los recursos financieros y humanos que se utilizan en cada una de las Comunidades Autónomas, por lo que las posibilidades de construcción de indicadores a partir de ella son limitadas. Las series que, en nuestro caso, se han elaborado con referencia al total regional y a cada uno de los sectores institucionales –Empresas, Administración Pública y Universidades– se refieren a las variables de gasto y de personal ocupado en I+D. La primera de ellas, originalmente ofrecida en pesetas a los precios corrientes, se ha convertido a euros y se ha deflactado con el índice de precios implícitos del PIB, tomando como base el año 1999, pues es en esta fecha cuando se adopta el tipo de cambio irreversible entre ambas monedas. La segunda se ha expresado siempre en términos del número de personas en equivalencia a dedicación plena.

⁷ Debe tenerse en cuenta que, en términos de gasto, efectuando la valoración correspondiente en unidades monetarias constantes, este concepto no regionalizado ha supuesto, en el referido período, un 5,2% del total asignado a las Universidades. En términos de personal ocupado en las actividades de I+D universitarias, el porcentaje correspondiente asciende al 22%.

2.3. Los indicadores de recursos asignados a la I+D

El primer aspecto que se analiza a partir de los indicadores contruados con la información a la que se ha aludido en el epígrafe anterior se refiere a la *asignación de recursos financieros a la I+D*, lo que se concreta en la medición del gasto interno en las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico. En el gráfico II.1 se comparan las cifras correspondientes a la Comunidad de Madrid y al conjunto de España. Puede apreciarse en ellas que el gasto en Madrid ha seguido una trayectoria paralela a la española, aunque con un perfil más bajo, de manera que el crecimiento en la región ha sido más modesto que el nacional. Ello es así en los tres sectores –Empresas, Administración Pública y Universidades– en que se pueden desagregar los datos, aunque de manera especial en este último. Como consecuencia, si en el comienzo del período analizado Madrid concentraba el 44,6% del gasto total de España en I+D, en su final esa proporción había descendido hasta el 30,6%. Estas ratios adoptan un valor del 44,7 y 31,1%, respectivamente, en el caso de las empresas; del 61,2 y 52,8% en el de la Administración Pública; y del 22,8 y 17,8% en el de las Universidades. Anotemos también que, al finalizar la última década del siglo, la región madrileña sólo alcanza, en valor absoluto, el nivel real de asignación de recursos que se obtuvo en los primeros años noventa; pero no ocurre así en el caso de las empresas y en el de la Administración Pública, de manera que ha sido el comportamiento de las Universidades el que ha posibilitado aquel resultado.

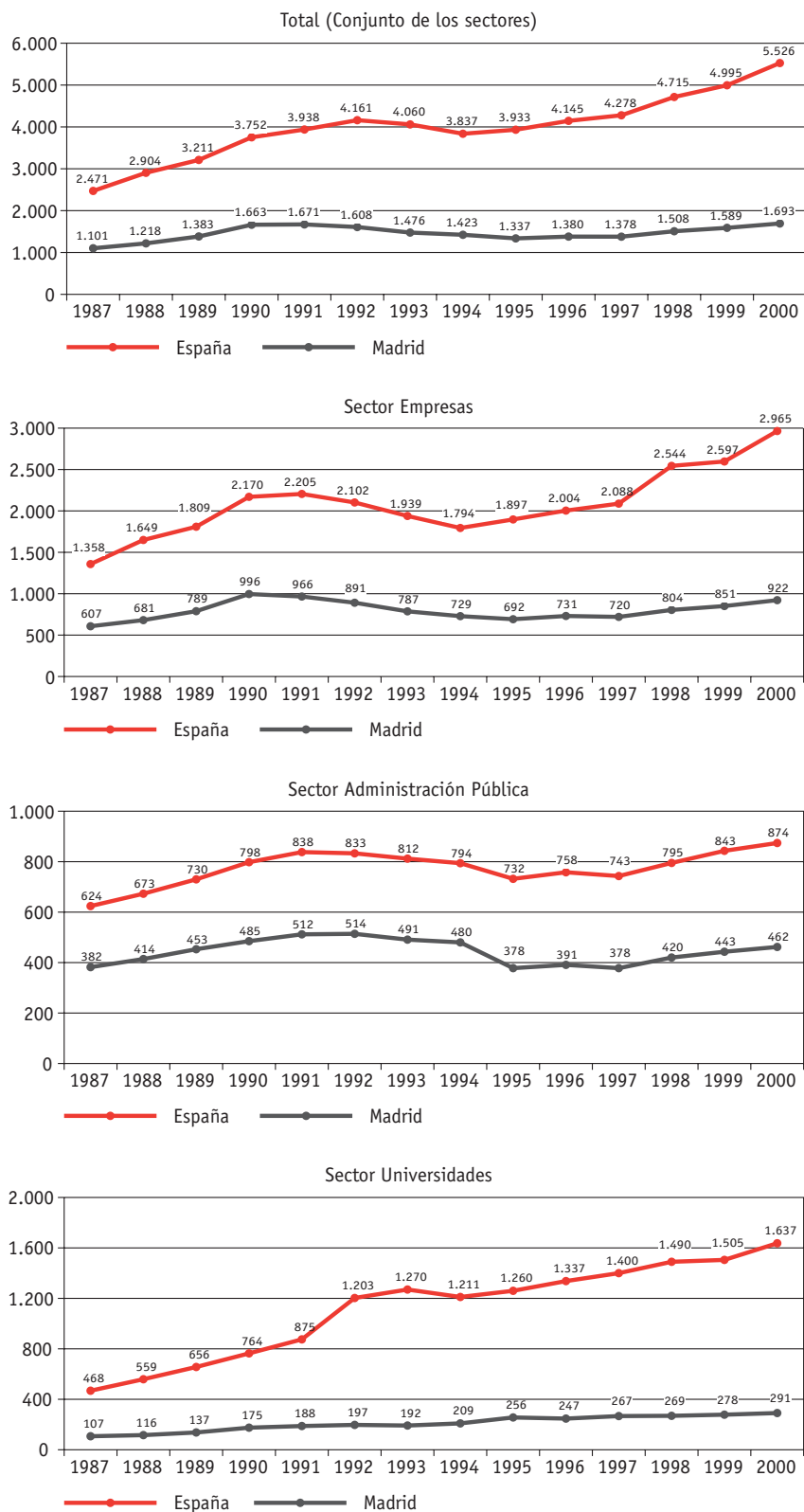
Para contar con una visión más cabal de los recursos disponibles conviene relativizar éstos en función del tamaño de la economía. Para ello, se tendrá en cuenta la población, por una parte, y el Producto Interior Bruto (PIB) a precios de mercado, por otra. El gráfico II.2 refleja el *gasto en euros por habitante*, pudiéndose apreciar que el nivel alcanzado por Madrid es notoriamente superior al promedio español, aunque, con el transcurrir del tiempo, se ha producido una cierta convergencia entre ambos. Así, al comienzo del período de análisis, el gasto madrileño era 3,5 veces mayor que el de España; y al finalizar el mismo esa relación se había reducido hasta 2,4. Es interesante observar que el perfil de las cifras correspondientes a Madrid es más acentuado que el de las relativas a la economía española, lo que viene a señalar que la región se ha visto sometida a unas mayores tensiones, especialmente las derivadas de la crisis de los primeros años noventa –que se manifiesta sobre todo entre las empresas– y de las restricciones presupuestarias previas al ingreso de España en la Unión Monetaria Europea –cuya incidencia mayor se manifiesta en el sector de la Administración Pública.

El mayor nivel de gasto por habitante en Madrid se reproduce en los tres sectores en los que se desagrega el indicador. Y, de esta manera, en el último año para el que se dispone de información, la cifra que corresponde al sector de las empresas supera en 2,5 veces la media española; la relativa a la Administración Pública lo hace en 4,3 veces; y la que refleja la situación de las Universidades, más modestamente, en 1,4 veces.

En cuanto al *gasto en I+D como porcentaje del PIB*, que se refleja en el gráfico II.3, de nuevo se ha de anotar el mayor nivel que, con respecto al promedio de España, alcanzan las cifras de la Comunidad de Madrid. Y también ahora se ha de señalar la convergencia que registran éstas hacia aquella media. Tomando las cifras del gasto total, la región, al comienzo de los años noventa, se aproximó a la cota del 2,5% –una marca ésta homologable con la que anotaban en aquel momento los países de mayor nivel de desarrollo–, pero después el indicador fue descendiendo hasta situarse, en el último año, en el 1,7%. No obstante, debe puntualizarse que, en este caso, los cambios en la metodología de la estimación del PIB, al modificarse la base en 1995, han afectado al indicador reduciendo su valor en 0,14 puntos porcentuales, tal como anteriormente se ha señalado.

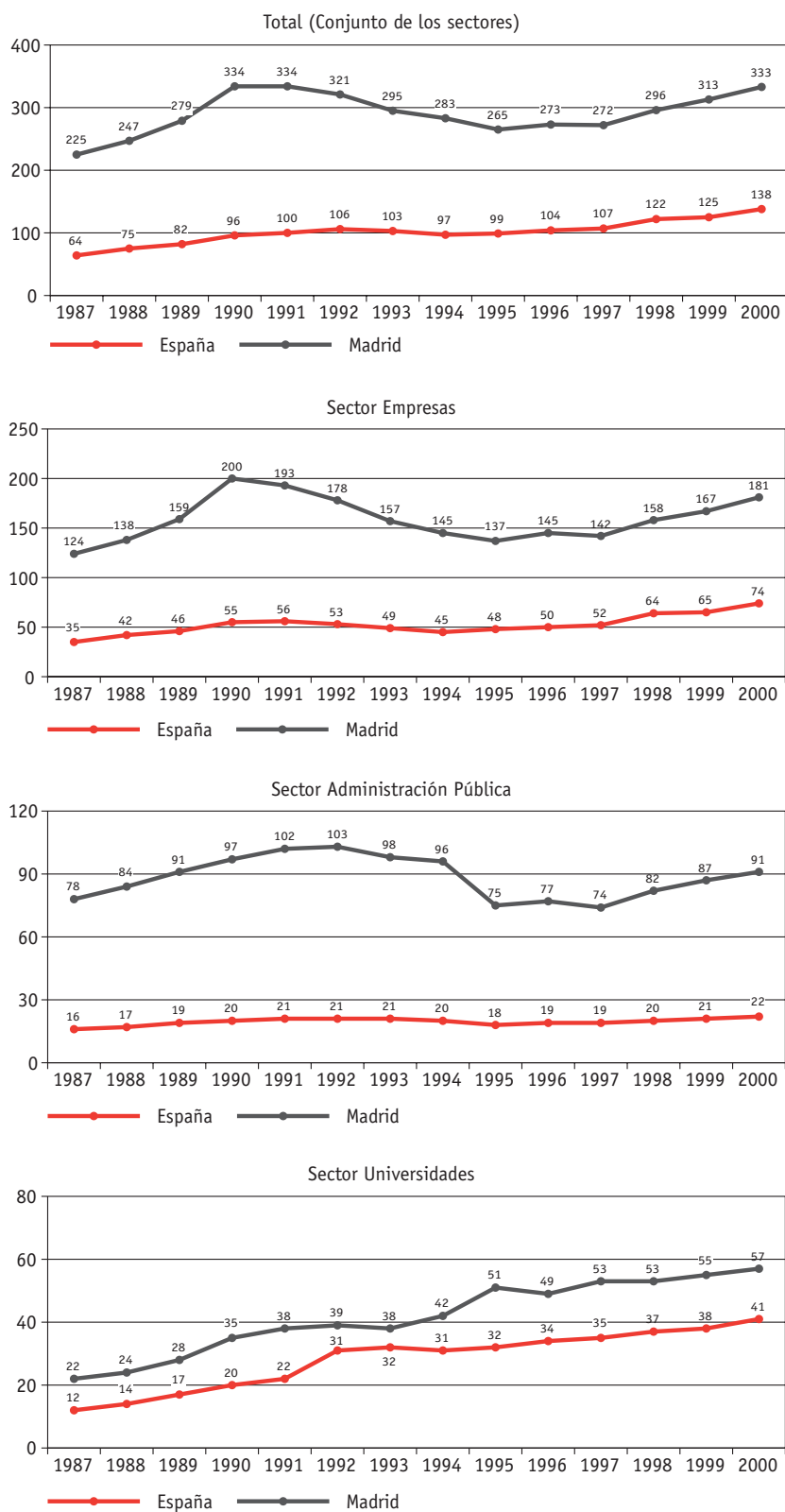
El mayor esfuerzo de asignación de recursos a la I+D en Madrid con respecto a España, se aprecia en los tres sectores para los que se desagrega la información, siendo más relevante la diferencia entre ambas áreas en los casos de la Administración Pública –lo que no hace sino reflejar la concentración de estas instituciones de investigación en la capital del Estado– y de las empresas, pues, por el contrario, en el de las Universidades se constata una mayor proximidad, especialmente en los años recientes. Y en esos tres sectores se reproduce la pauta general de convergencia temporal entre los indicadores de la región madrileña y del conjunto español.

GRÁFICO II.1 GASTO INTERNO EN I+D (Millones de euros de 1999)



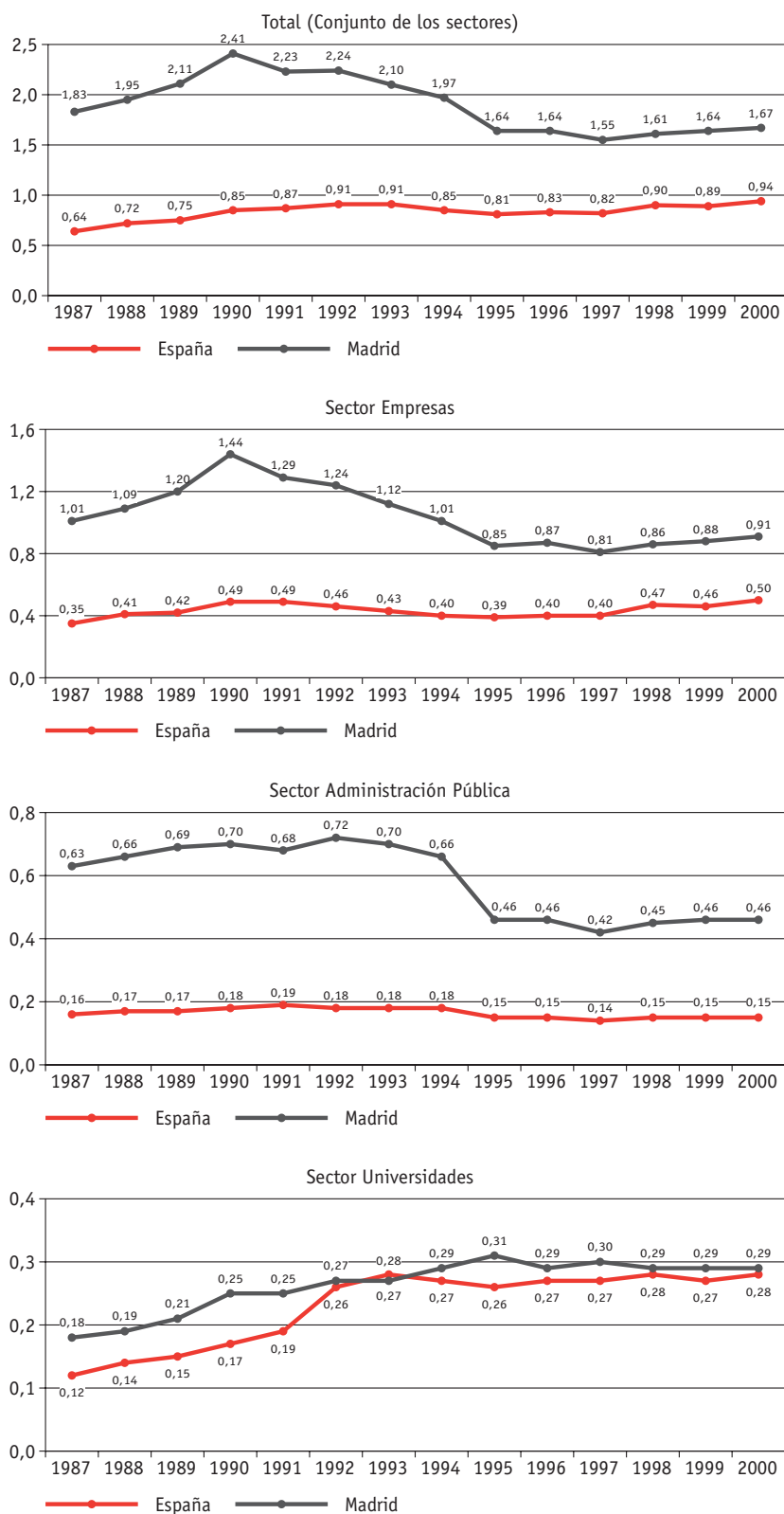
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

GRÁFICO II.2 GASTO INTERNO EN I+D (Euros de 1999 por habitante)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

GRÁFICO II.3 GASTO INTERNO EN I+D (Porcentaje sobre el PIB_{pm})



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

Un segundo aspecto que se estudia a partir de los indicadores que se han elaborado es el de la *asignación de recursos humanos a la I+D*, distinguiéndose entre el conjunto de las personas que se emplean en esas actividades y el grupo que forman los investigadores; es decir, los científicos e ingenieros que desarrollan los proyectos en los que se organiza la creación de nuevos conocimientos.

El gráfico II.4 refleja la evolución temporal del valor absoluto de la primera de esas variables, pudiéndose constatar que el crecimiento del personal ocupado en I+D ha sido más intenso en el conjunto de España que en la Comunidad de Madrid. En efecto, mientras que en el primer caso, entre 1987 y 2000, el número de trabajadores se ha multiplicado por 2,5, en el segundo sólo lo ha hecho por 2. Y, como consecuencia, Madrid ha pasado de reunir al 35% de las personas empleadas en la I+D española, en el primero de esos años, a recoger sólo el 28% en el segundo. Además, mientras la cifra total española, a uno u otro ritmo, no ha dejado nunca de crecer, la madrileña ha pasado por algunos períodos de estancamiento e, incluso, de retroceso, sobre todo entre 1991 y 1997. Ambos fenómenos, aunque con algún matiz en el caso del segundo, se reproducen en la consideración desagregada de los datos, de manera que en los tres sectores se aprecia la disminución de la importancia relativa de la región madrileña en el marco español.

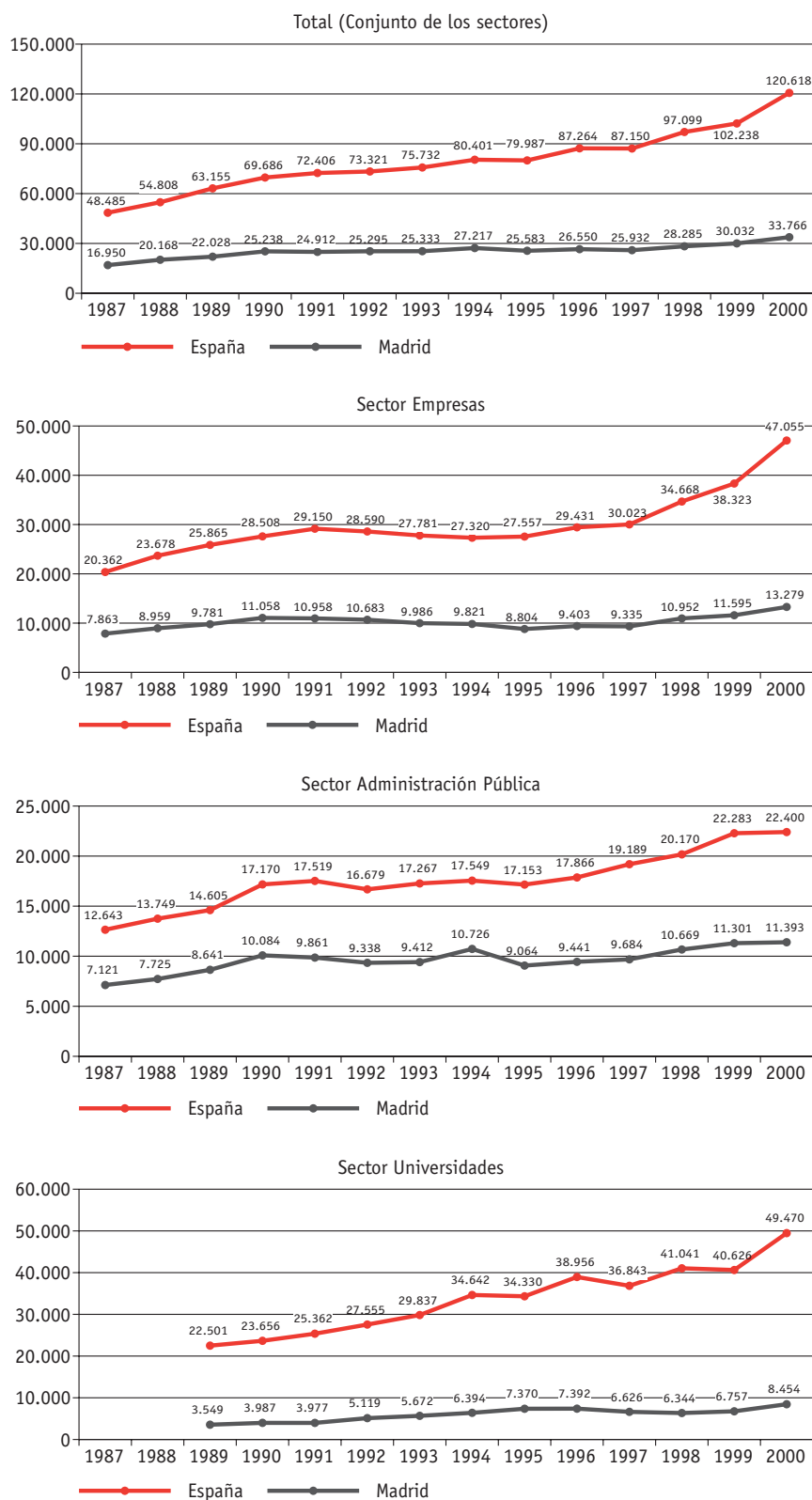
Pese a ello, cuando las cifras se relativizan con respecto a la población activa, la posición destacada de la Comunidad de Madrid vuelve a manifestarse. En el momento actual, 14,7 de cada 1.000 personas activas se ocupan en actividades de investigación científica y técnica; una cifra ésta que duplica con creces la media de España, tal como aparece representado en el gráfico II.5. Esta diferencia es aún mayor en el caso de las empresas -5,76‰ en Madrid y 2,81‰ en el conjunto español- y, sobre todo, en la Administración Pública -4,94 frente a 1,34‰-, atenuándose hasta casi desaparecer en el sector de las Universidades -3,67 frente a 2,95‰-. Ello no obsta para que, por lo general, durante la década de 1990 se haya producido una cierta convergencia de los valores regionales hacia el promedio nacional, como también se advertía en los datos referentes al gasto en I+D.

Las tendencias que se acaban de describir pueden constarse también en los indicadores que toman en consideración al personal investigador. De nuevo se comprueba, en efecto, que la ocupación de científicos e ingenieros ha aumentado a un ritmo más vivo en el conjunto de España que en Madrid, tal como se muestra en el gráfico II.6. Y, como consecuencia, ha descendido la concentración de este tipo de empleo en la capital del Estado desde el 35,7% que se alcanzó en 1990, hasta el 27% en que se sitúa en 1999. Todo lo cual, con una u otra intensidad, se reproduce en cada uno de los tres sectores en los que se desglosan los datos. A su vez, el gráfico II.7 pone de relieve que también en lo que concierne a los investigadores el esfuerzo que realiza la Comunidad de Madrid para asignar recursos humanos a la I+D es más intenso que el que se constata, como promedio, en España. En el último año para el que se dispone de datos, ese esfuerzo resulta ser dos veces superior en el conjunto de los sectores, lo que no es sino el resultado de agregar la diferencia aún más amplia de las empresas y la Administración Pública, con la más estrecha de las Universidades. Y, como se veía en los indicadores anteriores, puede constarse que, en el curso de los años noventa, ha tenido lugar una cierta convergencia entre las cifras madrileñas y las españolas, aunque se trata de un proceso aún muy incipiente, excepto en el caso del sector universitario.

Los cambios que se han observado en los indicadores hasta aquí expuestos tienen un reflejo apreciable en la transformación que ha experimentado la *estructura del sistema regional de innovación*. Ésta puede estudiarse con referencia a las tres variables de recursos que se han venido analizando: el gasto, el personal total y los investigadores. Ello es lo que se hace a continuación observando cómo ha evolucionado la distribución de esas variables entre los tres sectores en los que puede desagregarse la información.

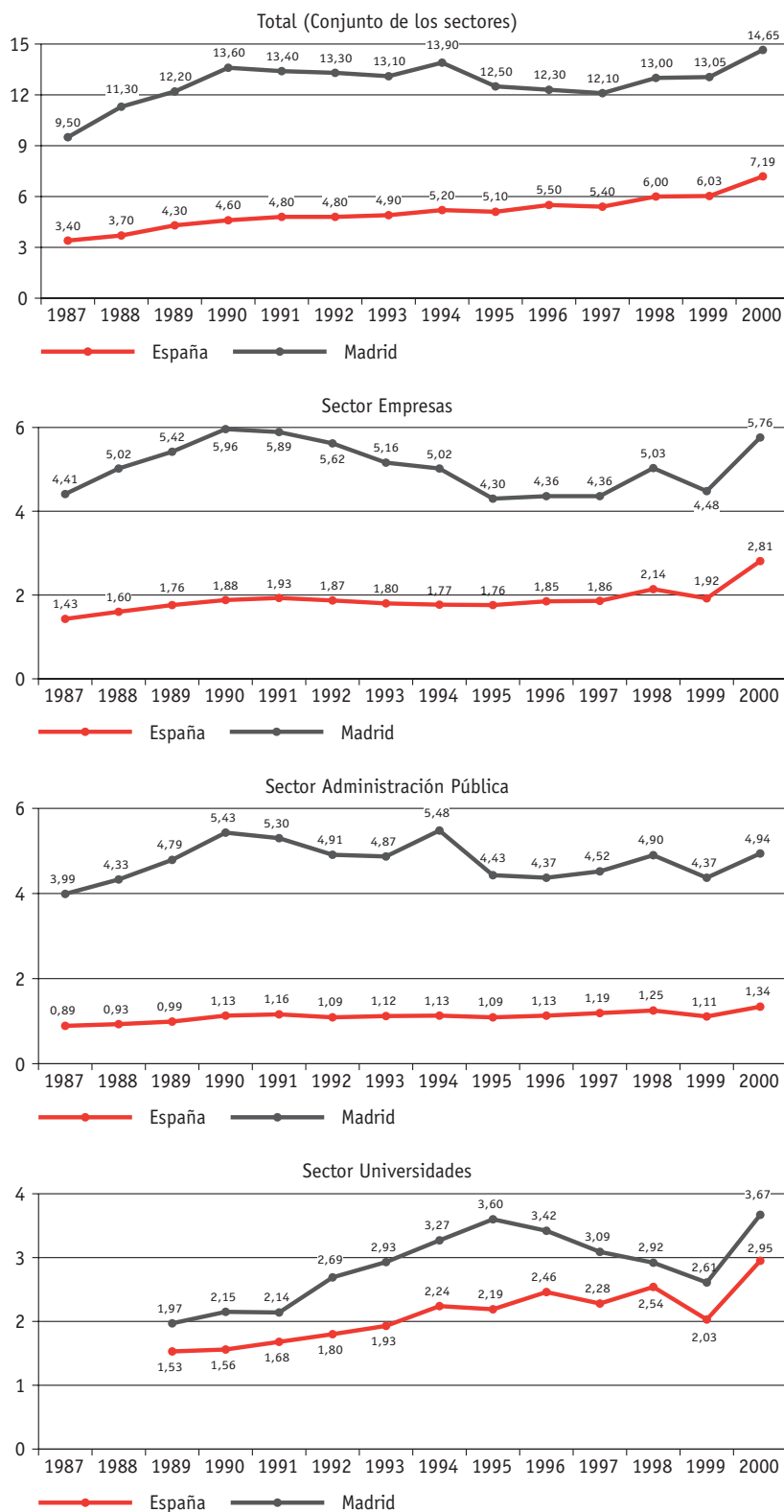
Comenzando por el gasto en I+D, en el gráfico II.8 se reflejan las modificaciones que han tenido lugar en su distribución desde los últimos años ochenta. Tanto en la Comunidad de Madrid como en el conjunto de España, se constata que la principal tendencia de cambio se concreta en la ampliación del papel relativo del sector de las Universidades a costa, principalmente, de la Administración Pública y, en pequeña medida, de las empresas.

GRÁFICO II.4 PERSONAL EN I+D (Número de personas en equivalencia a dedicación plena)



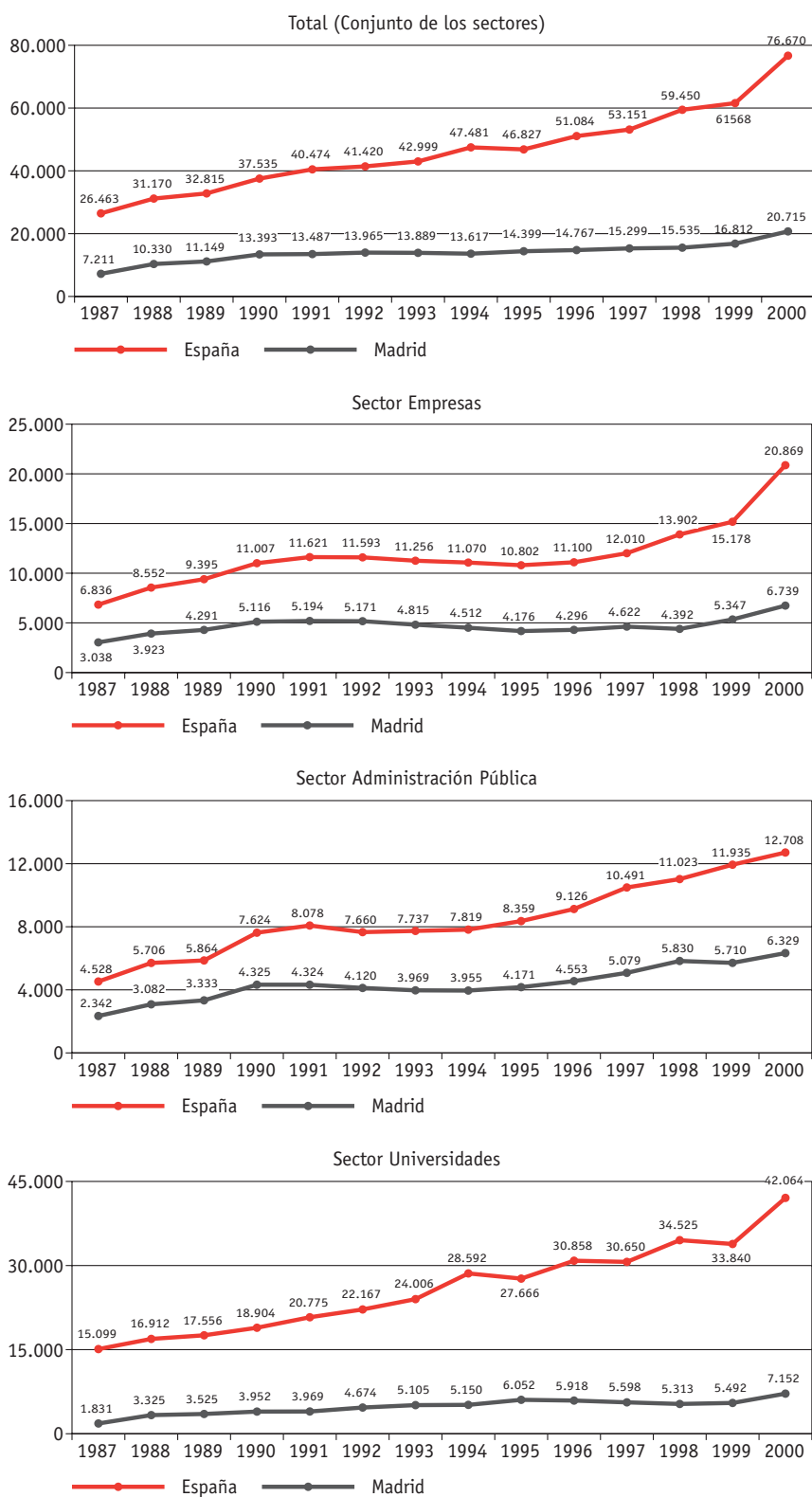
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

GRÁFICO II.5 PERSONAL EN I+D EN EQUIVALENCIA A DEDICACIÓN PLENA (% de la población activa)



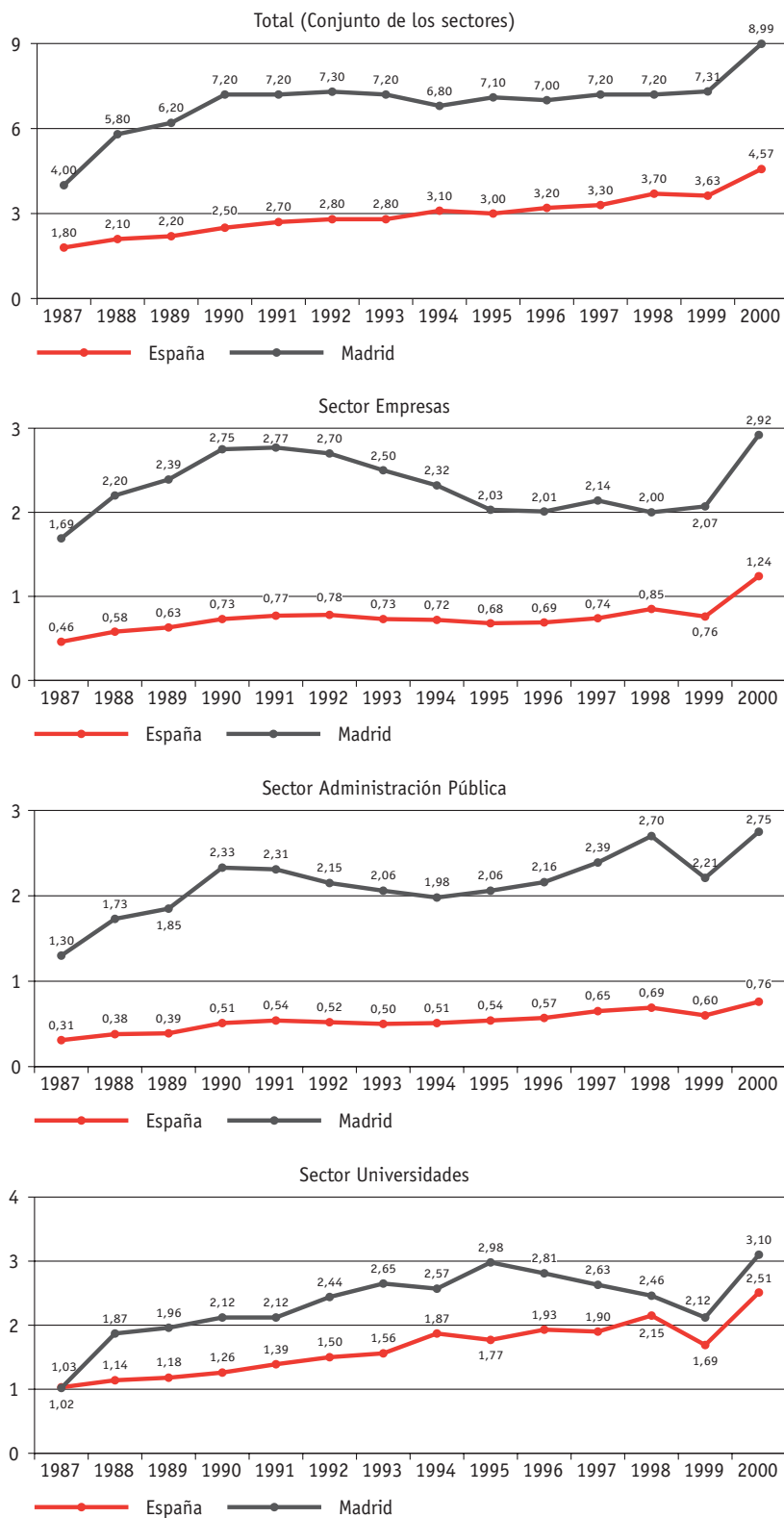
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

GRÁFICO II.6 INVESTIGADORES EN I+D
(Número de personas en equivalencia a dedicación plena)



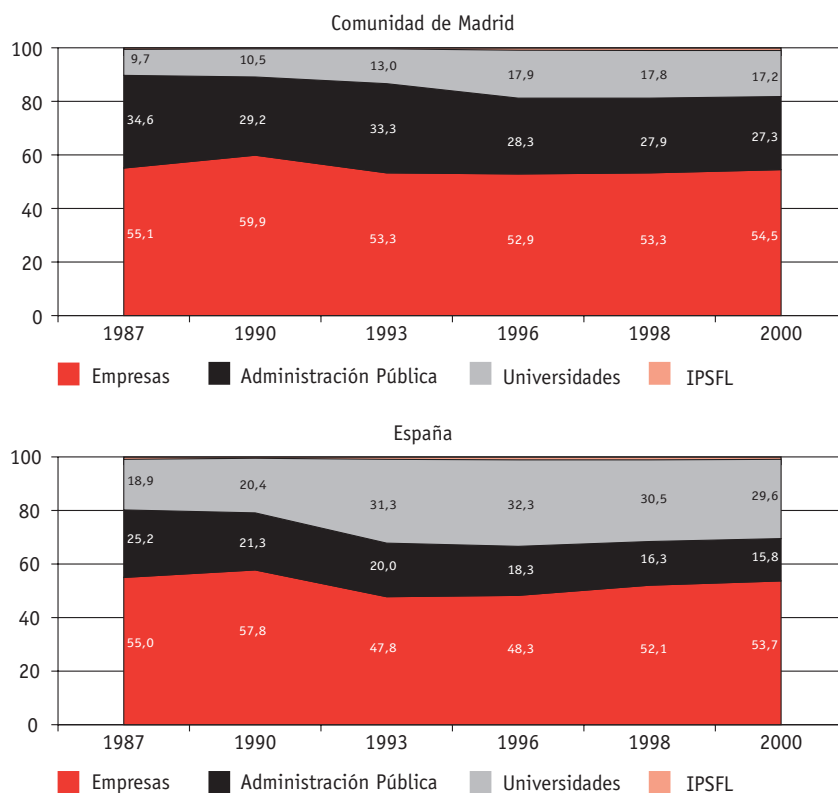
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

GRÁFICO II.7 INVESTIGADORES EN I+D EN EQUIVALENCIA A DEDICACIÓN PLENA (% de población activa)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

GRÁFICO II.8 ESTRUCTURA DEL GASTO EN I+D (Porcentajes)



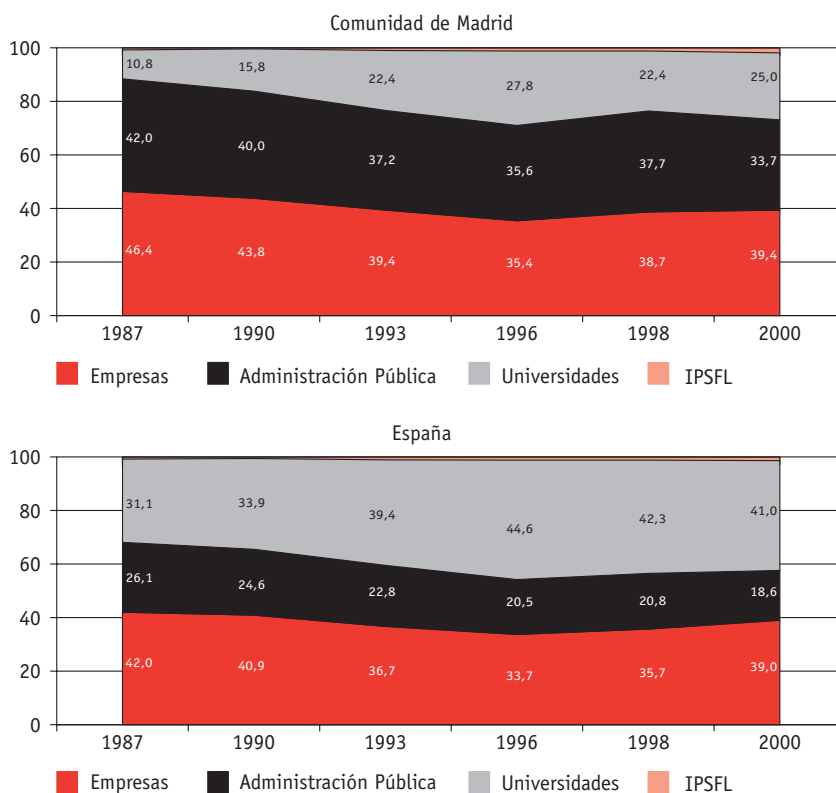
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

Comparando los años extremos, las Universidades han ganado, en efecto, 7,5 puntos porcentuales en la región madrileña, mientras que el sector de la Administración ha retrocedido siete y el empresarial medio punto. En el caso español estas cifras son, respectivamente, del orden de diez puntos de aumento para las Universidades, y nueve de disminución para la Administración Pública y otro más para las empresas.

La causa principal del fenómeno que se acaba de describir hay que buscarla en la política desarrollada desde mediados de la década de 1980, que llega casi hasta nuestros días, de acuerdo con la cual se ha promocionado la creación de nuevas Universidades, principalmente públicas, aunque también privadas, extendiendo estas instituciones a la práctica totalidad de las provincias, tanto para atender una demanda creciente de estudios superiores, como con el objetivo de favorecer los procesos de innovación. Esto último no hace sino reflejar una idea basada en el modelo lineal al que ya se ha hecho referencia, según la cual la creación de capacidades de investigación en los centros de enseñanza universitaria acabaría repercutiendo sobre las posibilidades de innovación en las empresas.

Pero más allá de que Madrid comparta con el conjunto de España la tendencia de cambio que se acaba de describir, entre ambas áreas existen diferencias y similitudes que conviene destacar. El sistema madrileño de innovación cuenta con una muy superior presencia del sector de Administraciones Públicas que el español, lo que constituye el resultado de la localización en aquél de una buena parte de los institutos y centros de investigación del CSIC, CIEMAT, INTA, CEDEX, INIA, IEO, Instituto Tecnológico Geominero de España y otros organismos públicos, así como de una parte apreciable de la capacidad de investigación de los hospitales públicos. Por otra parte, es menor la participación de las Universidades, a pesar de que Madrid cuenta con un

GRÁFICO II.9 ESTRUCTURA DEL PERSONAL EN I+D (Porcentajes)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

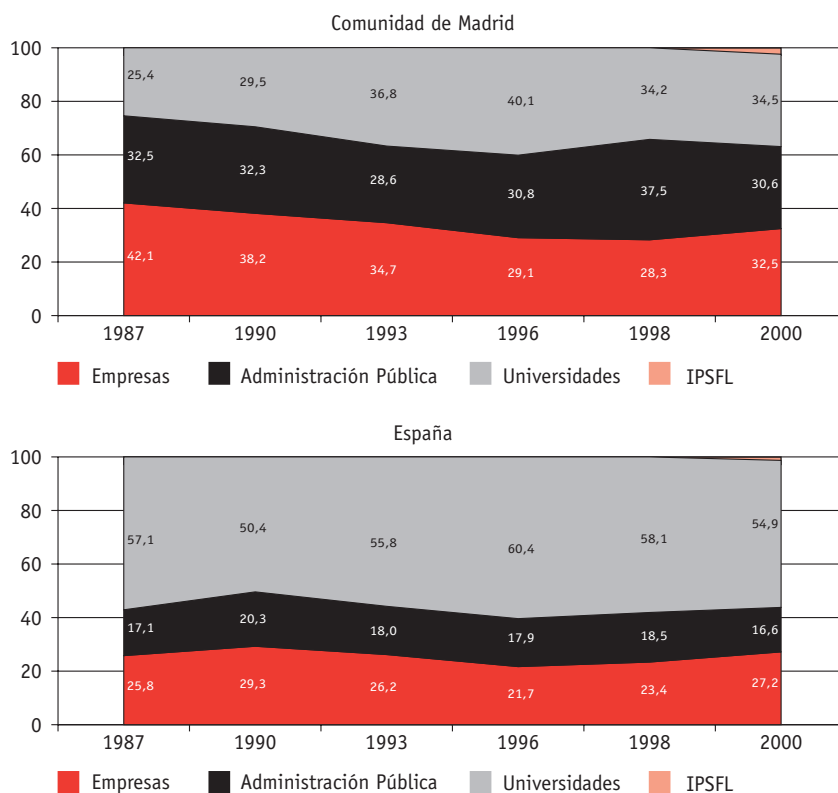
sector de enseñanza superior muy potente. Y, finalmente, en ambos casos encontramos una similar participación de las empresas.

Las tendencias de cambio en la estructura del sistema regional de innovación y los elementos diferenciales del madrileño con respecto al valor medio de los indicadores para el conjunto de España que se acaban de describir, aparecen también reflejados en los resultados que toman como variables de medida el personal ocupado en I+D y los investigadores, tal como se puede comprobar en los gráficos II.9 y II.10. A este respecto, lo único que merece ser destacado ahora es que, en ambas áreas, la importancia relativa de las empresas es notoriamente inferior –y la de las Universidades y la Administración Pública, superior– que cuando la referencia se establece con el gasto. Ello no es sino una consecuencia del hecho de que la investigación en los laboratorios empresariales es más intensiva en el uso de recursos financieros –y también de mano de obra técnica y auxiliar– que la que se realiza en los organismos públicos y en la Universidad, aspecto éste que se aborda a continuación.

Los últimos indicadores que, con la información de que se dispone a partir de los resultados de la *Estadística de I+D* del INE, se pueden construir, son algunas *ratios analíticas sobre la intensidad con que se emplean los recursos* en las actividades de investigación que se desarrollan por los distintos tipos de agentes que operan en el sistema de innovación.

La primera de ellas, que se refleja en el gráfico II.11, recoge el gasto por persona ocupada en I+D, valorado a precios constantes de 1999 y euros, lo que posibilita conocer su evolución real. Lo primero que llama la atención en este indicador es que, con referencia al conjunto de los sectores, experimentó una evolución creciente hasta el comienzo de la década de 1990 –hasta 1991 en el caso de la Comunidad de Madrid, y 1992 en el de España– para reducir

GRÁFICO II.10 ESTRUCTURA DE LOS INVESTIGADORES EN I+D (Porcentajes)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

después su valor de manera progresiva en una dinámica de deterioro que llega hasta 1994, para estabilizarse después, casi sin variaciones apreciables, hasta el momento actual. Ello ha supuesto que, durante los últimos años, la disponibilidad de recursos por ocupado en Madrid haya sido, en términos reales, alrededor de un 25% inferior a la que se registró en el comienzo del referido decenio. Este porcentaje se sitúa en torno al 15% en el conjunto español.

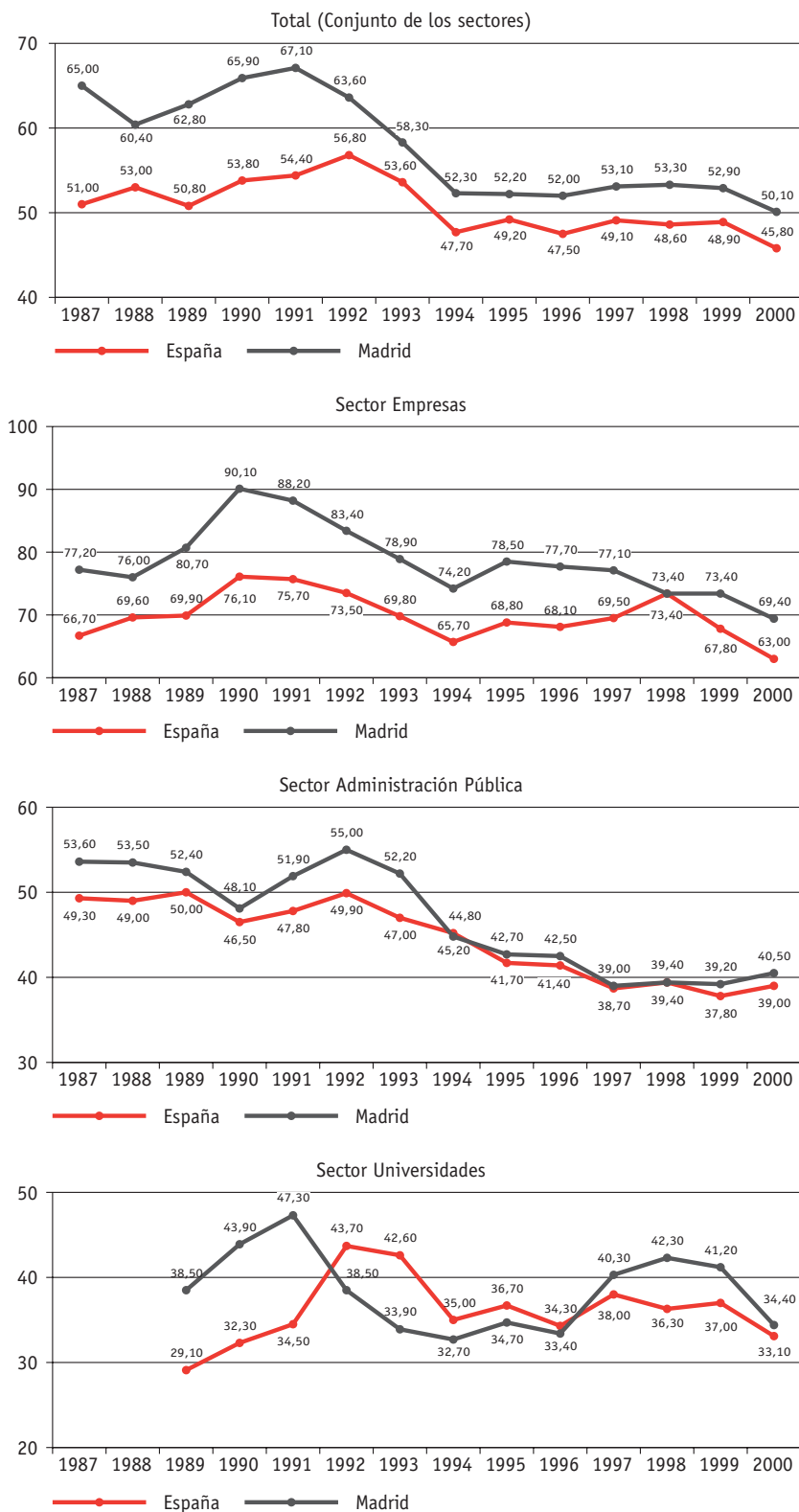
Las causas de la evolución del indicador señalado hay que buscarlas en dos factores principales. Por una parte, las restricciones salariales que han afectado principalmente al sector público, aunque también al privado. Siendo la investigación una actividad muy intensiva en trabajo, los salarios percibidos por los empleados en ella constituyen una parte fundamental del gasto total⁸; y por esta razón los procesos de contención salarial, que en el caso del sector público han supuesto un importante retroceso de los salarios reales y en el del sector privado su estabilización⁹, repercuten negativamente sobre el montante real de los recursos empleados por cada trabajador ocupado. Y, por otra, las restricciones a que se han visto sujetos los recursos presupuestarios del Estado con motivo del cumplimiento de los criterios establecidos para la constitución de la Unión Monetaria Europea, han implicado un papel decreciente de la política científica y tecnológica, de manera que ésta ha dispuesto de unos fondos cada vez menores en términos reales, arrastrando tras de sí un menor gasto de los agentes –principalmente los pertenecientes al sector público, pero también las empresas– que dependen de ella.

Por lo demás, este indicador refleja un mayor nivel de gasto por ocupado en las actividades de I+D que se desarrollan en la Comunidad de Madrid con respecto a la media nacional. Ello es sobre todo consecuencia de los valores que adopta en el sector empresarial, pues, en cambio,

⁸ Así, por ejemplo, en 2000, la retribución de los trabajadores ocupados en la I+D fue equivalente al 56,2% del gasto total. Este porcentaje se situó en el 53,3% en el caso de las empresas, el 53,4% en el de la Administración Pública y el 62,4% en el de las Universidades.

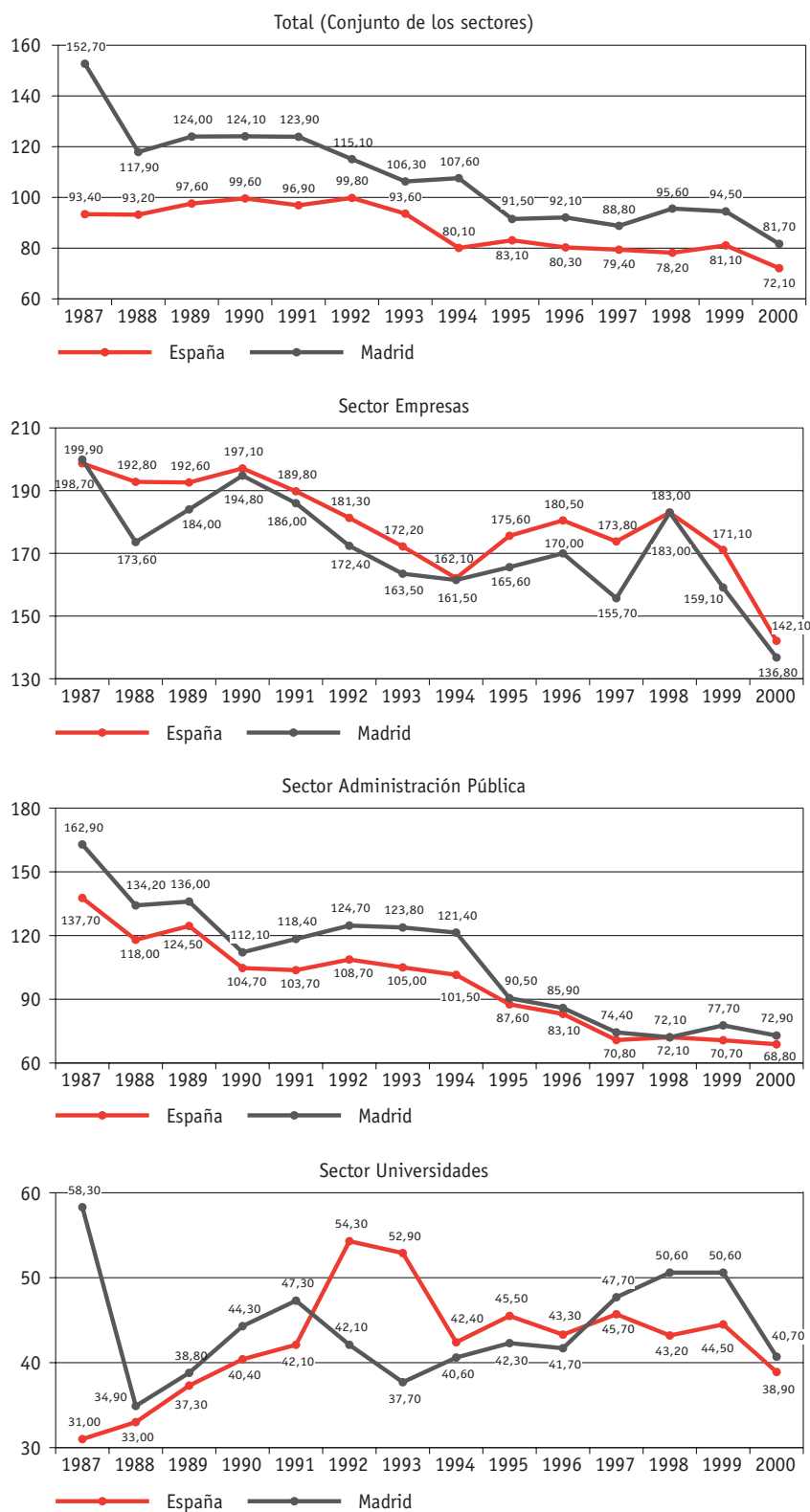
⁹ Vid. Consejo Económico y Social (2000), capítulo II.

GRÁFICO II.11 GASTO POR PERSONA OCUPADA EN I+D
(Miles de euros de 1999 por ocupado en EDP)



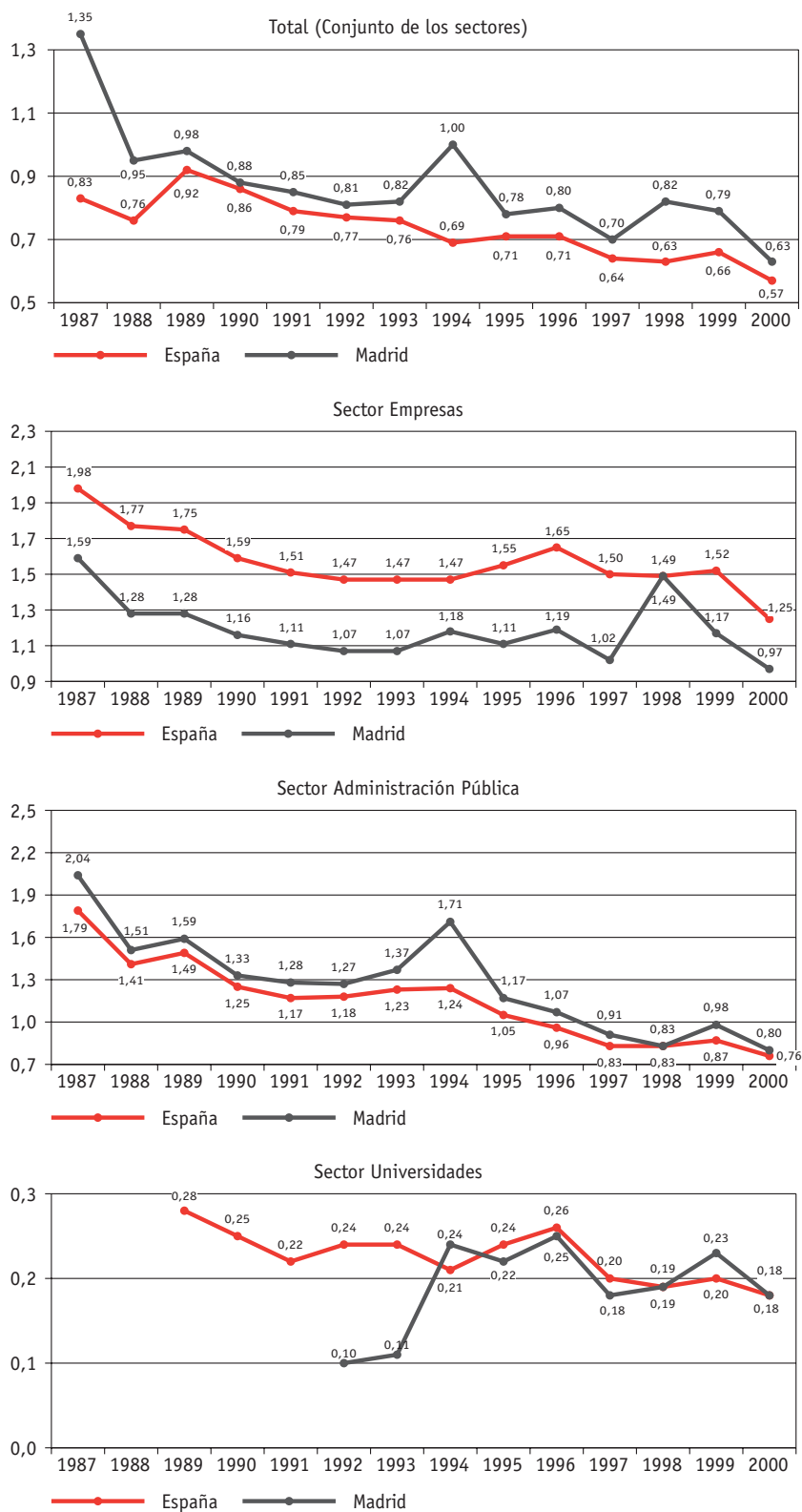
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

GRÁFICO II.12 GASTO POR INVESTIGADOR OCUPADO EN I+D
(Miles de euros de 1999 por investigador en EDP)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

GRÁFICO II.13 TÉCNICOS Y AUXILIARES POR CADA INVESTIGADOR OCUPADO EN I+D
(Miles de euros de 1999 por investigador en EDP)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

en el de la Administración Pública y en el de las Universidades hay una mayor homogeneidad –particularmente durante los años más recientes– de Madrid con el conjunto de España. Algo similar se puede decir cuando el indicador, en vez de confrontar el gasto con el empleo total en I+D, lo hace con el número de investigadores. No obstante, como muestra el gráfico II.12, en este caso la posición relativa de Madrid en el sector de las empresas se invierte, de manera que los valores correspondientes son inferiores al promedio español. Finalmente, en el gráfico II.13 se recogen los resultados del cálculo sobre el empleo de técnicos y auxiliares por cada investigador ocupado en I+D, con lo que se complementa la visión precedente acerca los recursos de que disponen éstos en su actividad. La Comunidad de Madrid presenta de nuevo un mejor comportamiento que la media española, aunque a corta distancia y sin que ello obste para considerar que el valor de esta ratio es, sobre todo en los años más recientes, demasiado pequeño, de manera que denota una cierta precariedad en los medios de que se dispone para la investigación. Ello es así, de manera especial, en el caso de las Universidades, donde, sin que Madrid destaque sobre el promedio nacional, se cuenta con una persona de apoyo por cada cinco investigadores. En las empresas, Madrid ha registrado tradicionalmente una peor posición que la del conjunto español, contabilizándose, en el último año, una relación de uno a uno entre los investigadores y los técnicos y auxiliares. Y en los centros de la Administración Pública, entre los que los ubicados en Madrid están algo por encima de la media, tras un descenso prolongado del indicador, éste alcanza un valor de 0,8 personas de apoyo por investigador.

3. *Stock* de capital tecnológico

3. Stock de capital tecnológico

3.1. Introducción

66

3.2. Metodología de la estimación

68

3.3. Resultados

72

3.1. **Introducción**

El análisis de la asignación de recursos a la I+D, cuando se circunscribe sólo a la consideración del gasto que anualmente se realiza para financiar las correspondientes actividades, presenta una importante limitación. En efecto, el concepto de gasto en I+D concierne a una noción de flujo de pagos destinado tanto a sostener al personal ocupado en la obtención de nuevos conocimientos –incluyendo la provisión de los inputs corrientes que requiere su trabajo– como a realizar las inversiones en equipos e instalaciones que se requieren para ello. Sin embargo, la variable que influye sobre la producción no es ese flujo sino más bien el fondo acumulado de conocimientos que se logra a partir de él. Por ello, en la perspectiva del análisis de la interacción entre el sistema de investigación y el sistema económico, tiene interés contar con alguna forma de aproximación cuantitativa a la formación de dicho fondo.

La idea que subyace en el concepto de *stock* de capital tecnológico es precisamente la de representar el conjunto de conocimientos que se han venido obteniendo a lo largo del tiempo, agregando en él la experiencia adquirida en la realización de actividades de I+D, por una parte, y restando a su composición los elementos que van quedando obsoletos o que carecen de posibilidades para su aplicación. Tal representación puede realizarse mediante una función que recoja acumulativamente a lo largo del tiempo los gastos que tienen lugar para financiar dichas actividades –sujetando a un cierto retardo su incorporación al *stock*, pues puede suponerse que los resultados de éstas no son inmediatos–, a la vez que descuenta una parte de los realizados en el pasado debido a su depreciación.

Una función de este tipo, de acuerdo con la propuesta de Soete y Patel (1985), es la siguiente:

$$T_t = \sum w_j \cdot \text{GID}_{t-1}$$

en la que T designa el *stock* de capital tecnológico en un momento determinado (t), y w_j refleja la estructura de retardos temporales con que se incorpora el gasto en I+D (GID) a dicho *stock*, así como la tasa de depreciación a la que se ve sometido éste.

En este documento se recogen los resultados de la aplicación de una función como la precedente –cuya especificación se concreta en el epígrafe metodológico– a los datos regionales del gasto en I+D español, distinguiéndose entre el gasto total y el que realizan las empresas, así como, para facilitar las comparaciones internacionales, al que tiene lugar en los países que se integran en la Unión Europea.

3.2. **Metodología de la estimación**

Para la estimación del capital tecnológico en los ámbitos geográficos a los que se acaba de hacer referencia, de acuerdo con la función anterior, es preciso adoptar criterios que especifiquen tanto la estructura de los retardos a los que se sujeta la incorporación del gasto en I+D al *stock* correspondiente, como la tasa de depreciación de éste. Tales criterios han de ser necesariamente convencionales, pues se carece de evidencias empíricas que pudieran orientar este asunto; carencia que, por lo demás, es comprensible dada la abstracción que supone aproximar la medida de la acumulación de conocimientos a través del gasto que se realiza para financiar su obtención.

En nuestro caso, seguiremos la pauta marcada por el trabajo de Soete y Patel (1985) en su estimación de los *stocks* de capital tecnológico de Estados Unidos, Japón, Francia, Alemania y el Reino Unido para el período 1956–1982. Concretamente, por lo que al primero de esos aspectos se refiere, se supondrá que el gasto en I+D de un determinado año tarda cinco en integrarse plenamente dentro del *stock*¹, de manera que lo hace en un 20% a partir del año posterior a su realización, en otro 30% durante cada uno de los dos años siguientes y en el 20% restante un año después de estos últimos. Y, en cuanto al segundo, se fija una desvalorización del 15% anual para el *stock* preexistente². En consecuencia, la función empleada en la estimación del *stock* de capital tecnológico queda especificada como sigue:

$$T_t = (1 - 0,15) T_{t-1} + (0,20 \text{GID}_{t-1} + 0,30 \text{GID}_{t-2} + 0,30 \text{GID}_{t-3} + 0,20 \text{GID}_{t-4})$$

Una dificultad adicional para la estimación del *stock* de capital tecnológico es la que concierne al desconocimiento de su cuantía en el año inicial de la serie correspondiente. Para solucionar este problema, se ha supuesto que su valor en ese momento sea equivalente a siete veces el monto de los gastos en I+D del año correspondiente. Si la serie de datos es suficientemente larga y el crecimiento del gasto en I+D resulta ser bastante acelerado, esta decisión, debido a la alta tasa de depreciación que se está manejando, apenas influye sobre los valores del *stock* al cabo de siete años³.

Como se acaba de señalar, la disponibilidad de series temporales extensas sobre el gasto en I+D es importante para evitar que los supuestos adoptados ejerzan una influencia excesiva sobre los resultados obtenidos, pues en tal caso pueden desecharse las cifras que corresponden a los años iniciales de la estimación. Por ello, en nuestro caso, debido a que las primeras investigaciones estadísticas sobre dicha variable en España⁴ datan de 1964 y 1967, se ha tomado este último año como base de la estimación, aplicándose a partir de él la función antes especificada a los datos anuales disponibles⁵. Estos últimos, por otra parte, se han transformado previamente para que pudieran ser expresados en euros de 1999; transformación que se ha realizado mediante la aplicación del deflactor del PIB (con base 1999 = 100) a los valores en pesetas y la conversión de éstas a la moneda europea al tipo de cambio irreversible fijado oficialmente.

Construidas así, a partir de los datos del INE, las series del *stock* de capital tecnológico total –es decir, el que se desprende del conjunto de los gastos en I+D realizados en el país– y empresarial –para el que sólo se tienen en cuenta los gastos ejecutados por las empresas–, se ha procedido posteriormente a su regionalización. Ésta sólo ha podido ser realizada a partir del año 1989 debido a que las series del gasto en I+D regional comienzan tres años antes para las empresas y dos para los sectores de la Administración Pública y las Universidades. En este caso, para estimar el *stock* inicial de una Comunidad Autónoma se ha supuesto que su cuantía sea una proporción del *stock* de España equivalente al promedio de su participación en el gasto nacional de I+D durante el período que va desde 1986 hasta 1988⁶.

Por otra parte, en el caso de la estimación correspondiente a los países de la Unión Europea, se han utilizado las series de datos sobre el gasto en I+D publicadas por la OCDE a partir de 1980, así como por la Comisión Europea⁷, completando por interpolación los años para los que no hay información disponible. Asimismo, se han tenido en cuenta los deflatores del PIB de cada país publicados por aquella institución, para convertir los datos a precios constantes de 1999 y poder aplicar así el tipo de cambio de cada moneda nacional con el euro en dicha fecha. Lógicamente, el hecho de que las series disponibles tengan su inicio en un año más reciente

¹ Otros trabajos, como el de Martín (1999), en el que se recogen estimaciones referidas a los países de la Unión Europea, adoptan un retardo de dos años. Debe señalarse a este respecto que, de acuerdo con los resultados obtenidos por Griliches y Mairesse (1984), la influencia de la estructura de retardos sobre la evolución de la cuantía del capital tecnológico es bastante débil. Soete y Patel (1985) comprueban este extremo comparando sus resultados para el Reino Unido con los de Schott (1976). Y, en nuestro caso, por comparación con los resultados de Martín (1999) que se expresan bajo la forma de la ratio entre el capital tecnológico y el PIB, ocurre otro tanto. Así, según esta autora, en 1998, la referida ratio adoptaba en España un valor equivalente al 37,1% del promedio europeo, en tanto que, según nuestra estimación, llegaba al 38,8% de éste.

² Esta tasa de depreciación es la que también emplea Griliches (1986). En el caso de Martín (1999) se la supone situada en el 10%, como también ocurre en el trabajo de Mohnen, Nadiri y Prucha (1986).

³ Vid. sobre este aspecto, Soete y Patel (1985), pág. 984.

⁴ Para una revisión metodológica de las series disponibles y una recopilación completa de los correspondientes datos, vid. INE (2000).

⁵ En los años para los que se carece de información –como, 1965, 1966, 1968 y 1977– se han obtenido las cifras a utilizar por interpolación entre las correspondientes a los años inmediatamente precedente y posterior.

⁶ Este procedimiento permite conservar la antigüedad de la serie tomada como base y, con ello, la ventaja de que sus datos, al cabo de un cierto número de años, pierdan la sensibilidad al tomado como base. Y sus resultados son, en términos relativos, equivalentes a los que se obtendrían aplicando la metodología general de obtención del *stock* inicial a los datos regionales del gasto en I+D en 1989. Dicho de otro modo, aun cuando los valores absolutos difieran con ambos procedimientos, la relación entre el *stock* regional y el nacional es prácticamente la misma.

⁷ Se trata de las estimaciones de EUROSTAT para la publicación de la Comisión Europea (1997).

que el tomado como base para España, ha obligado a una corrección de los resultados con la finalidad de hacerlos comparables entre sí. Concretamente, los *stocks* europeos –incluyendo el español– se han referido inicialmente al año 1983; y posteriormente se han tomado como base las cuantías obtenidas para 1989, una vez corregidas en la misma proporción que corresponde a la diferencia de los resultados obtenidos para España por este procedimiento y el que se ha descrito en los párrafos anteriores.

En definitiva, las series que a continuación se presentan parten del año 1989 y recogen estimaciones homogéneas del *stock* de capital tecnológico tanto regionales como nacionales, lo que posibilita la comparación de los datos y, con ello, el análisis de la posición relativa de cada área con respecto a las demás.

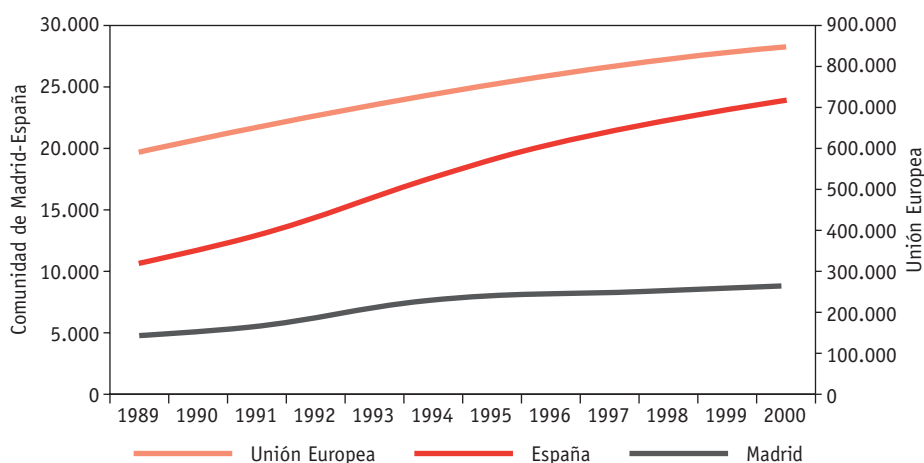
Los indicadores que, con la metodología anterior, se han estimado, son los siguientes:

- Valor del *stock de capital tecnológico total (I+D)* expresado en millones de euros y a precios constantes de 1999. Las series que se presentan en este documento comprenden los valores regionales y los correspondientes a España y los demás países de la Unión Europea.
- *Stock de capital tecnológico total (I+D) por habitante*. Se trata del cociente entre las cifras del indicador precedente y las de la población del correspondiente ámbito territorial, expresándose los resultados, en este caso, en euros por persona.
- Valor del *stock de capital tecnológico empresarial* expresado en millones de euros y a precios constantes de 1999. Como en el caso anterior, las series hacen referencia al ámbito regional y al nacional de España y los demás países de la Unión Europea.
- *Stock de capital tecnológico empresarial por habitante* que, al igual que antes, se valora en euros por persona.

3.3. **Resultados**

Los resultados de la estimación de los indicadores que se acaban de definir aparecen reflejados en los cuadros que componen el anexo estadístico, en el que se presentan, por una parte, los referidos a España y, por otra, los que aluden a los países de la Unión Europea. Con objeto de facilitar el análisis, algunos de esos resultados se han reflejado en los gráficos que se exponen seguidamente. El primero de ellos expresa las cifras del *stock de capital tecnológico total (I+D)* y en él se puede apreciar que esta variable experimentó en la Comunidad de Madrid, durante el período analizado, un crecimiento bastante considerable –del 6,2% anual acumulativo–, pudiéndose distinguir claramente una primera fase más expansiva durante la primera mitad de la década de 1990, y otra de aumento mucho más modesto en el segundo quinquenio de ella. La caída del gasto en I+D de la región durante los años centrales de ese decenio y su débil recuperación posterior⁸, es la causa principal que explica dicho comportamiento. Por otra parte, el incremento del *stock* madrileño ha sido más modesto del que se estima para el conjunto de España, cuya tasa acumulativa del 7,9% supera ampliamente la de aquél. Además, como se visualiza en el gráfico III.1, aunque también las cifras nacionales registran una moderación de su crecimiento desde mediados de los noventa, mantienen un ritmo expansivo superior a las que corresponden a la región de Madrid.

GRÁFICO III.1 STOCK DE CAPITAL TECNOLÓGICO TOTAL (I+D) (Millones de euros de 1999)



Pro memoria: Tasas de crecimiento anual acumulativo entre 1989 y 2000
Comunidad de Madrid: 6,2%. España: 7,9%. Unión Europea: 3,4%.

Fuente: Elaboración del IAlF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE, OCDE y EUROSTAT.

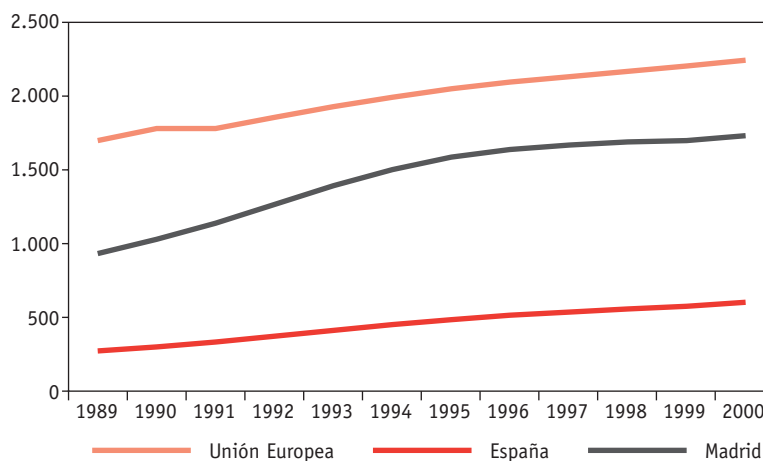
Finalmente, la acumulación de capital tecnológico durante el período contemplado en nuestro estudio ha sido notoriamente más acelerada que la que registra el conjunto de los países de la Unión Europea, para los que la tasa de crecimiento ha sido de sólo el 3,4%.

La consideración de las cifras que corresponden al *stock de capital tecnológico total (I+D) por habitante*, que se han reflejado en el gráfico III.2, apenas modifica la visión precedente acerca de la dinámica del crecimiento de aquella variable. La tasa de incremento acumulativo para el conjunto del período es, en Madrid, inferior a la española, a la vez que notoriamente superior a la del agregado europeo.

Pero esta forma de expresión del indicador sí proporciona una nueva perspectiva en lo concerniente al nivel alcanzado por la dotación de capital tecnológico. Y, así, se comprueba que ésta supera muy ampliamente en la Comunidad de Madrid al promedio nacional de España, aunque haya habido una cierta aproximación entre ambas. Así, si en 1989 el *stock* per cápita madrileño multiplicaba por 3,4 al español, y todavía en 1995 lo hacía por 3,3, al finalizar el decenio de los noventa, como fruto del menor dinamismo de la región, la ratio había descendido hasta 2,9.

⁸ Un análisis detallado de estas circunstancias puede verse en Buesa, Casado, Heijs y Gutiérrez de Gandarilla (2001).

GRÁFICO III.2 STOCK DE CAPITAL TECNOLÓGICO TOTAL (I+D) POR HABITANTE
(Euros de 1999)



Pro memoria: Tasas de crecimiento anual acumulativo entre 1989 y 2000
Comunidad de Madrid: 5,8%. España: 7,5%. Unión Europea: 2,6%.

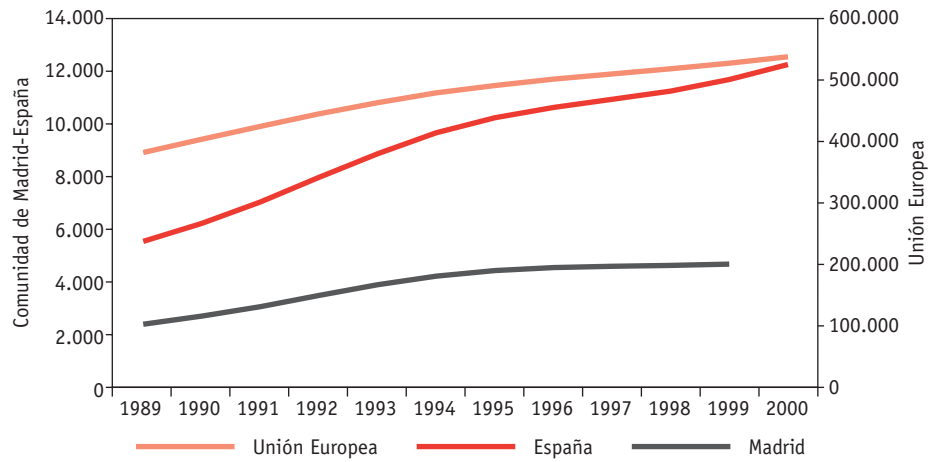
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE, OCDE y EUROSTAT.

Esa dotación es, por otra parte, inferior a la que, en conjunto, se estima para la Unión Europea, aunque, durante los primeros años de la década de 1990, ha experimentado un acercamiento a ella. De este modo, si en 1989 Madrid contaba con un capital tecnológico por habitante que apenas superaba la mitad de la media europea, en 1995 alcanzaba ya el 77% de ésta. Pero tal aproximación quedó desde entonces paralizada, de manera que el referido porcentaje es también el que corresponde al último año para el que se dispone de información.

En el gráfico III.3 se han representado los resultados correspondientes al *stock de capital tecnológico empresarial*. Este indicador aproxima mejor que el anterior la capacidad global que, por derivación de la acumulación de recursos, puede tener una economía para el sostenimiento de la innovación tecnológica, pues son indudablemente las empresas quienes acaban aglutinando, dentro de ellas, los conocimientos que se emplean en la producción. Su perfil evolutivo en la Comunidad de Madrid presenta rasgos similares a los que se han descrito para el *stock total*: un crecimiento apreciable, muy superior al promedio europeo pero algo distanciado del español; y un cierto agotamiento del proceso expansivo durante la segunda mitad de los años noventa. Sin embargo, también registra alguna diferencia destacable con respecto a dicha variable, pues en este caso la tasa acumulativa de crecimiento es mayor que para el capital total, lo que no ocurre ni en el conjunto de España ni en el agregado de la Unión Europea. Dicho de otra manera, parece claro que las empresas madrileñas anotan en la acumulación de capital tecnológico un comportamiento más dinámico que el que corresponde a los demás agentes del sistema de innovación, lo que no ocurre en ninguna de las dos áreas –España y la Unión Europea– que se están utilizando como elemento de contraste.

Al igual que en el caso anterior, también para el *capital tecnológico empresarial* se han estimado las cifras *por habitante*. En ellas, como se comprueba en el gráfico 4, de nuevo se ven reproducidas las tendencias de cambio a las que reiteradamente se ha aludido, siendo muy notoria en este indicador la que concierne al estancamiento de las cifras madrileñas durante los últimos años. Ello ha tenido como consecuencia un cambio en la posición relativa que ocupa Madrid con respecto a España y al conjunto de los países de la Unión Europea. Así, por lo que concierne a la primera de estas referencias, puede señalarse que el *stock* de la región en términos per cápita fue, entre 1989 y 1995, 3,4 veces superior al nacional; pero a partir de este último año tal relación ha ido disminuyendo hasta situarse, en 1999, en 3,1. Y, por lo que respecta a la segunda, mientras en el referido período el capital de Madrid progresó desde el 44 al 67% de la media europea, en los últimos años se ha producido un retroceso hasta la cifra del 65% que corresponde a 1999.

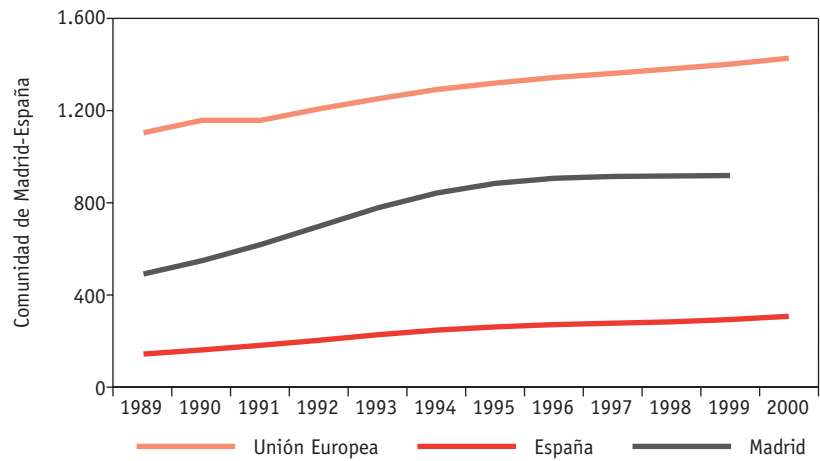
GRÁFICO III.3 STOCK DE CAPITAL TECNOLÓGICO EMPRESARIAL
(Millones de euros de 1999)



Pro memoria: Tasas de crecimiento anual acumulativo entre 1989 y 2000
Comunidad de Madrid*: 6,9%. España: 7,5%. Unión Europea: 3,2%.

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE, OCDE y EUROSTAT.
* Período 1989-1999.

GRÁFICO III.4 STOCK DE CAPITAL TECNOLÓGICO EMPRESARIAL POR HABITANTE
(Euros de 1999)



Pro memoria: Tasas de crecimiento anual acumulativo entre 1989 y 2000
Comunidad de Madrid*: 6,5%. España: 7,2%. Unión Europea: 2,4%.

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE, OCDE y EUROSTAT.
* Período 1989-1999.

STOCK DE CAPITAL TECNOLÓGICO TOTAL (I+D) (Euros de 1999 por habitante)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Madrid.....	930,36	1.024,41	1.136,25	1.261,60	1.388,12	1.498,56	1.580,59	1.632,94	1.663,15	1.682,47	1.692,97	1.725,53
ESPAÑA.....	270,15	298,44	331,99	369,96	410,19	449,45	483,29	510,95	533,92	554,98	573,92	600,74

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

* Cifras provisionales.

STOCK DE CAPITAL TECNOLÓGICO TOTAL (I+D) (Millones de euros de 1999)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Madrid.....	4.531,51	5.019,53	5.599,68	6.251,11	6.911,59	7.486,22	7.907,22	8.179,72	8.351,83	8.474,27	8.599,62	8.769,53
ESPAÑA.....	10.458,06	11.590,53	12.931,24	14.449,12	16.063,47	17.646,26	19.020,66	20.155,46	21.104,13	21.985,05	22.944,03	24.028,55

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

STOCK DE CAPITAL TECNOLÓGICO EMPRESARIAL (I+D) (Euros de 1999 por habitante)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Madrid.....	488,59	546,45	616,41	695,74	774,27	838,92	880,51	901,46	909,63	913,09	914,12
ESPAÑA.....	142,10	159,36	179,81	202,72	225,35	244,89	258,78	268,12	275,41	282,72	291,05

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

STOCK DE CAPITAL TECNOLÓGICO EMPRESARIAL (I+D) (Millones de euros de 1999)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Madrid.....	2.379,79	2.677,54	3.037,78	3.447,31	3.855,16	4.190,93	4.404,92	4.515,60	4.567,91	4.599,03	4.643,35
ESPAÑA.....	5.500,85	6.188,92	7.003,66	7.917,66	8.824,73	9.614,87	10.184,66	10.576,57	10.885,94	11.199,72	11.635,60

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

4.

**El *stock* de Recursos Humanos
en Ciencia y Tecnología**

4. El <i>stock</i> de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología	
4.1. Introducción	80
4.2. Metodología de la estimación de los RHCT en el ámbito regional	84
4.3. Indicadores del <i>stock</i> de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología en la Comunidad de Madrid	86

4.1. Introducción

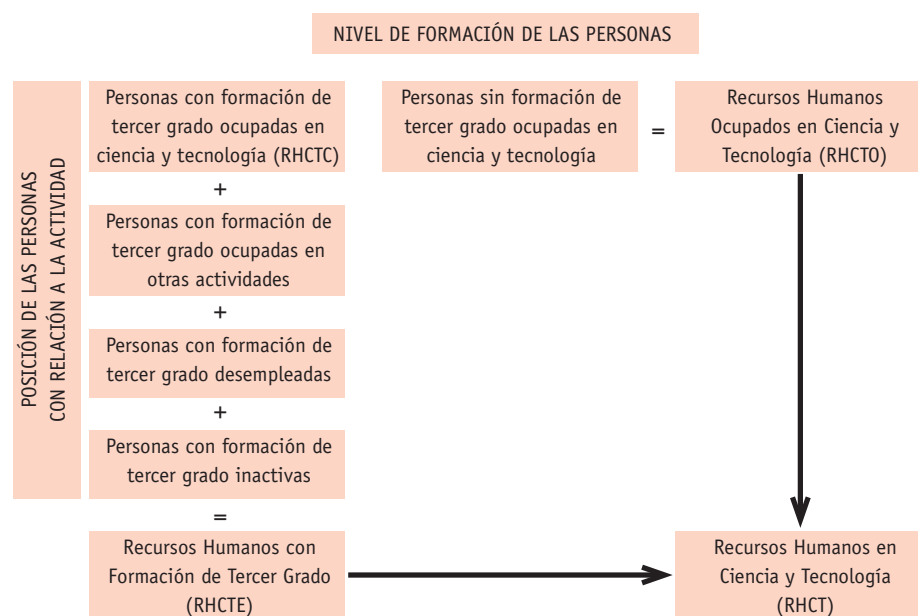
La concepción evolucionista de los procesos de creación de conocimientos –y de los sistemas regionales de innovación en los que éstos se desarrollan– ha caracterizado esos fenómenos como procesos de aprendizaje, dando así un papel muy importante a los recursos humanos en el análisis del cambio tecnológico. Ello es debido a que el aprendizaje reside esencialmente en las personas –lo que no obsta para que también las organizaciones jueguen un papel relevante en este terreno– y éstas poseen una capacidad de aprender tanto mayor cuanto más elevada sea su formación académica y su experiencia laboral. Por otra parte, esta idea confluye con los resultados teóricos y empíricos del análisis del desarrollo económico a partir de los modelos de crecimiento endógeno, en los que se atribuye un papel relevante al capital humano en el aumento a largo plazo del producto por habitante.

Uno de los frutos que se han derivado de esta consideración privilegiada del elemento humano, ha sido el desarrollo, por parte de la OCDE, de una metodología específicamente diseñada para la medición de los efectivos disponibles en cada país para el desarrollo de las actividades laborales de carácter científico y técnico. Se trata del *Manual de Canberra* (OECD, 1994) en el que se establecen los conceptos y formas de estimación del *stock* de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (RHCT); una publicación ésta que ha sido completada, en el ámbito de la Unión Europea, por EUROSTAT¹.

El referido *stock* lo integran todas las personas que respondan al menos a una de las dos características siguientes²:

- Haber completado sus estudios de tercer grado en una disciplina científica o tecnológica. Esta característica se define por dos elementos:
 - Por una parte, el nivel de estudios terminados por cada individuo, exigiéndose que haya realizado alguno de los que se enumeran a continuación: doctorado, licenciatura universitaria (ciclo largo) con o sin estudios de postgrado, diplomatura universitaria o formación profesional de grado superior³.
 - Y, por otra, el tipo de disciplina cursada en los anteriores tipos de estudios. Desde una perspectiva amplia –que es la que aquí se adoptará en razón de las limitaciones que impone la disponibilidad de información fiable y que corresponde a los estudios que se han publicado hasta el momento para el caso español⁴– se pueden tener en cuenta todos los campos de estudio, sean éstos de naturaleza técnica, científica o humanística. Desde

GRÁFICO IV.1 ESQUEMA BÁSICO DEL STOCK DE RECURSOS HUMANOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA



¹ Vid. EUROSTAT (1995) y (1999). Una síntesis de los principales aspectos metodológicos de la medición del *stock* de RHCT puede verse en la publicación del INE (1999), págs. 185 a 194.

² Se sintetizan aquí los aspectos que han sido tratados en Buesa, Navarro *et al.* (2001), págs. 23 y ss.

³ Estos estudios corresponden a los niveles 5, 6 y 7 de la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación. En términos de las clasificaciones empleadas por la *Encuesta de Población Activa* –que es la fuente de información que se utiliza en este trabajo–, los referidos estudios corresponden a las categorías: “doctorado y otros estudios de postgrado”, “universitarios” y “técnico-profesionales”.

⁴ Vid. INE (1999) y (2000), así como Sánchez *et al.* (2000).

otra más estricta y tal vez más concordante con la naturaleza del concepto que se busca medir, se consideran sólo las titulaciones en ingeniería y ciencias médicas, exactas, naturales y sociales⁵.

- Ejercer una profesión de naturaleza técnica o científica para la que normalmente se requiere una formación como la señalada en el punto anterior, aunque no se hayan realizado los correspondientes estudios. A este respecto, las ocupaciones que se toman en consideración son las de los profesionales y los técnicos⁶.

De acuerdo con estas características, se pueden esquematizar las variables a considerar dentro de la estimación de los RHCT de la manera que se contempla en la figura IV.1. A partir de ella, es fácil colegir que los conceptos más relevantes para el estudio son los siguientes:

- El conjunto de los *Recursos Humanos Ocupados en Ciencia y Tecnología* que en el esquema se designan como RHCTO.
- El conjunto de los *Recursos Humanos con Formación de Tercer Grado* que en el esquema se designan como RHCTE.
- La unión de los dos conjuntos precedentes que delimita el *stock de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología* que en el esquema se designa como RHCT.
- Y lo que se puede considerar como el *Núcleo Central de los Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología* delimitado por la intersección de los dos conjuntos inicialmente definidos, que en el esquema se designa como RHCTC.

⁵ *Vid.* para más detalle, Sánchez *et al.* (2000), págs. 54 a 56.

⁶ Se trata de las categorías 2 y 3 de la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones; o bien de los grandes grupos 2 y 3 de la Clasificación Nacional de Ocupaciones.

4.2. Metodología de la estimación de los RHCT en el ámbito regional

La aplicación de los conceptos definidos en el epígrafe anterior a la medición de los RHCT para el caso español cuenta con pocos precedentes. El INE, en las ediciones de su *Estadística sobre I+D* correspondientes a los años 1997 y 1999, incluyó unas primeras estimaciones, para el conjunto nacional de la población y para una desagregación por edades, respectivamente, con referencia a los años 1994 y 1997⁷, utilizando para ello los resultados de la *Encuesta Comunitaria de Fuerza de Trabajo*. El empleo de esta fuente primaria de datos se justificó en razón de la obtención de unos indicadores homogéneos con respecto a los demás países de la Unión Europea, lo que habría de facilitar las comparaciones internacionales. No obstante, la referida institución consideró que, de la misma manera, podría haberse tomado como base empírica la *Encuesta de Población Activa (PA)* al no diferir significativamente sus cifras de las de aquella otra fuente. Otro antecedente se debe a Sánchez *et al.* (2000), quienes en su estudio utilizan la *EPA* como fuente de datos para una estimación de los RHCT de los diferentes sectores industriales y de servicios en el año 1999. Y, finalmente, en el plano regional, se puede mencionar el trabajo de Buesa, Navarro *et al.* (2001) en el que, también con información de la *EPA* se estiman los RHCT del País Vasco y Navarra para el período 1994–2000. Varios aspectos de este último trabajo son de interés para los resultados que aquí se presentan⁸:

- En primer lugar, la especificación de los conceptos requeridos para efectuar la explotación de los datos de la *EPA*. Dado que la publicación que realiza el INE de éstos no contiene la información necesaria con una desagregación regional, es preciso preparar la explotación *ad hoc* de dicha fuente que, a petición del interesado y sufragado su coste, efectúa la propia institución estadística. Pues bien, las preparaciones realizadas en aquella investigación han servido de base para la confección de las instrucciones que, por nuestra parte, se han transmitido al INE.
- Y, en segundo término, el análisis metodológico de la referida fuente. Análisis que permite destacar que, para algunas desagregaciones, puede incurrirse en márgenes de error elevados. Ello es así debido a la cortedad de la muestra, especialmente en el caso de las Comunidades Autónomas menos pobladas y de las categorías de individuos de mayor cualificación, que son, a su vez, las que menos efectivos reúnen. Asimismo, debe tenerse en cuenta que la estimación de los RHCT sólo es posible a partir de 1994, es decir, desde el momento en el que la *EPA* recoge la Clasificación Nacional de Ocupaciones adoptada en ese mismo año (*CNO-94*). Y, además, los sucesivos cambios metodológicos que se han introducido a lo largo del tiempo, han afectado a los resultados de la estimación de los RHCT, que experimenta saltos demasiado bruscos entre 1995 y 1996 y 1999 y 2000. Ello señala que, seguramente, las cifras más actuales son cada vez más fiables, aunque tal ganancia en la reducción de errores impide conocer cuál ha sido el crecimiento real del *stock* de RHCT.

Señalemos finalmente que las estimaciones que se presentan en este trabajo, basadas en la *EPA*, son bastante próximas a las publicadas por el INE a partir de la ya mencionada *Encuesta Comunitaria de Fuerza de Trabajo*. Así, en 1994 la diferencia entre ambas fue sólo de 283.000 personas, lo que, con relación a la población de referencia, supone una distancia de 1,1 puntos porcentuales. Tres años más tarde, esa diferencia se había reducido a 40.000 personas o, en términos relativos, 0,3 puntos, lo que seguramente se explica por las mejoras introducidas en la *EPA*, sin que sea descartable alguna influencia del hecho de que cada una de estas estimaciones tome como referente a una población ligeramente distinta: la de 15 y más años en el caso de la del INE y la de 16 años o más en nuestro caso.

⁷ Vid. INE (1999) y (2000).

⁸ Vid. especialmente Buesa, Navarro *et al.* (2001), págs. 66 y 67.

4.3.

Indicadores del *stock* de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología en la Comunidad de Madrid

En las páginas que siguen se presentan los resultados de la estimación para Madrid y para el conjunto de España, a partir de la información que recoge la EPA, de las variables alusivas al stock de RHCT a las que se ha hecho referencia anteriormente. Teniendo en cuenta estas variables se han calculado, además, los siguientes indicadores:

- Dimensión relativa de los RHCT, definida como el porcentaje que suponen los RHCT con respecto a la población de 16 o más años.
- Tasa de utilización de los RHCT, definida como: $[RHCTO/RHCT] \cdot 100$
- Ratio de calidad de los RHCTO, definida como: $[RHCTC/RHCTO] \cdot 100$
- Índice de calidad relativa de los RHCTO, definido como el cociente entre la ratio de calidad regional y la nacional.

Los resultados de la estimación de los Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología, en el período de referencia, se muestran con detalle en los cuadros IV.1 y IV.2. Para el conjunto de España las cifras muestran un apreciable aumento de los efectivos integrados bajo aquel concepto, de manera que si en 1994 la cuantía del *stock* de RHCT se cifraba en poco más de 4,5 millones de personas, en 2000 se aproximaba a los 6,4 millones de individuos. Dicho de otro modo, ese *stock* se incrementó en un 40%, lo que denota una mejoría sustantiva en el capital humano de la economía española. No obstante, debe advertirse que, tal como se ha señalado con anterioridad, una parte de ese incremento no es sino el resultado de las mejoras metodológicas que ha experimentado la fuente de información –la *Encuesta de Población Activa*– y no responde, por tanto, a ninguna causa real.

CUADRO IV.1 RECURSOS HUMANOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ESPAÑA
(En miles de personas)

Categorías de personas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<i>Personas con formación de tercer grado</i>							
A. Ocupadas en Ciencia y Tecnología.....	1.183,2	1.504,9	1.694,6	1.805,0	1.917,4	2.071,9	2.283,8
B. Ocupadas en otras actividades	1.200,8	1.078,7	1.166,8	1.257,5	1.368,0	1.518,8	1.683,9
C. Desempleadas	563,7	585,1	629,8	631,5	628,6	560,8	516,0
D. Inactivas	847,8	901,1	963,6	1.003,7	1.031,2	1.085,6	1.135,9
E. TOTAL [A+B+C+D]	3.795,5	4.069,8	4.454,8	4.697,7	4.945,2	5.237,1	5.619,6
<i>F. Personas con formación inferior</i>							
a la de tercer grado ocupadas en Ciencia y Tecnología	750,7	608,9	668,3	718,1	741,2	742,4	776,3
G. Personas ocupadas en Ciencia y Tecnología [A+F]	1.933,9	2.113,8	2.362,9	2.523,1	2.658,6	2.814,3	3.060,1
H. Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología [E+F]	4.546,2	4.678,7	5.123,1	5.415,8	5.686,4	5.979,5	6.395,9

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE: *Encuesta de Población Activa*.

Por otra parte, puede señalarse que de los componentes del *stock* de RHCT los que más han crecido son los que toman en consideración a las personas que cuentan con una formación de tercer grado, pues, en cambio, los ocupados en ciencia y tecnología que no han cursado ese tipo de estudios apenas han aumentado. Así, el que se considera como núcleo central del referido *stock* (RHCTC) creció en más de un 90%, pasando de 1,2 a 2,3 millones de personas. Del mismo modo, aunque con más moderación, el total de los individuos con formación de tercer grado (RHCTE) se incrementó en un 48%, al registrar 3,8 millones en 1994 y 5,6 en 2000. Y todo ello se refleja en una ampliación de los ocupados en ciencia y tecnología (RHCTO) cifrada en el 58%, pues se pasó de 1,9 a 3,1 millones de personas.

Cuando se comparan las cifras de la Comunidad de Madrid con las del conjunto nacional, se constata que la región ocupa un lugar privilegiado dentro de España, pues resulta ser la que, con un 18,7%, cuenta con una mayor participación en el total. Este porcentaje supera en más de 5 puntos a la importancia relativa que tiene Madrid en el conjunto de la población española de 16 y más años, que es la que se toma como referente. Además, más allá de pequeñas

⁹ La disponibilidad de estimaciones del *stock* de RHCT para la Unión Europea es bastante precaria, lo que obliga a utilizar datos de 1997 para la comparación. En este año, el indicador que estamos utilizando alcanzó un valor del 20% para toda la Unión, excepto Bélgica y Reino Unido. Los países más aventajados, como Dinamarca, Alemania, Holanda o Suecia, obtenían una ratio del 26 al 28%. Vid. para el detalle, INE (1999), pág. 194.

variaciones que pueden ser de naturaleza coyuntural o, incluso, responder a pequeños cambios en la bondad de las cifras tomadas como base de la estimación, la referida participación se ha mantenido bastante estable a lo largo del tiempo.

CUADRO IV.2 RECURSOS HUMANOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID
(En miles de personas)

Categorías de personas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<i>Personas con formación de tercer grado</i>							
A. Ocupadas en Ciencia y Tecnología.....	240,6	311,6	318,1	338,9	371,8	403,8	450,4
B. Ocupadas en otras actividades	208,7	181,3	208,8	224,6	231,3	267,9	293,4
C. Desempleadas	83,7	100,2	110,1	106,3	109,4	87,8	74,5
D. Inactivas	160,3	183,6	179,9	203,3	215,7	210,0	234,1
E. TOTAL [A+B+C+D]	693,3	776,7	816,9	873,1	928,2	969,5	1.052,4
F. Personas con formación inferior a la de tercer grado ocupadas en Ciencia y Tecnología	146,7	113,7	126,7	129,5	142,4	143,7	141,3
G. Personas ocupadas en Ciencia y Tecnología [A+F]	387,3	425,3	444,8	468,4	514,2	547,5	591,7
H. Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología [E+F].....	840,0	890,4	943,6	1.002,6	1.070,6	1.113,2	1.193,7

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE: *Encuesta de Población Activa*.

En consonancia con el resultado precedente, la dimensión relativa de los RHCT, que se refleja en el cuadro IV.3, alcanza en Madrid un valor netamente superior al promedio español y al de cualquiera de las demás Comunidades Autónomas. Así, en el año 2000, la cuantía de los RHCT con respecto a la población de 16 y más años fue del 28,3%; es decir, casi nueve puntos más que la media nacional. Por otra parte, a lo largo del período de referencia, esa ratio ha registrado un importante aumento, pues no llegaba al 21% en 1994; y lo ha hecho a un ritmo superior al registrado para toda España, con lo que la distancia con respecto a ésta también se ha incrementado. Debe añadirse además que, con esas cifras, Madrid se ubica por encima del promedio del conjunto de los países de la Unión Europea y a un nivel muy próximo al de los países que, dentro de ésta, cuentan con las posiciones más ventajosas⁹.

Otro de los indicadores que se han formulado en el epígrafe precedente hace referencia al grado de utilización de los RHCT en actividades científico-tecnológicas; es decir, a los ocupados en ciencia y tecnología con respecto al *stock* total. También en este caso, como se muestra en el cuadro IV.4, la Comunidad de Madrid, con un 49,6%, presenta un nivel superior al promedio nacional. El indicador muestra además un aumento a lo largo del tiempo, aunque ahora el avance es más intenso en la media española, con lo que la ventaja madrileña se ha ido acortando desde 1994 hasta 2000. El nivel de Madrid no es, por lo demás, el más aventajado de España, pues otras Comunidades Autónomas, como Aragón, Baleares, Castilla-La Mancha, Cataluña, Comunidad Valenciana y Extremadura, con tasas de utilización de más del 50%, lo superan.

CUADRO IV.3 DIMENSIÓN RELATIVA DEL STOCK DE RECURSOS HUMANOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA PORCENTAJES SOBRE LA POBLACIÓN DE 16 Y MÁS AÑOS

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Madrid.....	20,97	21,67	22,84	24,11	25,61	26,51	28,33
ESPAÑA	14,40	14,68	15,95	16,74	17,48	18,29	19,48

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

CUADRO IV.4 TASA DE UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN ACTIVIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS (Porcentajes)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Madrid.....	46,1	47,8	47,1	46,7	48,0	49,2	49,6
ESPAÑA	42,5	45,2	46,1	46,6	46,8	47,1	47,8

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

Finalmente, por medio de otros dos indicadores se alude a la calidad de los RHCTO. Se trata de medir, como ya se ha señalado, en qué cuantía las personas con formación de tercer grado participan en el *stock* correspondiente. El primero de esos indicadores, cuyos valores se muestran en el cuadro IV.5, alude a esa participación en el ámbito regional. Los resultados revelan que, en Madrid, los titulados de tercer grado suponen más del 76% del total de los efectivos contabilizados en el *stock* de RHCT. Este porcentaje es superior al promedio nacional, aunque la diferencia con éste no resulta demasiado elevada. Tal diferencia ha sido pequeña a lo largo de todo el período, pues la ratio calculada se ha ido incrementando más o menos al mismo ritmo tanto en la Comunidad de Madrid como en el conjunto de España. Esto último se refleja con mayor claridad en el segundo indicador –el índice de calidad relativa cuyos resultados se muestran en el cuadro IV.6–, donde se comprueba que, en el último año, la calidad madrileña apenas superó en un 2% al promedio nacional.

CUADRO IV.5 RATIO DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HUMANOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA OCUPADOS EN ACTIVIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS (Porcentajes)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Madrid.....	62,1	73,3	71,5	72,4	72,3	73,8	76,1
ESPAÑA	61,2	71,2	71,7	71,5	72,1	73,6	74,6

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

CUADRO IV.6 ÍNDICE DE CALIDAD RELATIVA DE LOS RECURSOS HUMANOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA OCUPADOS EN ACTIVIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS (Índices Base España = 100)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Madrid.....	101,5	102,9	99,7	101,1	100,3	100,2	102,0
ESPAÑA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

5. Estructura y actividades tecnológicas en el sector industrial

5. Estructura y actividades tecnológicas en el sector industrial	
5.1. Introducción	94
5.2. Análisis metodológico de las cuentas del sector industrial en la Comunidad de Madrid	96
5.2.1. Unidad de análisis y cobertura estadística	
5.2.2. Desagregación de los datos	
5.2.3. Variables utilizadas	
5.3. Indicadores de estructura y comportamiento tecnológico del sector industrial	102
5.4. Bibliografía	108

5.1. **Introducción**

Las Estadísticas Industriales han sido, por lo general, poco utilizadas como fuentes de información para la construcción de indicadores del sistema regional de innovación. Ello se explica seguramente por el hecho de que, hasta el comienzo de los años noventa, sus datos no recogían conceptos referidos a las actividades empresariales de generación de conocimiento sobre las que se basa la innovación tecnológica y, además, adolecían de importantes problemas de calidad. En los últimos años, sin embargo, las instituciones encargadas de su elaboración las han sometido a una importante renovación metodológica tendente a facilitar el proceso de obtención de datos, lo que ha supuesto adaptar los conceptos utilizados en ellas a los esquemas contables de las empresas. Como consecuencia, las fuentes disponibles actualmente reúnen información referida a elementos tales como los gastos que realizan las empresas en trabajos para su inmovilizado material –entre los que los más importantes conciernen a la I+D interna– o en la contratación de servicios externos de investigación o, en fin, en diferentes modalidades de inversión en activos materiales que incorporan tecnología. Y además han mejorado los directorios utilizados para la determinación de las muestras encuestadas, lo que ha redundado en mejoras apreciables de la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Todo ello, hace que estas fuentes hayan adquirido un renovado interés para el estudio de los procesos de cambio tecnológico y, consecuentemente, para la obtención de indicadores del sistema regional de innovación específicamente referidos al sector industrial. Esta posibilidad permite adentrarse en uno de los componentes más relevantes de dicho sistema, pues no cabe olvidar que la industria juega un papel singular de especial relieve para el desarrollo económico. Tres son, a este respecto, los elementos a considerar¹: el primero hace referencia a la superior capacidad de la industria –y, en general, de los demás sectores vinculados a la producción material– para la absorción del progreso técnico, lo que conduce a que sea este sector el que mayores niveles de productividad registra; el segundo concierne a que es en la industria –y, más específicamente, en sus ramas de más elevado contenido tecnológico, como las constructoras de bienes de equipo, fabricación de instrumentos y elaboración de productos químicos– donde radica la generación de las innovaciones sobre las que se sustenta materialmente el progreso técnico, en especial las tecnologías que se difunden sobre el conjunto del sistema económico; y el tercero alude al relevante papel de las ramas industriales para inducir el crecimiento de los demás sectores a través de las relaciones de demanda y oferta que sostienen con ellos, lo que se especifica en una especial capacidad para producir efectos de arrastre hacia delante y hacia atrás².

En el caso de la región madrileña, el Instituto de Estadística viene publicando desde 1986 las *Cuentas del sector industrial en la Comunidad de Madrid*, lo que nos ha permitido abordar la construcción de diversos indicadores del sistema de innovación. En las páginas que siguen se explican los principales aspectos metodológicos de esta fuente y los tipos de indicadores que es posible obtener, así como los resultados alcanzados en su estimación.

¹ Vid. para un examen teórico y empírico detallado, con referencia a la economía española, Buesa y Molero (1998), capítulo 1.

² El concepto de efectos de arrastre se debe a Hirschman (1964). Algunos estudios referidos a España en los que se destaca la importancia de la industria en este contexto son, además del aludido de Buesa y Molero (1998), los de Fanjul y Segura (1977), Segura y Restoy (1986) y Dolado *et al.* (1993).

5.2.
Análisis metodológico
de las *Cuentas del sector industrial*
en la *Comunidad de Madrid*

Como se acaba de señalar, el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid realiza desde 1986 las *Cuentas del sector industrial* con la finalidad de investigar este segmento del sistema productivo con vistas a la estimación de las principales variables de la Contabilidad Regional, así como de la elaboración de la tabla *input-output*. Dichas cuentas, en una etapa inicial, seguían la metodología establecida por el Instituto Nacional de Estadística para la *Encuesta Industrial*; una metodología que había sido definida en 1978 y que no tomaba en consideración los conceptos empleados por la contabilidad de las empresas, dificultando la obtención de datos y desestimulando la respuesta de éstas. Con ocasión de la implantación en 1991 de un nuevo Plan General de Contabilidad, de la aprobación por la Comunidad Europea de una nueva clasificación de actividades en 1990 –la NACE–90– y de la disponibilidad de un nuevo directorio empresarial, el entonces Departamento de Estadística tomó la decisión de cambiar de manera radical la metodología de las *Cuentas*... que, desde entonces y hasta mediados de la década de los noventa, tuvieron como base el año 1991. Cinco años más tarde, en 1996, la referida entidad adoptó una nueva base para el cálculo de las magnitudes reales, aunque sin introducir nuevos cambios metodológicos de importancia. Todo lo cual hace que se disponga de cuatro series de datos: una referida al período 1986–1991, con base en 1987; otra que comprende los años 1991 a 1995, cuya base se establece en 1991; la tercera que abarca desde 1996 hasta 1997, con base en 1996; y la cuarta, para los años 1998 y 1999, con base en 1997. No obstante, para las principales magnitudes, aunque con bastante grado de agregación, se cuenta con una serie homogénea que llega desde 1986 hasta 1999.

En la perspectiva que aquí nos interesa, el cambio metodológico de 1991 es muy relevante, pues introduce la posibilidad de contar con información referida a diferentes aspectos de la asignación de recursos a las actividades de innovación y a la adopción de tecnologías incorporadas en los bienes de inversión. Por tal motivo, algunos de los indicadores a los que más adelante se aludirá sólo se estiman a partir de dicho año. No obstante, debe añadirse que el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid sólo ha publicado datos, a este respecto, hasta 1997, lo que limita las posibilidades analíticas de los referidos indicadores.

5.2.1. UNIDAD DE ANÁLISIS Y COBERTURA ESTADÍSTICA

La unidad de análisis de las *Cuentas...* es el establecimiento industrial, de manera que todas las variables estimadas se refieren a ella. Como es sabido, en el caso de las unidades de pequeña dimensión, por lo general, el establecimiento coincide con la empresa; pero no ocurre lo mismo en el caso de las unidades de mediano y gran tamaño, entre las que es frecuente encontrar casos de empresas con múltiples establecimientos. Por tanto, conviene no atribuir los resultados que se obtengan con esta fuente a la caracterización de las empresas, pues pueden cometerse errores de apreciación.

Existe, a este respecto, un aspecto particular al que debe prestarse atención. Las *Cuentas...*, al referirse a los establecimientos, en el caso de las empresas multilocalizadas, no contabilizan los gastos originados por las sedes centrales, siempre que éstas se ubiquen en un lugar diferente al de las plantas industriales. Ello equivale a considerar que dichas sedes son unidades de prestación de servicios y que, por tanto, no forman parte del sector investigado. Esta es la razón por la que los resultados que se derivan de esta fuente en la estimación, por ejemplo, del gasto en I+D no son directamente comparables con los que se obtienen en otras fuentes, pues no son infrecuentes los casos en los que los laboratorios industriales se asocian a los servicios centrales de las empresas o que, incluso, constituyen unidades de localización independiente. Por otra parte, al tomar en consideración la referida unidad de análisis, las *Cuentas...* reúnen información de todos los establecimientos industriales ubicados en la región, con independencia de que la sede de las empresas a las que pertenecen esté o no domiciliada en la Comunidad de Madrid. Por tal motivo, no se contabilizan las actividades que, aunque atribuibles a empresas de la región, se realizan en establecimientos localizados fuera de ella.

Para el desarrollo de la encuesta en la que se basan las *Cuentas...*, el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid parte del Directorio Industrial creado por este organismo en 1993 y actualizado anualmente, tanto con la información que proporciona esa encuesta, como a partir de fuentes externas. Esa actualización no es enteramente satisfactoria y conduce a que el Directorio subvalore, de manera sistemática, el empleo regional, lo que, como más adelante se verá, genera dificultades para la obtención de indicadores referentes a los establecimientos de distinto tamaño.

A partir del Directorio, se selecciona una muestra que comprende, por una parte, la totalidad de los establecimientos de más de 49 trabajadores y, en el caso de las actividades en las que aquellos no llegan a cubrir el 20% del empleo, también los que tienen una ocupación situada entre 20 y 49 operarios; y, por otra, un conjunto de establecimientos pequeños seleccionados en función de los estratos de actividad y dimensión previamente definidos, de manera aleatoria. La muestra resultante ha estado formada por unas 3.000 unidades, lo que, en función de una tasa de respuesta de alrededor del 60%, ha conducido a que los establecimientos efectivamente encuestados hayan sido alrededor de 1.900. No obstante, en 1997, último año para el que se ha publicado información referente a los aspectos técnicos de la encuesta, esas cifras se han reducido drásticamente debido a razones de carácter presupuestario³. Y lo mismo puede decirse de los años posteriores.

El Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid no ha publicado ninguna estimación acerca de los márgenes de error con los que se opera a partir de la encuesta que conduce a la estimación de las *Cuentas...* Dada la inclusión en la muestra de la mayor parte de los grandes establecimientos y la cobertura que, en conjunto, se alcanza con respecto al empleo –en torno al 50%–, cabe esperar que esos márgenes sean aceptables y den lugar a estimaciones aceptables de las variables, especialmente en el caso de las que se expresan como valores monetarios. Ello es, por otra parte, lo que sugiere la comparación de los resultados de las *Cuentas...* con los de la Contabilidad Regional que recientemente ha comenzado a publicarse⁴, pues aquellos recogen, con respecto a éstos, de manera muy estable, alrededor del 95% del valor añadido y del 79% del empleo.

³ Aunque la edición de las *Cuentas...* correspondiente a 1997 no aclara cuáles son esas razones presupuestarias, cabe suponer que se trata de un recorte en los recursos disponibles para la investigación estadística. Los motivos mencionados se citan en la pág. 20 de Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (1999).

⁴ Vid. Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (2000).

5.2.2. DESAGREGACIÓN DE LOS DATOS

Las *Cuentas...* ofrecen la información desagregada por áreas geográficas, estratos de tamaño y ramas industriales. La primera de esas formas carece de interés para los objetivos de este trabajo; pero no ocurre lo mismo con las otras dos. Sin embargo, solo la última es utilizable con plenas garantías. Ello es así debido a que los datos desagregados en función del tamaño de los establecimientos son incompletos, de manera que una parte de ellos se asigna a una categoría que reúne aquellos para los que se desconoce la dimensión. Esta circunstancia se genera en las insuficiencias de la cobertura del Directorio Industrial, pues su información deja fuera alrededor del 30% del empleo. Los establecimientos y trabajadores correspondientes se asignan a ramas de actividad, pero no puede hacerse lo mismo con respecto al intervalo de tamaño. Y, como consecuencia, una parte relevante del valor de las principales variables aparece clasificada en una categoría residual designada como “sin asignar a estrato”. Tal ocurre, por ejemplo, con el 29% del valor añadido y el empleo, el 16% del gasto interno en I+D y otros trabajos para el inmovilizado inmaterial, el 32% del valor de los servicios externos de I+D o el 28% de la inversión⁵. Todo lo cual, desaconseja el uso de la desagregación por tamaños.

En cuanto a la desagregación por ramas de la producción, las *Cuentas...*, dependiendo del tipo de datos publicados, hacen referencia a un desglose en 33, 12 u 11 de ellas. En concreto, entre las variables a las que aquí se hará referencia, el primero de esos niveles de detalle puede obtenerse para las cifras de empleo y valor añadido a precios corrientes; y los otros dos, para las de valor añadido a precios constantes, así como para las referentes a los diferentes conceptos de gasto en activos tecnológicos. Esta circunstancia hace que existan algunas diferencias entre los indicadores extraídos a partir de una u otra desagregación, pues, para su construcción, se toman los correspondientes datos y se agregan en función del nivel tecnológico de las industrias a los que se refieren, de acuerdo con la clasificación propuesta por la OCDE⁶.

En el cuadro V.1 se recogen las ramas incluidas en cada categoría de nivel tecnológico, pudiéndose comprobar que:

- Cuando se parte de una desagregación inicial en 33 ramas, es posible delimitar cuatro tipos o niveles tecnológicos, siguiendo la propuesta de la OCDE. Pero cuando los datos parten de una desagregación en 11 ó 12 ramas, entonces es necesario agrupar los dos primeros niveles, lo que da lugar a un desglose en tres tipos tecnológicos. Será este último el que, en este texto, se utilizará para la presentación de los resultados.
- Además, entre las dos propuestas hay alguna diferencia en lo que concierne a la amplitud de las categorías correspondientes a la media-baja y a la baja tecnología. Ello es así debido a que los “Productos de caucho y plástico” se agregan, en el primer caso, a la primera de esas categorías; pero en el segundo, al aparecer, a su vez, incluidos en la rama de “Otras industrias manufactureras”, necesariamente han de asignarse a la segunda.

Para la asignación de los valores de las variables a los diferentes niveles tecnológicos se ha operado por agregación de los valores correspondientes a las ramas incluidas en cada tipo, cuando esas variables se cuantifican en términos monetarios o se refieren al empleo. Pero en el caso del porcentaje de establecimientos que realiza una determinada actividad, no es posible esa operación, lo que hace necesario estimar previamente su valor absoluto. Dado que las *Cuentas...* no recogen éste, su cálculo se ha realizado teniendo en cuenta las cifras que, sobre el número de establecimientos de cada rama, recoge el *Anuario Estadístico de la Comunidad de Madrid*, habiendo sido necesario estimar por extrapolación los datos de 1996 y 1997, no incluidos en dicha fuente.

⁵ Estos porcentajes se refieren a los resultados obtenidos en 1996.

⁶ Vid. OCDE (1999).

CUADRO V.1 CLASIFICACIÓN DE LAS RAMAS INDUSTRIALES SEGÚN SU NIVEL TECNOLÓGICO*

I. Desagregación en 33 ramas

<i>Tipos de industrias</i>	<i>Ramas</i>
Alta tecnología	Productos farmacéuticos Maquinaria de oficina, precisión, óptica y control
Media-alta tecnología	Material electrónico Química de base Química industrial Otra química final Maquinaria industrial Material eléctrico Vehículos y sus piezas Otro material de transporte
Media-baja tecnología	Metálicas básicas Fundiciones Cemento y derivados Industria del vidrio Otras industrias no metálicas Forja y talleres Estructuras metálicas Artículos metálicos Productos de caucho y plástico
Baja tecnología	Industrias cárnicas Industrias lácteas Pan y molinería Otras industrias alimentarias Bebidas y tabaco Industria textil Confección de prendas de vestir Cuero y calzado Industria del papel Imprentas Industria editorial Industrias de la madera Industria del mueble Otras industrias manufactureras

II. Desagregación en 11 ó 12 ramas

<i>Tipos de industrias</i>	<i>Ramas</i>
Alta y media-alta tecnología	Industria química Maquinaria industrial Material eléctrico y electrónico Material de transporte
Media-baja tecnología	Metálicas básicas y fundiciones Industria no metálica** Construcciones metálicas** Artículos metálicos
Baja tecnología	Alimentación, bebidas y tabaco Industria textil y del calzado Papel, imprentas y edición Otras industrias manufactureras

Fuente: Elaboración propia a partir de la OCDE (1999).

* El nivel tecnológico se define en función de tres variables: el gasto en I+D con respecto al Valor Añadido y al Valor de la Producción, y el gasto en I+D y en tecnología incorporada en los bienes intermedios y de equipo.

** Estas ramas se agregan en el desglose en 11 sectores.

5.2.3. VARIABLES UTILIZADAS

Finalmente, se cerrará este apartado metodológico haciendo referencia a las variables que se van a utilizar en la construcción de indicadores. Esas variables son las siguientes:

- *Personal ocupado.*
- *Valor añadido bruto al coste de los factores.*
- *Gasto en el inmovilizado inmaterial.*
- *Ingresos de la propiedad industrial cedida en explotación.*
- *Gasto en servicios externos de I+D.*
- *Inversión en inmovilizado material con tecnología incorporada.*

5.3.

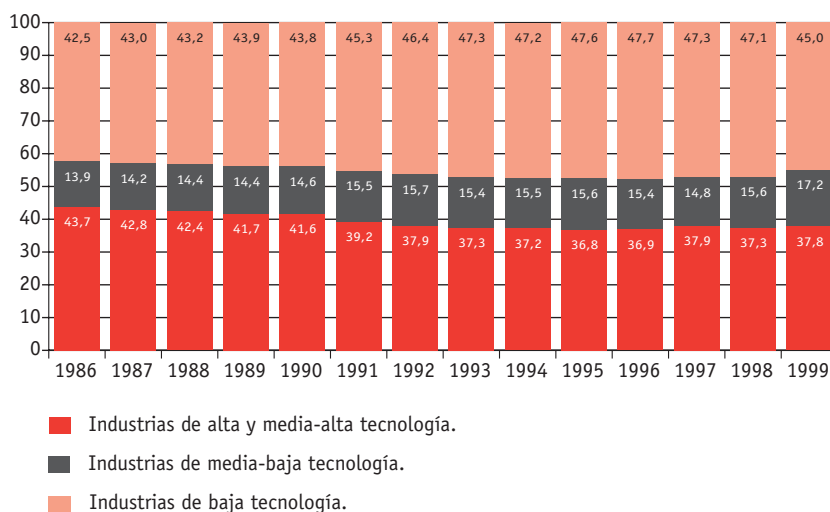
Indicadores de estructura y comportamiento tecnológico del sector industrial

A partir de la información referente a las variables a las que se acaba de aludir, se han estimado diversos indicadores sobre la estructura y el comportamiento tecnológicos en la industria madrileña. El primer grupo de esos indicadores se refiere al empleo en los diferentes tipos de industrias. Esta variable ha experimentado una importante variación coyuntural a lo largo del período estudiado. Entre 1986 y 1989 la ocupación industrial madrileña experimentó un leve crecimiento, agotándose el impulso correspondiente a partir de 1990, de modo que, desde entonces y hasta 1996 el número de trabajadores registró continuas pérdidas. Y sólo en los últimos años ha vuelto a aumentar el empleo en el sector⁷. En este contexto, como se muestra en el gráfico V.1, la participación de las industrias de alta y media-alta tecnología en esa variable ha experimentado un retroceso del orden de seis puntos porcentuales. De esta manera, si en 1986 se alcanzaba un valor máximo del 43,7%, diez años después se llegaba a un 36,8% y, desde entonces, se ha recuperado un punto al situarse en el 37,8%. En cambio, tanto las industrias de media-baja tecnología como las de baja tecnología han registrado avances en la ocupación, que se concretan, siguiendo unas trayectorias claramente diferenciadas, en una ganancia del orden de tres puntos porcentuales en ambos casos. En resumen, desde la segunda mitad de la década de 1980, la Comunidad de Madrid registra una cierta progresión de la importancia relativa del empleo en las industrias de menor nivel tecnológico que ha ido en detrimento de la participación de las de mayor contenido tecnológico.

Aunque no es este el lugar para entrar en un análisis pormenorizado de los comportamientos sectoriales de la ocupación, sí puede señalarse que, con pocas excepciones, las industrias de mayor nivel tecnológico han registrado importantes pérdidas de empleo, sobre todo en los casos de los productos farmacéuticos, electrónica, maquinaria industrial y eléctrica y vehículos. Esas pérdidas han sido, en cambio, mucho más moderadas en las ramas tecnológicamente menos complejas, entre las que algunas, como las imprentas, editoriales, madera y muebles, han visto cómo se incrementan sus efectivos laborales.

Un perfil distinto del precedente se observa en la evolución de la participación de los diferentes tipos de industrias en el Valor Añadido, medido éste a precios constantes. Así, como se refleja en el gráfico V.2, las industrias de mayor nivel tecnológico experimentaron un retroceso importante durante los primeros años noventa, habiendo recuperado después, sobre todo en el último año, las posiciones perdidas. El perfil inverso se constata para las ramas de media-baja y baja tecnología que, después de ampliar su participación durante unos años, se retraen después hacia el nivel inicial. Todo ello hace que la distribución correspondiente al final del período que aquí se contempla sea muy similar a la que existía al comienzo del mismo.

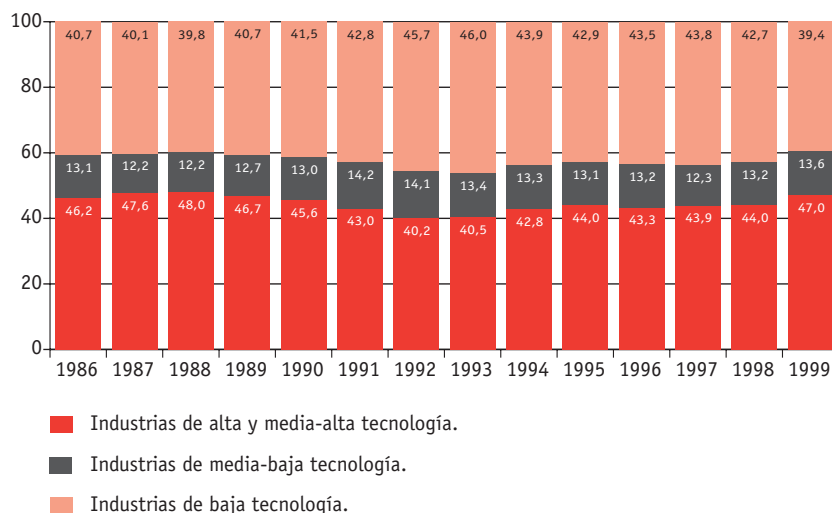
GRÁFICO V.1 DISTRIBUCIÓN POR NIVELES TECNOLÓGICOS DEL PERSONAL OCUPADO EN EL SECTOR INDUSTRIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID (Porcentaje sobre el total)



⁷ Acerca de la evolución de la industria madrileña en los últimos años, puede verse el trabajo de Buesa y Molero (1999), así como el de la Comunidad de Madrid (2000), págs. 35 y ss.

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del IECM.

GRÁFICO V.2 DISTRIBUCIÓN POR NIVELES TECNOLÓGICOS DEL VAB_{CF} A PRECIOS CONSTANTES EN EL SECTOR INDUSTRIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID (Porcentajes sobre el total)



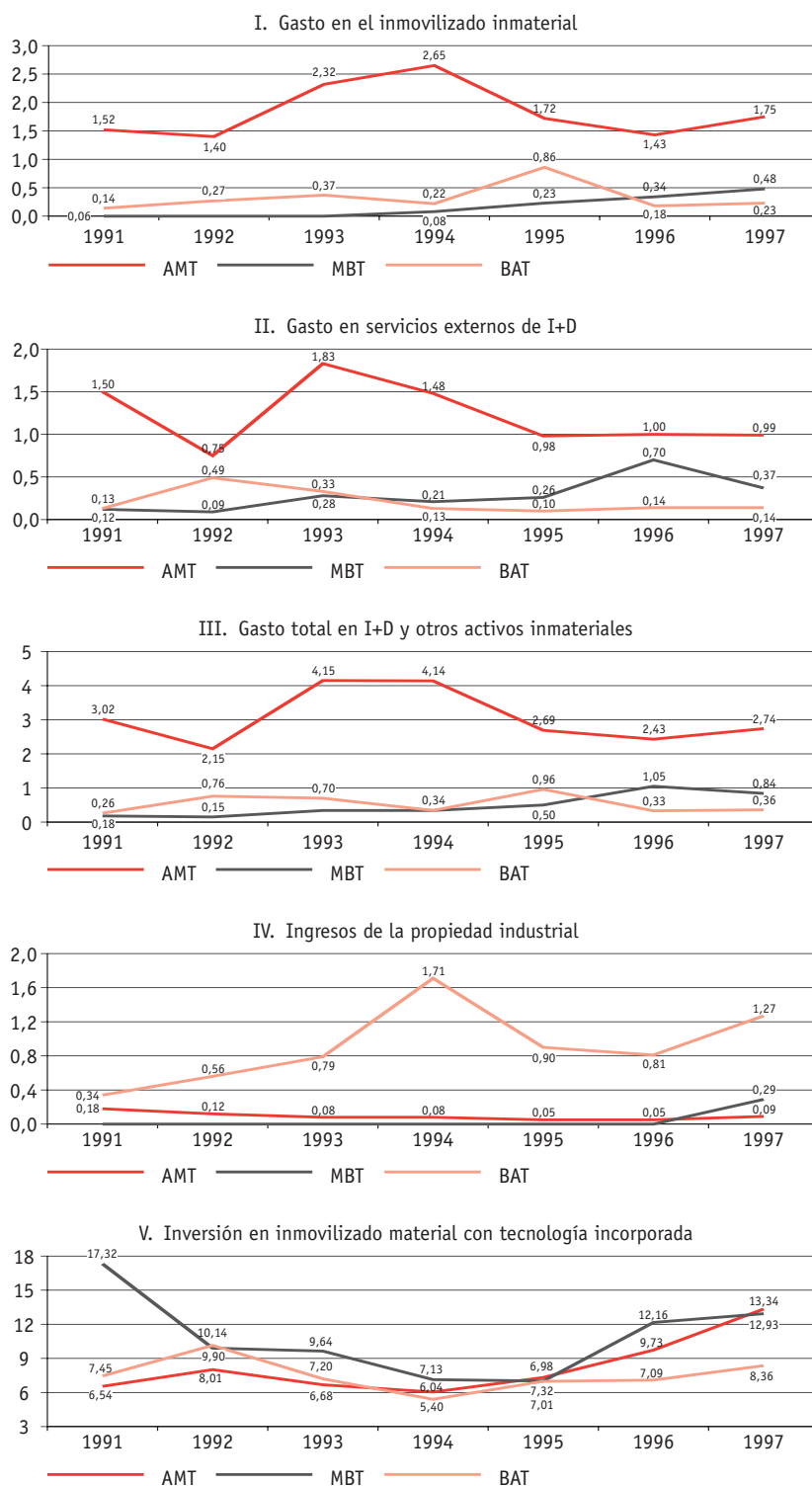
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del IECM.

Un examen de las cifras desagregadas permite observar que, con referencia a la década de 1990, el Valor Añadido real en las ramas que configuran el segmento de mayor nivel tecnológico ha tenido un crecimiento próximo al promedio general de la industria, con las excepciones del material de transporte –que crece a una tasa que duplica aproximadamente ese promedio– y del material eléctrico y electrónico –cuya tasa es igual a la mitad de la referida–. Entre las de media-baja y baja tecnología, por su parte, hay varios casos de crecimiento mediocre –como en la industria no metálica y la textil– junto a otros en los que la dinámica registrada es similar a la del conjunto del sector industrial –como en los productos metálicos, la alimentación y las otras manufacturas– y a otros más en los que las tasas de crecimiento son las más elevadas de entre todas las ramas consideradas –como en la metalurgia básica y en el papel y artes gráficas. Los demás indicadores estimados a partir de las *Cuentas...* conciernen al comportamiento tecnológico de los establecimientos industriales que se plasma en la realización de diferentes tipos de gasto o de inversiones, así como en la obtención de ingresos por la cesión de derechos de propiedad industrial. El primero de ellos alude a la dedicación de recursos a la realización de trabajos para el inmovilizado inmaterial; es decir, para subvenir los gastos en I+D, aplicaciones informáticas, registro de derechos de patentes u otras formas de propiedad industrial y otros elementos menores. Como se refleja en el gráfico V.3, este tipo de gastos adquiere una mayor importancia relativa, con respecto al VAB, en las ramas de mayor complejidad tecnológica y son, a su vez, poco relevantes en las de menor contenido tecnológico. No obstante, mientras que entre las primeras, después de un aumento notable en los años 1993 y 1994, se han moderado las cifras correspondientes, entre las segundas, dentro de su modestia, parece advertirse una tendencia creciente.

Algo similar puede decirse cuando, en vez del gasto, se tiene en cuenta el valor relativo de los establecimientos que realizan los gastos a los que se acaba de aludir. En efecto, según se deduce del gráfico V.4, en el último año para el que se dispone de datos, más de un 14% de los encuadrados en las industrias de alta y media-alta tecnología incurrieron en ellos, mientras que no llegaban al 2,5% los establecimientos de menor nivel tecnológico que hacían lo mismo. Casi idénticos perfiles a los anteriores se comprueban en los referidos gráficos para la variable que alude a la contratación de servicios externos de I+D. Y, de nuevo, tanto en términos de gasto con respecto al Valor Añadido, como en porcentaje de establecimientos implicados en la actividad, son las industrias de más elevado contenido tecnológico las que presentan un comportamiento más destacado, lo que no obsta para que este tipo de estrategia haya penetrado con cierta fuerza, en los años recientes, en las de media-baja y baja tecnología.

GRÁFICO V.3

GASTOS EN ACTIVOS Y SERVICIOS CON CONTENIDO TECNOLÓGICO EN LAS RAMAS DEL SECTOR INDUSTRIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID
(Porcentajes sobre el VAB_{cf})

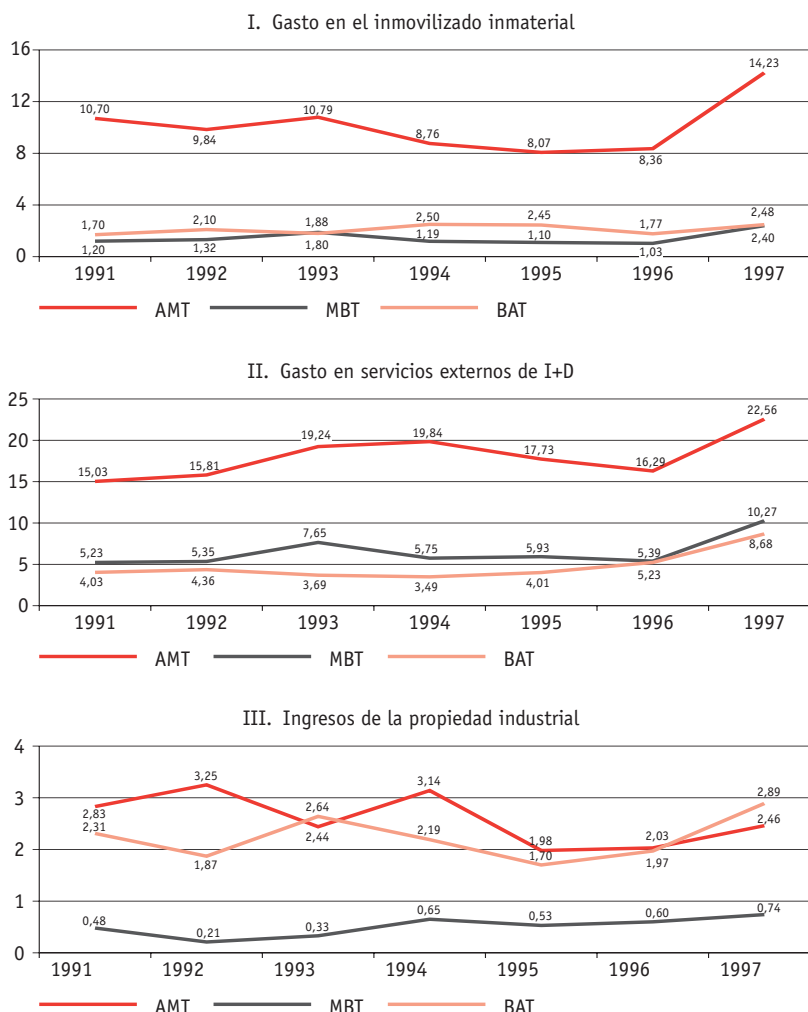


AMT: Alta y media-alta tecnología. MBT: Media-baja tecnología. BAT: Baja tecnología.

Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid y elaboración del IAIF (Universidad Complutense).

GRÁFICO V.4

ESTABLECIMIENTOS QUE REALIZAN GASTOS EN ACTIVOS Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS O QUE OBTIENEN INGRESOS DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL EN LAS RAMAS DEL SECTOR INDUSTRIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID
(Porcentajes sobre el total de los establecimientos industriales de cada rama)



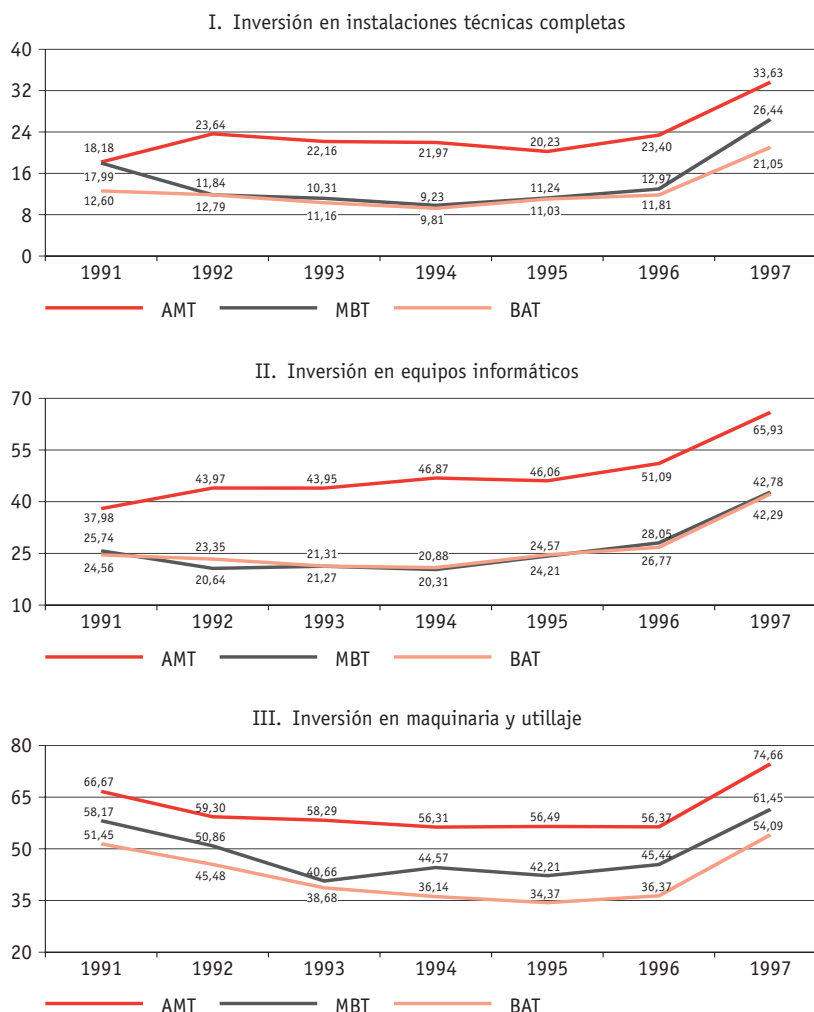
AMT: Alta y media-alta tecnología. MBT: Media-baja tecnología. BAT: Baja tecnología.

Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid y elaboración del IAIF (Universidad Complutense).

En definitiva, las actividades referentes a la I+D o a la obtención de otros activos intangibles son tanto más relevantes cuanto más compleja es la tecnología característica de las diferentes industrias. La pauta precedente no puede atribuirse, sin embargo, a las variables expresivas de la obtención de ingresos por la cesión de la propiedad industrial. En este caso, son las industrias de baja tecnología –debido al particularmente elevado valor que adquieren en las industrias del papel, imprentas y edición, seguramente como resultado de las transacciones sobre los derechos de autor– las que muestran una mayor ratio con respecto al valor añadido. Además, en el caso de las ramas de mayor nivel tecnológico, sólo en los primeros años del período se registran cifras de cierta entidad. Y, en lo que concierne al porcentaje de establecimientos implicados, éstos son en general muy pocos, presentándose los comportamientos más destacados tanto en las industrias de baja como en las de alta y media-alta tecnología. Finalmente, las inversiones en elementos materiales que incorporan tecnología muestran, como es de esperar, un notorio perfil cíclico, de manera que se reducen en las fases recesivas y se amplían

GRÁFICO V.5

ESTABLECIMIENTOS QUE REALIZAN INVERSIONES EN ACTIVOS MATERIALES CON TECNOLOGÍA INCORPORADA EN LAS RAMAS DEL SECTOR INDUSTRIAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID (Porcentaje sobre el total de los establecimientos industriales de cada rama)



AMT: Alta y media-alta tecnología. MBT: Media-baja tecnología. BAT: Baja tecnología.

Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid y elaboración del IAIF (Universidad Complutense).

en las expansivas. Su valor con respecto al VAB muestra que, en general, el mayor esfuerzo inversor lo realizan los establecimientos de media-baja tecnología. A su vez, los de menor y los de más elevado contenido tecnológico muestran, hasta los años más recientes, un esfuerzo bastante similar y, en todo caso, inferior al de los anteriores. Sin embargo, estos últimos, en 1996 y 1997, se han ido separando de aquellos para asimilarse a los de media-baja tecnología. Estas apreciaciones acerca de la inversión material se completan con los datos referentes a la proporción de los establecimientos que la realizan, cuyo reflejo se muestra en el gráfico V.5. En él se puede apreciar que, sea cual sea el tipo de activos en los que se concrete la inversión, son los establecimientos encuadrados en las industrias de mayor complejidad tecnológica los que más frecuentemente deben asignar recursos a ella. Esta circunstancia parece indicar que la permanencia de las empresas en este tipo de industrias requiere un proceso más continuado de inversión en equipos productivos que el que se necesita para operar en las ramas de menor nivel tecnológico.

6. Análisis de la Enseñanza Superior Universitaria

6. Análisis de la Enseñanza Superior Universitaria

6.1. Introducción

114

6.2. Metodología

6.2.1. Unidad de análisis y ámbito de la estadística

6.2.2. Definiciones de las características de la Enseñanza Universitaria

6.2.3. Variables utilizadas e indicadores

116

6.3. Resultados

120

6.1. **Introducción**

La corriente evolucionista ha otorgado gran importancia al capital humano, así como a los procesos de aprendizaje que envuelven el cambio técnico y la innovación. En este contexto, los resultados que una región ofrece en todo lo relativo a la configuración y caracterización de sus recursos humanos debe tenerse en cuenta. El estudio de la Enseñanza Superior universitaria juega, en este marco, un doble papel. Por un lado, constituye un factor clave en la definición de los rasgos y características propios del capital humano, y por otro, se puede considerar, junto a los resultados de otras actividades propias, un *output* fundamental de las actividades de investigación llevadas a cabo por la Universidad. Por consiguiente, la trayectoria, evolución y caracterización de este factor, han de ser consideradas como uno de los resultados de los sistemas de innovación.

A continuación se realiza una revisión de aquellas variables que mejor muestran el panorama de la enseñanza universitaria tanto en la Comunidad de Madrid, como en España.

¹ *Vid.*

6.2. Metodología

El Instituto Nacional de Estadística ha publicado anualmente –desde el año académico 1945/46 hasta el año 1984/85– las estadísticas correspondientes a todos los niveles de enseñanza comprendidos en el sistema educativo español. Será a partir del año 1985/1986 cuando únicamente se encargará de las funciones de recogida, procesamiento y publicación de resultados de las *Estadística de la Enseñanza Superior*, asumiendo las competencias correspondientes de los niveles restantes, el Ministerio de Educación y Ciencia.

En nuestro caso, la serie de años que ha sido seleccionada, con el fin de construir indicadores y reflejar el panorama de la Comunidad de Madrid, va desde el curso académico 89/90, hasta el último del que se dispone la información, que en este momento es el 98/99. El objetivo fundamental de estas publicaciones es el conocimiento de las características más relevantes del alumnado, profesorado y centros que permitan obtener una visión general del alcance y volumen de la Enseñanza de Nivel Superior en España, abarcando tanto la *Educación Universitaria* como *Otras Enseñanzas Superiores No Universitarias*.

6.2.1. UNIDAD DE ANÁLISIS Y ÁMBITO DE LA ESTADÍSTICA

La unidad de análisis de la Estadística de la Enseñanza Superior, tal como está definida por el INE, son los *centros educativos* donde se imparten las Enseñanzas Superiores, matizándose como para el caso de las universidades, serían aquéllas en las cuales se imparten estudios oficiales y se expiden los correspondientes títulos.

Con respecto al ámbito de la estadística, hace relación a todos los centros, cualquiera que sea su titularidad y clase; *territorialmente* comprende toda la superficie española; y *temporalmente* informa de los períodos de tiempo anuales donde los datos se corresponden con el año académico que da nombre a la citada estadística. Excepcionalmente, las series de alumnos que terminan sus estudios (ya sean de primero, segundo o tercer ciclo) se corresponden con el curso anterior.

6.2.2. DEFINICIONES DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA

Las publicaciones del INE hacen referencia a las siguientes campos en el panorama de la Enseñanza Superior Universitaria:

CLASE DE CENTRO

- Facultades Universitarias: en estos centros se cursan los tres tipos de ciclos universitarios. La superación del primero y segundo ciclo conlleva la obtención de la categoría de licenciado pudiendo acceder al tercer ciclo, que confiere la categoría de doctor.
- Colegios Universitarios: podrán ser de carácter público o privado debiendo estar adscritos o integrados a una universidad. En ellos sólo se puede cursar el primer ciclo.
- Escuelas Técnicas Superiores: aquí se desarrollan los tres ciclos. Tras la superación de los dos primeros se obtiene el título de Ingeniero o Arquitecto Superior.
- Escuelas Universitarias: en ellas se cursan solamente estudios de primer ciclo. La superación del mismo otorga el título de Diplomado, Arquitecto Técnico o Ingeniero Técnico.

Para nuestro propósito, estas categorías no han sido tenidas en cuenta, ya que el objetivo es el estudio a nivel regional de los *outputs* que representan para el sistema de innovación de la Comunidad de Madrid, tanto los alumnos matriculados como aquellos que han finalizado sus estudios. Sin embargo, conviene tener en cuenta la distinta procedencia de los datos.

TITULARIDAD DEL CENTRO

Los centros pueden ser públicos o privados en función de que dependan de un órgano público (Estatual o comunidad autónoma), o no, con independencia de sus recursos económicos. En la construcción de datos se han agrupado ambos, considerándose, por tanto, que la titularidad del centro no tiene por qué afectar, ni crear discrepancias significativas.

ESTUDIO

Se define como enseñanza de tipo postsecundario que desemboca en un título superior de carácter oficial y válido en todo el territorio nacional. Los estudios universitarios podrán ser de primer ciclo (ciclo corto), de primero y segundo ciclo (ciclo largo), sólo de segundo ciclo y de tercer ciclo. En este texto se han agrupado en áreas de conocimiento. Se distinguen las siguientes, a partir de la clasificación que aportan el INE y el Ministerio de Educación y Ciencia:

1. ÁREA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES.
2. ÁREA DE CIENCIAS DE LA SALUD.
3. ÁREA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.
4. ÁREA DE CIENCIAS SOCIALES Y JURÍDICAS.
5. ÁREA DE HUMANIDADES.

En el período temporal en el que se trabaja, el número de estudios que comprenden cada una de las áreas de conocimiento variará, dependiendo del año, en función de las nuevas titulaciones que van surgiendo, así como la desaparición de otras existentes.

PROFESOR

Se define en la estadística, como aquella persona empleada, aun en régimen de dedicación parcial, a los fines de transmitir conocimientos y aptitudes. Debido al tipo de estudio que aquí se realiza, esta variable no ha sido necesaria.

ALUMNO

Se define como la persona matriculada y/o inscrita en un programa de educación. Los datos sobre alumnos de primero y segundo ciclo hacen referencia al curso, sexo y tipo de estudio, así como alumnado nuevo inscrito, alumnado matriculado y alumnado que terminó sus estudios. En la investigación se han tomado como variables las series que vienen desglosadas por Comunidades Autónomas y que hacen relación al número de alumnos matriculados y a los que han terminado. Hay que matizar al respecto, que la serie va contando con variaciones en las definiciones de las propias áreas de conocimiento, así como en los distintos tipos de estudios que los integran. Para homogeneizar la información, y que de esta forma sea comparable en el tiempo, se ha mantenido la misma clasificación y composición que anteriormente se ha señalado en el caso de los estudios.

6.2.3. VARIABLES UTILIZADAS E INDICADORES

Por último, para concluir este apartado metodológico, se hará referencia a las variables que se han utilizado y analizado, así como indicadores:

- *Alumnos matriculados en primero y segundo ciclo*: se trata del número de personas que se han matriculado en estudios universitarios desde el curso 89/90 hasta el 98/99, por áreas de conocimiento.
 - *Alumnado que terminado los estudios primero/segundo ciclo*: es el número de personas que han finalizado sus estudios con la obtención de su título correspondiente, clasificados también por áreas de conocimiento. El período, en este caso, va desde el curso 88/89 hasta el 97/98, que es el último del que se posee la información.
 - *Alumnos matriculados en primero y segundo ciclo respecto a la población de 16 y más años.*
 - *Alumnos que han terminado primero y segundo ciclo respecto a la población de 16 y más años.*
- Estos dos últimos indicadores tienen como fin cuantificar la presencia de personas matriculados, o bien que han terminado sus estudios universitarios, comparándolo con el resto de la población. Los datos poblacionales de 16 y más años han sido obtenidos de la *Encuesta de Población Activa del INE*. Las cifras vienen dadas en individuos (alumnos matriculados, o que han terminado) por cada 100.000 habitantes para una visualización más adecuada.

6.3. **Resultados**

El primer aspecto hace referencia al número de personas matriculadas en estudios de primero o segundo ciclo (cuadros VI.1 y VI.2). En general, se aprecia una evolución ascendente en las cifras totales para España, debida a la incorporación de las generaciones del “babyboom” de los años setenta al sistema universitario. La Comunidad de Madrid sigue un comportamiento similar, aunque, a partir del curso 96/97, se observa cierto retroceso respecto a los años anteriores.

En los análisis por áreas de conocimiento destacan el predominio de las ciencias sociales y su consolidación como las más cursadas sobre las restantes, así como el crecimiento superior de los estudios englobados dentro de las áreas técnicas de ingeniería y tecnología. Quizás en este punto conviene señalar que la proporción que representan los estudiantes universitarios madrileños sobre el total de España –un 19,7% en el año académico 1988-89–, ha disminuido, tanto a nivel global como en cada una de las áreas de conocimiento. Esta tendencia se podría explicar, en gran parte, como consecuencia de la creación de nuevas escuelas, universidades y facultades en las restantes Comunidades Autónomas. A pesar de ello, la presencia madrileña sigue siendo muy elevada, y del total de alumnos que se matriculan en universidades españolas, un 16% lo hace en la Comunidad de Madrid, mientras que la población de Madrid representa el 12,85% del total (respecto a la población comprendida entre 18 y 26 años –los que potencialmente podrían matricularse en la universidad–, este porcentaje asciende al 13,3%).

CUADRO VI.1 ALUMNOS MATRICULADOS EN 1.º Y 2.º CICLO POR ÁREAS DE CONOCIMIENTO

Áreas de conocimiento	89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99
Área Ciencias Experimentales: Madrid	21.082	21.465	22.458	22.883	23.089	23.523	23.719	23.833	23.185	22.814
Área Ciencias Experimentales: España	79.770	84.317	89.964	97.212	105.207	113.517	119.676	126.124	129.634	129.844
Área Ciencias de la Salud: Madrid	21.076	19.208	19.306	19.148	19.651	19.370	19.399	20.056	21.200	22.284
Área Ciencias de la Salud: España	105.025	102.130	106.514	106.784	110.660	111.037	111.897	114.693	114.957	118.159
Área Ciencias Sociales: Madrid	103.107	108.850	113.463	115.266	122.637	125.173	126.598	127.162	125.695	121.474
Área Ciencias Sociales: España	568.296	605.561	642.762	659.806	716.439	754.233	775.555	797.165	803.708	799.780
Área de Humanidades: Madrid	20.942	20.023	19.810	22.015	21.567	19.236	20.054	20.812	20.869	20.662
Área de Humanidades: España	138.955	128.451	127.633	143.845	147.434	132.341	141.131	154.663	163.524	163.107
Área Técnicas: Madrid	48.823	51.147	53.823	56.059	57.732	59.339	60.339	61.663	63.916	66.304
Área Técnicas: España	201.040	220.113	242.235	266.797	285.997	304.484	323.182	343.764	358.765	369.268
Totales: Madrid	215.030	220.693	228.860	235.371	244.676	246.641	250.109	253.526	254.865	253.538
Totales: España	1.093.086	1.140.572	1.209.108	1.274.444	1.365.737	1.415.612	1.471.441	1.536.409	1.570.588	1.580.158

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

CUADRO VI.2 TOTAL ALUMNOS QUE HAN TERMINADO 1.º Y 2.º CICLO POR ÁREAS DE CONOCIMIENTO

Áreas de conocimiento	88-89	89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98
Área Ciencias Experimentales: Madrid	2.131	2.550	2.456	2.437	2.573	2.547	2.437	2.948	2.893	3.327
Área Ciencias Experimentales: España	7.497	8.230	8.174	7.874	8.555	8.539	8.761	10.574	11.646	13.172
Área Ciencias de la Salud: Madrid	2.908	2.862	2.794	2.908	2.889	3.172	3.189	3.542	3.823	3.923
Área Ciencias de la Salud: España	16.152	15.550	16.164	16.736	16.447	18.435	18.854	19.258	21.164	21.613
Área Ciencias Sociales: Madrid	12.456	14.515	13.511	13.133	13.057	15.709	15.924	19.846	19.116	21.680
Área Ciencias Sociales: España	56.902	59.957	60.980	62.660	70.364	80.008	86.944	97.929	106.853	112.986
Área de Humanidades: Madrid	3.919	5.124	3.410	3.388	3.425	2.924	3.042	2.672	2.961	2.668
Área de Humanidades: España	19.680	21.940	18.838	18.752	17.704	15.045	16.414	16.225	19.271	20.611
Área Técnicas: Madrid	3.187	3.632	3.757	4.549	4.203	4.327	5.460	5.909	5.890	5.767
Área Técnicas: España	11.243	12.917	14.448	17.528	17.477	20.227	23.333	26.651	30.260	34.147
Totales: Madrid	24.601	28.683	25.928	26.415	26.147	28.679	30.052	34.917	34.683	37.365
Totales: España	111.474	118.594	118.604	123.550	130.547	142.254	154.306	170.637	189.194	202.529

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

En el segundo cuadro se recoge el número de personas, en términos absolutos, que han finalizado sus estudios de primero o segundo ciclo entre el curso 88-89 y el 97-98. Comparando estas cifras con el número de matriculaciones, se observa que un gran número de los estudiantes no acaban sus estudios. Analizando las tendencias temporales, las cifras reflejan un incremento sustancial del primero al último año, una tendencia detectada tanto en el caso español como el madrileño. Como sucedía con el caso de los matriculados, este incremento ha sido inferior en Madrid. No obstante, la importancia de la Comunidad de Madrid sigue siendo grande, ya que, por ejemplo, en el curso 97-98, del total de alumnos universitarios españoles que han finalizado sus estudios, el 18% lo han hecho en una universidad de la Comunidad de Madrid. Lo que implicaría que los estudiantes madrileños logran con más frecuencia acabar sus estudios. Por áreas de conocimiento el comportamiento de Madrid ha sido bastante parecido al de España. Destaca un número bastante superior de licenciados y diplomados en el área de las ciencias sociales sobre las restantes, y cierto estancamiento y disminución del alumnado que ha finalizado sus estudios en el área de humanidades. La mayor tasa de crecimiento se observa en las carreras técnicas seguida de las sociales, pero al igual que sucedía en los alumnos matriculados, el crecimiento del número de licenciados, diplomados e ingenieros de las universidades madrileñas ha sido inferior al nacional.

En los cuadros 3 y 4 se recoge el número de personas matriculadas y aquellas que han concluido, respectivamente, el primero y el segundo ciclo, en relación con la población de 16 y más años. El objetivo de este indicador es corregir los datos absolutos respecto al peso atribuible al tamaño de la población que está recibiendo una formación específica y que, por tanto, puede considerarse una forma de medir o cualificar el capital humano que permite comparar el caso español con el de la Comunidad de Madrid.

Tanto en el caso de los alumnos matriculados por 100.000 habitantes (cuadro VI.3), como en el caso de los que han terminado el 1.º y 2.º ciclo (cuadro VI.4) se observa que el porcentaje de la población con estudios de primero y segundo ciclo ha aumentado de forma sustancial y que la posición de la Comunidad de Madrid es claramente superior a la española en su conjunto. Por ejemplo, en Madrid en el curso 88-89 se matricularon unas 5.600 personas por cada 100.000 habitantes en el primero o segundo ciclo, mientras que para el conjunto de las regiones españolas esta cifra no llegaba a las 3.600 personas. En el año académico 1998-98 estas cifras ascendieron a 6.038 y 4.833 estudiantes, respectivamente. Esto implica, por un lado, que el crecimiento de alumnos por habitante ha sido mayor para el conjunto español, lo que, a su vez, implica un proceso de convergencia. Por otro lado, la posición madrileña sigue siendo muy superior a la de la media española.

Si analizamos los datos de los alumnos que han terminado el 1.º y 2.º ciclo respecto a la población de 16 y más años y analizando el último curso académico del que se dispone de cifras (cuadro VI.4), se puede indicar que la cifra respecto a la Comunidad de Madrid es 1,43 veces mayor a la de la media española. Analizando los datos por áreas de conocimientos, Madrid destaca sobre toda el área de ciencias experimentales donde el número de personas que han finalizado sus estudios es casi el doble que el de la media española. Las áreas de Ciencias de Salud y Ciencias Técnicas se ajusta a las diferencias medias entre la Comunidad de Madrid y España. Mientras que en el área de Ciencias Sociales y sobre todo en el área de Humanidades la diferencia entre Madrid y el resto de España es muy pequeña. Incluso, respecto a las humanidades, la media española es hoy ligeramente superior a la media de la Comunidad de Madrid.

CUADRO VI.3**ALUMNOS MATRICULADOS EN 1.º Y 2.º CICLO RESPECTO
A LA POBLACIÓN DE 16 Y MÁS AÑOS POR ÁREAS DE CONOCIMIENTO
(POR CADA 100.000 HABITANTES)**

Áreas de conocimiento	89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99
A.C. Experimentales: Madrid	554,76	558,98	578,84	583,08	576,48	572,59	574,09	573,12	554,56	543,31
A.C. Experimentales: España	262,15	274,56	290,30	310,85	333,26	356,07	372,53	389,92	398,46	397,13
A.C. de la Salud: Madrid	554,60	500,21	497,60	487,91	490,64	471,50	469,53	482,29	507,08	530,69
A.C. de la Salud: España	345,14	332,57	343,71	341,46	350,53	348,29	348,32	354,58	353,34	361,39
A.C. Sociales: Madrid	2.713,20	2.834,64	2.924,45	2.937,09	3.061,94	3.046,91	3.064,14	3.057,88	3.006,48	2.892,86
A.C. Sociales: España	1.867,57	1.971,89	2.074,11	2.109,85	2.269,42	2.365,84	2.414,19	2.464,51	2.470,36	2.446,12
A. Humanidades: Madrid	551,08	521,43	510,59	560,96	538,47	468,23	485,38	500,47	499,16	492,06
A. Humanidades: España	456,64	418,27	411,85	459,97	467,02	415,12	439,32	478,15	502,62	498,86
A. Técnicas: Madrid	1.284,75	1.331,95	1.387,26	1.428,44	1.441,43	1.444,40	1.460,43	1.482,82	1.528,80	1.579,01
A. Técnicas: España	660,67	716,75	781,66	853,13	905,94	955,09	1.006,02	1.062,78	1.102,74	1.129,40
Totales: Madrid	5.658,39	5.747,21	5.898,76	5.997,48	6.108,96	6.003,63	6.053,56	6.096,57	6.096,08	6.037,91
Totales: España	3.592,17	3.714,04	3.901,63	4.075,26	4.326,17	4.440,41	4.580,38	4.749,95	4.827,53	4.832,89

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

CUADRO VI.4**ALUMNOS QUE HAN TERMINADO 1.º Y 2.º CICLO RESPECTO
A LA POBLACIÓN DE 16 Y MÁS AÑOS POR ÁREAS DE CONOCIMIENTO
(POR CADA 100.000 HABITANTES)**

Áreas de conocimiento	88-89	89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98
A.C. Experimentales: Madrid	56,47	67,10	63,96	62,81	65,56	63,59	59,32	71,35	69,57	79,58
A.C. Experimentales: España	24,85	26,58	26,62	25,41	27,36	27,05	27,48	32,92	36,00	40,49
A.C. de la Salud: Madrid	77,06	75,31	72,76	74,95	73,61	79,20	77,63	85,73	91,93	93,83
A.C. de la Salud: España	53,53	51,10	52,63	54,00	52,59	58,40	59,14	59,95	65,43	66,43
A.C. Sociales: Madrid	330,08	381,95	351,85	338,50	332,70	392,22	387,62	480,35	459,68	518,56
A.C. Sociales: España	188,59	194,41	198,57	202,20	225,00	253,44	272,72	304,84	330,35	347,29
A. Humanidades: Madrid	103,85	134,84	88,80	87,32	87,27	73,01	74,05	64,67	71,20	63,82
A. Humanidades: España	65,22	68,75	61,34	60,51	56,61	47,66	51,49	50,51	59,58	63,35
A. Técnicas: Madrid	84,46	95,57	97,84	117,25	107,10	108,03	132,90	143,02	141,64	137,94
A. Técnicas: España	37,26	42,39	47,05	56,56	55,89	64,07	73,19	82,96	93,55	104,96
Totales: Madrid	651,92	754,78	675,21	680,83	666,25	716,04	731,51	845,12	834,03	893,73
Totales: España	369,45	383,23	386,21	398,68	417,45	450,61	484,02	531,17	584,91	622,51

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del INE.

7. Comercio Exterior según el nivel tecnológico de las ramas industriales

7. Comercio Exterior según el nivel tecnológico de las ramas industriales

7.1. Introducción

128

7.2. Metodología

130

7.3. Resultados

136

7.1.

Introducción

El crecimiento del comercio internacional y las inversiones exteriores, entre otros, unido a la revolución de la información, provoca que la competencia en los diferentes sectores, salvo excepciones puntuales, no se pueda considerar de carácter local, sino global. En este sentido, la elaboración de indicadores de la ciencia y la tecnología en una economía como la madrileña, con una dimensión exterior suficientemente importante, enmarcada dentro de un país con clara vocación aperturista pasa por la consideración del componente internacional. De ese modo, al igual que la competitividad interna de los diferentes sectores o empresas descansa, al menos en parte, en sus fortalezas tecnológicas, parece lógico pensar que la capacidad exterior de las mismas también presente dicha relación. Así, dándole la vuelta a la moneda, se puede considerar que analizando el grado de competitividad que presentan los diferentes sectores en el ámbito internacional y relacionando estos últimos de alguna forma con sus fortalezas tecnológicas, se habrán obtenido indicadores de resultados de la capacidad tecnológica de nuestra comunidad. Para ello, agrupados los diferentes sectores según su grado de complejidad tecnológica, de acuerdo con la clasificación realizada por la OCDE, se analizan las exportaciones de la Comunidad de Madrid y las de España desde un punto de vista comparativo. Antes de presentar los resultados, es necesario comentar los aspectos metodológicos más destacados.

7.2. Metodología

Para la clasificación de los sectores anteriormente citados y su agrupación en las respectivas clases tecnológicas, se ha partido de la información estadística que proporciona el instituto de estadística de la Consejería de Presidencia y Hacienda de la Comunidad de Madrid. Dichas clases tecnológicas se identifican con:

CLASIFICACIÓN DE LA OCDE

Alta tecnología

Industria Aeronáutica
 Material de oficina y tratamiento de datos
 Productos farmacéuticos y medicinales
 Radio, televisión y equipos de telecomunicaciones

Media-alta tecnología

Instrumentos científicos
 Vehículos de motor
 Maquinaria eléctrica (excluidos los equipos de telecomunicaciones)
 Productos químicos (excluidos los farmacéuticos)
 Maquinaria no eléctrica
 Otro material de transporte

Media-baja tecnología

Caucho y productos de plásticos
 Construcción y reparación de buques
 Otras manufacturas
 Metales no férricos
 Productos minerales no metálicos
 Productos metálicos
 Refinerías de petróleo y productos derivados
 Metales férricos

Baja tecnología

Papel, productos de papel e imprenta
 Textil, ropa y piel
 Alimentación, bebidas y tabaco
 Productos de madera y muebles

Resta, por tanto, describir la metodología de elaboración de las estadísticas originales obtenidas del citado instituto:

La consideración de los intercambios comerciales entre la Comunidad de Madrid y otras unidades territoriales permite distinguir las siguientes operaciones con origen o destino en nuestra región:

- Operaciones comerciales efectuadas entre la Comunidad de Madrid y otras regiones de España, lo que se denomina comercio interregional.
- Operaciones comerciales efectuadas entre la Comunidad de Madrid y el extranjero, que constituyen el comercio exterior.

Una vez caracterizados los flujos comerciales que tienen por sujeto activo a nuestra Comunidad y a otros ámbitos geográficos, es necesario delimitar el alcance de la presente estadística de Comercio Exterior de la Comunidad de Madrid, lo que, evidentemente, condicionará la aplicación de la correspondiente metodología. Al ser nuestro ámbito de trabajo un espacio regional, inferior al ámbito nacional, se van a centrar las definiciones y la metodología de elaboración desde una visión regional, si bien se considera exclusivamente el comercio exterior y no el interregional. Así, las exportaciones comprenderán todas aquellas operaciones a través de las cuales un producto originario o elaborado en la Comunidad de Madrid se vende fuera de España para su utilización como bien intermedio, de inversión o de consumo final. La contabilización

práctica de estas operaciones tropieza con el sesgo que introducen las empresas de actividad comercial y sede en la Comunidad de Madrid, ya que en muchos casos los productos que exportan pueden haber sido elaborados en otras regiones. Además, existe el inconveniente añadido de conocer qué parte de las exportaciones atribuidas a otras regiones es, en realidad, elaborada en origen en la Comunidad de Madrid.

La fuente estadística básica para la elaboración de las estadísticas es el Fichero Territorial del Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales. Se trata de un registro de tipo administrativo que recoge los datos cumplimentados tanto en el Documento Único Aduanero (DUA), como en los cuestionarios INTRASTAT (estadísticas sobre el intercambio de bienes entre Estados miembros de la Unión Europea). La unidad informante es la empresa que realiza la operación de exportación. Pero su ubicación puede no coincidir con la del establecimiento o unidad productiva del bien que se exporta. Este problema de asignación de las mercancías es más frecuente en las importaciones que en las exportaciones, dado que el exportador suele saber con mayor exactitud el origen territorial del producto y, de este modo, reseñarlo en el documento. Por todas estas razones hay que hablar de datos aproximados de Comercio Exterior respecto a lo que serían las cifras verdaderas, desviación que se explica por la propia filosofía del Documento Aduanero y por la imposibilidad de averiguar el flujo de operaciones entre la Comunidad de Madrid y el resto de España.

Adicionalmente hay que considerar que la entrada en vigor del Mercado Único Europeo ha supuesto un importante cambio en los procesos seguidos para cuantificar los flujos comerciales de los países de la Unión. Hasta el 31 de diciembre de 1992, todas las operaciones del Comercio Exterior estaban documentadas en los correspondientes Documentos Únicos Aduaneros que se presentaban de manera obligatoria. Por lo tanto, la obtención de las cifras de Comercio Exterior se realizaba a través de la agregación de los registros de las operaciones documentadas. A partir del 1 de enero de 1993 la nueva operativa determina la cifra de Comercio Exterior a través de la suma de los siguientes conceptos de información:

- a) Exportaciones con destino en países terceros a la Unión Europea para las que subsiste la obligación de presentar la correspondiente declaración DUA ante la aduana y que se contabilizan de forma directa, como se hacía antes de 1993.
- b) Expediciones intracomunitarias realizadas por los operadores económicos, con obligación de presentar la información requerida por el Sistema INTRASTAT ("toda persona física o jurídica residente en España que interviene en un intercambio de bienes, entre España y otro Estado miembro y que es sujeto pasivo del IVA por adquisiciones o ventas intracomunitarias u operaciones asimiladas") cuyo volumen de operaciones anuales superen cierta cantidad, dieciséis millones de pesetas para 1999, aunque estas cifras cambian según año.

La desaparición de la declaración simplificada y la elevación del umbral estadístico de asimilación, la implantación de la posibilidad de declarar en euros, y otras importantes novedades que, en general, suponen una mejora del sistema y que benefician al obligado estadístico han desembocado en la publicación, por parte del Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales, de la Resolución 22-12-98, que da redacción a las "Normas Aplicables a las Estadísticas de los Intercambios de Bienes entre los Estados miembros de la Unión Europea para el Ejercicio de 1999". Con estas normas queda derogada la Circular 8/1997. La obligatoriedad de presentar la declaración estadística Intrastat viene determinada por el tipo de intercambio comunitario, el obligado estadístico y la naturaleza de las mercancías objeto del intercambio comunitario. Queda suprimida la clasificación según "el tipo de obligación del operador": se ha establecido un único umbral, de asimilación, fijado en 16.000.000 de pesetas y ha quedado suprimida la declaración simplificada, subsistiendo, única y exclusivamente la declaración detallada. En el sistema de recogida de información de los flujos de Comercio Exterior se sigue ocasionando una pérdida de información, ya que sólo los operadores económicos que reúnan las condiciones de obligatoriedad han de presentar la declaración INTRASTAT.

El Fichero Territorial del Departamento de Aduanas tiene una estructura de registro de 125 posiciones, agrupadas en una serie de campos operativos que a continuación se detallan:

<i>N.º Posición</i>	<i>Campo</i>
1-4	Año/mes
5	Tipo de operación (Expedición/Introducción)
6-9	Aduanas
31-32	Provincia de origen/destino de la mercancía
33-35	País de origen/destino de la mercancía
36-38	País de procedencia
39-50	Posición arancelaria TARIC
67-81	Peso
82-96	Unidades
100-111	Importe facturado
112-123	Valor estadístico
124-125	Provincia de domicilio fiscal

Para elaborar las cifras del comercio exterior de la Comunidad de Madrid se utilizan todos aquellos registros cuya provincia origen de la transacción sea Madrid. Aquellos registros en los que este campo aparece sin información válida y en cuyo campo “provincia de domicilio fiscal” conste Madrid, sus cifras se interpretan como pertenecientes al comercio exterior madrileño. La decisión más importante a tomar desde el punto de vista metodológico es la del criterio a emplear para asignar a cada región las operaciones de comercio exterior que le corresponden, problema que no se plantea con el de una nación, o mejor dicho, que se plantea solamente en supuestos marginales. Por ello, hay que empezar por señalar que cuando se hace referencia al comercio exterior regional se quiere reflejar aquel que aparece ligado a la actividad económica regional. Es decir, se trata de medir qué parte de los bienes que han sido producidos en una región son vendidos en el extranjero. Las fórmulas que se han venido utilizando para cuantificar el comercio exterior regional han utilizado alguna de las siguientes variables como criterio de regionalización:

1. Domicilio social de la empresa. La utilización de este criterio supone asignar a cada región las operaciones de comercio exterior realizadas por empresas cuya sede social se encuentra en esa región, lo que provoca importantes sobrevaloraciones (como en el caso de Madrid) e infravaloraciones dependiendo del número de empresas que por diversas razones se encuentran domiciliadas en uno u otro lugar.
2. Aduana de salida. El empleo de esta variable de regionalización, aunque menos frecuente que la anterior, ha sido también utilizada en algunos casos. Sin embargo, se considera que no es relevante de cara a informar sobre el objetivo citado de comercio ligado a la actividad económica regional, en cuanto que sólo expresa dónde se ha cumplido con determinados requisitos burocráticos.
3. Destino de la mercancía, según consta en la declaración. Este dato es el que teóricamente responde mejor al objetivo buscado, aunque a priori su fiabilidad sea inferior a la del domicilio social. La provincia de domicilio fiscal viene recogida en el código de identificación fiscal de la empresa, mientras que la provincia de destino es un dato que se deriva únicamente de la declaración del exportador, sin que se exija ningún tipo de comprobantes para acreditar la afirmación y sin que, además, el contenido de este campo tenga efectos directos sobre elementos recaudatorios.

A pesar de esta dificultad previa, y de otras que se mencionan más adelante, se ha optado por regionalizar el comercio exterior mediante la variable “provincia de origen o destino”, considerando que la utilización del domicilio fiscal crea unas enormes distorsiones en los resultados. A título de ejemplo puede señalarse que aplicando el criterio de regionalización según el domicilio fiscal, Madrid habría exportado en 1988 el 30% del total de la exportación española, lo que, obviamente, no se corresponde con el peso económico de esta región en el

conjunto nacional. Por otra parte, la regionalización mediante la variable aduana produce resultados que, simplemente, no tienen nada que ver con el conjunto de la actividad económica de la región.

La aplicación del criterio elegido (provincia de origen o destino de la mercancía) produce resultados desiguales en exportación e importación. Son más fiables los resultados de la exportación, porque la información sobre el origen de la mercancía existe de una forma cierta y porque hay "cierres" posibles para comprobar la verosimilitud de las cifras resultantes.

Finalmente, es necesario apuntar que el horizonte temporal recogido en la muestra se extiende de 1996 hasta 1999, ya que no existen datos más recientes del comercio exterior que nos sean de utilidad.

Aunque se pueden utilizar indicadores de la competitividad exterior de los diferentes sectores más complejos, es necesario recordar que lo verdaderamente interesante para esta investigación es el diferente comportamiento de las actividades englobadas en los diferentes grados de complejidad tecnológica, por lo que se ha optado por el más simple, pero a la vez más claro, indicador de competitividad exterior, las "Exportaciones". Con ellas, lo que pretendemos recoger es la capacidad que tienen nuestras empresas de vender, fuera de nuestras fronteras, los productos que producimos.

7.3. Resultados

La información elaborada se muestra reflejada en tres cuadros, uno por cada clase tecnológica. En cada uno de ellos se reflejan el valor absoluto y la tasa de crecimiento de las exportaciones, para cada año, así como el porcentaje que representa sobre el total de las exportaciones. Todo ello, para la Comunidad autónoma de Madrid y para España.

Como se puede apreciar en el cuadro VII-1, la participación en las exportaciones de las actividades de alta y media-alta complejidad tecnológica ha sido claramente superior en el caso de la Comunidad de Madrid que en el resto de España, lo que refleja de nuevo la importancia de Madrid en el sistema español de innovación. El crecimiento de las exportaciones en estos sectores ha sido un 40%, siendo el porcentaje para el conjunto de España (39,5) ligeramente inferior al de la Comunidad de Madrid (40,7%). El porcentaje que representan estas actividades sobre el total de exportaciones ha sido muy estable en el caso de la Comunidad de Madrid mientras que con respecto a España la importancia de los sectores de media y alta tecnología se ha incrementado en casi dos puntos.

CUADRO VII.1 EXPORTACIONES DE LOS SECTORES DE ALTA Y MEDIA-ALTA TECNOLOGÍA PARA LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID. 1996-1999

Región	Unidad/años	1996	1997	1998	1999
Madrid	Millones de pesetas	944.124	1.113.645	1.208.735	1.328.169
	Tasa de crecimiento (%)		15,2	7,9	9,0
	Porcentaje del total	72,89	71,86	72,39	72,78
España	Millones de pesetas	6.705.152	7.844.424	8.716.168	9.353.066
	Tasa de crecimiento (%)		14,5	10,0	6,8
	Porcentaje del total	58,36	57,31	58,91	60,07

Fuente: Elaboración IAIF a partir de los datos del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

Por su parte, las actividades de media-baja complejidad tecnológica (cuadro VII-2), disminuyen su importancia relativa para la Comunidad de Madrid y para España en su conjunto de forma apreciable, aunque en términos absolutos ocurre lo contrario. A pesar de que las exportaciones de estos sectores en el caso de Madrid han decrecido un 8% en 1999, resulta que los datos para todo el período analizado indican un aumento de un 25%. Para España este porcentaje ha sido del 20%.

CUADRO VII. 2 EXPORTACIONES DE LOS SECTORES DE MEDIA-BAJA TECNOLOGÍA PARA LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID. 1996-1999

Región	Unidad/años	1996	1997	1998	1999
Madrid	Millones de pesetas	116.611	140.009	157.309	145.531
	Tasa de crecimiento (%)		16,7	11,0	-8,1
	Porcentaje del total	9	9,03	9,42	7,97
España	Millones de pesetas	1.591.151	1.935.394	1.895.118	1.917.485
	Tasa de crecimiento (%)		17,8	-2,1	1,2
	Porcentaje del total	13,85	14,14	12,81	12,31

Fuente: Elaboración IAIF a partir de los datos del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

Se puede indicar un crecimiento muy alto de las exportaciones generadas por los sectores con actividades clasificadas como de baja tecnología, mostradas en el cuadro VII.3. Este crecimiento resulta claramente mayor para la Comunidad de Madrid. Debido a este crecimiento, la importancia de estos sectores dentro el conjunto de las exportaciones de la Comunidad de Madrid ha aumentado. Cosa que no ocurre en el conjunto de la economía, donde el porcentaje se mantiene prácticamente inalterado.

CUADRO VII. 3 EXPORTACIONES DE LOS SECTORES DE BAJA TECNOLOGÍA PARA LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID. 1996-1999

<i>Región</i>	<i>Unidad/años</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>
Madrid	Millones de pesetas	234.476	296.005	303.707	351.241
	Tasa de crecimiento (%)		20,8	2,5	13,5
	Porcentaje del total	18,1	19,1	18,19	19,25
España	Millones de pesetas	3.193.011	3.907.961	4.184.179	4.300.669
	Tasa de crecimiento (%)		18,3	6,6	2,7
	Porcentaje del total	27,79	28,55	28,28	27,62

Fuente: Elaboración IAIF a partir de los datos del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

De todos modos habría que ser cautos con respecto a la interpretación y utilización de las tendencias temporales que se acaban de mencionar, debido al corto período de que hemos conseguido la información.

Como conclusión final se puede subrayar que el papel de los sectores de alta y media tecnología resulta ser mucho más importante en el caso de la Comunidad de Madrid que para el conjunto español. Una tendencia que se ha ido acentuando en el breve período analizado. Por otro lado, los cambios de la importancia de cada una de los "macro sectores" es un proceso muy lento y, por lo tanto, habría que disponer de un serie temporal más amplia para poder realizar un análisis más complejo.

8.
**Las ayudas a la innovación
empresarial gestionadas por el
Centro de Desarrollo Tecnológico
Industrial**

8. Las ayudas a la innovación empresarial gestionadas por el Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial

8.1. Introducción	142
8.2. Metodología	146
8.3. Análisis de los créditos del CDTI	148
8.3.1. Descripción global	
8.4. El papel del CDTI en el sistema productivo y en el sistema nacional y regional de innovación	154
8.5. Las ayudas del Programa Marco	160

8.1.

Introducción

En este capítulo se estudian las ayudas a la innovación gestionadas por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). Se analizarán aquellos programas, nacionales e internacionales, que son gestionados, evaluados y/o aprobados por el CDTI.

El CDTI, siendo un organismo del Ministerio de Ciencia y Tecnología, se ha creado mediante el Real Decreto 38/1977, y desde entonces se ha consolidado como una institución clave en la promoción de la innovación y el desarrollo tecnológico empresarial español. El CDTI cuenta con una capacidad de financiación importante, alrededor del 7% de los gastos en I+D empresarial en España, y ocupa una posición central como gestor de la política tecnológica española, europea e internacional. Gestiona gran parte de los fondos que el Gobierno central ha destinado a la promoción de la innovación en empresas¹, y promueve y coordina la presencia empresarial española en una buena parte de los programas internacionales de I+D. Todo ello implica que el CDTI constituye, en la actualidad, uno de los pilares básicos para el fomento de la innovación tecnológica de las empresas con actividades nacionales e internacionales y cuenta con recursos procedentes de fuentes muy diversas y de procesos de decisión heterogéneos.

Las ayudas del CDTI están dirigidas a las empresas. El CDTI concedió, en el año 1999, ayudas por valor de 206,18 millones de euros en concepto de créditos. Para dicha financiación, el CDTI cuenta principalmente con Fondos Europeos para Desarrollo Regional (FEDER) (55,8% en 1999) y con fondos propios (35,6% en 1999). Desde 1977 el CDTI obtiene anualmente cierta cantidad de dinero por parte del Gobierno Central, que debe utilizar para promover, mediante créditos de interés bajo, la innovación en las empresas. Los fondos propios consisten en la acumulación de estas aportaciones, ya que, una vez concedidos los créditos, las amortizaciones se incorporan de nuevo en el presupuesto propio del CDTI. España recibe, desde el año 1993, una gran cantidad de los Fondos Europeos para Desarrollo Regional cuya gestión ha sido encargada, por parte del Gobierno Central, al CDTI. Aunque estos fondos están destinados a las regiones menos desarrolladas², Madrid se aprovecha de forma indirecta de ellas, ya que libran fondos nacionales, inicialmente destinados a las regiones periféricas, para su uso en las Comunidades Autónomas más desarrolladas. Por lo tanto las hemos incluido en estos análisis. Una última fuente de financiación sería la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) cuyos fondos representaban, en 1999, el 8,6% de los fondos CDTI³.

Las líneas de créditos proporcionados por el CDTI distinguen entre cuatro tipos de proyectos:

- Un primer tipo son los proyectos de desarrollo tecnológico, siendo éstos los que implican un riesgo técnico medio dirigido hacia el desarrollo de nuevos productos/procesos para su posterior comercialización, financiados a cargo de los presupuestos del propio CDTI y fondos FEDER.
- Desde el año 1988 el CDTI ha asumido la gestión de los proyectos Concertados y Cooperativos, financiados con aportaciones del Fondo Nacional y formando parte de las medidas del Plan Nacional de I+D. Bajo esta modalidad, se ofrece financiación en formas de ayudas reembolsables sin intereses a las empresas que desarrollen un proyecto concertado, siendo I+D básica en colaboración con universidades u organismos públicos de investigación⁴. Desde el año 1996 este tipo de proyectos se ha abierto la cooperación a Centros Tecnológicos de carácter privado. A partir del año 2001, el nuevo Ministerio de Ciencia y Tecnología ha absorbido la gestión de este tipo de proyectos, aunque en este momento el CDTI está desarrollando tal tipo de proyectos con fondos propios.
- A partir del año 1992, el CDTI ha diseñado un tipo de proyecto nuevo facilitando ayudas financieras a los proyectos que tienen como objetivo la incorporación y adaptación creativa de nuevas tecnologías, denominados Proyectos de Innovación Tecnológica.
- El cuarto tipo de proyectos son los llamados de Promoción Tecnológica, destinados a la prestación de ayudas financieras a las empresas españolas que, habiendo desarrollado una tecnología novedosa, desean comercializarlo en el exterior.

Como se acaba de señalar, el CDTI financia sus líneas de crédito con distintas fuentes de ingreso –Fondos Propios, del Plan Nacional o del FEDER– y ofrece cuatro modalidades o tipos de ayudas. En la práctica, la gestión, aprobación y financiación de los proyectos según cada uno de los fondos no está separada de forma estricta, y, por lo tanto, se han decidido analizarlos, en este documento, conjuntamente. Sobre todo, respecto a la descripción global de los créditos

¹ El CDTI concedió, en el año 1999, ayudas por valor de 34.305 millones de pesetas (206,18 millones de euros) en concepto de créditos. Los demás apoyos “nacionales” a la promoción de la I+D a nivel estatal provienen, principalmente, del Ministerio de Industria y Energía, cuyo anterior programa “la iniciativa de apoyo a la Tecnología, la Seguridad y la Calidad Industrial (ATYCA)” tenía un presupuesto medio anual de aproximadamente 22.000 millones de pesetas (132,2 millones de euros).

² Según la terminología europea “las regiones objetivo 1”. Siendo, para España, Andalucía, Asturias, Canarias, Cantabria, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Valencia, Extremadura, Galicia y Murcia.

³ Aunque como se explicará más adelante, en 2001 el CICYT ha dejado de ser una fuente de financiación.

⁴ Los proyectos concertados pueden implicar el contratar un proyecto de I+D en el centro de investigación, actividades investigadoras conjuntas o I+D en la propia empresa con la OPI como consultor o proveedor de servicios de I+D.

del CDTI donde se ofrece un análisis de la financiación para cada uno de los tipos de proyectos. Pero, al momento de elaborar los indicadores que reflejan la financiación del CDTI respecto al PIB, los gastos en I+D, etc. (véase sección 2) se incluirán tanto la suma total de los créditos para toda España, como la suma que excluye los fondos FEDER.

Por último, cabe destacar que las cuatro modalidades de ayudas se basan en “créditos blandos” y no en subvenciones. Esto implica, por un lado, que la ventaja o la “subvención” real que reciben las empresas sería la diferencial en intereses, y, por otro, que los costes de este instrumento, por parte del estado, son muy bajos. En tiempos anteriores se pidió un tipo de interés bajo pero hoy en día, debido al bajo nivel de los intereses, la empresa no paga los mismos. Otra diferencia respecto al mercado financiero privado es que el CDTI sólo realiza un estudio de la viabilidad técnica y económica del proyecto y no exigen garantías en forma de bienes etc.

El CDTI es también el gestor o, más exactamente, intermediario respecto a las ayudas de la Unión Europea reflejadas en el Programa Marco. Este programa tiene como objetivo estimular la competitividad de Europa –frente a Estados Unidos– y Japón en el campo de las tecnologías avanzadas. Cuatro programas Marco han sido realizados a lo largo de los últimos 12 años. El quinto está en curso con una dotación presupuestaria de 14.960 euros. Los programas Marco incluyen la definición de líneas de investigación prioritarias, y la asignación de los fondos correspondientes se enfoca a proyectos precompetitivos⁵. El instrumento básico de este programa son las subvenciones a proyectos de I+D básica, que implican la cooperación intereuropea cuya selección está basada en la excelencia científica de las propuestas. Ambos aspectos podrían dificultar la participación de las empresas españolas, ya que en España se hace relativamente poca I+D básica y sólo algunas empresas españolas realizan I+D básica de excelencia a nivel internacional.

⁵ Siendo proyectos de I+D básica cuyos resultados esperados se encuentran alejados de ser introducidos en el mercado.

8.2. Metodología

Los datos, con relación a los créditos, utilizados en este documento han sido facilitados por el propio CDTI. A partir de esta información se han calculado distintos indicadores analizando las ayudas del CDTI respecto al Producto Interior Bruto, Gastos en I+D, etc. utilizando los datos ofrecidos por el Instituto Nacional de Estadística en su página de internet (www.ine.es). La sección 2 ofrece una presentación global de la participación de las empresas madrileñas en los créditos del CDTI. En esta sección se analiza la evolución de las ayudas en el tiempo (en pesetas corrientes y en euros a precios de 1999)⁶, la aportación del CDTI y el presupuesto medio de los proyectos y el porcentaje total de las ayudas CDTI que se obtienen en las empresas de nuestra comunidad. Se analizarán también las diferencias de la participación de las empresas madrileñas según tipo de proyecto.

En la segunda parte de la sección tercera, se estudia la importancia de la financiación del CDTI –mediante créditos– para el sistema productivo y el sistema regional de innovación analizando:

- La participación de las empresas madrileñas en las ayudas CDTI en relación con su *Producto Interior Bruto* (PIB).
- La participación de las empresas madrileñas en los créditos blandos del CDTI en relación con *el esfuerzo en I+D* de la Comunidad de Madrid (gasto y personal en I+D).
- Se calcula también la participación de las empresas madrileñas en los créditos blandos del CDTI en relación con *el esfuerzo en I+D empresarial* (gasto y personal en I+D), ya que las ayudas del CDTI están dirigidas hacia el ámbito empresarial.

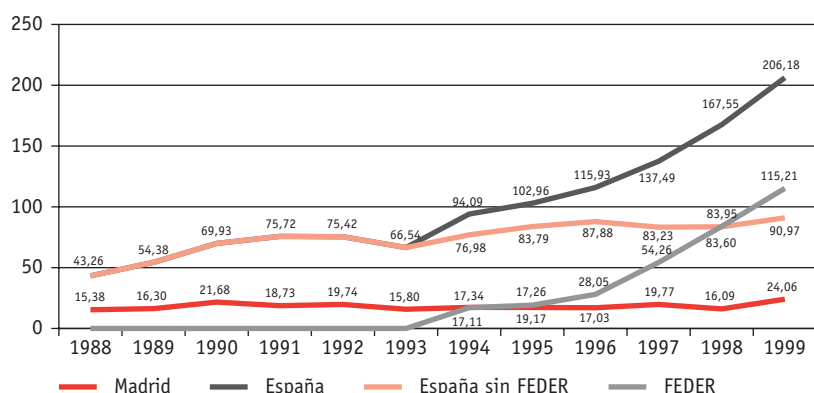
La cantidad de créditos que proporciona el CDTI dividido por el número de personas que trabajan en el campo de innovación (personal en I+D) se ha calculado para dos categorías. Por un lado, para el número de investigadores trabajando en todo tipo de actividades innovadoras (tanto en I+D como aquellas actividades innovadoras de menos envergadura (diseño, ingeniería industrial, etc.). Y, por otro, para el número de empleados que trabajan en actividades de Investigación y Desarrollo, considerado como una actividad innovadora más compleja o de un nivel científico mayor. Para cada una de estas categorías se han calculado los porcentajes para el total de las personas y para aquellos que trabajan en las empresas. Como se acaba de explicar, las ayudas del CDTI están dirigidas a las empresas.

En la sección 4 se analiza la importancia y participación de las empresas madrileñas en el Programa Marco de la Unión Europea, utilizando el mismo esquema analítico que en la sección 3. La financiación del CDTI, mediante préstamos con intereses blandos y subvenciones para la cooperación internacional (Programa Marco), en relación con el esfuerzo innovador (gastos o personal en I+D) se ha analizado tanto para el esfuerzo total, como para el esfuerzo empresarial. No hay que olvidar que las ayudas del CDTI están dirigidas hacia las empresas, incluso en el caso de los proyectos concertados que se realizan en cooperación con organismos públicos de investigación, son las empresas las que reciben los préstamos y se responsabilizan de los pagos correspondientes.

⁶ En un primer paso se ha calculado el deflactor (con base de 1999), basándose en los datos de la producción interior bruta (PIB) a precios constantes y precios corrientes –ofrecidos por el INE–. Base 1999, porque es en esta fecha cuando se adopta el tipo de cambio irreversible de las monedas europeas con el euro. En un segundo paso se han transformado los datos respecto a las ayudas del CDTI en pesetas constantes a base de 1999 y después se les ha convertido a euros.

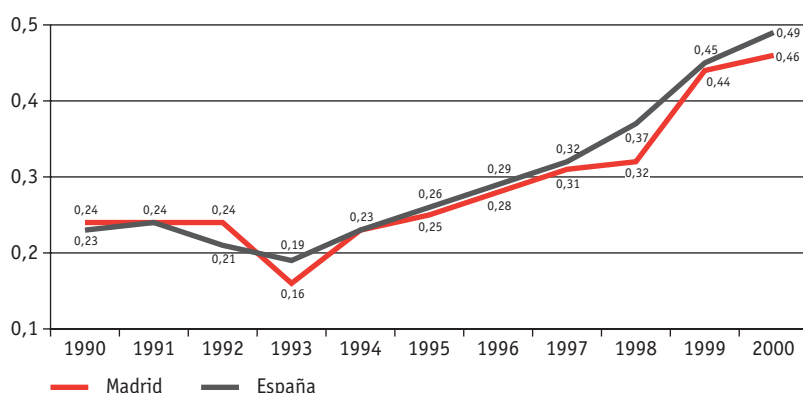
8.3. Análisis global de los créditos del CDTI

GRÁFICO VIII.1 CRÉDITOS APROBADOS POR EL CDTI (Millones de euros de 1999)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI.

GRÁFICO VIII.2 APORTACIÓN MEDIA A LOS PROYECTOS (Millones de euros de 1999)

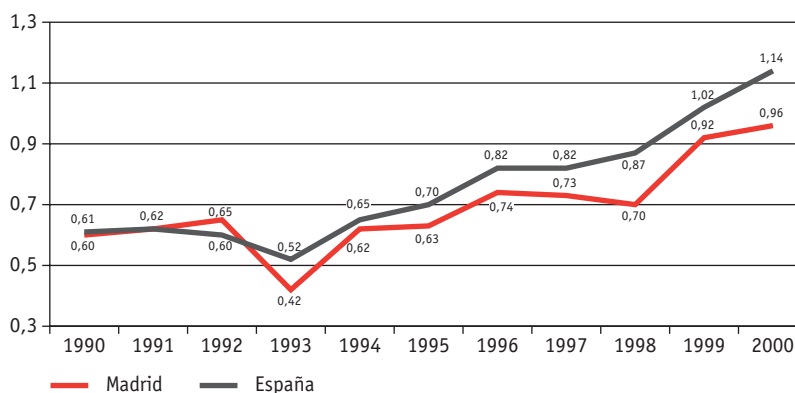


Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI.

En líneas generales, los créditos del CDTI, a lo largo de la última década, muestran un crecimiento notable (véase gráfico VIII.1). El montante de las ayudas fue de 43 millones de euros en 1988 y subió hasta unos 75 millones en 1991. Durante la “recesión económica” en los años 92-93 las ayudas disminuyeron algo, pero en el período 1994-1999 se observa un crecimiento acelerado de un 210%, debido casi en exclusiva a la aportación por parte de los Fondos Europeos para el Desarrollo Regional (FEDER). Los fondos nacionales reflejan un crecimiento mucho más moderado, creciendo en este período un 35%. O, dicho de otro modo, el crecimiento excepcional de las ayudas del CDTI no se debe tanto a un mayor esfuerzo por parte del Gobierno español sino que, a la inclusión de los activos financieros del FEDER en las líneas de créditos gestionados por el CDTI. Mientras los fondos nacionales han crecido un 67% en el período 1988-1992 y otro 8,4% en 1994-1997/98⁷, los fondos destinados a la Comunidad de Madrid han sido bastante más estables en el tiempo (con tasas de crecimiento de un 27% y 3,4% respectivamente). Respecto a la participación del conjunto de las empresas madrileñas, se puede indicar que han recibido como media unos 17 ó 18 millones de euros (véase gráfico VIII.1). A pesar de que se observan pequeñas fluctuaciones anuales, se aprecia que la cuantía, recibida anualmente por las empresas de la Comunidad de Madrid, ha sido muy estable. Excepto para el año 2000 donde la participación de la Comunidad de Madrid ha aumentado hasta unos 24 millones de euros, aunque no se sabe todavía si se trata de una situación coyuntural o bien el inicio de un aumento que se mantendrá en los próximos años.

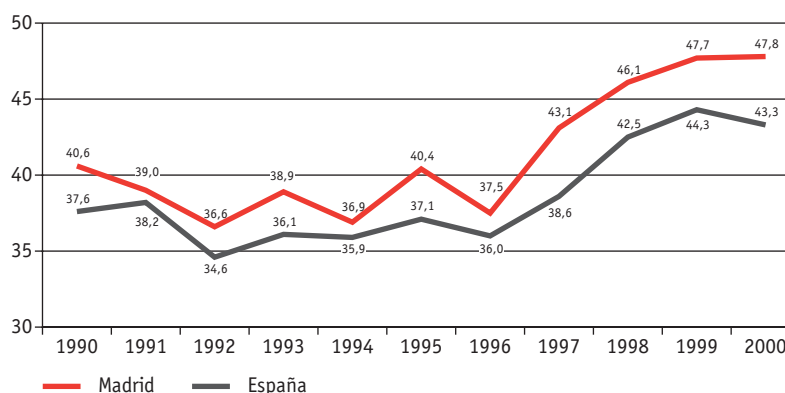
⁷ Se ha calculado el crecimiento por la media de aportaciones en estos dos años debido a la alta fluctuación de los fondos. Los años 1993 y 1999 no se han incluido en los cálculos ya que parecen ser años atípicos.

GRÁFICO VIII.3 PRESUPUESTO MEDIA DE LOS PROYECTOS (Millones de euros de 1999)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI.

GRÁFICO VIII.4 PORCENTAJE DEL PRESUPUESTO QUE HA SIDO FINANCIADO



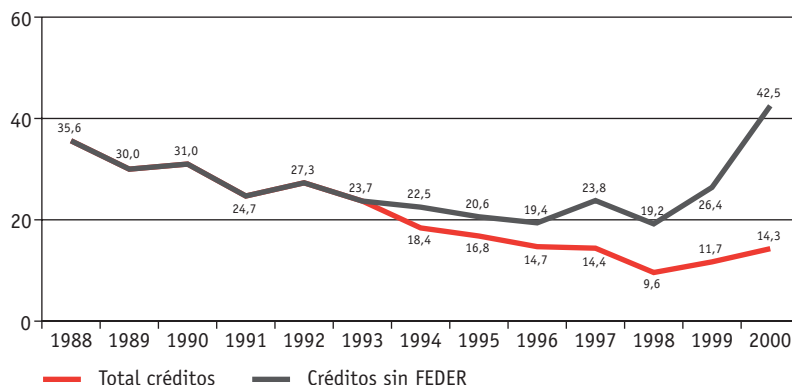
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI.

También se ha calculado la aportación y el presupuesto medio por proyecto y el porcentaje del presupuesto financiado por el CDTI (véanse gráficos 2 hasta 4). La aportación media por proyecto se ha duplicado en el período 1990-2000, ya que en España ha aumentado desde unos 230.000 euros en 1990 hasta unos 490.000 euros (a precios constantes) en 2000. Respecto al presupuesto medio, se observa una tendencia parecida, detectándose un aumento desde 610.000 euros en 1990 hasta 1.140.000 euros. Lo que lleva a la conclusión de que se han financiado proyectos de más envergadura. Respecto a las aportaciones medias, las empresas Madrileñas apenas se desvían de la media española, aunque en los últimos años la aportación ha sido algo menor. Se puede constatar que el presupuesto medio de los proyectos en España ha sido, en general, algo mayor que para las empresas madrileñas y que posiblemente se debe al programa FEDER. Estos fondos facilitan la posibilidad de apoyar a las regiones objetivo 1⁸ a proyectos de menor envergadura, mientras que, en las demás regiones, entre ellas Madrid, las restricciones financieras del CDTI no permiten financiar tales proyectos. Como se observa en gráfico VIII.3 el CDTI selecciona desde 1993 –año en que se recibe por primera vez fondos FEDER– respecto a las empresas madrileñas proyectos más pequeños.

Ahora bien, dado que la aportación media a los proyectos de las empresas madrileñas ha sido parecida a la media española y que el presupuesto medio ha sido ligeramente inferior, no sorprende que el porcentaje financiado haya sido mayor para las empresas madrileñas (véase gráfico VIII.4). Una tendencia que se confirma para toda la década de los noventa. Se podría concluir que las empresas madrileñas han sido discriminadas favorablemente, pero en realidad

⁸ Véase nota a pie 2.

GRÁFICO VIII.5 PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS MADRILEÑAS EN LAS AYUDAS GESTIONADAS POR EL CDTI (En porcentajes sobre el total)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

resulta difícil comprobarlo. No hay que olvidar que la gran mayoría de los proyectos CDTI se cofinancian con otros programas en ayuda a la innovación, como, por ejemplo, las subvenciones del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Entonces, el mayor porcentaje de financiación con créditos podría estar relacionado con un menor apoyo mediante subvenciones y el trato aparentemente favorable del CDTI podría ser, en realidad, una discriminación desfavorable. Aunque esta hipótesis no la hemos podido confirmar con datos concretos del MCYT.

La participación del conjunto de las empresas madrileñas, como porcentaje del total de los créditos ofrecidos por el CDTI, ha descendido en todo el período aquí analizado (véase gráfico VIII.5). El aumento acelerado de los créditos –debido a las ayudas FEDER a partir del año 1994– en combinación de una cantidad de financiación estable (en términos monetarios) recibida por parte de las empresas madrileñas implica que su participación en términos relativos, desde aquel año, ha bajado sensiblemente. Como se puede observar en el gráfico VIII.5, las empresas de la Comunidad de Madrid recibían en 1988 un 35% de los fondos, cifra que bajó hasta un 23% en 1993, y en 1998 su participación ha sido menor al 10%. Repitiendo este análisis excluyendo los créditos financiados por el FEDER, se observa una disminución, casi continua, de la participación de las empresas madrileñas entre el período 1988 hasta 1998. Desde este año, la participación madrileña se está recuperando. En suma, también excluyendo las ayudas del FEDER de los análisis, la Comunidad de Madrid ha visto disminuida –hasta 1998– su cuota de participación.

Los cuadros VIII.1 y VIII.2 indican la importancia de cada uno de los tipos de proyectos en términos de fondos económicos. Se puede apreciar que los proyectos de Desarrollo Tecnológico abarcan la mayoría de los fondos, seguido por los proyectos concertados. Estos últimos pierden importancia en el conjunto de las ayudas del CDTI, pero, como se observa en el cuadro VIII.2, este retroceso se debe, sobre todo, a la inclusión de los fondos FEDER. Analizando la participación de las empresas madrileñas según el tipo de proyecto –véase gráfico VIII.6–, se pueden apreciar diferencias muy pronunciadas, posiblemente, relacionadas con la posición central de la Comunidad de Madrid en el Sistema Nacional de Innovación: las empresas madrileñas participan más frecuentemente en los proyectos de I+D básica y de mayor complejidad –los concertados y cooperativos– y en los proyectos cuyo objetivo es la comercialización de los resultados innovadores en el extranjero –los proyectos de promoción tecnológica–. La Comunidad de Madrid tenía, respecto a estos dos tipos de proyectos, un nivel de participación de casi un 26% y de un 17% respectivamente para toda la década de los noventa. Su participación en proyectos de innovación tecnológica que implica la incorporación creativa o adaptación de nuevas tecnologías (el 5,3% como media para los años noventa) ha sido mucho más moderada. Mientras que su participación en los proyectos de desarrollo tecnológico, con un riesgo técnico medio, ha sido de un 11,7%.

Si analizamos su evolución en el tiempo se puede indicar que la participación relativa de las empresas madrileñas ha disminuido, sobre todo respecto a los proyectos de desarrollo tecnológico (participación de 26% en 1990 y de 12,6% en 1999), proyectos concertados y cooperativos (respectivamente 38,8% y 10,9%) y, en menor medida, en los proyectos de innovación tecnológica (participación de un 7% en 1993 y un 5,3% en 1999). En los proyectos de promoción tecnológica la participación de la Comunidad de Madrid ha sido muy fluctuante, aunque parece que también en este tipo de proyectos la participación de las empresas madrileñas ha disminuido ligeramente.

CUADRO VIII.1 DISTRIBUCIÓN DE LAS AYUDAS CDTI SEGÚN TIPO DE PROYECTO EN MILLONES DE PESETAS CORRIENTES

Tipo de proyectos	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Desarrollo Tecnológico	11.086	12.035	9.927	8.418	12.125	12.447	12.776	15.912	20.224	26.845
Innovación Tecnológica	0	0	1.488	1.539	2.765	2.325	3.787	4.332	4.040	3.976
Concertados y Cooperativos	6.558	5.805	4.395	3.791	3.834	3.962	3.926	3.530	4.031	2.944
Promoción Tecnológica	0	0	154	306	360	365	298	365	461	541
Total de Proyectos	17.645	17.840	15.964	14.054	19.084	19.099	20.787	24.139	28.755	34.305
Fondos FEDER	0	0	0	0	3.471	3.557	5.030	9.526	14.408	19.170

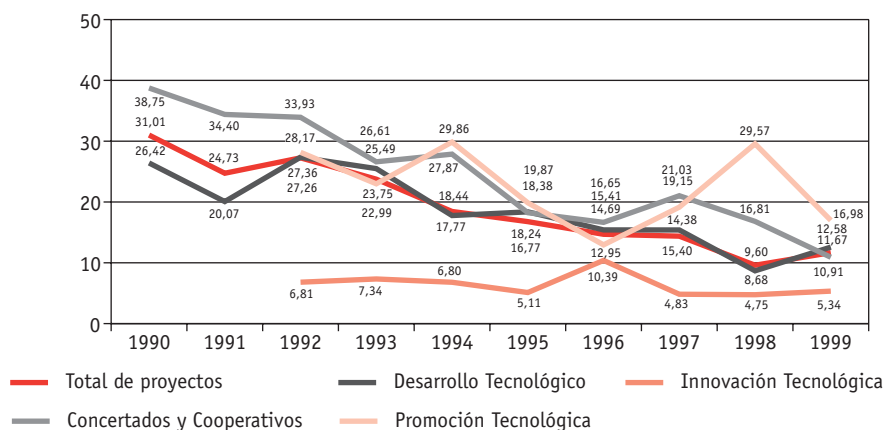
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense de Madrid) a partir de los datos del CDTI.

CUADRO VIII.2 DISTRIBUCIÓN DE LAS AYUDAS CDTI SEGÚN TIPO DE PROYECTO EN PORCENTAJES

Tipo de proyectos	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Desarrollo Tecnológico	62,83%	67,46%	62,18%	59,90%	63,53%	65,17%	61,46%	65,92%	70,33%	78,25%
Innovación Tecnológica	0,00%	0,00%	9,32%	10,95%	14,49%	12,17%	18,22%	17,95%	14,05%	11,59%
Concertados y Cooperativos	37,17%	32,54%	27,53%	26,98%	20,09%	20,74%	18,88%	14,62%	14,02%	8,58%
Promoción Tecnológica	0,00%	0,00%	0,96%	2,18%	1,89%	1,91%	1,43%	1,51%	1,60%	1,58%
Total de Proyectos	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense de Madrid) a partir de los datos del CDTI.

GRÁFICO VIII.6 PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS MADRILEÑAS EN LOS DISTINTOS TIPOS DE PROYECTOS DEL CDTI (El porcentaje de ayuda que recibe la Comunidad de Madrid respecto al total de las ayudas, según tipo de proyecto)

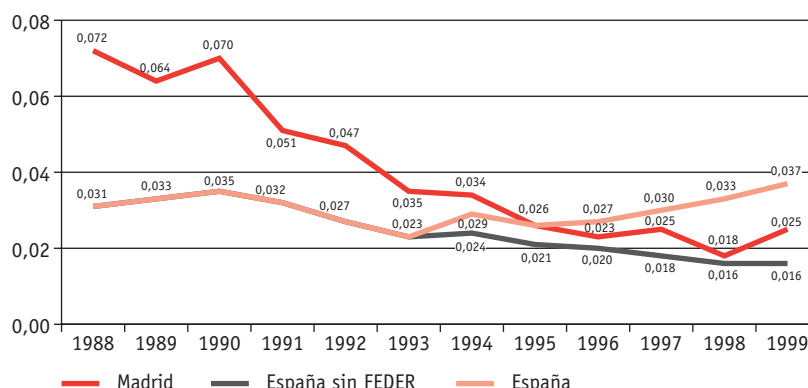


Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

8.4.

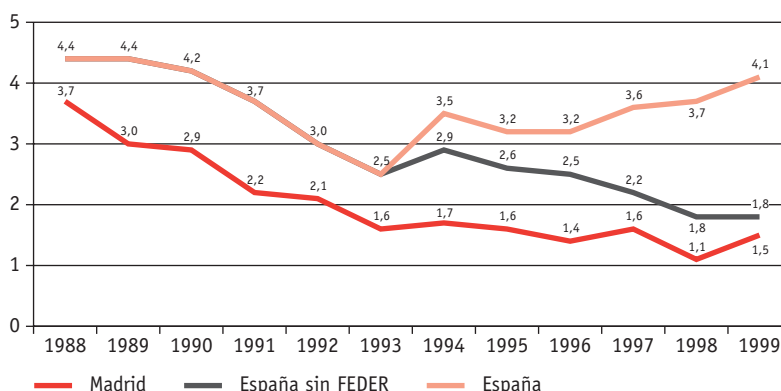
El papel del CDTI en el sistema productivo y en el sistema nacional y regional de innovación

GRÁFICO VIII.7 FINANCIACIÓN DEL CDTI COMO PORCENTAJE DEL PRODUCTO INTERIOR BRUTO



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

GRÁFICO VIII.8 FINANCIACIÓN DEL CDTI COMO PORCENTAJE DEL GASTO TOTAL EN I+D



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

Si analizamos los créditos del CDTI como porcentaje del producto interior bruto (PIB) –véase gráfico VIII.7– se puede indicar que para el conjunto de España y para todo el período analizado se mueve alrededor de un 3‰. En el período 1992-96 este porcentaje ha sido algo menor, pero en los últimos años, debido a los fondos FEDER, este nivel ha aumentado considerablemente llegando a un 3,7‰ en el año 2000. Si excluimos los fondos FEDER de los análisis, se observa que los recursos nacionales como porcentaje del PIB aumenta de un 3,1‰ en 1988 hasta 3,5‰ en 1990. Desde entonces la financiación con fondos nacionales baja de forma continua hasta un 1,6‰ del PIB en 1999. Analizando este porcentaje para la Comunidad de Madrid, que no recibe fondos FEDER, se puede indicar que ha tenido en el período 1988-1995 una participación relativamente alta. Hasta 1990 Madrid tenía un porcentaje muy por encima a la media española (un 7‰). En el período 1990-1995 la media madrileña se acerca poco a poco a la media española y desde entonces la participación madrileña se encuentra más de un punto por debajo de esta media.

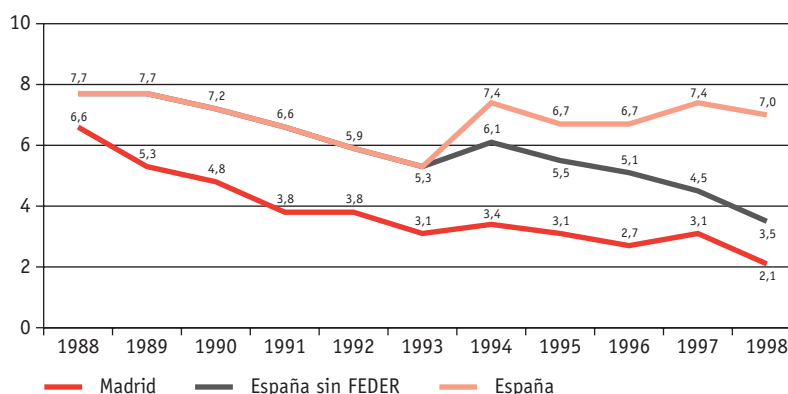
Quizá más interesante sería analizar el peso del CDTI respecto al conjunto de las actividades innovadoras realizadas en España. Para ello, se analiza el porcentaje de los gastos en I+D en España que está financiado con créditos del CDTI. Aunque, por supuesto, este porcentaje es mucho más alto que el porcentaje de las ayudas del CDTI respecto al PIB –3,3‰ frente al 4%– se puede observar en el gráfico VIII.8 que la tendencia en el tiempo de ambos indicadores es muy parecida. En ambos casos se ha detectado una tendencia global en forma de U, donde los

porcentajes en los años 1988 y 1999 son los altos (4,4% en 1988 y 4,1% en 1999) y con porcentajes claramente menores en los años intermedios, siendo especialmente bajos en los años de recesión económica, 1992 y 1993. Si observamos la tendencia temporal excluyendo los recursos del FEDER, se puede señalar que el porcentaje del gasto español en I+D financiado mediante los fondos nacionales gestionados por el CDTI ha ido bajando de forma casi continua del 4,4% en 1988 hasta el 1,8% en 1999.

Si analizamos este indicador respecto al caso de Madrid se puede observar que, de forma contraria a la comparación de las ayudas CDTI con el PIB, la Comunidad de Madrid siempre ha sido discriminada por parte del CDTI (véase gráfico VIII.8). De 1988 a 1993 el porcentaje de los gastos en I+D en Madrid financiado por el CDTI ha estado, como media, un 1,1 punto por debajo la media Española. Actualmente el CDTI financia el 1,5% de los gastos en I+D de las empresas madrileñas frente al 4,1% en España. Incluso en el caso de excluir los FEDER de la suma total de créditos se puede observar que Madrid ha sido discriminado durante toda esta década, aunque en los últimos dos años el porcentaje de los gastos en I+D de las empresas madrileñas financiado por el CDTI se ha acercado a la media española. Cabe destacar que este acercamiento se debe, sobre todo, a la disminución del porcentaje español y no a un aumento de la financiación en la Comunidad de Madrid.

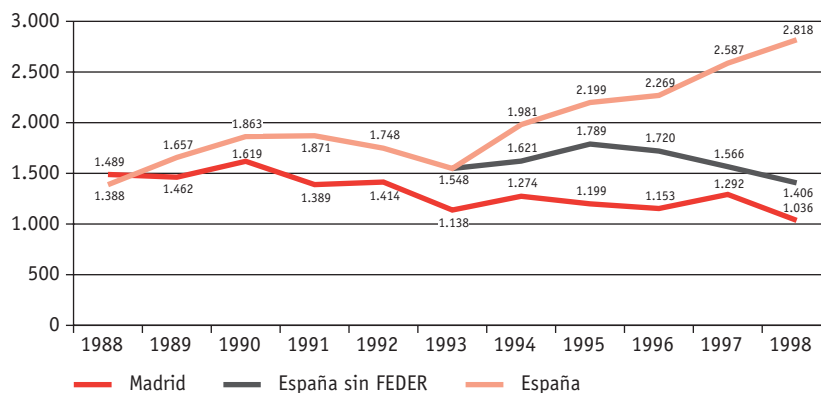
El análisis temporal indica que, excluyendo los fondos FEDER, el porcentaje de los gastos en I+D financiados por el CDTI ha decrecido claramente. En el caso de Madrid este porcentaje ha bajado, desde el 3,7% en 1988 hasta el 1,6% en 1993 y el 1,5% en 1999. Para el conjunto español este porcentaje ha bajado del 4,4% en 1988 hasta el 1,8% en 1999. Las diferencias entre el panorama de España y Madrid se deben sólo de forma parcial a la inclusión de los Fondos para el Desarrollo Regional en los créditos del CDTI. Sólo parcialmente porque se constata que el País Vasco o Cataluña –regiones que tampoco se pueden acoger a las ayudas FEDER– tienen un porcentaje claramente superior a la Comunidad de Madrid (actualmente 4,9% y 6,2% respectivamente), y el descenso del porcentaje de gastos en I+D financiado por el CDTI ha sido claramente menos pronunciado en Cataluña y no existente para el caso del País Vasco. Respecto a los gastos empresariales en I+D se han detectado tendencias muy parecidas e, incluso, ligeramente más pronunciadas. Como se puede apreciar en el gráfico VIII.9, el CDTI financió en 1988 el 7,7% de los gastos empresariales en I+D en España, mientras que para la Comunidad de Madrid este porcentaje es el 6,6%. En el año 1999 la diferencia en estos porcentajes es algo más alta, respectivamente 7% (3,5% sin FEDER) y 2,1%.

GRÁFICO VIII.9 FINANCIACIÓN DEL CDTI COMO PORCENTAJE DE LOS GASTOS EN I+D DE LAS EMPRESAS



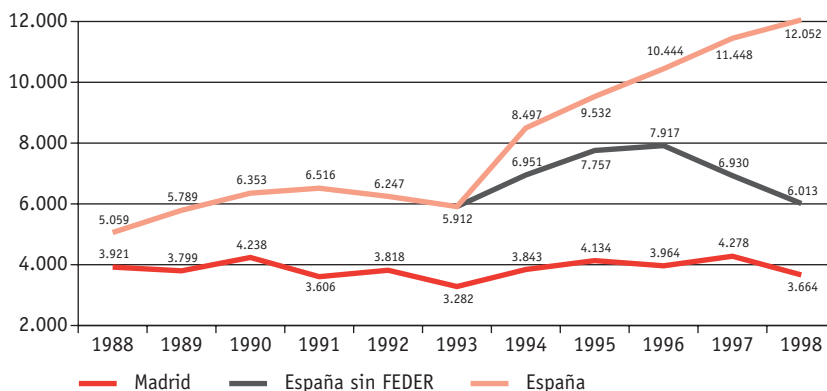
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

GRÁFICO VIII.10 FINANCIACIÓN DEL CDTI POR INVESTIGADOR (En euros de 1999)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

GRÁFICO VIII.11 FINANCIACIÓN DEL CDTI POR INVESTIGADOR EN LAS EMPRESAS (En euros de 1999)



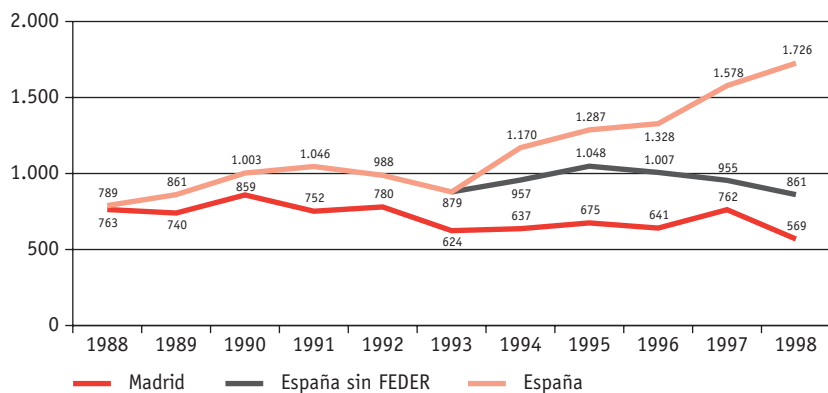
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

También los cálculos respecto a la cantidad de financiación del CDTI por persona que trabaja en el campo de innovación se han hecho para el número de investigadores que trabajan en actividades de innovación y que trabajan en Investigación y Desarrollo. El gráfico VIII.10 refleja que la financiación del CDTI por investigador en España ha aumentado de 1.388 euros en 1988 hasta 2.818 euros en 1998. Si excluimos de los análisis los fondos FEDER, el aumento de los fondos por investigador no llega a los 20 euros. En la Comunidad de Madrid la financiación por investigador fue en 1988 algo mayor a la media española (1.489 euros) pero a partir de este año fue claramente menor a la misma. Durante toda la época analizada crecieron las diferencias, pero a partir de 1994 –coincidiendo con el inicio del programa FEDER– la diferencia aumenta con mayor rapidez. Incluso en el caso de excluir los fondos FEDER de los análisis, la Comunidad de Madrid recibe mucho menos por investigador –casi 25%– que las demás Comunidades Autónomas.

Si el análisis se hace desde la consideración de fondos por investigador en las empresas, tal como se recoge en gráfico VIII.11, las cifras reflejan tendencias parecidas a las obtenidas por el conjunto de investigadores (gráfico VIII.10). Ahora bien, a comienzos del período analizado Madrid cuenta con casi la mitad de fondos por investigador que el resto de las Comunidades Autónomas y, segundo, esa diferencia va ampliándose a lo largo de los noventa, y al final de la década Madrid recibe tres veces menos que la media española.

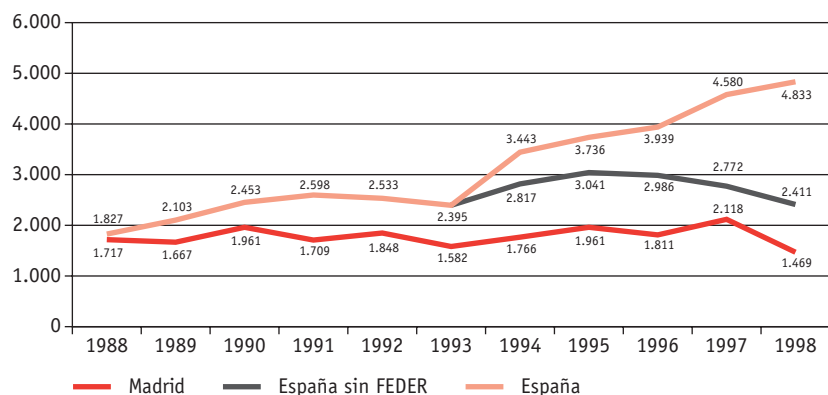
Las tendencias en el tiempo encontradas para la financiación del CDTI por empleado en I+D resultan ser muy parecidas (véanse gráficos VIII.12 y 13).

GRÁFICO VIII.12 FINANCIACIÓN DEL CDTI POR EMPLEADO EN I+D (En euros de 1999)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

GRÁFICO VIII.13 FINANCIACIÓN DEL CDTI POR EMPLEADO EN I+D EN LAS EMPRESAS (En euros de 1999)

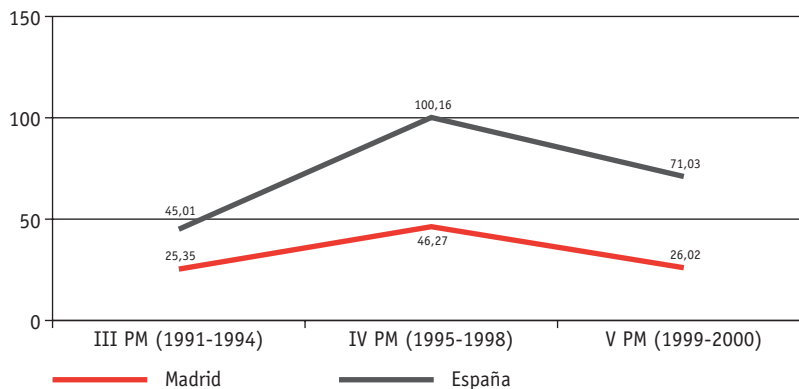


Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

8.5.

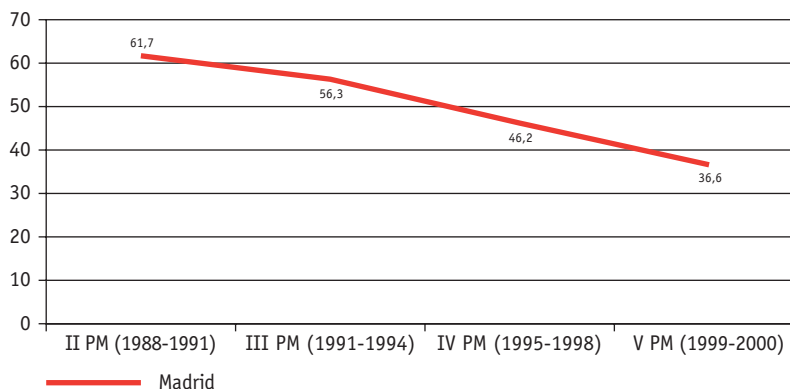
Las ayudas del Programa Marco

GRÁFICO VIII.14 PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS EN LAS SUBVENCIONES DE LOS PROGRAMAS MARCO DE LA UNIÓN EUROPEA
(Media anual expresada en millones de euros de 1999)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

GRÁFICO VIII.15 PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS MADRILEÑAS EN LAS SUBVENCIONES DE LOS PROGRAMAS MARCO DE LA UNIÓN EUROPEA
(En porcentaje sobre el total de los fondos recibidos por España)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

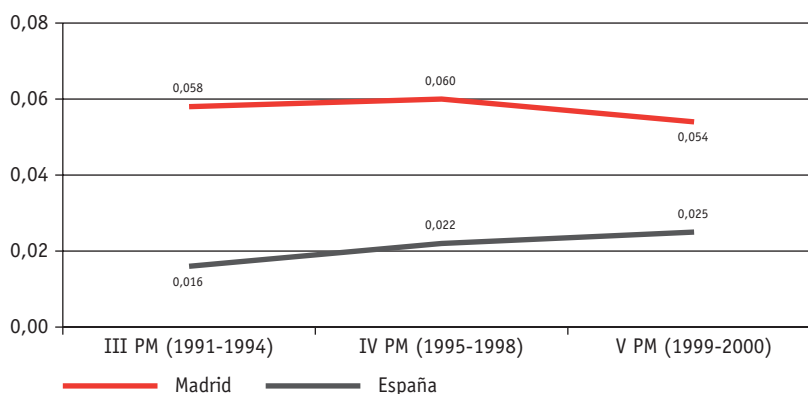
El Programa Marco de I+D es el principal instrumento de la Unión Europea para promover la política científica y tecnológica. En él se definen las líneas de investigación y desarrollo tecnológico que financia la UE y se fijan las dotaciones presupuestarias. Su objetivo es fortalecer la base científica y tecnológica de la industria europea, para incrementar su competitividad internacional. Este programa ofrece subvenciones para proyectos de I+D. La selección de estos proyectos se basa en la excelencia científica de las propuestas, por lo que no es sorprendente que, sobre todo, las empresas de las regiones de mayor nivel tecnológico del sistema innovador de España participen en el Programa Marco. Como indica el gráfico VIII.14, en el tercer Programa las empresas e instituciones de investigación de España han recibido anualmente unos 45 millones de euros, en el IV Programa unos 100 millones de euros y en el V Programa unos 71 millones. La Comunidad de Madrid, con un gran número de los centros de I+D públicos y departamentos de I+D pertenecientes a las empresas multinacionales, ha recibido gran parte de estas ayudas, aunque el porcentaje sobre el total ha ido disminuyendo en cada uno de los programas (véase gráfico VIII.15). En el segundo Programa Marco la Comunidad de Madrid recibía un 61,7% de las ayudas españolas. A partir del

III Programa la participación de la Comunidad de Madrid ha bajado un 10% en cada uno de los programas siguientes con una participación de un 36,6% en el período 1999-2000. Los distintos indicadores, reflejados en los gráficos 16 a 22, señalan también el alto nivel de participación por parte de las empresas madrileñas. Además, indican que, pasándose del tercer al cuarto Programa, la participación madrileña se aleja todavía más de la media española, y pasando al quinto plan, se puede apreciar una convergencia de la participación madrileña respecto a la media española. Los fondos del III Programa Marco destinados a la Comunidad de Madrid representan un 5,8‰ de su PIB, mientras que para el conjunto español este porcentaje es de un 1,6‰. En el último Programa estos porcentajes son respectivamente un 5,5‰ y un 2,5‰.

La financiación mediante los Programas Marco como porcentaje del gasto total en I+D se encuentra actualmente en un 3,3% para Madrid y un 2,8% para España. Para Madrid este porcentaje ha estado, en el III Programa, un 0,8% por encima la media española, en el IV Programa esta diferencia se ha aumentado hasta un 1,1% (alejamiento) pero en el V Programa la diferencia no supera el 0,5%.

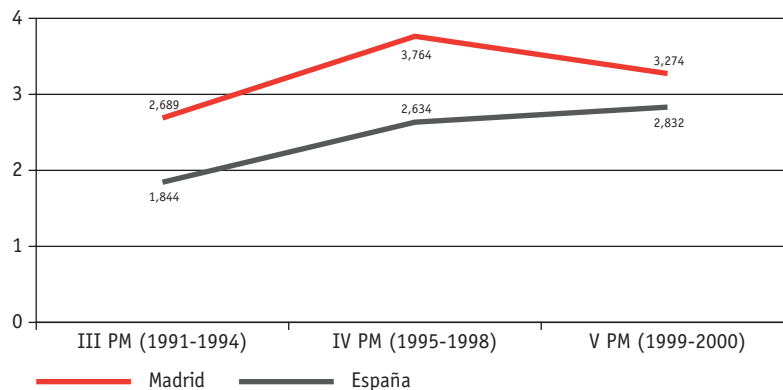
Respecto a los demás indicadores solamente se han podido analizar el III y IV plan y los datos confirman el alejamiento mencionado anteriormente. No obstante, parece ser que en el V Programa Marco se ha iniciado un proceso de convergencia con una participación menor de los organismos de la Comunidad de Madrid. Sin entrar en detalles, se puede indicar que los fondos del Programa Marco financian un 7,15% de sus gastos en I+D de las empresas madrileñas (media española 5,3%), y aportan anualmente unos 3.085 euros por investigador y unos 10.585 euros por investigador activo en las empresas (media española respectivamente 1.902 y 8.375). Para los empleados en I+D en Madrid estas aportaciones han sido de 1.740 y 4.908 euros.

GRÁFICO VIII.16 FONDOS DEL PROGRAMA MARCO CONCEDIDOS A ESPAÑA COMO PORCENTAJE DEL PRODUCTO INTERIOR BRUTO



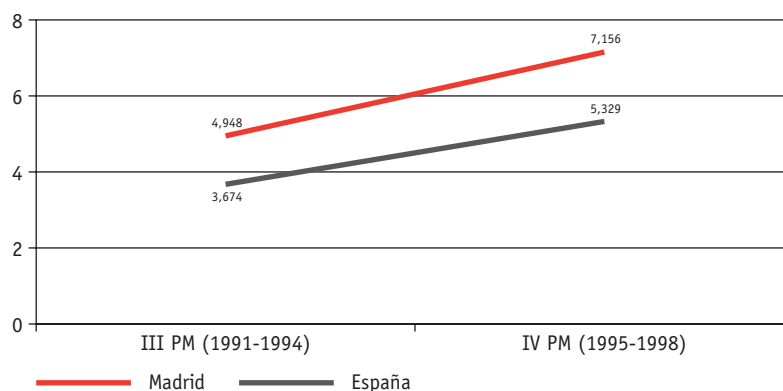
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

GRÁFICO VIII.17 FONDOS DEL PROGRAMA MARCO CONCEDIDOS A ESPAÑA COMO PORCENTAJE DEL GASTO TOTAL EN I+D EN ESPAÑA



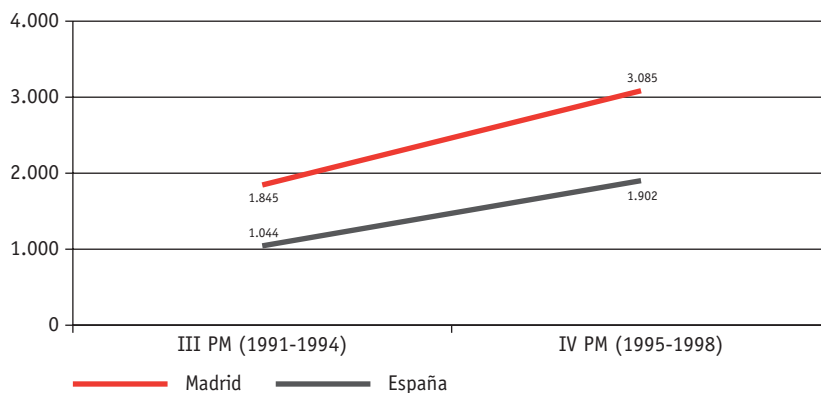
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

GRÁFICO VIII.18 FONDOS DEL PROGRAMA MARCO CONCEDIDOS A ESPAÑA COMO PORCENTAJE DE LOS GASTOS EN I+D DE LAS EMPRESAS



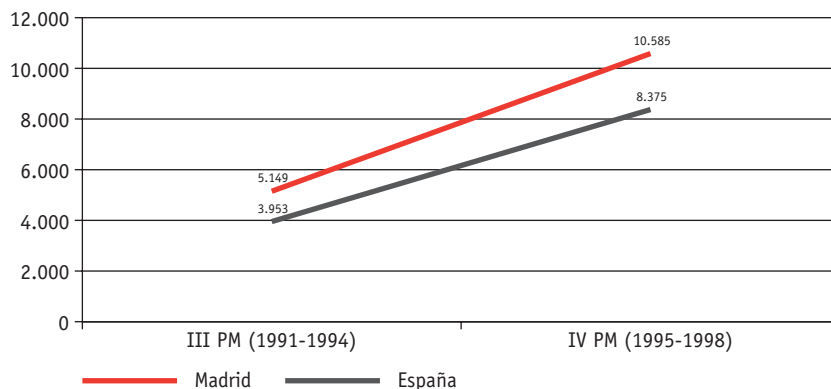
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

GRÁFICO VIII.19 FINANCIACIÓN DEL PROGRAMA MARCO POR INVESTIGADOR (Euros de 1999)



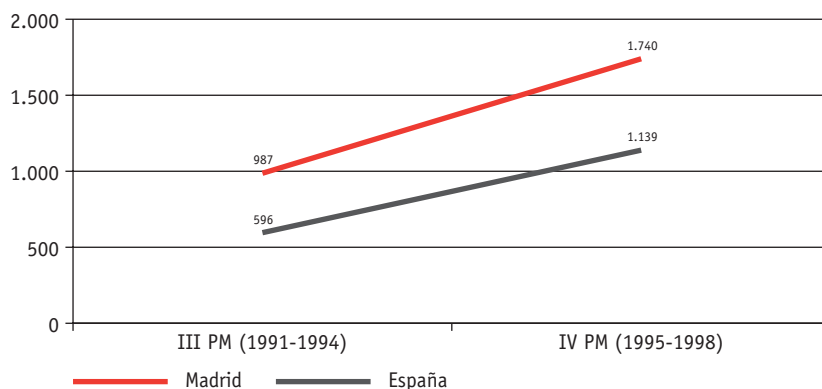
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

GRÁFICO VIII.20 FINANCIACIÓN DEL PROGRAMA MARCO POR INVESTIGADOR EN LAS EMPRESAS (Euros de 1999)



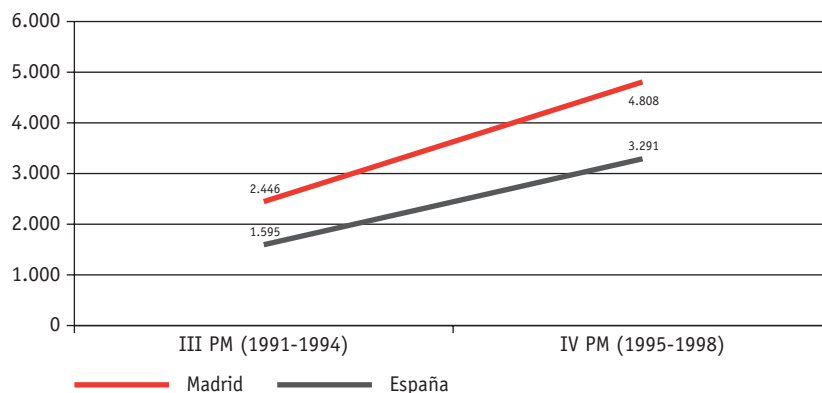
Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

GRÁFICO VIII.21 FINANCIACIÓN DEL PROGRAMA MARCO POR EMPLEADO EN I+D (Euros de 1999)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

GRÁFICO VIII.22 FINANCIACIÓN DEL PROGRAMA MARCO POR EMPLEADO EN I+D EN LAS EMPRESAS (Euros de 1999)



Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos del CDTI y el INE.

9. Los Centros Tecnológicos

9. Los Centros Tecnológicos

9.1. Introducción

168

9.2. Metodología

172

9.3. Resultados

176

9.4. Bibliografía

180

9.1. Introducción

En la articulación de los sistemas regionales y nacionales de innovación ha venido adquiriendo una creciente importancia, durante los últimos años, un amplio conjunto de instituciones que asumen el papel de infraestructuras de soporte de las actividades de creación y difusión del conocimiento, bien facilitando servicios de naturaleza tecnológica a los agentes empresariales, bien proporcionando el espacio material para la ubicación de aquellas actividades, bien sirviendo a la organización de las interrelaciones entre los diferentes agentes del sistema. La proliferación de estas instituciones –entre las que se cuentan los Centros Tecnológicos, los Parques Científicos y Tecnológicos, las Incubadoras de Empresas de base tecnológica, los Centros Europeos de Empresas, las Asociaciones de Investigación, las Fundaciones Universidad–Empresa o las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación– ha venido de la mano de la creciente influencia de las ideas impulsadas desde el pensamiento evolucionista acerca de los procesos de innovación y cambio tecnológico. Éste ha sostenido que, dada la naturaleza de la tecnología en tanto que fruto del conocimiento, su generación requiere el desarrollo de procesos de aprendizaje; unos procesos en los que, más allá del esfuerzo interno que realicen los agentes en ellos implicados, intervienen las interacciones entre éstos, dando lugar a intercambios formales o informales de información y a acciones de cooperación cuya función principal es la canalización de las externalidades del conocimiento¹. Tales interacciones se ven facilitadas por medio de diversos tipos de arreglos institucionales que conectan las universidades y organismos públicos de investigación con las empresas, o favorecen las relaciones contractuales para la realización de proyectos de investigación científica, o resuelven los problemas de restricción de la competencia derivados de la cooperación tecnológica entre las empresas, o crean redes formales e informales de agentes innovadores, o, en fin, fomentan la oferta de servicios e infraestructuras tecnológicas. Por lo general, las propuestas de creación institucional derivadas del pensamiento evolucionista –que se han visto amplificadas por la influencia que los autores adscritos a esta escuela han ejercido sobre los grupos de asesoramiento y los foros internacionales auspiciados por la OCDE o la Comisión Europea– han sido bien acogidas por los gobiernos nacionales y regionales, pues no en vano, en muchas ocasiones, se soportan sobre infraestructuras materiales que es posible visualizar, e implican la participación de sus funcionarios en su gestión. Sin embargo, debe señalarse que, a pesar de que se ha acumulado ya una importante experiencia en este campo, todavía se carece de suficientes estudios de evaluación acerca de su funcionamiento, de manera que se desconoce cuál es el nivel de eficacia de dichas propuestas y se carece de base para afirmar que los recursos públicos destinados a ellas se han asignado con eficiencia. En España, con ocasión del impulso que experimenta la política tecnológica desde mediada la década de 1980, ha habido una auténtica proliferación de estas instituciones, aunque sus antecedentes se puedan remontar hasta dos décadas antes, cuando, desde el Gobierno, en 1961, por medio de exenciones fiscales y subvenciones, se promueven las *Asociaciones de Investigación Industrial*, auténticos antecedentes de los actuales Centros Tecnológicos, y en 1968 se comienza a canalizar una parte de los recursos del entonces existente *Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica* a la financiación de proyectos conjuntos de empresas y Universidades u Organismos Públicos de Investigación². Fruto de esa creación institucional son el centenar aproximado de Centros Tecnológicos, los 17 Parques Tecnológicos ubicados en diferentes regiones –País Vasco, Comunidad Valenciana, Comunidad de Madrid, Andalucía, Asturias, Cataluña, Castilla y León, Galicia y Baleares–, los 21 Centros Europeos de Empresas e Innovación, las 21 Fundaciones Universidad–Empresa, las 131 Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación y los 53 Centros de Innovación y Tecnología existentes actualmente³. La información existente acerca de las actividades desarrolladas por estas instituciones, más allá de los datos de carácter más general, es muy escasa y, salvo para algún caso⁴, no se dispone aún de estudios de evaluación acerca de su funcionalidad dentro del Sistema de Innovación y de su incidencia sobre los procesos de creación del conocimiento tecnológico. No obstante, los Centros Tecnológicos, debido al interés puesto por la Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología para recoger una información amplia sobre sus relaciones con otros agentes del sistema, así como sobre la dimensión de sus operaciones económicas,

¹ Vid. para los principales argumentos teóricos, Foray (1991), Metcalfe (1996) y Cohen et al (1998). Asimismo, en Heijts (2001), págs. 33 a 37, se ofrece una síntesis de ellos.

² Vid. para estos antecedentes y su valoración, Braña, Buesa y Molero (1984), págs. 279 a 286.

³ Un panorama general de estas instituciones, con la definición de sus principales funciones, se puede ver en Villanueva (1999), trabajo éste del que se extraen los datos citados.

⁴ Es el caso de los Centros Tecnológicos del País Vasco evaluados por Buesa (1996) y Zubiaurre (2000), o de los Parques Tecnológicos que, de una forma aún poco analítica, se estudian por Romera, Font y Ondátegui (2000) y Ondátegui (2000).

constituyen una excepción, de manera que se puede abordar, como se hace en este trabajo, su estudio mediante la construcción de diversos tipos de indicadores referidos a esos aspectos. Los Centros Tecnológicos son, generalmente, instituciones privadas sin fines de lucro que adoptan diferentes formas jurídicas, aunque en su mayor parte se trata de asociaciones o fundaciones. Aunque son empresas, sus socios o patrones empresas, en numerosas ocasiones los poderes públicos, sobre todo regionales, han intervenido en su promoción, de manera que no es infrecuente que ejerzan sobre ellos algún tipo de tutela o que estén representados en sus órganos rectores. La finalidad de estos Centros es proveer servicios de naturaleza tecnológica a las empresas, entre los que se encuentran el desarrollo de actividades de I+D bajo contrato, la formación técnica, la realización de ensayos o la difusión de información. Para ello, deben contar con medios suficientes, por lo que, a los efectos de su consideración por las Administraciones gestoras de la política tecnológica nacional, se suele exigir que empleen al menos a cinco personas. En algunas regiones, como es el caso del País Vasco, asumen el papel de agentes vertebradores de la política tecnológica regional.

9.2. Metodología

En España existe aproximadamente un centenar de Centros Tecnológicos, 67 de los cuales forman o han formado parte de la Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología (FEDIT). Estos últimos concentran alrededor del 85 por 100 de la actividad del conjunto⁵, por lo que su consideración proporciona una aproximación suficiente a efectos analíticos. Ello es posible debido a que FEDIT, inicialmente en un directorio editado en papel⁶ y posteriormente en su página de internet⁷, recoge información sistemática, para cada Centro Tecnológico, de algunas variables relevantes como las siguientes:

- Año de constitución.
- Número de empresas clientes acumulado desde la constitución.
- Número de empresas participantes en la gestión.
- Personal de plantilla.
- Personal subcontratado o colaborador.
- Ingresos anuales.
- Distribución de los ingresos por tipos de servicios: I+D, servicios tecnológicos, difusión tecnológica, formación y otros.
- Inversión media anual.
- Valor del inmovilizado neto.

Dicha información está sometida a ciertas limitaciones que conviene tener presente con vistas a su utilización en la construcción de indicadores de los sistemas regionales de innovación. En primer lugar, se trata de datos que, en el momento de su publicación, debido a su finalidad promocional, no hacen referencia a una fecha concreta, por lo que no deben tomarse con la debida precaución a este respecto. En todo caso, puede suponerse que los publicados en papel debieron recoger la experiencia del ejercicio de 1997 y los actualizados en la página de internet al de 2000. Son estos últimos los que aquí se han tomado en consideración, excepto en algunos casos para los que sólo se ha contado con los primeros⁸.

Por otra parte, los datos no se someten a revisión por parte de FEDIT, de manera que es posible que algunos de ellos se encuentren, en ciertos casos, notoriamente inflados. En particular, la información sobre el número de clientes o sobre el personal subcontratado o colaborador puede llegar a ser muy poco fiable.

Y en tercer lugar, al valorar los indicadores construidos a partir de esta información, debe tenerse en cuenta que es posible que su precisión conceptual se encuentre limitada. En particular ello puede afectar a la distribución de los ingresos por tipos de actividades, sobre todo en lo que concierne a la I+D, pues ésta, en ocasiones, parece sobrevalorada en detrimento de otras.

A partir de la referida fuente, en este documento se exponen los datos disponibles para cada Centro Tecnológico de la Comunidad de Madrid (véase anexo), los valores promedio regionales correspondientes y se han elaborado, como punto de referencia, el valor medio para el conjunto español, por otra parte, se han estimado los indicadores a los que se alude en el epígrafe siguiente.

Los indicadores que se han elaborado con los datos referidos a cada uno de los Centros Tecnológicos de Madrid y para la media del conjunto español aluden, en primer lugar, al promedio por cada entidad que corresponde a las variables siguientes:

- Antigüedad de los centros.
- Número de empresas clientes acumulado desde la constitución.
- Número de empresas participantes en la gestión.
- Personal de plantilla.
- Personal subcontratado o colaborador.
- Ingresos anuales.
- Ingresos anuales por I+D.

Asimismo, se han obtenido, para la Comunidad de Madrid y para el conjunto de España, los promedios que corresponden al valor por empleado de plantilla y por empleado de plantilla o subcontratado, de las variables:

- Ingresos anuales.
- Ingresos anuales por I+D.

⁵ Vid. Villanueva (1999), pág. 5.

⁶ Vid. FEDIT (1998).

⁷ La dirección de internet es: fedit.es.

⁸ Se trata de los siguientes: en Aragón, el ITA; y en Madrid, ASINEL, ATEF, CETEMA e ICEA. Es probable que estos casos correspondan a entidades que han causado baja en FEDIT, aunque continuaban en funcionamiento en el momento de extracción de los datos según se pudo comprobar en sus páginas web.

Finalmente, con objeto de obtener una idea de la importancia que los Centros Tecnológicos adquieren en el sistema madrileño de innovación, se han elaborado los siguientes indicadores de su tamaño relativo:

- Personal de plantilla como porcentaje de los ocupados regionales en I+D dentro de las empresas⁹.
- Personal colaborador como porcentaje de los ocupados regionales en I+D dentro de las empresas¹⁰.
- Personal total como porcentaje de los ocupados regionales en I+D dentro de las empresas.
- Ingresos anuales como porcentaje del gasto regional en innovación del sector industrial¹¹.
- Ingresos por I+D como porcentaje del gasto regional en I+D del sector empresarial¹².

⁹ Se toma como referente el sector empresarial por ser éste al que, de acuerdo con la metodología de la *Estadística de I+D*, se asignan los Centros Tecnológicos. En nuestro caso, debido a la limitada disponibilidad de datos, hemos tomado los correspondientes a 1998.

¹⁰ *Vid.* la nota anterior para la referencia a los datos.

¹¹ Los datos de esta variable corresponden a 1998.

¹² Los datos de esta variable corresponden a 1998.

9.3. Resultados

Partiendo de los datos obtenidos para cada uno de los Centros Tecnológicos asociados en FEDIT –que se recogen con detalle en el anexo estadístico– puede obtenerse la distribución regional que aparece reflejada en el cuadro IX.1. En ella se comprueba que son varias las regiones que no disponen de ninguna de estas entidades¹³ –como ocurre en Canarias, Cantabria, Extremadura y La Rioja– y que en la mayor parte de las demás sólo se cuenta con un Centro Tecnológico –tal como ocurre en Aragón, Asturias, Baleares, Castilla-La Mancha y Murcia–. Fuera de esta pauta, en Andalucía, Galicia y Navarra se ubican dos o tres Centros; en Castilla y León, Cataluña, y Madrid, entre seis y ocho; y en la Comunidad Valenciana y el País Vasco, donde estas instituciones han logrado un mayor desarrollo, 16 y 18 Centros, respectivamente. Por tanto, la Comunidad de Madrid ocupa su lugar en el grupo de regiones para las que se constata un desarrollo intermedio de este tipo de infraestructuras.

CUADRO IX.1 DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LOS CENTROS TECNOLÓGICOS DE ESPAÑA (AÑO 2000)

<i>Comunidades Autónomas</i>	<i>Número de entidades registradas</i>	<i>Antigüedad media^a</i>
Andalucía	2	15,5
Aragón	1	16,0
Asturias	1	10,0
Baleares	1	21,0
Canarias		
Cantabria		
Castilla y León	6	7,5
Castilla-La Mancha	1	9,0
Cataluña	6	30,7
Comunidad Valenciana	16	11,4
Extremadura		
Galicia	2	16,0
Madrid	8	28,5
Murcia	2	22,0
Navarra	3	22,3
País Vasco	18	16,2
La Rioja		
ESPAÑA	67	17,3

Fuente: FEDIT y elaboración del IAIF (Universidad Complutense).

Nota: (a) Referida al año 2000.

Por otra parte, en ese mismo cuadro se hace constar la antigüedad media de los Centros Tecnológicos, observándose que, en el caso de Madrid esta variable alcanza un valor muy alto, lo que da cuenta de la tradición existente en la región con respecto a las instituciones que aquí se tratan. Ello se debe a que, en la Comunidad de Madrid, se localizó una buena parte de las Asociaciones de Investigación constituidas durante los años sesenta, pues en períodos más recientes ha habido una escasa creación de nuevos Centros Tecnológicos. Este modelo de configuración institucional contrasta con el que se ha registrado en las demás regiones, donde, con alguna excepción¹⁴, la mayoría de los Centros surgen durante las dos últimas décadas, impulsados por las políticas tecnológicas de corte evolucionista.

Por otra parte, la importancia adquirida por los Centros Tecnológicos en los distintos sistemas regionales de innovación se puede analizar a partir de los indicadores que se han reunido en el cuadro IX.2. Teniendo en cuenta los datos de personal, cabe destacar que respecto a la media española el papel de los Centros Tecnológicos en la Comunidad de Madrid parece muy reducida. Ello se debe tanto a que esas entidades son de un tamaño medio más bien modesto y la ocupación total es reducida, como a que, en su conjunto, la dimensión del sistema madrileño de innovación es, muy elevada. En correspondencia con lo anterior, los ingresos de los Centros –que se pueden tomar como indicativos de la extensión de su actividad tecnológica– son muy modestos con respecto al gasto regional en innovación o en I+D.

¹³ Debe advertirse que en estas regiones –y también en las demás– pueden ubicarse entidades del tipo de las que estamos tratando que no estén asociadas en FEDIT. Tales entidades serán en todo caso de una envergadura menor, dado que la citada Federación reúne a los Centros Tecnológicos más importantes del país.

¹⁴ Algunas de las viejas Asociaciones de Investigación se ubican en Cataluña, Galicia, Murcia, Navarra y el País Vasco.

CUADRO IX.2 INDICADORES DEL TAMAÑO RELATIVO DE LOS CENTROS TECNOLÓGICOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID Y EN ESPAÑA (AÑO 2000)

<i>Comunidades Autónomas</i>	<i>Personal de plantilla en % de los ocupados regionales en I+D^a</i>	<i>Personal colaborador en % de los ocupados regionales en I+D^a</i>	<i>Personal total en % de los ocupados regionales en I+D^a</i>	<i>Ingresos anuales en % del gasto regional en Innovación^b</i>	<i>Ingresos por I+D en % del gasto regional en I+D^a</i>
Madrid	1,85	0,94	2,79	1,12	0,72
ESPAÑA	8,36	4,72	13,08	3,42	4,44

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de FEDIT e INE.

(a) En el sector empresarial. (b) Del sector industrial.

Otro aspecto del que informan los datos que aquí se vienen utilizando, es el que concierne a las relaciones que se establecen entre los Centros Tecnológicos y las empresas del entorno en el que actúan. En el cuadro IX.3 se han resumido los indicadores correspondientes a la participación de éstas en la gestión, por una parte, y a su consideración como clientes de aquellos, por otra. Por lo que concierne al primero de estos indicadores, el promedio de la Comunidad de Madrid es próximo al promedio nacional. En lo que respecta al número de empresas clientes, la cifra de Madrid es, en esta ocasión, bastante baja, situándose alrededor de la mitad de la media española.

CUADRO IX.3 RELACIONES DE LOS CENTROS TECNOLÓGICOS CON LAS EMPRESAS DEL ENTORNO (AÑO 2000)

<i>Comunidades Autónomas</i>	<i>Número de empresas clientes^a</i>	<i>Media por entidad</i>	<i>N.º de empresas participantes en la gestión</i>	<i>Media por entidad</i>
Madrid	4.220	528	919	115
ESPAÑA	68.462	1.022	7.602	113

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos de FEDIT.

^a Acumulado desde la constitución.

CUADRO IX.4 PERSONAL DE LOS CENTROS TECNOLÓGICOS (AÑO 2000)

<i>Comunidades Autónomas</i>	<i>Personal de plantilla</i>	<i>Media por entidad</i>	<i>Personal subcontratado o colaborador</i>	<i>Media por entidad</i>
Madrid	215	27	109	14
ESPAÑA	3.204	48	1.810	27

Fuente: FEDIT y elaboración del IAIF (Universidad Complutense).

Por otra parte, en el cuadro IX.4 se han reflejado los datos referentes a las personas ocupadas en los Centros Tecnológicos, bien como trabajadores permanentes de plantilla, bien como subcontratados o colaboradores. Los primeros constituyen el grueso fundamental de los recursos humanos que desarrollan su actividad en este tipo de instituciones, siendo el promedio para el conjunto de España de 48 empleados por entidad. La cifra de la Comunidad de Madrid (27) resulta claramente inferior a la media española. En cuanto a los segundos, cabe decir que en la utilización de subcontratados o colaboradores se puede señalar una tendencia muy parecida. En consecuencia, los Centros Tecnológicos madrileños, desde el punto de vista del empleo, tienen un tamaño pequeño de alrededor de la mitad de la media nacional.

Finalmente, en el cuadro IX.5 se anota la información referida a la actividad económica de los Centros Tecnológicos, dando cuenta de sus ingresos totales y, más específicamente, de los obtenidos por la realización de proyectos de I+D, así como de la productividad aparente del factor trabajo. Por lo que concierne a la primera de las variables mencionadas, lógicamente, el

promedio de la Comunidad de Madrid resulta diferente al de España en su conjunto. Pero cuando los ingresos totales se ponen en relación con la plantilla, calculando la productividad aparente de cada empleado, la cifra de la Comunidad de Madrid no difiere demasiado de la media española. Madrid refleja, en este aspecto, un comportamiento próximo, aunque ligeramente más elevado, que la media nacional. Si se alude a los ingresos por I+D, entonces la diferencia es bastante elevada, ya que los ingresos medios anuales por I+D por empleado resulta ser claramente inferior en el caso de la Comunidad de Madrid. Ello podría estar relacionado con la diferente especialización de los Centros madrileños, más en innovación que en I+D respecto a otros Centros españoles.

CUADRO IX.5 INGRESOS Y PRODUCTIVIDAD DE LOS CENTROS TECNOLÓGICOS (AÑO 2000)

Comunidades (Miles de €)	Ingresos anuales (Miles de €)	Media por		Ingresos anuales por I+D (Miles de €)		Media por		
		Entidad	Empleado*	Empleado*	Empleado**	Entidad	Empleado*	
Madrid	14.260,8	1.782,6	66,3	44,0	6.132,2	766,5	28,5	18,9
ESPAÑA	207.622,4	3.098,8	64,8	41,4	115.307,9	1.721,0	36,0	23,0

Fuente: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense) a partir de datos de FEDIT.

* Empleados de plantilla. ** Empleados de plantilla y subcontratados.

ANEXO

CENTROS TECNOLÓGICOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Entidades	Año de constitución	Antigüedad ^a	Nº de empresas clientes ^b	Nº de empresas participantes en la gestión	Personal de plantilla	Personal subcontratado o colaborador	Ingresos anuales (Miles de €)	I+D	Distribución de los ingresos (%)			Inversión media anual Miles de €	Inmovilizado neto Miles de €
									Servicios tecnológicos	Difusión tecnológica	Formación y otros		
AITEMIN	1977	23	200	20	57	8	4.567,7	56	20	16	8	300,5	2.019,4
AITIM	1962	38	2.000	200	14	11	798,1	6	45	31	18	10,2	571,0
ASINEL	1965	35	n.d.	118	72	0	4.507,6	40	59	1		300,5	4.808,1
ATEF	1961	39	320	110	4	10	210,4	5	18	25	52	24,0	90,2
CESOL	1993	7	500	77	6	65	607,0	38	17	11	34	6,0	36,1
CETEMA	1988	12	650	n.d.	19	7	901,5	20	65	10	5	60,1	901,5
ICEA	1963	37	300	250	37	0	2.223,7	50	5	20	25	n.d.	228,4
IPE	1963	37	250	144	6	8	444,7	27	42	20	11	6,0	72,1
TOTAL			4.220	919	215	109	14.260,8	43	35	12	10	707,4	8.726,7
Media ^c		28,5	528	115	27	14	1.782,6	43	35	12	10	88,4	1.090,8

Fuente: FEDIT y elaboración del IAIF (Universidad Complutense).

Notas: (a) Referida al año 2000. (b) Acumulado desde la constitución. (c) Media por entidad.

AITEMIN: Asociación para la Investigación y Desarrollo Industrial de los Recursos Naturales. AITIM: Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y el Corcho. CESOL: Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión. IPE: Asociación de Investigación Técnica de la Industria Papelera Española-Instituto Papelero Español. ASINEL: Asociación de Investigación de la Industria Eléctrica. ATEF: Asociación Técnica Española de Fundición. CETEMA: Centro Tecnológico de Madrid. ICEA: Asociación de Investigación Cooperativa entre Entidades Aseguradoras.

BIBLIOGRAFÍA

DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Seguidamente se relacionan los Documentos de Investigación en los que se recogen, más detalladamente, los temas tratados en esta parte del libro. Dichos documentos, editados por el Instituto de Análisis Industrial y Financiero (IAIF) están a disposición de los investigadores interesados en la página web del IAIF: www.ucm.es/bucm/cee/iaif o la página web de la Comunidad de Madrid <http://www.madrimasd.org>.

BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J., y GUTIÉRREZ DE GANDARILLA, A. (2001): *Indicadores del sistema regional de innovación basados en la estadística de I+D. Documento de investigación n.º 1*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero (febrero, 2001).

BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J., y GUTIÉRREZ DE GANDARILLA, A. (2001): *Estimación del stock de capital tecnológico: comparación en el marco europeo. Documento de investigación n.º 2*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero (marzo, 2001).

BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J., y GUTIÉRREZ DE GANDARILLA, A. (2001): *Sistemas nacionales y regionales de innovación: una aproximación teórica. Documento de investigación n.º 3*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero (marzo, 2001).

BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J.; MÁRTINEZ PELLITERO, M., y GUTIÉRREZ DE GANDARILLA, A. (2001): *Indicadores del sistema regional de innovación basados en las cuentas del sector industrial. Documento de investigación n.º 4*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero (marzo 2001).

BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J.; MÁRTINEZ PELLITERO, M., y GUTIÉRREZ DE GANDARILLA, A. (2001): *Comercio exterior según el nivel tecnológico de las ramas industriales. Documento de investigación n.º 5*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero (marzo, 2001).

BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J.; MÁRTINEZ PELLITERO, M., y GUTIÉRREZ DE GANDARILLA, A. (2001): *Las ayudas a la innovación empresarial gestionadas por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial. Documento de investigación n.º 6*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero (marzo, 2001).

BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J.; MÁRTINEZ PELLITERO, M., y GUTIÉRREZ DE GANDARILLA, A. (2002): *Los Centros Tecnológicos en España. Documento de investigación n.º 7*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero (enero, 2002).

BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J.; MÁRTINEZ PELLITERO, M., y GUTIÉRREZ DE GANDARILLA, A. (2002): *El stock de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología. Documento de investigación n.º 8*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero (marzo, 2002).

BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J.; MÁRTINEZ PELLITERO, M., y GUTIÉRREZ DE GANDARILLA, A. (2002): *Análisis de la Enseñanza Superior Universitaria. Documento de investigación n.º 9*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero (marzo, 2002).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ABRAMOVITZ, M. (1956): "Resource and output trends in the United States since 1870". *American Economic Review, Papers and Proceedings*, mayo. [Versión española en Rosenberg (1979)].
- ARROW, K. (1962): "The Economic Implications of Learning by Doing". *Review of Economic Studies*, 29 (2).
- AYDALOT, P.; KEEBLE, D. (eds.) (1988): *High Technology Industry and Innovative Environments. The European Experience*.
- BAJO, O. (1991): *Teorías del comercio internacional*. Antoni Bosch Editor, Barcelona.
- BOULDING, K.E. (1985): *The world as a total system*, Sage Publications, Beverly Hill.
- BRAÑA, J.; BUESA, M., y MOLERO, J. (1984): *El Estado y el cambio tecnológico en la industrialización tardía. Un análisis del caso español*. Fondo de Cultura Económica, Madrid.
- BROSS, U. y HEJLS, J. (1999): What can regional technology policy learn from the innovation systems approach? – with a case study from Spain and Germany Ponencia en la conferencia "regional innovation systems in Europe" – NECSTS/RICTES-99 conference Donostia-San Sebastián, Spain, 30 September-2 October 1999.
- BUESA, M. (1996): "Empresas innovadoras y política tecnológica en el País Vasco: una evaluación de los Centros Tecnológicos". *Economía Industrial*, n.º 312.
- BUESA, M. (1998): I+D e innovación en las regiones españolas. *Documento de trabajo*, n.º 13. Instituto de Análisis Industrial y Financiero (www.ucm.es/bucm/cee/iaif).
- BUESA, M. (2001): *Los sistemas regionales de innovación del País Vasco y de Navarra*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense. Documento de Trabajo, n.º 28 (www.ucm.es/bucm/cee/iaif), Madrid.
- BUESA, M. y MOLERO, J. (1998): *Economía Industrial de España. Organización, tecnología e internacionalización*. Ed. Civitas, Madrid.
- BUESA, M. y MOLERO, J. (1999): "El sector industrial". Incluido en J.L. García Delgado (Ed.): *Estructura económica de Madrid*. Ed. Civitas, Madrid.
- BUESA, M.; CASADO, M.; HEJLS, J., y GUTIÉRREZ DE GANDARILLA, A. (2001): *Indicadores del sistema regional de innovación basados en la Estadística de I+D. Programa de indicadores de la Ciencia y la Tecnología en la Comunidad de Madrid*. Informe de investigación, n.º 1. Instituto de Análisis Industrial y Financiero. Universidad Complutense (www.ucm.es/bucm/cee/iaif), Madrid.
- BUESA, M.; NAVARRO, M. et al. (2001): *Indicadores de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación: Metodología y fuentes para la CAPV y Navarra*. Eusko Ikaskuntza, San Sebastián.
- COHENDET, P. et al. (1998): "La gestion publique des externalités positives de recherche". *Revue Française de Gestion*, n.º 118, marzo-mayo.
- COMISIÓN EUROPEA (1997): *Second European Report on Science and Technology Indicators, 1997*, Luxemburgo.
- COMUNIDAD DE MADRID (2000): *La economía de Madrid según la tabla input-output de 1996*. Ed. Civitas, Madrid.
- CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL (2000): *España 1999: Economía, trabajo y sociedad. Memoria sobre la situación socioeconómica y laboral*, Madrid.
- COOKE, P.; MORGAN, K. (1994): *The Creative Milieu: A Regional Perspective on Innovation*.
- COTEC (1997): Documento para el Debate sobre el Sistema Español de Innovación. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Madrid.
- COTEC (1998): "Las Compras Públicas y la Innovación en España". *Estudio Cotec*, n.º 12.
- COTEC (2000): *Informe COTEC 2000: Tecnología e innovación en España*.
- DANKBAAR B., et al. (1993): Research and Technology Management in Enterprises: Issues for Community Policy Overall Strategic Review. Monitor-Sast Project No. 8 commission of the European.
- DENISON, E. (1962): "United States economic growth". *Journal of Business*, abril. [Versión española en Rosenberg (1979)].
- DOLADO, J.J. et al. (1993): *La industria y el comportamiento de las empresas españolas*. Ed. Alianza, Madrid.
- Edquist (ed.) (1997): *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*. Pinters.
- EUROSTAT (1995): *Basic Indicators for describing the stock of Human Resources in Science and Technology*, Luxemburgo.
- EUROSTAT (1995): *Research, Development and Innovation statistics. Human Resources in Science and Technology. Analysis by age*, Luxemburgo.
- EWERS, H. J.; Wettmann, R. W. (1980): Innovation Orientated Regional Policy. *Regional Studies*, vol. 14, págs. 161-179.
- FAGERBERG, J. (1994): "Technology and International Differences in Growth Rates". *Journal of Economic Literature*, vol. XXXII (september).
- FANJUL, O. y SEGURA, J. (1977): *Dependencia productiva y exterior de la economía española, 1962-70*. Ed. Fundación INI, Madrid.
- FEDIT (1998): *Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología*, Madrid.

- FORAY, D. (1991): "Économie et politique de la science: les développements théoriques récents". *Revue Française d'Économie*, vol. 6, n.º 4.
- FREEMAN, Ch. (1987): *Technology and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinters Publishers.
- GRILICHES, Z. (1986): "Productivity, R&D and basic research at the firm level in the 1970's". *American Economic Review*, vol. 76, n.º 1.
- GRILICHES, Z. y Mairesse, J. (1984): "Productivity at the firm level". Incluido en: Z. Griliches (ed.), *R-D, patents and productivity*. University Press of Chicago, Chicago.
- HEIJES, J. (1996): Innovation, Technology Policy and Regional Development. En: Maarten Keune (ed.), *Regional development and employment policy: Lessons from central and eastern Europe*. Oficina Internacional de Trabajo, Ginebra, Suiza.
- HEIJES, J. (1998): *Regional technology policy and innovation systems: a comparative study of Germany and Spain*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero. Documento de trabajo, n.º 11. (www.ucm.es/bucm/cee/iaif).
- HEIJES, J. (2001): *Política tecnológica e innovación. Evaluación de la financiación pública de I+D en España*. Consejo Económico y Social, Madrid.
- HIRCHMAN, A. (1964): *La estrategia del desarrollo económico*. Ed. Fondo de Cultura Económica, México.
- INE (1999): *Estadística sobre las actividades en investigación científica y desarrollo tecnológico, 1997*, Madrid.
- INE (2000): *Estadística sobre las actividades en investigación científica y desarrollo tecnológico, 1999*, Madrid.
- INE (2000): *La estadística de I+D en España: 35 años de historia*, Madrid.
- INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID (1999): *Cuentas del sector industrial en la Comunidad de Madrid-1997 (base 96)*, Madrid.
- INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID (2000): *Contabilidad Regional de la Comunidad de Madrid. Base 1996. Serie 1993-1999*, Madrid.
- ISI; NIW; DIW (2000): Regionale verteilung von Innovations- und technologiepotentials in Deutschland und Europa. Endbericht an das BMBF. Karlsruhe ISI.
- KOSCHATZKY, K. (1997): "Innovative Regional Development Concepts and Technology Based Firms". En: Koschatzky (ed.), *Technology Based Firms in the Innovation Process: Management, Financing and Regional Networks*. Physica Verlag.
- KOSCHATZKY, K. (1997): "Innovative regional development concepts and technology based firms". En: Koschatzky (ed.), *Technology based firms in the innovation process: Management, Financing and Regional Networks*.
- KOSCHATZKY, K. (2000): "The regionalisation of innovation policy in Germany – theoretical Foundations and recent experience". *Arbeitspapiere Unternehmen und Región*, n.º 1, 2000.
- LEONTIEF, W. (1953): "Domestic production and foreign trade: the American capital position re-examined". *Proceedings of the American Philosophical Society*, n.º 97.
- LEONTIEF, W. (1956): "Factor proportions and the structure of American trade: further theoretical and empirical analysis". *Review of economics and Statistics*, n.º 38.
- LUCAS, R. (1988): "On the Mechanics of Development Planning". *Journal of Monetary Economics*, 22 (1)
- LUNDEVALL, B. A. (1992): *National Systems of Innovation*.
- MARSHALL, (1919): *Industry and Trade*. McMillan, London.
- MARTÍN, C. (1999): "La posición tecnológica de la economía española en Europa. Una evaluación global". *Papeles de Economía Española*, n.º 81.
- METCALFE, S. (1996): "The Economic Foundation of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Framework". Incluido en: P. Stoneman (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell, Oxford.
- MEYER-KRAHMER, F. (1990): *The Determinants of Investment in R&D and the Role of Public Policies: an Evaluation*. Workdocument ISI-P-91-90, ISI-Fraunhofer.
- MOHNEN, P.A.; NADIRI, M.I., y PRUCHA, I.R. (1986): "R&D, production structure and rates of return in the U.S., Japanese and German manufacturing sectors". *European Economic Review*, vol. 30.
- MUÑOZ, E. (2001): "The Spanish system of research". En: P. Laredo y P. Mustar (eds.), *Research and innovation policy in the new global economy: An international comparative analysis*. Edward Elgar, Cheltenham UK.
- NATIONAL GOVERNERS ASSOCIATION (2000): *State Strategies for the new Economy Index*, <http://www.neweconomyindex.org>.
- NELSON, R. (1959): "The Simple Economics of Basic Scientific Research". *Journal of Political Economy*, 67.
- NELSON, R. (1993): *National Systems of Innovation*.
- OCDE (1993): *Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development*. Frascati Manual, París.
- OCDE (1999): *Science, Technology and Industry Scoreboard 1999. Benchmarking knowledge-based economies*, París.

- OCDE (1994): *Manual on the Measurement of Human Resources devoted to S&T. Canberra Manual*, París.
- ONDÁTEGUI, J.C. (2000): "Parques científico-tecnológicos en España: las fronteras del futuro". Incluido en: J.L. Alonso y R. Méndez (eds.), *Innovación, pequeña empresa y desarrollo local en España*. Civitas, Madrid.
- PATEL, P. y PAVITT, K. (1995): "Patterns of Technological Activity: their measurement and interpretation". Incluido en: P. Stoneman (ed.), *Handbook of the economics of innovation and technological change*. Blackwell, Oxford.
- PERRIN, J.C. (1988): "A Desconcentrated Technology Policy, Lessons from the Sophia Antipolis Experience". *Environment and Planning C, Government and Policy*, vol. 6, n.º 4, págs. 414-426.
- PERROUX (1955): "Note sur la notion de pôle de croissance". *Économie Appliquée*, 7.
- PORTER, M. (1990): *The Comparative Advantage of Nations*. Free Press and Macmillan.
- PYKE, F.; BECATTINI, G. y SENGEMBERGER, W. (eds.) (1992): *Industrial Districts and Interfirm co-operation in Italy*.
- ROMER, P. (1986): "Increasing Returns and Long-Run Growth". *Journal of Political Economy*, 94 (5).
- ROMER, P. (1990): Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98 (5-Part II).
- ROMERA, F.; FONT, A., y ONDÁTEGUI, J.C. (2000): *Los Parques Científicos y Tecnológicos. Los Parques en España*. Fundación COTEC, Madrid.
- ROSENBERG, N. (ed.) (1979): *Economía del cambio tecnológico*. Ed. Fondo de Cultura Económica, México.
- SÁNCHEZ, P. et al. (2000): *El capital humano en la nueva sociedad del conocimiento. Su papel en el sistema español de innovación*. Círculo de Empresarios, Madrid.
- SANZ-MENÉNDEZ, L. (1995): "Policy Choices, Institutional Constraints and Policy Learning: The Spanish Science and Technology Policy in the Eighties". *International Journal of Technology Management*, vol. 10., n.º 4/5/6.
- SAXENIAN, A. (1994): *Regional advantage; culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Harvard University Press, Cambridge (MA).
- SCHOTT, K. (1976): "Investment in private industrial R&D in Britain". *Journal of Industrial Economic*, n.º 25, diciembre.
- SEGURA, J. y RESTOY, F. (1986): *Una explotación de las tablas input-output de la economía española para 1975 y 1980*. Fundación Empresa Pública, Documento de Trabajo, n.º 8608, Madrid.
- SOETE, L. y PATEL, P. (1985): "Recherche-Développement, importations de technologie et croissance économique. Une tentative de comparaison internationales". *Revue Économique*, vol. 36, n.º 5, septiembre.
- SOETE, L.; TURNER, R., y PATEL, P. (1984): Technology Diffusion and the Rate of Technical Change. *Economic Journal*, vol. 84.
- SOLOW, R.M. (1956): "A contribution to theory of economic growth". *The Quarterly Journal of Economics*, n.º 70.
- SOLOW, R.M. (1957): "Technical change and the aggregate production function". *Review of Economics and Statistics*, n.º 39, agosto. [Versión española en Rosenberg (1979)].
- STERN, S.; FURMAN, J., y PORTER, M. S. (2000): *The determinants of national innovative capacity*. National Bureau of Economic Research. Working Paper 7876.
- STERNBERG, R. (1995): Technologiepolitik und High-Tech Regionen –Ein Internationaler Vergleich–. Lit.
- STÖRH, W. (1987): Territorial Innovation Complexes. *Papers of the Regional Science Association*, vol. 59, págs. 29-44.
- TIDD, J.; BESSANT, J., y PAVITT, K. (1997): *Managing innovation, integrating technological, market and organisational change*. John Wiley & Sons, Chichester.
- UPV (1996): *Estructuras de interfaz en el sistema español de innovación: su papel en la difusión tecnológica*.
- VENCE, X. (ed.) (1998): *La Política Tecnológica Comunitaria y la Cohesión Regional. los Retos de los Sistemas de Innovación Periféricos*. Editorial Civitas.
- VILLANUEVA, M. (1999): *Guía básica introductoria al Sistema Español de Ciencia, Tecnología, Empresa*. FEDIT, Madrid.
- ZEGVELD, W. (1987): "Technology and Change in Industrial Societies: Implications for Public Policies". *Technovation*, vol. 7, n.º 5, Physica Verlag.



Dirección General de Investigación
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN

Comunidad de Madrid

www.madrimasd.org