

**Plan
Nacional
de I+D**

Resumen de la Memoria
de Actividades del Plan
Nacional de I+D en el
Cuatrienio 1988-1991 y
Perspectivas Futuras.



1. INTRODUCCIÓN	1
2. EL PLAN NACIONAL DE I+D	5
2.1 Política Científica y Tecnológica en España	6
2.2 Actuaciones y resultados del Plan Nacional de I+D en el período 1988-1991	6
2.2.1 Financiación del Plan Nacional de I+D: El Fondo Nacional para el desarrollo de la Investigación Científica y Técnica	7
RESUMEN DE LA MEMORIA DE ACTIVIDADES DEL PLAN NACIONAL DE I+D EN EL CUATRIENIO 1988-1991 Y PERSPECTIVAS FUTURAS	
2.2.1.1 D	11
2.2.1.3 Distribución regional	21
2.2.2 Planificación del desarrollo Científico y Técnico: los Programas del Plan Nacional 1988-1991	23
2.2.2.1 Programas Nacionales	23
2.2.2.2 Programas de Comunidades Autónomas	44
2.2.2.3 Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento	45
2.2.2.4 Programa Sectorial de I+D Agrario y Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación	49
2.2.3 Articulación del Sistema de Ciencia y Tecnología con el entorno socio-económico	52
2.2.4 La Agencia Nacional de Evaluación y Prospección (ANEP)	56

RESUMEN DE LA MEMORIA DE ACTIVIDADES DEL PLAN
NACIONAL DE H-D
EN EL CUATRINIO 1988-1991 Y PERSPECTIVAS FUTURAS



A-52-300

ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCIÓN	1
2. EL PLAN NACIONAL DE I+D	5
2.1 Política Científica y Tecnológica en España	5
2.2 Actuaciones y resultados del Plan Nacional de I+D en el período 1988-1991	6
2.2.1 Financiación del Plan Nacional de I+D: El Fondo Nacional para el desarrollo de la Investigación Científica y Técnica	7
2.2.1.1 Distribución por áreas científicas	11
2.2.1.2 Distribución por ejes de actividad	11
2.2.1.3 Distribución regional	21
2.2.2 Planificación del desarrollo Científico y Técnico: los Programas del Plan Nacional 1988-1991	23
2.2.2.1 Programas Nacionales	23
2.2.2.2 Programas de Comunidades Autónomas	44
2.2.2.3 Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento	45
2.2.2.4 Programa Sectorial de I+D Agrario y Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación	49
2.2.3 Articulación del Sistema de Ciencia y Tecnología con el entorno socio-económico	52
2.2.4 La Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP)	56

2.3	Otras actuaciones en materia de Política científica y tecnológica	58
2.3.1	Programas sectoriales de fomento de la I+D	58
2.3.2	Política de desarrollo regional y política científica y tecnológica	59
2.3.3	Participación en Programas internacionales de I+D	63
2.3.3.1	Participación en el Programa Marco de I+D de la CE ...	64
2.3.3.2	Otros Programas internacionales	70
2.3.3.3	Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-Quinto Centenario (CYTED-D)	70
2.3.3.4	Cooperación científica bilateral	72
3.	EVALUACIÓN EN 1991 DEL SISTEMA ESPAÑOL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	73
3.1	Introducción	73
3.2	Parámetros indicadores	74
3.2.1	Gasto y financiación de actividades de I+D	75
3.2.2	Recursos humanos	80
3.2.3	Productividad y competitividad científica y tecnológica	85
3.2.4	Competitividad comercial	90
3.3	Valoración del avance y perspectivas futuras	92
3.3.1	Crecimiento de los recursos económicos del Sistema español de Ciencia y Tecnología	94
3.3.2	Capitalización del Sistema español de Ciencia y Tecnología	96
3.3.3	Articulación del Sistema español de Ciencia y Tecnología	98
3.3.4	Productividad y Competitividad Científica y Tecnológica	100
3.3.5	Cuadro para la convergencia de I+D en Europa	101
	ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS	105

1. INTRODUCCIÓN

El Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, iniciado en 1988, ha cubierto ya su primera etapa. Parece adecuado que, con una perspectiva de cuatro años, se presenten sus resultados y la evaluación global de la evolución del Sistema español de Ciencia y Tecnología en dicho período. Con ello se continúa la evaluación iniciada anteriormente¹, cuyo desarrollo permitirá conocer el impacto de los resultados del Plan Nacional sobre nuestro Sistema y, en general, sobre nuestro aparato productivo y sobre la mejora de la calidad de vida de la sociedad española. Dicha evaluación se inserta en el contexto internacional, con especial referencia a la Comunidad Europea, en estos momentos en los que España se enfrenta al reto de la convergencia en el horizonte 1996, cuyas consecuencias para nuestro país serán muy considerables.

Con tal perspectiva, parece oportuno incluir en esta Introducción algunas reflexiones sobre los cambios y tendencias globales –relacionadas con la Ciencia y la Tecnología– que pueden deducirse de la evolución política y social ocurrida en los últimos tiempos, como vía para vislumbrar las perspectivas del futuro.

En los últimos años se ha puesto de manifiesto que la competitividad industrial y, por ende, económica de una sociedad está cada vez más ligada a su capacidad de innovación, frente a los criterios de producción masiva y mano de obra barata que tuvieron sentido en el pasado. Esta situación está provocando importantes cambios cualitativos en los sistemas de producción, ya que la competitividad dependerá íntimamente de factores tales como el potencial científico y tecnológico de sus empresas, la flexibilidad y capacidad de adaptación de su organización a un mercado cambiante, y el grado de formación de sus recursos humanos. Por tal razón, la competitividad tecnológica se ha convertido en una preocupación prioritaria de las políticas económicas nacionales y de foros internacionales como CE, OCDE, UNESCO, etc.

Las distancias entre los países tecnológicamente más avanzados y los que todavía se encuentran en una etapa más tardía de desarrollo son difíciles de reducir, por lo que el principio de cohesión debe considerarse prioritario en la perspectiva de una Europa unida. Sin embargo, y a pesar de las diferencias nacionales, existen problemas comunes a casi todas las políticas de investigación y desarrollo. Los recursos financieros y humanos que pueden asignarse desde las políticas públicas para desarrollar actividades de investigación

¹ Memoria de Desarrollo del Plan Nacional de I+D en el período 1988-1990 y revisión para 1992-1995 (CICYT, 1991).

son insuficientes para resolver los grandes retos a los que se enfrenta la Ciencia y la Tecnología en el mundo actual, poniéndose de manifiesto que el sector privado debe desempeñar un papel cada vez más importante en la financiación de los recursos y en la orientación de los esfuerzos dedicados a investigación.

Ciertos temas como los del abastecimiento y explotación de recursos energéticos, el medio ambiente, la salud, la seguridad nuclear, etc., tienen una naturaleza intrínsecamente transnacional y exigen programas de I+D intensivos en cuanto a personal investigador y una profunda coordinación de esfuerzos de los países involucrados en los estudios. Otros temas implican la utilización de instalaciones muy costosas y, por lo tanto, llevan asociados esfuerzos financieros no abordables por países aislados. La entrada en vigor del Mercado Único ha incrementado considerablemente la conveniencia de disponer de un marco normativo común a los doce Estados miembros en lo que se refiere a estándares técnicos. Este objetivo sólo puede lograrse mediante una estrecha colaboración en el seno de la CE.

Conviene recordar también que, además de la competitividad económica, un objetivo fundamental de las políticas económicas en los países occidentales es la mejora en la calidad de vida (salud, medio ambiente, alimentación, condiciones de trabajo, etc.) de sus ciudadanos. Esta exigencia, fundamental para los ciudadanos de la CE, se ha traducido en una preocupación creciente de distintos organismos internacionales (CE, OCDE) por intensificar la colaboración entre países en programas de I+D

Todo lo anterior obliga a que las políticas científicas y tecnológicas nacionales se modulen por los efectos de la internacionalización de la ciencia y por los efectos que los acontecimientos internacionales producen sobre unas relaciones económicas cada vez más globalizadas.

Tras la incorporación de España a la Comunidad Europea, la participación del Sistema español de Ciencia y Tecnología en las actividades derivadas de la política científica y tecnológica comunitaria se sustenta en razones que trascienden la mera ideología europea e incluso el interés por lograr un justo retorno –en términos financieros– de la participación nacional. La pertenencia a un círculo científico y tecnológico selecto conjuga la obtención de valor añadido indiscutible y la eliminación de los peligros de marginalización en el seno de la dinámica mundial.

El desarrollo del Acta Única Europea ha tenido como consecuencia por parte de los Estados miembros de la CE, la adopción de un programa común de investigación científica y técnica, de programas de intercambio de personal investigador, de programas de for-

mación y, en el caso de España –debido a su posición en el contexto comunitario– también la equiparación de titulaciones y la libre circulación de investigadores y profesionales cualificados. La adaptación del Sistema español a las nuevas reglas de juego dentro de un sistema internacionalizado y, en general, más avanzado, ha sido uno de los factores que ha orientado la actual política científica y tecnológica española.

El avance de la CE como entidad política ha conducido a un replanteamiento de carácter estructural que ha dado lugar a una revisión de los Tratados Comunitarios antes de la entrada en vigor del Mercado Único. Con este motivo se han llevado a cabo dos Conferencias Intergubernamentales, una sobre la Unión Política, que afecta a la política de I+D incluida en el Título IV del Acta Inicua Europea, y otra sobre la Unión Económica. De tales actuaciones cabe esperar ciertas modificaciones de la política científica y tecnológica de la CE, que pueden concretarse en los puntos siguientes: ampliación de los objetivos de I+D a aspectos relacionados con la calidad de vida; aprobación de los Programas Marco por unanimidad y mediante un procedimiento de codecisión con el Parlamento; aprobación de los programas específicos por mayoría cualificada del Consejo; obligación de que la Comisión difunda los resultados de la I+D a través del propio Programa Marco; realización de todas las actividades de I+D comunitarias a través del Título XV del Tratado de Maastricht.

Por otra parte, durante 1991 ha finalizado el Programa de Tecnología y Economía (TEP) desarrollado en el seno de la OCDE desde junio de 1989; en él se han analizado las implicaciones políticas y económicas del estado actual del conocimiento sobre las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología y el crecimiento económico y social, a medio y largo plazos. En sus conclusiones se propone la tecnología como clave de un crecimiento económico sostenido y de la mejora de la calidad de vida y se hace referencia a la falta de adecuación entre las nuevas tecnologías emergentes, especialmente las difusoras, y el marco social e institucional existente, adaptado a otro modelo tecnológico, lo cual ha planteado la necesidad de revisar la teoría de la innovación y –en especial desde el punto de vista de la política científica– ha exigido reestructurar los modelos de actuación, adaptándolos a esquemas más eficientes y más acordes con las nuevas condiciones del entorno internacional.

En un nuevo esquema de actuación en materia de política científica los mecanismos de transferencia de tecnología adquieren una importancia determinante, centrandose su atención en la descentralización de los sistemas de ciencia y tecnología, en la articulación de las relaciones entre los centros de investigación y las empresas, y en la aproximación de las prioridades establecidas por el sistema a las demandas del mercado tecnológico. Otro factor importante es la diferencia entre las distintas ramas tecnológicas e industriales desde el punto de vista de la rentabilidad de las inversiones en I+D.

En definitiva, el nuevo marco teórico para la definición de las reglas del juego en materia de desarrollo e innovación tecnológica –tanto en los sistemas nacionales como internacionales– se ha orientado en dos direcciones: el fortalecimiento de la capacidad innovadora y la globalización de la Ciencia y la Tecnología.

De todo lo anterior se deriva que la situación de la economía internacional, especialmente la europea, condiciona el signo e intensidad de las actuaciones públicas en materia de política científica y tecnológica. Es sabido que en 1991 y 1992 se ha producido un estancamiento del crecimiento de la economía mundial, resultante de factores cíclicos y de los efectos negativos de la crisis del Golfo; así, en la CE la tasa de crecimiento pasó del 2,8% en 1990 al 1,25% en 1991. Ciertamente es que las economías de los países comunitarios presentan peculiaridades propias. La española no es una excepción. Sin embargo, hay que hacer notar que las tendencias de los dos últimos años también ha afectado, por razones similares, a la economía española. Por ello, sería aventurado concebir para nuestro país un escenario económico distinto del previsto para la economía europea. En todo caso, es preciso recordar que la incorporación de España a la disciplina comunitaria, a través de la adhesión y de la sujeción de la economía española al régimen resultante del programa del Mercado Único, ha permitido recuperar, en el período 1986–1991, 6,2 puntos de la diferencia existente entre España y la CE en renta per cápita. En definitiva, el caso español muestra que la adaptación de la política económica a las exigencias comunitarias da lugar a una convergencia real o de bienestar económico con la CE.

Si las ganancias de bienestar económico están ligadas, esencialmente, al ajuste estructural de los países miembros a las nuevas condiciones, parece obvio que una parte del ahorro público y privado generado esté destinado a financiar la inversión en capital tecnológico. Desde la perspectiva de un país como España, que presenta déficits sustanciales de capital tecnológico con respecto al resto de los países comunitarios, la afirmación anterior debe entenderse en el sentido de que es preciso sostener el ritmo de crecimiento del Sistema español de Ciencia y Tecnología experimentado en los últimos años; de ello depende que la economía española dé, a largo plazo, una respuesta satisfactoria a la nueva exigencia comunitaria.

2. EL PLAN NACIONAL DE I+D

2.1 POLÍTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Es sabido que en la última década han sido acometidas un conjunto de reformas legislativas y de actuaciones orientadas al fortalecimiento del Sistema español de Ciencia y Tecnología: la aprobación de la Ley de Reforma Universitaria (1983), la promulgación de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica ("Ley de la Ciencia") (1986), y la aparición de la Ley de Patentes (1987); además, en 1988 se puso en marcha el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. A todo ello cabe añadir una serie de iniciativas sectoriales y regionales, así como la contribución creciente de las Comunidades Autónomas al proceso de consolidación del Sistema español de Ciencia y Tecnología. Finalmente, la apertura al exterior de la sociedad y de la economía españolas se correspondió, en el ámbito científico y tecnológico, con un incremento sustancial de la integración del Sistema español en el Sistema internacional de generación y difusión de tecnología.

En gran medida, los esfuerzos privados y públicos desarrollados a lo largo de la década han permitido que, en el momento actual, las autoridades públicas dispongan por primera vez en la historia española de una Política Científica y Tecnológica con objetivos definidos y actuaciones evaluables, como resultado de la cual los agentes privados disfrutan de un marco de referencia estable para sus decisiones de inversión en I+D.

Los grandes objetivos de la Política Científica y Tecnológica española se refieren al fomento del Sistema español de Ciencia y Tecnología, a la articulación de los agentes financiadores y ejecutores de las actividades de I+D, y a la concentración de esfuerzos en torno a programas preestablecidos. Así, en mayor o menor grado, las actuaciones públicas tratan de apoyar la generación y difusión de conocimientos científicos y tecnológicos, tanto en el sector público como en el sector empresarial; ello se instrumenta gracias a esfuerzos presupuestarios sostenidos tendentes a promover, a corto plazo, la realización de proyectos de investigación básica, aplicada y de desarrollo tecnológico, y, a medio y largo plazo, la capitalización del Sistema, mediante las oportunas dotaciones de infraestructura y la adecuada formación de personal investigador. Además, tales programas pretenden, con carácter general, vincular los esfuerzos de I+D desarrollados por los diferentes agentes y unidades de investigación del Sistema, con objeto de que su articulación permita alcanzar mayores cotas de eficacia en la asignación de los recursos públicos y privados. Finalmente, y también con carácter general, las iniciativas públicas se estructuran sobre la base de programas finalistas, es decir, con objetivos preestablecidos y actuaciones evaluables a posteriori.

El Plan Nacional de I+D es el instrumento básico de fomento, coordinación y programación de la I+D y el mecanismo para el desarrollo de una Política Científica y Tecnológica ordenada, es decir, el elemento de articulación de las diversas iniciativas –públicas y privadas– desarrolladas por los diferentes agentes del Sistema. Entre las prioridades del Plan Nacional se encuentran la dinamización y modernización del Sistema español de Ciencia y Tecnología y su integración en el marco de los sistemas científicos de los países comunitarios.

Junto al Plan Nacional, que pretende atender al conjunto de fases que configuran el proceso innovador, distintos Departamentos Ministeriales han puesto en marcha en la última década iniciativas de carácter sectorial. Así, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, mediante el Plan de Actuación Tecnológico Industrial (PATI) y el Plan de Investigaciones Energéticas (PIE) se ocupa, respectivamente, de los segmentos del Sistema español de Ciencia y Tecnología que se refieren a la industria manufacturera y al sector energético e industrias extractivas. De igual manera, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación promueve la innovación en el sector agropecuario español, y el Ministerio de Sanidad y Consumo a través del Fondo de Investigaciones Sanitarias (FIS) desarrolla las actividades de investigación en el ámbito de la salud. Por su parte, las Administraciones Autonómicas han desarrollado en los últimos años programas propios, coordinados en mayor o menor medida con las iniciativas de la Administración Central. Todo ello, junto con el apoyo de la CE al proceso de convergencia de I+D de las regiones españolas con las comunitarias, debe permitir una mayor cohesión económica y social de la sociedad española.

2.2. ACTUACIONES Y RESULTADOS DEL PLAN NACIONAL EN EL PERÍODO 1988–1991

Dentro de esta breve descripción, se analiza, en primer lugar, la aplicación de la financiación pública procedente del Fondo Nacional de I+D por áreas temáticas, por ejes de actividad y por sectores de ejecución, y su positiva contribución al fomento de las actividades de I+D en nuestro país. En segundo lugar, se estudia la programación general del Plan Nacional, haciéndose especial hincapié en los principales logros investigadores y tecnológicos derivados de la ejecución de los diferentes Programas. Finalmente, se procede al análisis de las iniciativas del Plan Nacional tendentes a potenciar el grado de articulación del Sistema español de Ciencia y Tecnología. La conclusión fundamental de este apartado es que el Plan Nacional ha orientado gran parte de sus esfuerzos a fomentar la confluencia de intereses y acciones de los agentes y unidades de investigación del Sistema.

2.2.1 Financiación del Plan Nacional de I+D: el Fondo Nacional para el desarrollo de la Investigación Científica y Técnica

En el período que se analiza, el Fondo Nacional –instrumento presupuestario del Plan Nacional– ha contado con una dotación total de 76.890 MPTA, cuya distribución por ejes de actividad y áreas científico-técnicas se representa en la Figura 2.1; cabe destacar que casi el 20% de los recursos del Fondo Nacional se han aplicado a la financiación directa de proyectos empresariales de I+D en su fase más precompetitiva, a través de los denominados Proyectos Concertados.

La financiación procedente del Fondo Nacional de I+D, incluso cuando se le suma la de los Programas Sectoriales integrados en el Plan Nacional, representa una cuantía relativamente menor en relación al gasto nacional en I+D. Con todo, el análisis de sus efectos de arrastre pone de relieve el papel movilizador de esfuerzos desempeñados por el Fondo. El Cuadro 2.1 muestra la evolución del gasto en I+D movilizado durante la primera fase del Plan Nacional y en él se pone de relieve el crecimiento de esa capacidad de arrastre. Las cantidades correspondientes a 1991 suponen cerca de un 30% del gasto total español en I+D, lo que indica que el Plan Nacional desempeña un papel fundamental dentro del Sistema español de Ciencia y Tecnología.

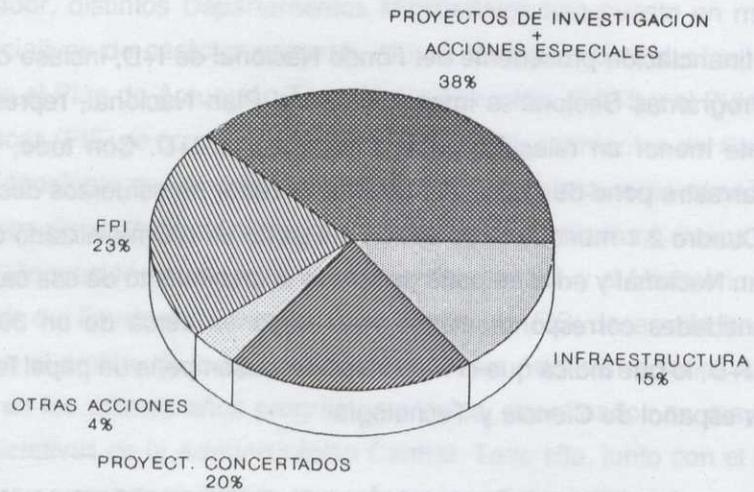
CUADRO 2.1: EVOLUCIÓN DEL FONDO NACIONAL Y DEL GASTO EN I+D QUE MOVILIZA*

		FONDO NACIONAL	PROGRAMAS SECTORIALES	TOTAL
1988	Plan Nacional	13.043	7.798	20.841
	Gasto en I+D movilizado	28.000	23.000	51.000
1989	Plan Nacional	19.703	7.830	27.533
	Gasto en I+D movilizado	51.000	28.000	79.000
1990	Plan Nacional	24.224	9.120	33.344
	Gasto en I+D movilizado	79.000	38.000	117.000
1991	Plan Nacional	19.919	14.144	34.063
	Gasto en I+D movilizado	83.000	54.000	137.000
TOTAL	Plan Nacional	76.890	38.892	115.782
	Gasto en I+D movilizado	241.000	143.000	384.000

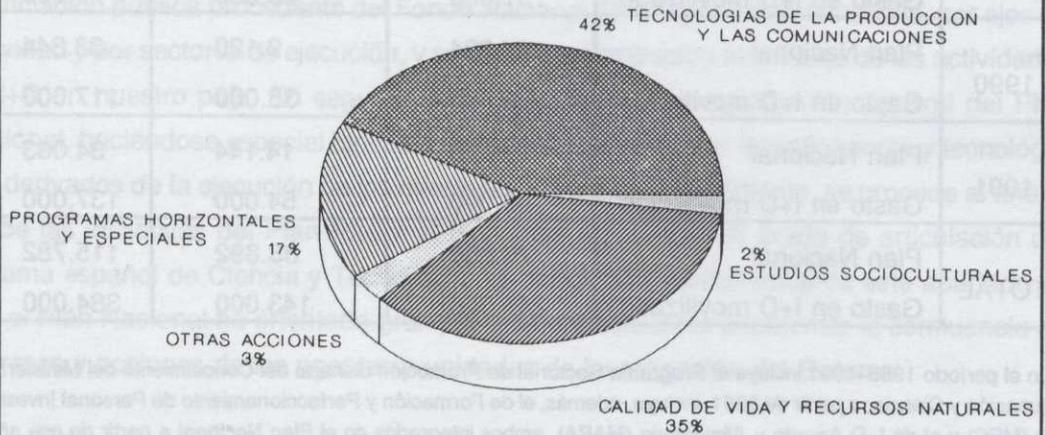
* En el período 1988–1991 incluye el Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento del Ministerio de Educación y Ciencia; a partir de 1991, incluye, además, el de Formación y Perfeccionamiento de Personal Investigador (MEC) y el de I+D Agrario y Alimentario (MAPA), ambos integrados en el Plan Nacional a partir de ese año.

FIGURA 2.1
DISTRIBUCION DEL FONDO NACIONAL
(1988-1991)
TOTAL FONDO NACIONAL: 76.890 MPTA

EJES DE ACTIVIDAD



AREAS CIENTIFICAS Y TECNICAS



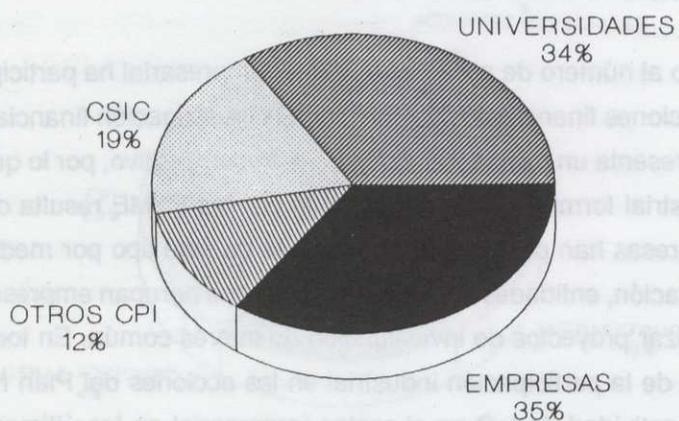
La Figura 2.2 muestra la distribución del Fondo Nacional por tipos de organismos ejecutores y la misma información referida al número de acciones financiadas. Puede observarse que en más de la mitad de las acciones participan grupos universitarios y que el CSIC está presente en un número de acciones superior al de los demás OPI en su conjunto. Ello se debe en parte al mayor número de investigadores existentes en este centro y además a que los OPI sectoriales dedican parte de su actividad al desarrollo de los programas de su respectivo ministerio. En la citada figura, la participación económica de las empresas, en cuanto a los fondos aplicados (35%), incluye las aportaciones a Proyectos Concertados y al PETRI, así como los Proyectos de Investigación, la Infraestructura y otras acciones financiadas a las Asociaciones de Investigación empresariales.

En cuanto al número de acciones, el sector empresarial ha participado en algo más del 10% de las acciones financiadas, debido a que la investigación financiada dentro de este eje de actividad presenta un carácter estratégico o precompetitivo, por lo que la participación de un tejido industrial formado mayoritariamente por las PYME resulta difícil. En algunos sectores, las empresas han participado en acciones de este tipo por medio de las Asociaciones de Investigación, entidades sin ánimo de lucro que agrupan empresa –con frecuencia PYME– para realizar proyectos de investigación de interés común. En todo caso, el incremento progresivo de la participación industrial en las acciones del Plan Nacional refleja el incremento de la actividad de I+D en el sector empresarial en los últimos años y pone de manifiesto la creciente colaboración de empresas y grupos de investigación en tareas de I+D.

De los datos expuestos se puede deducir que, en su primera fase, el Plan Nacional ha demostrado una capacidad suficiente para promover las actividades de I+D de las empresas españolas. No debe olvidarse que uno de los objetivos fundamentales del Plan Nacional ha sido servir de nexo entre un sector de investigadores que tradicionalmente ha desarrollado trabajos de carácter básico y en su mayoría alejados del desarrollo tecnológico, y un sector empresarial en el que el esfuerzo global en actividades de I+D ha sido tradicionalmente escaso; asimismo, el Plan Nacional se propuso solventar las deficiencias de personal e infraestructura que sufría el Sistema español de I+D. Por ello, en la primera fase del Plan Nacional se establecieron como objetivos prioritarios la capitalización del Sistema y el acercamiento de los investigadores de los CPI –mediante la delimitación de las áreas prioritarias definidas en el Plan Nacional– a temas de potencial interés. Como se verá más adelante buena parte de los investigadores de los CPI han participado ya en actividades del Plan Nacional.

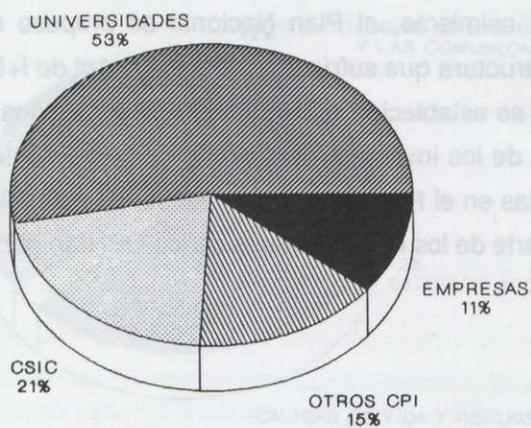
FIGURA 2.2
PARTICIPACION DE LOS DIFERENTES AGENTES
EN LAS ACCIONES DEL PLAN NACIONAL DE I+D

% FONDOS APLICADOS



1988-1991

% NUMERO DE ACCIONES



Otro de los objetivos cumplidos en esta primera fase y que ya ha dado resultados satisfactorios ha sido la creación de mecanismos destinados a facilitar la colaboración en actividades de I+D entre ambos sectores, lo cual permitirá, en la segunda fase del Plan Nacional (1992-1995), una mayor articulación entre el sector público y el empresarial. Además, las acciones del Plan Nacional se complementan con los Programas sectoriales, en particular con los del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, destinados específicamente a fomentar el desarrollo tecnológico.

2.2.1.1. Distribución por áreas científicas

La citada Figura 2.1 muestra la distribución temática del Fondo Nacional en el período 1988-1991, observándose un predominio de los Programas incluidos en las áreas de Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones, y de Calidad de Vida y Recursos Naturales. Cabe afirmar, en primer lugar, que el Plan Nacional de I+D ha permitido reorientar las inercias del Sistema público de investigación en favor de la ingeniería y de las ciencias exactas y naturales. En segundo lugar, ha impulsado los esfuerzos dedicados a investigación -tanto públicos como privados- hacia las áreas tecnológicas y científicas, lo que ha aproximado el propósito del Sistema español de Ciencia y Tecnología al Sistema comunitario. Finalmente, el establecimiento de prioridades ha dado como fruto la convergencia de una parte importante de la investigación en ingeniería y ciencias físicas y químicas hacia objetivos socioeconómicos directamente vinculados al uso y avance del progreso tecnológico.

2.2.1.2. Distribución por ejes de actividad

Se analizará la ejecución del Fondo Nacional atendiendo a cada uno de los ejes de actividad creados con el fin de cubrir la mayor parte de las necesidades del Sistema con los fondos disponibles:

*** *Proyectos de Investigación y Acciones Especiales***

En el Cuadro 2.2 se resume la información sobre los Proyectos de Investigación y las Acciones Especiales concedidos en el período 1988-1991, así como los principales indicadores que miden la relación de ambas actuaciones. Los Proyectos de Investigación, que constituyen uno de los principales ejes de actividad del Plan Nacional de I+D, han permitido activar la investigación en los centros públicos de investigación, en los que trabaja el colectivo de investigadores más numeroso, hacia las áreas prioritarias establecidas.



CUADRO 2.2: BALANCE DE PROYECTOS Y ACCIONES ESPECIALES
(1988-1991)

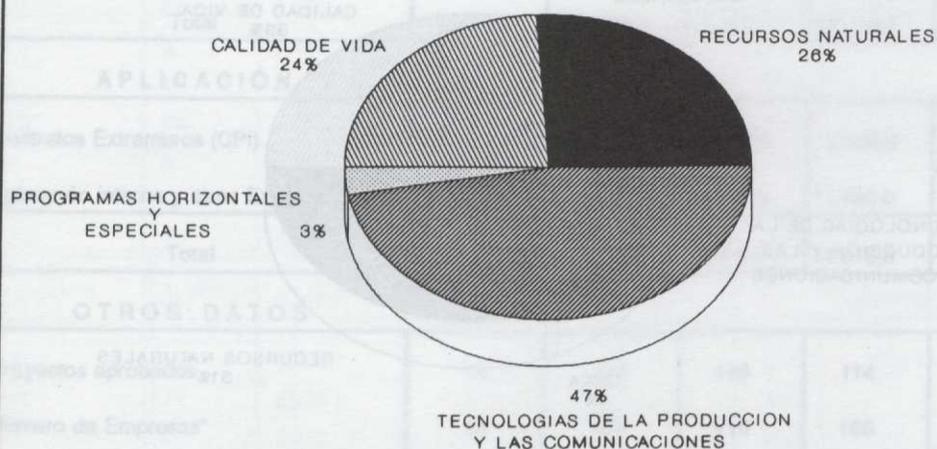
		Proyectos de Investigación	Acciones Especiales
CONCEDIDO	Número	2.315	512
	Total (MPTA)	27.761	2.935
INDICADORES	Concedidos/Solicitados en número (%)	53	70,5
	Concedido/Solicitado Importe Total (%)	34	39,5
	MPTA/Proyectos (Total/nº)	12	
	Investigadores	14.690	
	EDP	8.480	
	Investigadores/EDP	1,7	
	MPTA/EDP y año	1,1	

Por su parte, la Figura 2.3 muestra la financiación de los Proyectos de investigación distribuida por áreas científicas y de su lectura se desprende el interés del Plan Nacional en el fomento de proyectos de interés tecnológico (área de Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones).

** Infraestructura científico técnica*

Conseguir en el territorio nacional una red tupida de investigadores como objetivo fundamental del Plan Nacional, implica a su vez dotar de infraestructura científico-técnica los laboratorios de las diferentes regiones del Estado. Como ya se ha mencionado anteriormente, la dotación de Infraestructura se ha llevado a cabo por medio del correspondiente eje de actividad del Plan Nacional, a lo que es preciso añadir los Fondos Estructurales de la CE dedicados a Infraestructura científico-técnica. El Cuadro 2.3 ofrece información sobre dotaciones de Infraestructura financiadas con cargo al Plan Nacional y su distribución por áreas se muestra en la Figura 2.4. Como puede observarse, la distribución por áreas científicas es bastante equilibrada porque se ha contemplado no sólo la dotación de nuevo material, sino también la necesidad de renovación de numerosos equipos obsoletos y la dotación de talleres y servicios generales, lo que ha provocado cierta dispersión temática de las concesiones.

FIGURA 2.3
DISTRIBUCION DE PROYECTOS DE
INVESTIGACION POR AREAS (1988-1991)
PRESUPUESTO TOTAL APROBADO: 27.761 MPTA

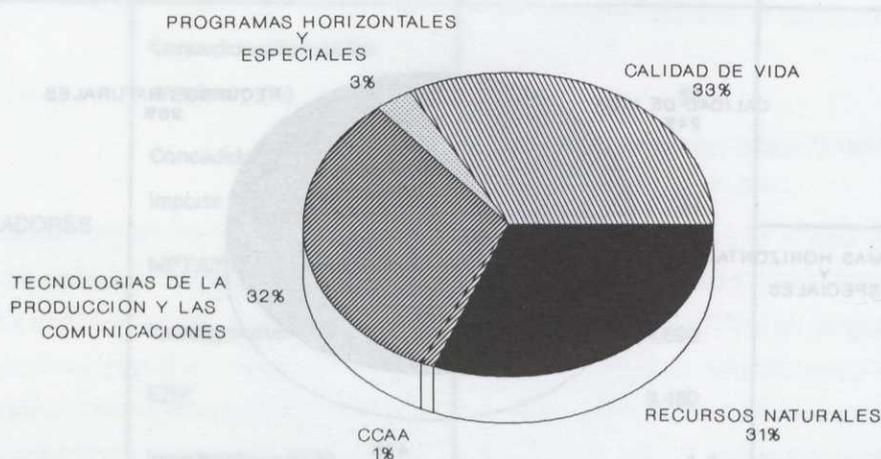


CUADRO 2.3: BALANCE DE INFRAESTRUCTURA CIENTÍFICO-TÉCNICA (1988-1991)

		Infraestructura
CONCEDIDO	Número	704
	Total (MPTA)	11.053
CONCEDIDO/SOLICITADO	Número (%)	38,5
	Total (%)	31
	Coste Medio	15,7

Cabe destacar que los fondos destinados a infraestructura científica han movilizado otros recursos hacia los objetivos del Plan, tales como los correspondientes a la cofinanciación de otras entidades financiadoras y de los propios organismos (obra civil, mantenimiento, etc.), que suponen un 35% de la inversión total.

FIGURA 2.4
DISTRIBUCION DE INFRAESTRUCTURA
AREAS CIENTIFICAS (1988-1991)
TOTAL CONCEDIDO: 11.053 MPTA



En el apartado relativo a la distribución regional se puede observar que la disponibilidad de los fondos estructurales de la CE para la dotación de la infraestructura científico-técnica ha permitido la mejora general de la infraestructura de nuestro país dado el gran volumen de inversión que ha representado.

** Proyectos Concertados*

Son ayudas en forma de crédito sin interés para el desarrollo de proyectos de I+D empresariales que se realicen en colaboración con centros públicos de investigación. Las empresas comparten con el sector público –en cuantía similar– la financiación destinada al desarrollo de los proyectos de I+D, gracias a lo cual las ayudas otorgadas producen un importante efecto movilizador. La CICYT encomendó al Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) la gestión de los Proyectos Concertados, cuyo resumen figura en el Cuadro 2.4.

El número de empresas relacionadas con esta acción del Plan Nacional representa aproximadamente el 25% de las que en España realizan actividades de I+D, lo que supone una muestra cualitativa y cuantitativamente significativa de la I+D industrial del país (en ellas se encuentra alrededor del 50% de los investigadores y tecnólogos existentes en las empre-



CUADRO 2.4: ORIGEN Y APLICACIÓN DE FONDOS DE LOS PROYECTOS CONCERTADOS (MPTA)

ORIGEN	1988	1989	1990	1991	Total
Compromisos CDTI-Plan Nacional	4.785,4	5.758,4	6.558,4	5.805,2	22.907,4
Subvenciones Públicas	1.161,3	1.703,6	2.499,9	2.433,5	7.798,3
Aportación Empresas	3.518,8	5.204,1	6.412,4	5.777,9	20.861,3
Total	9.465,5	12.666,1	15.470,7	14.016,6	51.618,9
APLICACIÓN					
Contratos Extramuros (CPI)	1.186,3	2.059,0	2.380,9	2.136,6	7.762,8
Aplicación Interna y otros Extramuros	8.279,2	10.607,1	13.089,8	11.880,0	43.856,1
Total	9.465,5	12.666,1	15.470,7	14.016,6	51.618,9
OTROS DATOS					
Proyectos aprobados	76	124	129	114	443
Número de Empresas*	64	107	115	106	310
Técnicos e investigadores movilizados	445	774	820	718	2.727
Hombres/año por proyecto	5,8	6,0	6,4	6,3	6,2
Duración media (años)	2,5	2,3	2,2	2,3	2,3
Facturación anual (BPTA)	---	---	---	---	2,65
Plantilla	---	---	---	---	162.139
Plantilla I+D	---	---	---	---	10.273
Gastos anuales I+D (MPTA)	---	---	---	---	81.753
Gasto en I+D/Facturación(%)	---	---	---	---	3,0

* Indica el número de empresas diferentes, por lo que el total difiere de la suma del trienio. Fuente: CDTI y Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

sas españolas), así como del esfuerzo en I+D que contabilizan (aproximadamente un 3% de su facturación). Por otra parte, las empresas participantes en Proyectos Concertados aportan el 43% del personal dedicado a I+D en España y en los proyectos aprobados colaboran aproximadamente el 20% de los investigadores del sector empresarial. En el Cuadro 2.5 se muestra la distribución de los Proyectos Concertados por áreas y Programas.

**CUADRO 2.5: DISTRIBUCIÓN POR ÁREAS
DE LOS PROYECTOS CONCERTADOS APROBADOS (1988-1991)**

		PROYECTOS APROBADOS			PARTICIPACIÓN CPI	
		Nº	Presupuesto Total*	Aportación Plan Nacional*	Nº Grupos	Aportación a CPI*
1. Agroalimentación y Recursos Naturales	AGR	17	1.583,8	755,2	26	546,5
	GAN	7	580,6	261,0	8	114,5
	FOR	11	530,2	235,2	13	49,0
	MAR	23	1.345,4	629,1	33	219,8
	GEO	2	261,5	104,7	6	54,0
	NAT	16	1.246,3	514,3	23	173,1
	ALI	41	2.269,0	1.029,5	57	296,3
SUBTOTAL		117	7.816,8	3.529,0	146	1.453,2
2. Calidad de Vida	BIO	29	2.869,7	1.325,6	40	606,4
	FAR	19	4.235,6	1.814,8	71	307,8
	SAL	8	1.009,0	423,3	16	188,2
SUBTOTAL		56	8.114,3	3.563,7	127	1.102,4
3. Tecnologías de la Producción y las Comunicaciones	ROB	39	6.203,3	2.522,5	44	1.539,4
	MAT	102	12.398,1	5.375,2	143	1.874,5
	TIC	45	6.987,7	3.080,5	60	1.139,5
	MIC	15	2.273,2	1.051,5	26	293,6
	ESP	69	7.825,5	3.785,0	42	360,4
SUBTOTAL		270	35.687,8	15.814,7	315	5.207,4
TOTAL		443	51.618,9	22.907,4	608	7.763,0

* Las cantidades se expresan en MPTA.

Respecto al origen de los fondos destinados a financiar los Proyectos Concertados, el 59,5% de ellos son de origen público y el 40,5% de origen privado. Con relación a la aplicación de los fondos (Cuadro 2.6), un porcentaje significativo (el 34%) se destina a la dotación de Infraestructura científico-técnica dentro de las empresas, lo que contribuye a la consolidación de las correspondientes unidades de I+D y, por tanto, a subsanar una de las deficiencias tradicionales del Sistema. Los proyectos aprobados se clasifican –atendiendo al tamaño de las empresas por su número de empleados – en las cuatro categorías que se recogen en el Cuadro 2.7.

CUADRO 2.6: APLICACIÓN DE FONDOS EN LOS PROYECTOS
CONCERTADOS APROBADOS

	Presupuesto Total	Mano de obra	Activos fijos		Costes indirectos	
			Laboratorio	Material	CPI	Otros
MPTA	51.618,9	14.157,1	17.379,3	4.311,8	7.762,9	8.007,8
PORCENTAJE	100	27,4	33,7	8,4	15,0	15,5

CUADRO 2.7: DISTRIBUCIÓN DE LOS PROYECTOS CONCERTADOS
POR EL TAMAÑO DE LAS EMPRESAS

Número Empleados	Número Proyectos	Presupuesto Total	Aportación P. Nacional	Presupuesto OPI	Media EDP/Total	Media Dpto. I+D
De 1 a 50	152	11.969,4	5.510,5	2.199,5	4,9*	3,7
De 51 a 250	111	15.174,1	6.760,6	2.162,2	6,8	16,5
De 251 a 1.000	84	12.401,8	5.337,1	1.567,2	8,1	45,8
Más de 1.000	96	12.073,6	5.299,2	1.831,5	5,7	98,6
TOTAL	443	51.618,9	22.907,4	7.760,4	6,2	33,1

* Que esta cifra sea superior a la media de titulados en el departamento de I+D se debe a que, con ocasión del proyecto, se puede producir una participación de técnicos de producción y de otros departamentos en tareas de I+D.

Tal como muestra el Cuadro 2.8, a lo largo del desarrollo del Plan Nacional se ha incrementado considerablemente la colaboración de las empresas y los centros públicos de investigación en los Proyectos Concertados aprobados, en dos vertientes: por un lado, ha aumentado el número de proyectos aprobados en los que participan centros públicos hasta llegar a la totalidad y, por otro, se ha incrementado el número de grupos involucrados en los proyectos, si bien la aportación económica global no ha sufrido un incremento proporcional. La distribución de los fondos destinados a CPI entre los distintos organismos (universidades, CSIC y otros Centros de carácter público o tutelados) se recoge en la Figura 2.5.

** Acciones de Formación de Personal Investigador*

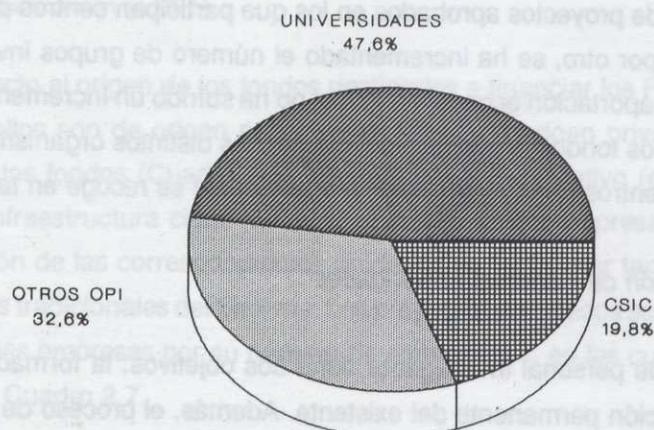
La formación de personal investigador tiene dos objetivos: la formación de nuevo personal y la actualización permanente del existente. Además, el proceso de formación se prolonga más allá de la inserción del personal en el Sistema de Ciencia y Tecnología y

puede extenderse fuera de las fronteras nacionales. Dentro del Programa Nacional de Formación de Personal Investigador, el subprograma que acoge un mayor número de becarios es el de Formación de Posgrado en España.

CUADRO 2.8: RESUMEN DE LA PARTICIPACIÓN DE CPI EN LOS PROYECTOS CONCERTADOS APROBADOS (1988-1991)

	1988	1989	1990	1991	TOTAL
Nº Proyectos aprobados	76	124	129	114	443
Nº Proyectos con participación de CPI	47	106	127	114	394
Nº Convenios	69	156	200	182	607
Aportación a CPI (MPTA)	1.186,3	2.059	2.380,9	2.136,6	7.762,8
Aportación media a CPI por Proyecto Concertado (% S/Presup. Total)	15,6	16,6	18,5	18,7	17,5
Nº Investigadores de CPI movilizados	109	212	266	169	756
EDP de CPI por Proyecto Concertado	1,4	1,7	2,1	1,5	1,7

**FIGURA 2.5
DISTRIBUCION DE FONDOS DESTINADOS A CPI EN PROYECTOS CONCERTADOS (1988-1991)
TOTAL: 7.763 MPTA**



En los Cuadros 2.9 y 2.10 se resume los datos de los Programas gestionados por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica: el Nacional de Formación de Personal Investigador y el Sectorial de Formación y Perfeccionamiento de Personal Investigador, tanto en España como en el extranjero. En cuanto a los lugares preferidos por los becarios españoles para adquirir su formación y perfeccionamiento en el extranjero son, en un orden de preferencia semejante, los Estados Unidos de Norteamérica, los países de la Comunidad Europea y los de la EFTA.

En el Cuadro 2.11 se recoge el Subprograma de Perfeccionamiento de doctores y tecnólogos extranjeros en España. Esta acción, de capital importancia para la internacionalización de nuestro Sistema de Ciencia y Tecnología refleja, además, la capacidad de atracción de los grupos de investigación españoles hacia los jóvenes doctores y tecnólogos extranjeros. El aumento de la demanda y la mejora de la calidad de las solicitudes recibidas a lo largo del período, permiten concluir que la posición de la ciencia española en el contexto de la ciencia mundial ha mejorado considerablemente.

CUADRO 2.9: RESUMEN DE LOS PROGRAMAS GESTIONADOS POR LA DGICYT (1988-1991). FORMACIÓN PREDOCTORAL

	1988	(m88)	1989	(m89)	1990	(m90)	1991	(m91)
ESPAÑA								
Programa Nacional	1.479	16.855	1.796	20.603	2.001	22.671	2.004	22.507
Programa Sectorial	2.055	23.252	2.252	25.289	2.368	26.366	2.402	27.322
Subtotal	3.534	40.107	4.048	45.892	4.369	49.037	4.406	49.829
EXTRANJERO								
Programa Nacional	130	610	304	2.438	407	3.517	458	4.128
Programa Sectorial	--	--	8	30	622	137	26	208
Subtotal	130	610	312	2.468	429	3.654	484	4.336
TOTAL	3.664	40.717	4.360	48.360	4.798	52.691	4.890	54.165

(m): Número total de mensualidades abonadas a los becarios indicados.

CUADRO 2.10: RESUMEN DE LOS PROGRAMAS GESTIONADOS POR LA DGICYT
(1988-1991). PERFECCIONAMIENTO POSTDOCTORAL

	1988	(m88)	1989	(m89)	1990	(m90)	1991	(m91)
ESPAÑA								
Programa Nacional	372	2.605	548	4.284	708	4.947	719	5.863
Programa Sectorial	—	—	—	—	4	42	12	125
Subtotal	372	2.605	548	4.284	712	4.989	731	5.988
EXTRANJERO								
Programa Nacional	108	362	242	1.854	389	3.052	409	3.223
Programa Sectorial	503	2.966	581	4.195	604	4.453	517	3.789
Subtotal	611	3.328	823	6.049	993	7.505	926	7.012
TOTAL	983	5.933	1.371	10.333	1.705	12.494	1.657	13.000

(m): Número total de mensualidades abonadas a los becarios indicados.

CUADRO 2.11: DOCTORES Y TECNÓLOGOS EXTRANJEROS EN ESPAÑA (1988-1991)

Ámbito de Conocimiento	1988	(m88)	1989	(m89)	1990	(m90)	1991	(m91)
CC. Exactas y Naturales	35	256	64	409	115	623	149	1.168
Ingeniería y Tecnología	6	34	13	75	26	167	32	246
CC. Médicas	3	35	3	24	4	11	5	45
CC. Agrarias			1	3	4	21	9	56
CC. Sociales	1	12	4	16	11	60	18	134
Humanidades	3	27	5	29	6	41	5	41
Sin Catalogar	34	105	47	405	55	335	48	428
TOTAL	82	469	137	961	221	1.258	266	2.118

La media de las mensualidades por becario y año es: 5,72 (1988); 7,01 (1989); 5,69 (1990); 7,96 (1991).

(m): Número de mensualidades abonadas a los becarios indicados.

2.2.1.3 Distribución regional

Otro aspecto que conviene analizar es la distribución regional de la financiación, que se ha orientado en dos vertientes con características muy distintas: por un lado, los Proyectos de Investigación y las becas, de carácter abierto y competitivo, por lo que su calidad científica y su oportunidad dentro del Sistema Ciencia-Tecnología-Industria son elementos esenciales para su financiación; por otro, las dotaciones de Infraestructura y las acciones emprendidas en el marco de los Fondos Estructurales de la CE, que cumplen una función de desarrollo regional de la Infraestructura científico-técnica y, consecuentemente, desempeñan un papel fundamental. En las acciones de carácter competitivo es razonable que la mayor proporción de proyectos se encuentre en las regiones dotadas con más centros y con mejor infraestructura. Este hecho es una constante en los países de la CE, en los que las tres regiones más avanzadas de cada país absorben el 80% de los proyectos del Programa Marco en los que participan dichos países.

Es frecuente estudiar la distribución regional de la I+D de acuerdo con el personal que realiza este tipo de actividades en cada región. La Figura 2.6 muestra el porcentaje de proyectos financiados a cada Comunidad Autónoma dentro de la primera fase del Plan Nacional, observándose en general una elevada correlación con el porcentaje de personal de I+D en EDP (no se ha incluido el personal no regionalizado que pertenece a laboratorios nacionales); en otras palabras, la capacidad de los grupos para conseguir financiación de proyectos con cargo al Fondo Nacional es, en general, independiente de su ubicación geográfica. Cabe señalar que en este análisis no se han incluido hasta el momento los fondos que los gobiernos regionales ponen a disposición de sus investigadores y que no se incluyen en el Fondo Nacional.

Si bien en un principio pudiera pensarse que un esquema de programas predominantemente abiertos y competitivos podría favorecer a las regiones más avanzadas, la Figura 2.7 permite concluir que, en la primera fase del Plan Nacional, se ha realizado un esfuerzo importante para incrementar la Infraestructura científico-tecnológica en las regiones más desfavorecidas. Esta figura proporciona una idea sobre el carácter cohesivo de las actuaciones en el área de Infraestructura, al mostrar el porcentaje que suponen los fondos asignados a cada Comunidad Autónoma en los Programas del Plan Nacional respecto al total de fondos cuando se incluyen las Acciones de Infraestructura de los Fondos FEDER. Un valor próximo a la unidad indica que la región en cuestión consigue sus fondos en Programas competitivos; si se exceptúa el caso de Baleares, que no es zona elegible para la aplicación de Fondos FEDER, la contundencia del efecto de estos Fondos sobre las regiones que tenían menor dotación resulta evidente.

FIGURA 2.6
DISTRIBUCION POR COMUNIDADES AUTONOMAS
DEL FONDO NACIONAL

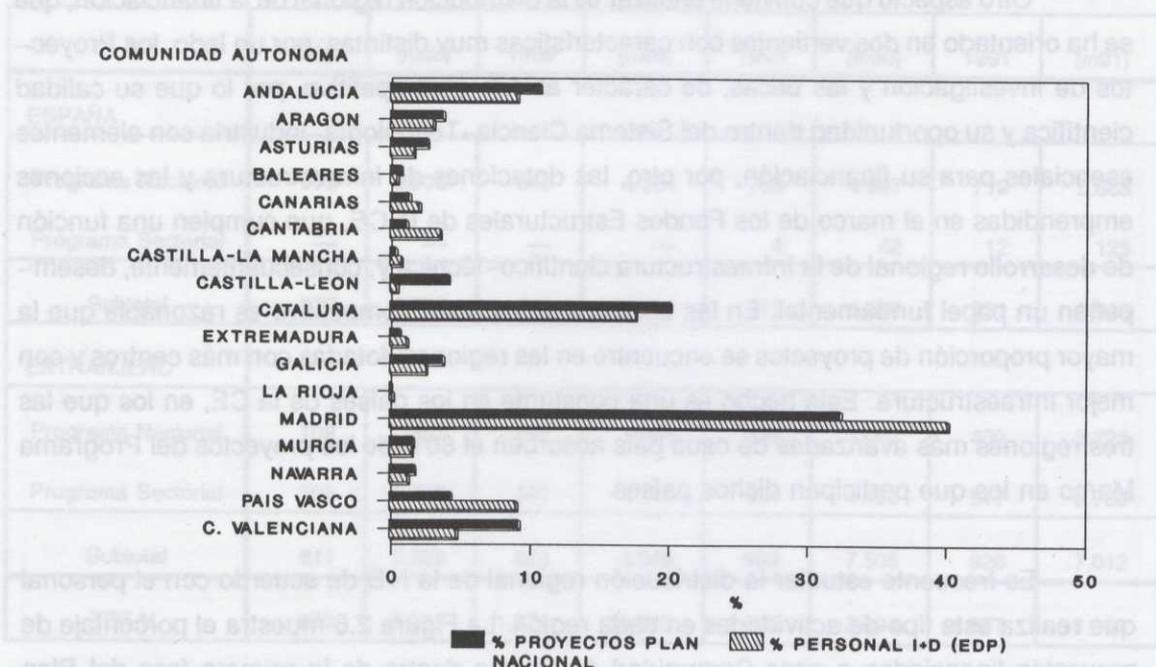
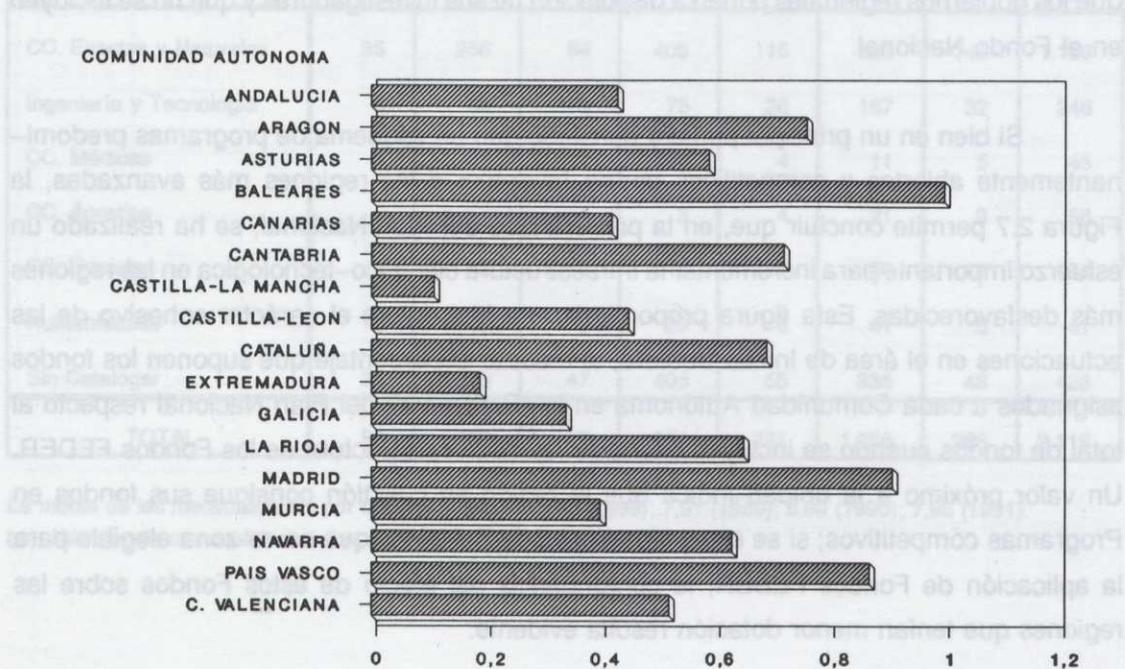


FIGURA 2.7
INFRAESTRUCTURA DEL FONDO NACIONAL
VS. TOTAL (F.N. + FONDOS FEDER)



2.2.2. Planificación del desarrollo científico y técnico: los Programas del Plan Nacional (1988–1991)

Una de las misiones básicas del Plan Nacional es la de programar los esfuerzos públicos en materia de I+D. Para ello, las dotaciones presupuestarias se estructuran en torno a áreas científico–tecnológicas, que se concretan en los Programas y en sus objetivos científico–técnicos prioritarios, en función del interés económico, tecnológico y social de dichas áreas, sin olvidar el fomento general de la investigación –sobre todo en su nivel más básico–, que se efectúa mediante el Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento. A continuación se describe globalmente la actividad desarrollada en el contexto de los Programas Nacionales en el período 1988–1991 y se exponen de forma resumida los resultados obtenidos en ellos.

2.2.2.1. Programas Nacionales

Área de Calidad de Vida

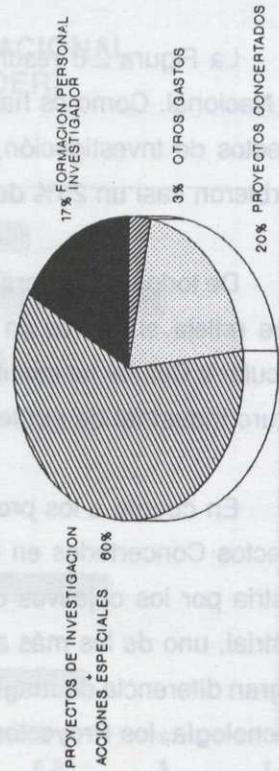
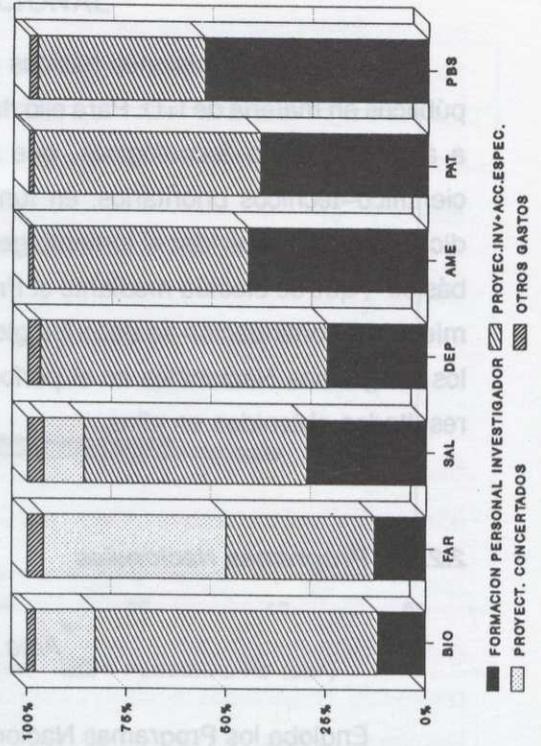
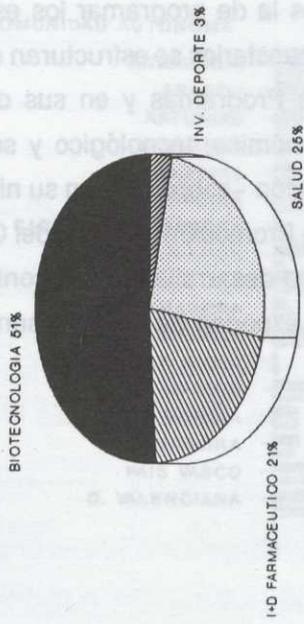
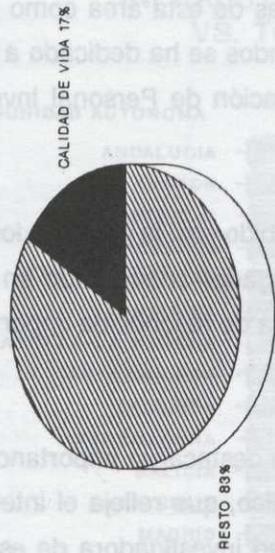
Engloba los Programas Nacionales de Biotecnología; Salud; Investigación y Desarrollo Farmacéutico; Investigaciones sobre el Deporte; Problemas Sociales y Bienestar Social; Patrimonio Histórico; Estudios Sociales y Culturales sobre América Latina.

La Figura 2.8 resume las características financieras de esta área como parte del Plan Nacional. Como es habitual, la mayor parte de los fondos se ha dedicado a financiar Proyectos de Investigación, si bien las acciones de Formación de Personal Investigador absorbieron casi un 25% de dichos fondos.

De todos los Programas, el de Biotecnología ha recibido casi la mitad de los fondos, lo que refleja el interés en que el amplio colectivo investigador encuadrado en Biología Molecular y Celular se movilice hacia una tecnología difusora de reconocida importancia en el futuro industrial de numerosos sectores.

En cuanto a los procedimientos de ejecución, cabe destacar la importancia de los Proyectos Concertados en el Programa de I+D Farmacéutico, que refleja el interés de la industria por los objetivos del mismo, así como la actividad investigadora de este sector industrial, uno de los más activos de nuestro país. Es preciso señalar que, aún existiendo una gran diferencia de magnitud económica entre los Programas de I+D Farmacéutico y de Biotecnología, los Proyectos Concertados han supuesto cantidades análogas en ambos.

FIGURA 2.8
AREA DE CALIDAD DE VIDA (BALANCE 1988-1991)
TOTAL CONCEDIDO: 14.344 MPTA



El Cuadro 2.12 recoge información sobre los sectores económicos relacionados con los objetivos de los Programas de esta área, según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE). De acuerdo con la estadística del INE, en 1988 estos sectores supusieron un 24% de las inversiones industriales e involucraron a un 23% del personal dedicado a la I+D en el sector industrial. Estos porcentajes son muy próximos a los que alcanza esta área en cuanto a los fondos del Plan Nacional (20%). A pesar de la similitud, el 90% de los fondos y de los EDP expresados en el citado Cuadro 2.12 se concentran en tres sectores: Industria Química, Industrias de productos alimenticios, bebidas y tabaco, y sector de Educación e Investigación, que tienen un carácter horizontal acentuado.

CUADRO 2.12: GASTOS INTRAMUROS DE LAS INDUSTRIAS
EN ACTIVIDADES DE I+D (1988)

CNAE	SECTORES	GASTOS (MPTA)	PERSONAL (EDP)
01	Producción agrícola	891	170
02	Producción ganadera	—	—
06	Pesca	1.384	126
21	Extracción y preparación de minerales metálicos	728	72
25	Industria química	26.492	3.851
40/41	Industrias de productos alimenticios, bebidas y tabaco	5.910	752
93	Educación e Investigación	3.312	387
94	Sanidad y servicios veterinarios	366	138
95	Asistencia social y otros servicios prestados a la colectividad	139	22
96	Servicios recreativos y culturales	—	—
TOTAL		39.222	5.518
TODOS LOS SECTORES		163.370	23.678

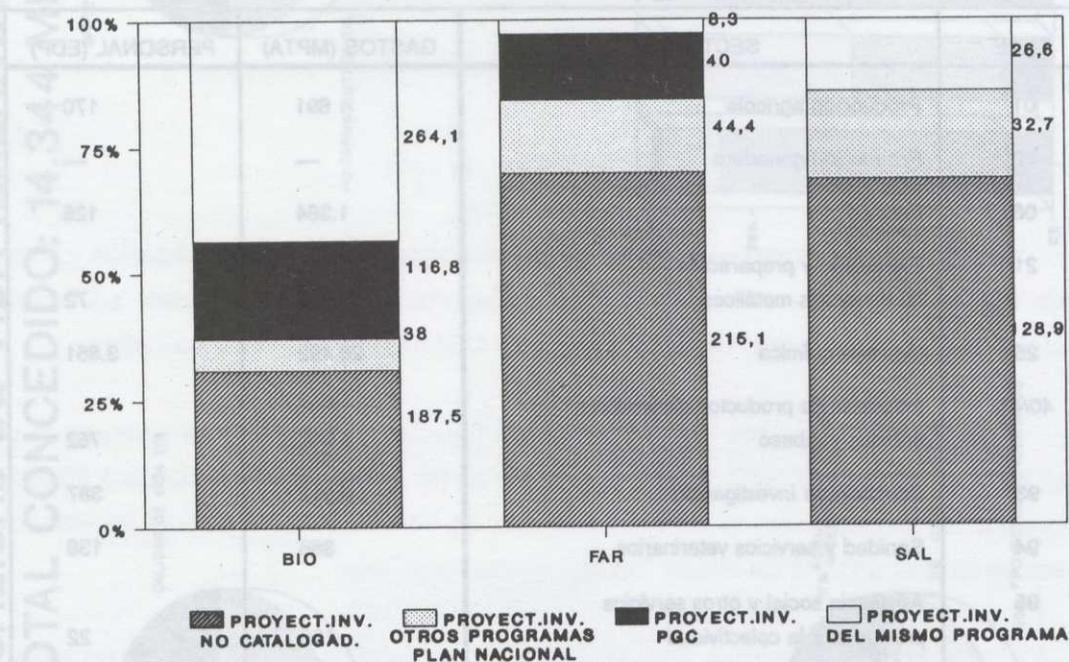
Fuente: INE. 1991.

Conviene analizar el grado de encadenamiento de esfuerzos de I+D observado entre los grupos apoyados por el Plan, en sus diferentes ejes de actividad, más o menos próximos a la aplicación final de los descubrimientos e innovaciones generadas. El análisis de participación en Proyectos Concertados o en acciones PETRI de investigadores que reciben

subvención de los Programas Nacionales da idea de la transferencia de conocimientos entre las distintas etapas de la trayectoria investigación básica–investigación aplicada.

En la Figura 2.9 se representa el porcentaje y la participación económica en Proyectos Concertados, de acuerdo con los distintos tipos de financiación (mismo Programa Nacional, otro Programa Nacional, PGC o desconocido) que reciben los investigadores del área de Calidad de Vida. Idéntico análisis se ha realizado para las áreas de Recursos Naturales (Figura 2.12) y de Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones (Figura 2.14).

FIGURA 2.9
TIPOS DE GRUPOS PARTICIPANTES EN
PROYECTOS CONCERTADOS
(AREA DE CALIDAD DE VIDA)

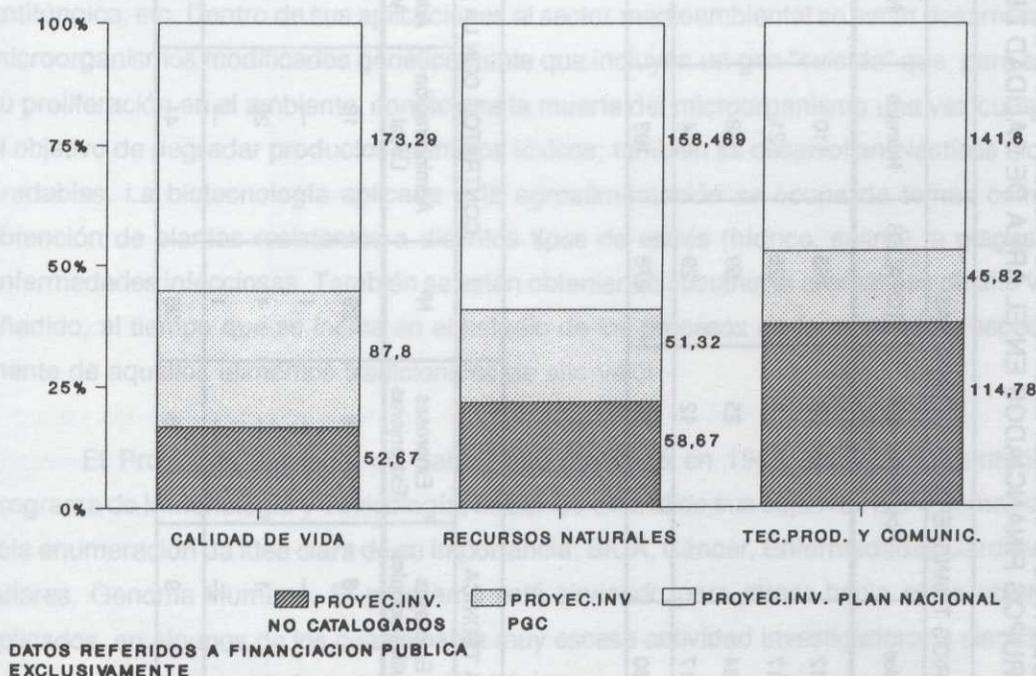


Del análisis de los datos relativos al área de Calidad de Vida puede deducirse que se está produciendo una importante interacción entre los investigadores con Proyectos de Investigación integrados en los Programas del Plan Nacional y el sector industrial. De hecho, en todas las áreas un porcentaje de las acciones PETRI superior al 50% se lleva a cabo por investigadores acogidos a los distintos Programas del Plan Nacional (Figura 2.10).

El porcentaje de investigadores que participan en acciones PETRI o en Proyectos Concertados es un dato muy alentador, especialmente en sectores industriales como el farmacéutico, con un elevado valor añadido, o la Biotecnología, que presenta un carácter difusor muy acusado. A pesar de esto, es necesario continuar potenciando la participación

de investigadores en todas las etapas, desde la investigación básica al desarrollo tecnológico y, en este sentido, también son alentadores los resultados del Programa de Biotecnología. Las becas que favorecen el Intercambio de personal entre industrias y CPI deben desempeñar un papel importante en el incremento de la difusión de todo tipo de acciones, desde los Proyectos de Investigación hasta los Proyectos Concertados o el PETRI. En esta misma línea, cabe mencionar el Programa BRIDGE de la CE que también ha favorecido la relación entre investigadores del sector público y del empresarial.

FIGURA 2.10
TIPOS DE GRUPOS PARTICIPANTES
EN ACCIONES PETRI



El Cuadro 2.13 resume los resultados de una encuesta realizada entre los investigadores principales de los Proyectos de Investigación de los Programas de esta área sobre la colaboración con industrias. Puede observarse que el número de becarios transferidos se aproxima al número de encuestas contestadas en el Programa de I+D Farmacéutico, lo supera en Biotecnología y Deporte –lo cual puede explicarse por el relativamente corto espacio de tiempo en el que se están formando especialistas en estas áreas– y es inferior en el Programa de Salud, por la propia naturaleza del mismo. La importancia y sensibilidad de los sectores agrupados en esta área se pone de manifiesto por el alto número de transferencias de personal entre OPI y empresas que se ha producido por medio del Programa correspondiente (41% del total).

CUADRO 2.13: ENCUESTA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DE LOS GRUPOS FINANCIADOS EN EL ÁREA DE CALIDAD DE VIDA

PROGRAMA	Número encuestas	BECARIOS TRANSFERIDOS A EMPRESAS			Nº	CONTRATOS DE I+D CON EMPRESAS		
		Predoctorales	Postdoctorales	TOTALES		Nacionales (MPTA)	Multinacionales (MPTA)	Extranjeros (MPTA)
Biotecnología	138	112	53	165	110	660	261	17
Deporte	17	17	8	25	21	7	5	--
Farmacía	62	34	25	59	48	119	118	14
Salud	44	17	12	29	14	10	54	4
TOTAL	261	180	98	278	193	796	438	35

PROGRAMA	Nº	ASISTENCIA TÉCNICA			Nº	CONTRATOS CON LA ADMINISTRACIÓN				Patentes
		Empresas Nacionales	Empresas Multinacionales	Empresas Extranjeras		Administración Local	Administración Autonómica	Administración Central	Venta Tecnología	
Biotecnología	423	296	8	8	29	13	39	110	15	50
Deporte	--	--	--	--	1	--	0,5	--	--	3
Farmacía	20	7	1	--	4	28	1	3	--	37
Salud	13	6	--	--	1	--	15	--	--	7
TOTAL	456	309	9	8	35	41	55,5	113	15	87

En cuanto a los contratos firmados con empresas u otros organismos de la Administración, también ha sido en el Programa de Biotecnología, seguido de I+D Farmacéutico, en el que mayor actividad se ha desarrollado. Este hecho merece ser puesto de relieve debido al carácter difusivo de la Biotecnología y a su futura trascendencia en numerosos sectores.

Por su carácter horizontal, el eje articulador de las áreas de Calidad y de Vida y de Recursos Naturales es el Programa Nacional de Biotecnología. En él se desarrollan proyectos relacionados con la mayoría de los programas. Así, en relación con la salud humana y animal, se están desarrollando equipos diagnósticos y vacunas, fundamentalmente para enfermedades infecciosas, se está perfeccionando el sistema de producción industrial de antibióticos, y se estudian otros compuestos con potencial acción antitumoral, antiviral, antifúngica, etc. Dentro de sus aplicaciones al sector medioambiental se están desarrollando microorganismos modificados genéticamente que incluyen un gen "suicida" que, para evitar su proliferación en el ambiente, condiciona la muerte del microorganismo una vez cumplido el objetivo de degradar productos químicos tóxicos; también se desarrollan plásticos biodegradables. La biotecnología aplicada a la agroalimentación se ocupa de temas como la obtención de plantas resistentes a distintos tipos de estrés (hídrico, salino), a plagas y a enfermedades infecciosas. También se están obteniendo sustancias aromáticas de alto valor añadido, al tiempo que se incide en el estudio de los procesos de fermentación, especialmente de aquellos alimentos tradicionales de alto valor.

El Programa Nacional de Salud, que comenzó en 1989, engloba los anteriores programa de Inmunología y Toxicología, habiendo extendido sus objetivos a problemas cuya sola enumeración da idea clara de su importancia: SIDA, Cáncer, Enfermedades Cardiovasculares, Genoma Humano. El programa está sirviendo para atraer hacia estos objetivos aplicados, en algunos de los cuales había muy escasa actividad investigadora, a científicos procedentes de áreas de la investigación básica.

El Programa de Investigación y Desarrollo Farmacéuticos es fundamental debido a la importancia del sector empresarial sobre el que incide. En este programa se trata de potenciar las investigaciones dirigidas hacia la obtención de nuevos fármacos (mediante diseño por interacción con receptores específicos, fármacos de origen natural, nuevos compuestos cabeza de serie), destacando las investigaciones dirigidas hacia la obtención de fármacos activos sobre el sistema nervioso central o de antiviricos frente al SIDA. El programa ha potenciado también la formación de farmacólogos y la propia farmacología experimental, área no suficientemente desarrollada en nuestro país.

Debido a los Juegos Olímpicos del '92, el Programa Nacional de Investigaciones sobre el Deporte ha tenido una especial relevancia en el período considerado. En este programa se han desarrollado nuevas metodologías para la detección de sustancias ilegales, y sistemas expertos de análisis biomecánico utilizables por algunos equipos olímpicos. También existen investigaciones más básicas, o a más largo plazo, como el estudio del estrés oxidativo causado por el ejercicio agotador y su prevención mediante la administración de antioxidantes.

El Programa Nacional de Problemas Sociales y Bienestar Social ha fomentado en sus cuatro años de actuación la investigación y la formación de especialistas en aspectos económicos y sociales, orientándose al estudio de los problemas básicos relacionados con el estado del bienestar, el mercado de trabajo y los problemas sociales. En la nueva fase del Plan Nacional los objetivos del programa se orientan hacia planteamientos relacionados con las transformaciones socioeconómicas que se están produciendo en nuestro país y en el contexto internacional.

El Programa Nacional de Patrimonio Histórico ha dedicado recursos al estudio de problemas relacionados con el deterioro del patrimonio cultural, a las técnicas de restauración y conservación de bienes, a la automatización e informatización de fondos y a la museística, en muchos casos con el objetivo de que se constituyan grupos interdisciplinares.

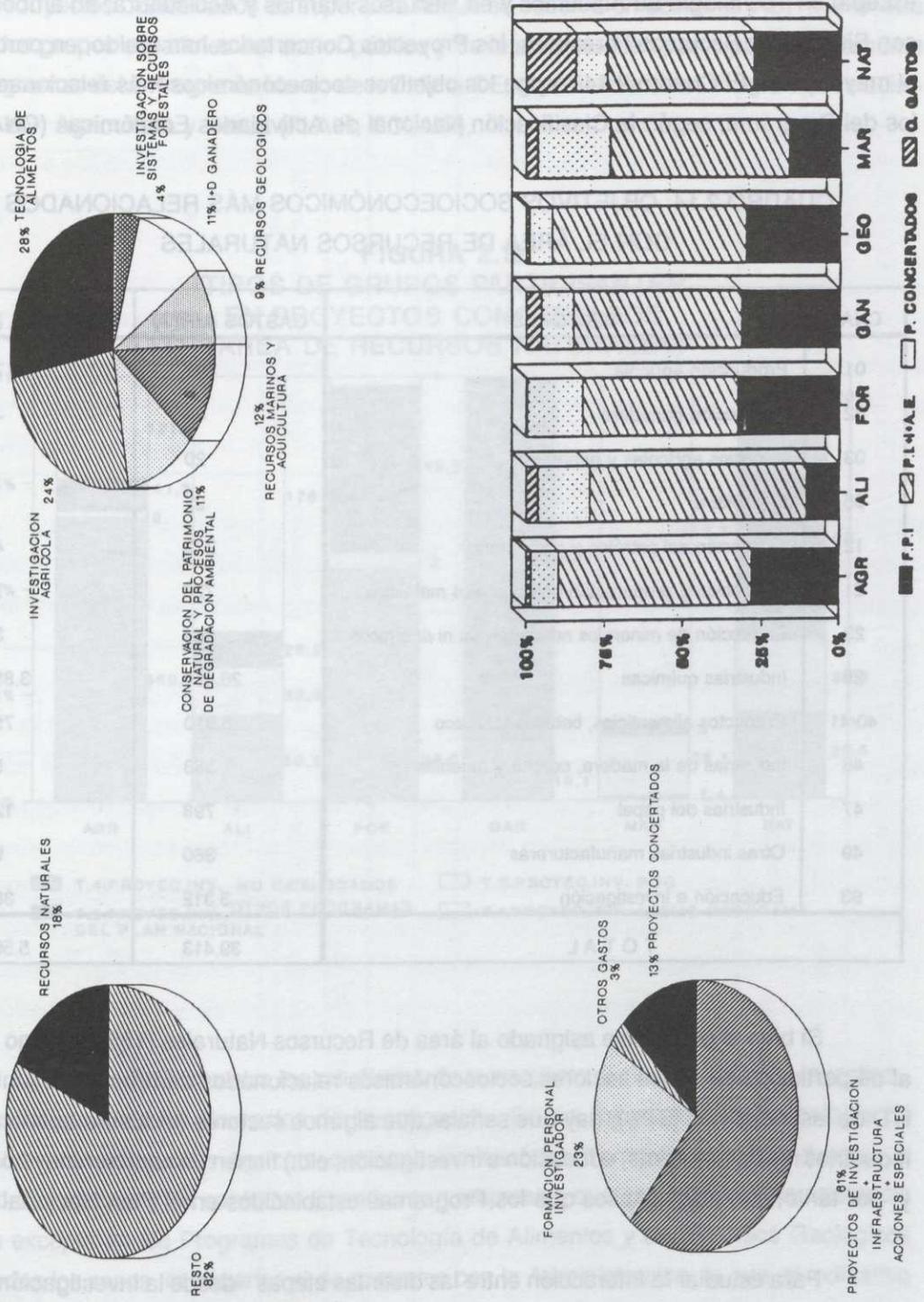
El Programa Nacional de Estudios Sociales y Culturales sobre América Latina ha obtenido sus resultados más relevantes en el análisis de estrategias políticas en convocatorias electorales y en la organización de seminarios sobre temas americanistas, etc.

Área de Recursos Naturales

Incluye los Programas Nacionales de Investigación Agrícola; Investigación y Desarrollo Ganadero; Sistemas y Recursos Forestales; Tecnología de Alimentos; Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental; Recursos Marinos y Acuicultura; y Recursos Geológicos.

En la Figura 2.11 se expresa el balance de esta área en el período 1988-1991. Los Proyectos de Investigación han supuesto la parte fundamental y las acciones de formación han absorbido cerca del 25% de los fondos. En cuanto a la distribución por Programas, los de Tecnología de Alimentos e Investigación Agrícola han recibido la mitad de la financiación, mientras que entre los demás no se observan diferencias significativas. En estos Programas se ha producido el mayor índice de transferencia hacia la industria.

FIGURA 2.11
AREA DE RECURSOS NATURALES
(BALANCE 1988-1991) (TOTAL CONCEDIDO: 14.076 MPTA)



Las acciones de formación han supuesto del orden del 25% en todos los Programas excepto en Tecnología de Alimentos y en Recursos Marinos y Acuicultura; en ambos, junto con Sistemas y Recursos Forestales, los Proyectos Concertados han tenido, en porcentaje, el mayor peso. El Cuadro 2.14 recoge los objetivos socioeconómicos más relacionados con los del Programa, según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE).

CUADRO 2.14: OBJETIVOS SOCIOECONÓMICOS MÁS RELACIONADOS CON EL ÁREA DE RECURSOS NATURALES

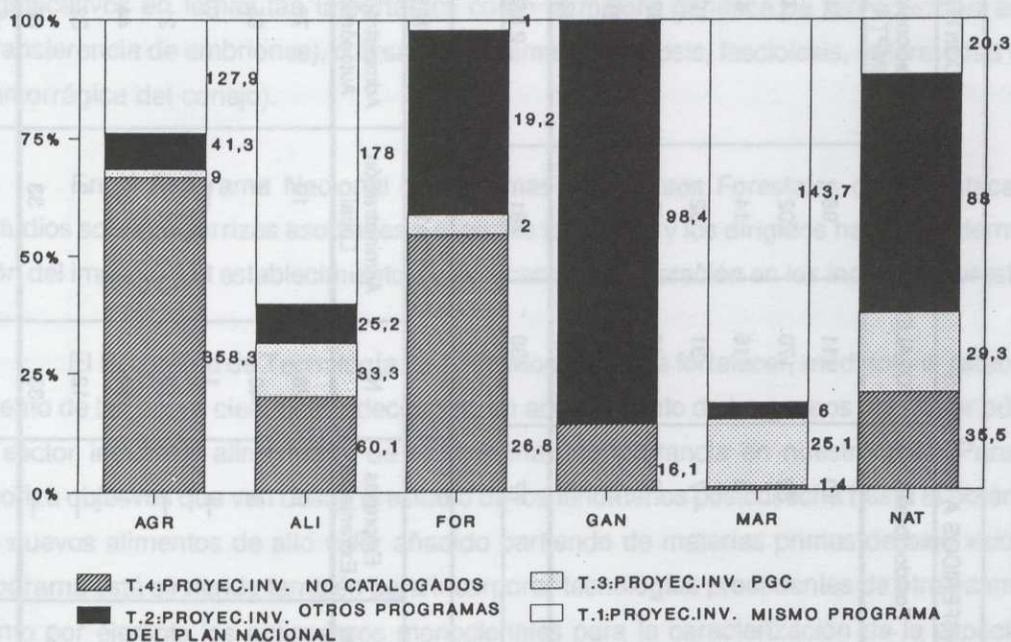
CNAE	SECTORES	GASTOS (MPTA)	PERSONAL (EDP)
01	Producción agrícola	891	170
02	Producción ganadera	—	—
03	Servicios agrícolas y ganaderos	20	6
05	Silvicultura	22	3
12	Extracción del petróleo y gas natural	273	49
21	Extracción y preparación de minerales metálicos	728	72
23	Extracción de minerales no-metálicos ni energéticos	244	35
25	Industrias químicas	26.492	3.851
40/41	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	5.910	752
46	Industrias de la madera, corcho y muebles	363	52
47	Industrias del papel	798	127
49	Otras industrias manufactureras	360	91
93	Educación e Investigación	3.312	387
TOTAL		39.413	5.595

Si bien el porcentaje asignado al área de Recursos Naturales (18%) es algo inferior al de participación de los sectores socioeconómicos relacionados dentro del conjunto de la I+D de las industrias (24%), hay que señalar que algunos sectores (industria química, otras industrias manufactureras, educación e investigación, etc.) tienen un carácter muy horizontal y, por tanto, son más amplios que los Programas establecidos en el Plan Nacional.

Para estudiar la interacción entre las distintas etapas –desde la investigación básica al desarrollo tecnológico– se ha analizado la distribución de los fondos destinados a OPI en Proyectos Concertados y acciones PETRI, de acuerdo con su procedencia (mismo Programa Nacional, otro Programa Nacional, PGC o desconocido). De la Figura 2.12 se deduce que esta situación es bastante frecuente en los Programas de Recursos Marinos y Acuicultura, y de Tecnología de Alimentos, y algo menos común en I+D Ganadero y en Investigación

Agrícola. En los Programas de Tecnologías de Alimentos y de I+D Ganadero la interrelación en los Proyectos Concertados es superior a la que se observa en acciones PETRI. Por otra parte, los grupos españoles del sector público y de la empresa han participado activamente en Programas del II Programa Marco de I+D de la CE, especialmente en Programas relacionados con Agricultura y Pesca (FLAIR, ECLAIR).

FIGURA 2.12
TIPOS DE GRUPOS PARTICIPANTES
EN PROYECTOS CONCERTADOS
(AREA DE RECURSOS NATURALES)



El Cuadro 2.15 muestra los resultados de la encuesta realizada entre los investigadores principales de los Proyectos de Investigación. En los Programas de Tecnología de Alimentos e Investigación Agrícola destacan los becarios transferidos a la industria, el número de patentes y los contratos firmados con empresas, que es superior al de asistencia técnica excepto en los Programas de Tecnología de Alimentos y de Recursos Geológicos y, en todos los casos, es superior al de contratos con la Administración, lo que es indicativo de la eficacia de estos programas. Asimismo, en los Programas encuadrados en esta área ha existido una importante actividad de intercambio de personal investigador entre industrias y CPI, mediante el subprograma del mismo nombre (véase apartado 2.2.3).

CUADRO 2.15: ENCUESTA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE LOS PROGRAMAS DEL ÁREA DE RECURSOS NATURALES

PROGRAMA	Número encuestas	BECARIOS TRANSFERIDOS A EMPRESAS				CONTRATOS DE I+D CON EMPRESAS			
		Predoctorales	Postdoctorales	TOTALS	Número	Nacionales (MPTA)	Multinacionales (MPTA)	Extranjeros (MPTA)	
Investigación Agrícola	121	101	10	111	96	541	111	10	
Tecnología de Alimentos	124	138	32	170	202	445	25	5	
Recursos Forestales	19	13	3	16	14	40	--	6	
I+D Ganadero	47	24	7	31	32	117	15	78	
Recursos Geológicos	26	40	6	46	43	675	4	3	
Rec. Marinos y Acuicult.	39	22	10	32	52	216	14	8	
Patrimonio Natural	37	23	9	32	42	835	13	--	
TOTAL	395	361	77	438	481	2.869	182	110	

PROGRAMA	ASISTENCIA TÉCNICA						CONTRATOS CON LA ADMINISTRACIÓN				Ventas Tecnología	Patentes
	Nº	Empresas Nacionales	Empresas Multinacionales	Empresas Extranjeras	Nº	Administración Local	Administración Autonómica	Administración Central	Administración Central			
Investigación Agrícola	73	69	9	9	28	19	76	8	8	19	74	
Tecnología de Alimentos	320	47	2	3	40	4	65	47	47	3	38	
Recursos Forestales	7	5	--	--	1	--	0,6	--	--	--	--	
I+D Ganadero	22	23	3	--	19	3	21	5	5	--	--	
Recursos Geológicos	60	50	18	1	14	62	44	6	6	--	--	
Rec. Marinos y Acuicult.	16	6	--	--	12	2	32	35	35	--	16	
Patrimonio Natural	25	48	--	--	33	33	66	87	87	6	4	
TOTAL	523	248	32	13	147	123	304,6	188	188	28	132	

Respecto a los objetivos prioritarios que se están desarrollando, el Programa de Investigación Agrícola abarca aspectos que van desde la biología molecular a la agronomía. Así, se ha conseguido la mejora genética de plantas mediante la introducción de genes de resistencia a determinadas plagas, al tiempo que se ha avanzado considerablemente en el conocimiento de éstas y en los distintos procedimientos de lucha integrada. En fruticultura destaca la obtención de clones de vid libres de virus, mediante las técnicas de cultivo de tejidos.

El Programa de Investigación y Desarrollo Ganadero ha producido una considerable movilización de investigadores hacia los objetivos previstos, habiéndose logrado avances significativos en temas tan importantes como la mejora genética, la reproducción animal (transferencia de embriones), o la sanidad animal (triquinosis, fasciolosis, enfermedad vírica hemorrágica del conejo).

En el Programa Nacional de Sistemas y Recursos Forestales cabe destacar los estudios sobre micorrizas asociadas a especies forestales y los dirigidos hacia la determinación del impacto y el establecimiento de técnicas de recuperación en los incendios forestales.

El Programa de Tecnología de Alimentos pretende fortalecer, mediante el establecimiento de las bases científicas adecuadas, un acercamiento de los grupos del sector público al sector industrial alimentario, de extraordinaria importancia en nuestro país. Para ello prioriza objetivos que van desde el estudio de los fenómenos postcosecha hasta la obtención de nuevos alimentos de alto valor añadido partiendo de materias primas de bajo valor. El programa está sirviendo también para incorporar tecnologías procedentes de otros campos, como por ejemplo los anticuerpos monoclonales para la caracterización de la especie de procedencia algunos alimentos (quesos, conservas de pescado). Como línea prioritaria se ha aprobado la creación de tres Centros Técnicos de la industria alimentaria en este período. El primero de ellos, con sede en Vigo, se dedica al sector de la industria de conservación de productos de la pesca. Los dos restantes, con sede en Navarra, han sido promovidos por la industria de conservas vegetales. La inversión efectuada por el Plan Nacional en los mismos ha sido de 450 MPTA.

El Plan Nacional ha recogido la sensibilidad creciente de la sociedad respecto a los problemas medioambientales, mediante la creación de un Programa de Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental. En él se estudian las causas, evolución y posibles soluciones a los procesos de desertificación de algunas zonas de nuestra geografía (desierto de las Tabernas de Almería, Pirineo Occidental, alta cuenca del Llobregat, cuenca del Mula en Murcia). Al ser España el país europeo con mayor riqueza biológica, destacan los esfuerzos para preservar la biodiversidad de especies endémicas

mediante las técnicas de cultivo *in vitro*. Otros proyectos tratan de la detección y eliminación de contaminantes en los distintos medios, siendo especialmente interesantes los dirigidos hacia problemas específicos de nuestro país, como la eliminación de alpechines .

La acuicultura y la oceanografía constituyen los objetivos principales del programa de Recursos Marinos y Acuicultura. En este programa las investigaciones financiadas se dirigen hacia especies de alto valor comercial (rodaballo, dorada, lubina, langostino), y abarcan aspectos tales como la clonación de la hormona de crecimiento con el objeto de poder obtener desarrollos rápidos, estudio de enfermedades infecciosas, nutrición, etc.

En el Programa de Recursos Geológicos la actividad más llamativa, sin duda, ha sido la realización de estudios de la corteza profunda de la región Bética y Mar de Alborán, Noroeste peninsular y Mar Balear, mediante medidas de sismica de reflexión profunda.

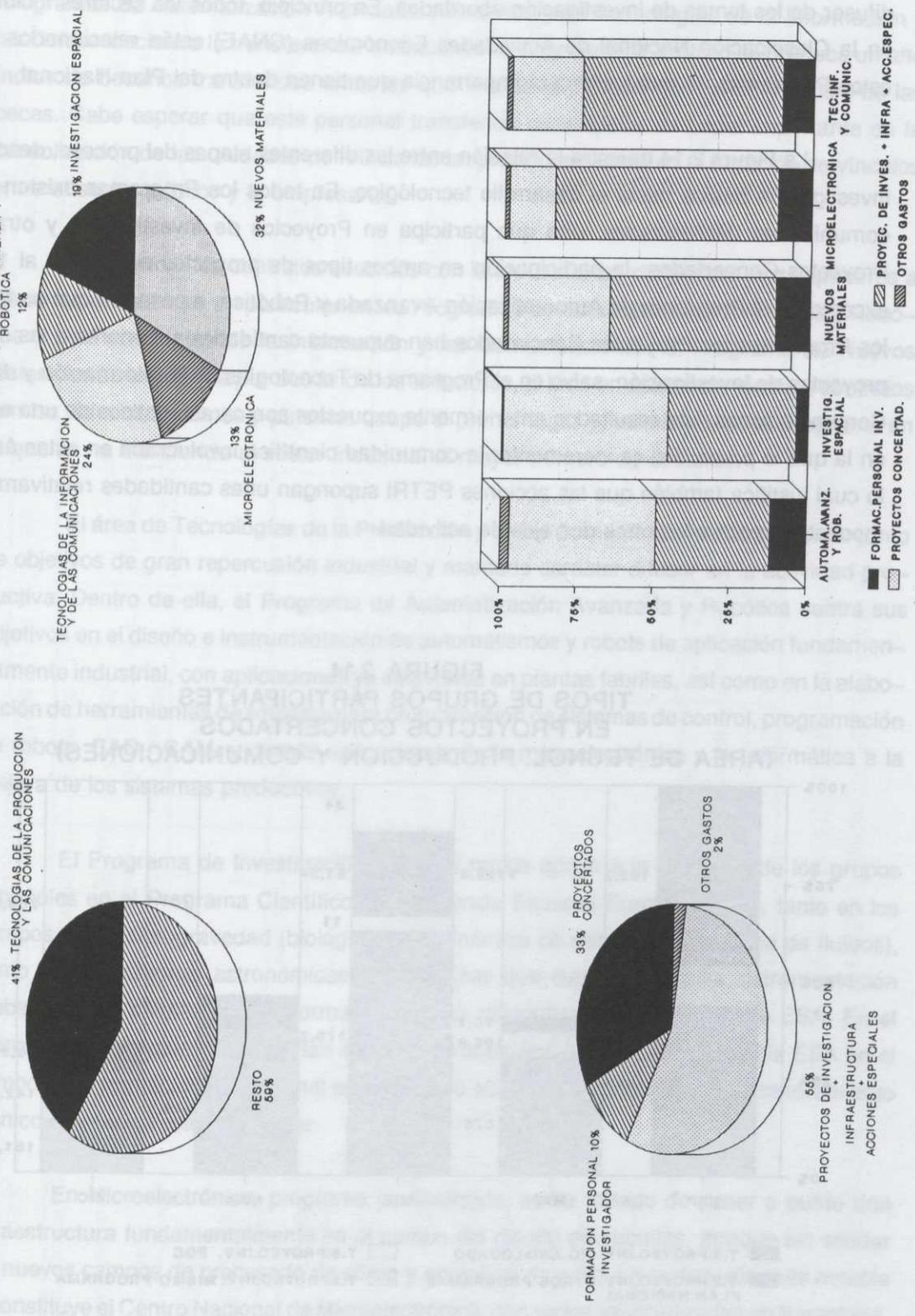
Área de Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones

Incluye los Programas Nacionales de Automatización Avanzada y Robótica, Investigación Espacial, Nuevos Materiales, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y Microelectrónica.

En la Figura 2.13 se resumen los datos económicos de esta área en relación con el conjunto del Plan Nacional; puede observarse que a estos Programas se dedica más del 40% de los fondos, correspondiendo más de la mitad de los mismos a la financiación de proyectos y un 10% a formación. Con ello se ha producido una importante movilización del colectivo implicado en estos Programas, puesto que involucra a sectores en los que el mercado de trabajo ha presentado una fuerte demanda de personal cualificado y, generalmente, en condiciones económicas ventajosas frente a las becas. Debido al carácter altamente difusor de las tecnologías englobadas en estos Programas hay que resaltar la importancia de los Proyectos Concertados, que suponen aproximadamente el doble que en las demás áreas.

En la misma figura se pone de manifiesto que en los Programas de Automatización Avanzada y Robótica y de Investigación Espacial es en los que los Proyectos Concertados desempeñan un papel preponderante. El porcentaje relativamente bajo en Microelectrónica se debe fundamentalmente a que se ha puesto en marcha, en coordinación con la CE, la iniciativa GAME (Grupo de Apoyo a la Microelectrónica en España) importante fuente de financiación para las empresas, cuya finalidad consiste en incentivar un sector poco desarrollado.

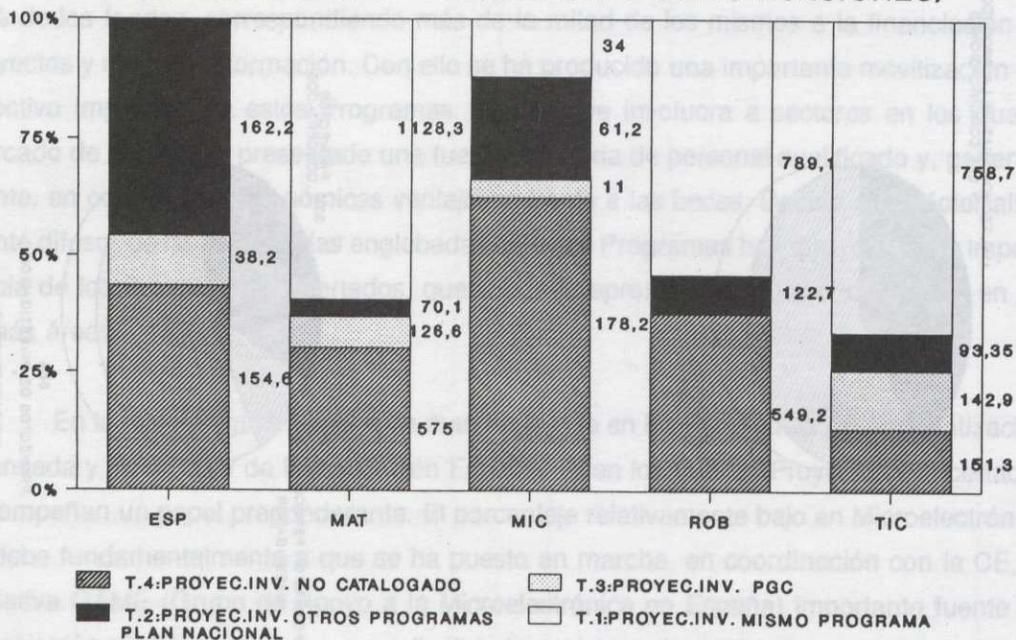
FIGURA 2.13 TECNOLOGIAS DE LA PRODUCCION Y LAS COMUNICACIONES (BALANCE 1988-1991) (TOTAL CONCEDIDO: 31.845 MPTA)



En cuanto a los sectores socioeconómicos relacionados con los objetivos científico-técnicos de los programas de esta área, resulta difícil seleccionarlos debido al carácter difusor de los temas de investigación abordados. En principio, todos los sectores incluidos en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) están relacionados con estos Programas, lo que justifica la importancia que tienen dentro del Plan Nacional.

La Figura 2.14 muestra la relación entre las diferentes etapas del proceso, desde la investigación básica hasta el desarrollo tecnológico. En todos los Programas existen dos comunidades diferenciadas, una que participa en Proyectos de Investigación y otra en Proyectos Concertados; la participación en ambos tipos de proyectos es inferior al 10%, excepto en el Programa de Automatización Avanzada y Robótica, a pesar de que en todos los Programas los Proyectos Concertados han supuesto cantidades superiores a las de proyectos de investigación, salvo en el Programa de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones. Los resultados anteriormente expuestos son característicos de una etapa en la que lo primordial es incrementar la comunidad científica involucrada en estas áreas, lo cual justifica también que las acciones PETRI supongan unas cantidades relativamente modestas frente a los otros dos ejes de actividad.

FIGURA 2.14
TIPOS DE GRUPOS PARTICIPANTES
EN PROYECTOS CONCERTADOS
(AREA DE TECNOLOGIA, PRODUCCION Y COMUNICACIONES)



En el Cuadro 2.16 (A y B) se exponen los resultados de la encuesta realizada entre los investigadores principales de proyectos de esta área. Puede observarse que en los Programas de Automatización Avanzada y Robótica y de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones la transferencia de becarios es muy elevada, incluso se produce un alto índice de becarios transferidos antes de que finalice el período normal de vigencia de las becas. Cabe esperar que este personal transferido desempeñe un papel importante en la consolidación de las unidades de I+D de las empresas, así como en la creación de vínculos entre el sector público y el empresarial.

Respecto a los contratos suscritos con la industria, las cantidades son superiores a las de las otras áreas, en particular en los Programas de Automatización Avanzada y Robótica y de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. El Programa de Nuevos Materiales se encuentra por detrás de los anteriores, si bien en asistencia técnica, contratos con las Administraciones y patentes ocupa el primer lugar y, asimismo, es el Programa en el que se ha transferido al sector industrial el mayor número de doctores.

El área de Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones cubre un conjunto de objetivos de gran repercusión industrial y marcado carácter difusor en la actividad productiva. Dentro de ella, el Programa de Automatización Avanzada y Robótica centra sus objetivos en el diseño e instrumentación de automatismos y robots de aplicación fundamentalmente industrial, con aplicaciones ya operativas en plantas fabriles, así como en la elaboración de herramientas de software para programación de sistemas de control, programación de robots, CAD / CAM, y demás aplicaciones de la microelectrónica y la informática a la mejora de los sistemas productivos.

El Programa de Investigación Espacial presta apoyo a la actividad de los grupos españoles en el Programa Científico de la Agencia Espacial Europea (ESA), tanto en los campos de la Microgravedad (biología, termodinámica de sistemas y dinámica de fluidos), como en las misiones astronómicas y astrofísicas que suponen costosa instrumentación embarcada en satélites y plataformas, como las misiones ISO y SOHO de la ESA. En el marco de estas actuaciones se han conseguido acuerdos de gran interés con la ESA en el campo de la formación de personal especializado así como en la asistencia y asesoramiento técnico a las empresas del sector.

En Microelectrónica, programa ya finalizado, se ha tratado de poner a punto una infraestructura fundamentalmente en el campo del diseño de circuitos, aunque sin olvidar los nuevos campos de procesado de silicio y arseniuro de galio. La realización más notable la constituye el Centro Nacional de Microelectrónica, con sedes especializadas en Barcelona,

**CUADRO 2.16A: ENCUESTA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DE LOS GRUPOS FINANCIADOS
ÁREA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LAS COMUNICACIONES**

PROGRAMA	Número encuestas recibidas	Número becas predoctorales industria	Número becas postdoctorales en industria	Número contratos empresas	Importe contratos empresas nacionales*	Importe contratos empresas multinacionales*
Física de Altas Energías	34	28	8	1	0	50.000
Investigación Especial	19	7	0	14	141.786	121.118
Nuevos Materiales	109	100	31	149	738.918	311.300
Automatización Avanzada y Robótica	32	135	10	176	1.789.999	580.800
Tecnol. de la Información y Comunicaciones	56	281	12	259	1.357.530	830.668
TOTAL	250	551	61	599	4.028.233	1.893.896

PROGRAMA	Importe contratos empresas extranjeras*	Total importe empresas*	Número contratos asistencia técnica	Importe asistencia técnica nacional*	Importe asistencia técnica multinac.*	Importe asistencia técnica extranj.*
Física de Altas Energías	0	50.000	4	760	3.000	0
Investigación Especial	4.500	267.404	8	7.862	172.000	0
Nuevos Materiales	139.250	1.189.468	596	172.866	67.000	10.700
Automatización Avanzada y Robótica	469.775	2.840.574	45	243.428	2.500	0
Tecnolog. de Información y Comunicaciones	319.302	2.507.500	472	158.315	42.700	9.190
TOTAL	932.827	6.854.946	1.125	583.231	287.820	19.890

* Las cantidades se expresan en miles de pesetas.

CUADRO 2.16B: ENCUESTA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DE LOS GRUPOS FINANCIADOS
 ÁREA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LAS COMUNICACIONES (Cont.)

	Total importe contratos asistencia técnica*	Número contratos Administración Pública	Importe Administración Pública Local*	Importe Administración Pública Autónoma*	Importe Administración Pública Central*	Total importe contratos Administración Pública*
Física Altas Energías	3.760	6	1.500	15.204	17.740	34.444
Investigación Espacial	179.862	9	0	47.000	94.100	141.100
Nuevos Materiales	251.186	66	59.740	93.385	477.075	630.200
Autom. Avanzada y Robót.	245.928	33	58.244	171.140	79.280	308.664
Tecn. Inform. y Comunicac.	210.205	45	26.921	65.400	214.600	306.921
TOTAL	890.941	159	146.405	392.129	882.795	1.421.329

PROGRAMA	Número contratos venta de tecnología	Importe contratos venta de tecnología*	Número patentes solicitadas	Número patentes concedidas	Número patentes explotadas	Total número patentes
Física de Altas Energías	0	0	0	0	0	0
Investigación Espacial	0	0	1	0	6	7
Nuevos Materiales	10	49.265	27	29	42	98
Automatización Avanzada y Robótica	14	141.482	1	8	34	43
Tecnol. Información y Comunicaciones	25	57.917	7	5	68	80
TOTAL	49	248.664	36	42	150	228

* Las cantidades se expresan en miles de pesetas.

Sevilla y Madrid, cuya Sala Blanca del Centro de Barcelona permite llegar al nivel del prototipo. Actualmente la actividad incentivadora en el área se prolonga con la Acción GAME (Grupo Activador de la Microelectrónica en España), financiado por la CE, el Ministerio de Industria y el Plan Nacional de I+D, que trata de introducir las tecnologías microelectrónicas en productos de diversas ramas de actividad industrial, fundamentalmente en los campos de circuitos diseñados "a medida" (ASIC), circuitos de potencia ("Smart power") y sensores de aplicación medioambiental.

El Programa de Nuevos Materiales cuenta con un colectivo científico importante y de larga tradición investigadora, cubriendo un campo sumamente amplio de objetivos en metalurgia, polímeros, materiales cerámicos y vítreos, catalizadores y materiales compuestos. Particular interés presentan los tratamientos superficiales y recubrimientos por películas delgadas para obtener herramientas de características específicas, obtención de nuevos adhesivos o los materiales de matriz metálica reforzada con partículas cerámicas, de alta resistencia al impacto. La colaboración del Plan Nacional de I+D a través de este programa con Unión Eléctrica (UNESA) y con Red Eléctrica de España S.A. (REDESA), ha dado lugar al Programa MIDAS (Movilización de la Investigación, el Desarrollo y las Aplicaciones de los Superconductores) que fomenta la I+D en materiales superconductores, desde los aspectos básicos a las aplicaciones, en ámbitos académicos y empresariales. Fruto de estas colaboraciones son la construcción del primer voltio patrón primario existente en España, de gran importancia para los procesos de calibrado en electrónica y metrología industrial, trabajándose actualmente en los patrones primarios resistivo y de intensidad, en colaboración con el NPL británico y el NIST estadounidense. Otras aplicaciones de esta colaboración son la construcción de bobinas superconductoras para la generación de campos magnéticos muy intensos y la construcción de sensores de campo magnético.

La mayor horizontalidad en los contenidos corresponde al Programa de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, que cubre aspectos tanto instrumentales como de software en el campo de las comunicaciones, así como la informática de desarrollo, inteligencia artificial y arquitecturas de sistemas. La gran aplicabilidad de estas tecnologías en distintos campos provoca una notable actividad de transferencia de resultados de investigación entre los sectores investigador e industrial, lo que se manifiesta especialmente en el número e importancia de los Proyectos Concertados. Se han logrado avances notables en inteligencia artificial y sistemas expertos, con aplicaciones múltiples. Especial interés reviste la coordinación de grupos investigadores en arquitecturas de ordenadores paralelos. Un crecimiento constante se aprecia en codificación y procesado de señal, particularmente dirigido a aplicaciones de reconocimiento de voz y televisión de alta definición. Particular relevancia industrial han tenido las tecnologías de radiofrecuencias, con contribuciones académicas notables en antenas planares y desarrollos aplicados de radar. Finalmente, cabe

señalar el interés científico emergente por las radiaciones ópticas, de gran importancia como tecnología de futuro.

Área de Programas Especiales y Horizontales

Incluye los Programas Nacionales de Física de Altas Energías; Interconexión de Recursos Informáticos (IRIS); Investigación en la Antártida; e Información para la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico. Incluye, además, el Programa Nacional de Formación de Personal Investigador, que es objeto de estudio singular en otro apartado.

El Programa Nacional de Física de Altas Energías es un programa de investigación básica muy avanzada, cuya misión es servir de apoyo a la pertenencia española al CERN, financiando, fundamentalmente, la actividad de los grupos experimentales, así como la de los especializados en el análisis e interpretación de los datos obtenidos. Esta actuación ha permitido el crecimiento del colectivo investigador especializado, y su incorporación a las investigaciones más avanzadas del área a escala internacional. En la actualidad, los grupos españoles intervienen en tres de los cuatro grandes experimentos del acelerador LEP del CERN, así como en otro gran experimento que se desarrolla en el acelerador HERA (Alemania). Paralelamente, se trabaja en la mejora de la instrumentación existente y en el diseño de nuevas técnicas y detectores que se emplearán en las siguientes fases de funcionamiento del CERN, ya previstas o en estudio.

El Programa Nacional de Interconexión de Recursos Informáticos (IRIS) ha permitido la instalación de una red informática de transmisión de datos, a nivel académico, basada en tecnologías "abiertas" (OSI) y, por tanto, independientes del aparato y sistema operativo empleado. A lo largo de estos años ha ido incrementándose la cobertura de centros así como las aplicaciones o servicios disponibles, siempre basados en estándares de mercado para lograr el máximo de compatibilidad. La participación de IRIS como socio fundador en los organismos europeos de redes académicas ha supuesto una presencia activa en la definición e instalación de servicios de red a escala europea, así como en la coordinación de las iniciativas de los distintos países. Actualmente se encuentran conectadas a la Red IRIS 37 universidades, 9 OPIS y 40 centros de investigación, disponiendo de servicios de mensajería electrónica y utilización de terminal remoto con todas las redes académicas mundiales, independientemente de su tecnología, existiendo otras aplicaciones en fase piloto. Otros servicios específicos también están disponibles para colectivos investigadores concretos. Por acuerdo entre la CICYT y la empresa Construcciones Aeronáuticas S.A. (CASA), los investigadores españoles pueden acceder de modo gratuito, a través de la red, a la utilización del ordenador CRAY XMP de CASA.

El Programa Nacional de Investigación en la Antártida se orienta al fomento de la investigación antártica española, que se venía desarrollando desde los años '70. Como fruto del reconocimiento de la labor investigadora desarrollada, en 1988 España ingresó como Miembro Consultivo del Tratado Antártico, y en 1990 como miembro de pleno derecho, en el Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR). Los científicos españoles disponen de una infraestructura científica importante: en 1988 se instaló la Base Antártica Española Juan Carlos I, y en 1991 el buque oceanográfico polar "Hespérides" partió por vez primera para iniciar su actividad antártica, en el verano austral 1991-1992.

Los resultados de los Proyectos de Investigación incluidos en el Programa Nacional, junto a los obtenidos en proyectos financiados y ejecutados por otras vías (Ministerio de Defensa, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), han permitido a España cumplir satisfactoriamente los compromisos adquiridos como consecuencia de su ingreso en el Tratado Antártico y el SCAR. Fruto de esta actividad es la publicación de 216 artículos científicos, 2 mapas topográficos y 3 cartas náuticas, durante el período 1988-1991. También es preciso destacar la colaboración internacional conseguida en los proyectos que se llevan a cabo en la Antártida, principalmente mediante acuerdos con grupos de Argentina, Chile, Alemania, Francia, Estados Unidos y Polonia.

2.2.2.2 Programas de Comunidades Autónomas

El Programa de Química Fina, promovido por la Generalidad de Cataluña, se incluyó en el Plan Nacional en 1989 y ha sido gestionado por la Comisión Interdepartamental de Investigación e Innovación Tecnológica (CIRIT). Su financiación procede, a partes iguales, del Fondo Nacional y de la Generalidad.

En el conjunto de las tres convocatorias del Programa se han aprobado 22 Proyectos de Investigación, con una financiación de 163 MPTA. La gran mayoría de los proyectos aprobados se refieren a minúscula síntesis de nuevos productos. Se han aprobado 32 solicitudes de Infraestructura por un valor de 827 MPTA. En 1991 se aprobó la creación del Centro de Desarrollo de Procesos de Química Fina, cuyo objetivo fundamental es facilitar los ensayos de viabilidad de producción industrial de síntesis químicas diseñadas en laboratorio, posibilitando la puesta en práctica de la industrialización de nuevos productos. En el período 1989-1991, el Programa ha financiado 9 Proyectos Concertados, con un presupuesto total de 516,5 MPTA y una aportación del Programa de 164,5 MPTA.

El objetivo global del Programa de Nuevas Tecnologías para la Modernización de la Industria Tradicional ha sido promover, en los sectores industriales tradicionales, las

actividades de I+D que faciliten su especialización en productos de alto valor añadido, con calidad asegurada y diseño diferenciado, mediante una optimización de sus procesos productivos y de gestión. El Programa ha sido financiado en un 48,5% por el Fondo Nacional y en un 51,5% por la Generalidad Valenciana y ha sido gestionado por el Instituto de la Pequeña y Mediana Industria Valenciana (IMPIVA).

En sus tres convocatorias se han aprobado 41 Proyectos de Investigación, con un presupuesto global de 718 MPTA, habiendo sido muy activa la participación de las Asociaciones de Investigación empresariales radicadas en la Comunidad Valenciana, en sectores tradicionales como calzado, juguete, textil, mueble, metal, etc.

Los objetivos científico-técnicos mejor cubiertos han sido los relacionados con los aspectos más tecnológicos (mejora de materiales, gestión de la producción, control de calidad), así como la aplicación de las tecnologías de la información y sistemas expertos a la gestión de la producción, protección del medio ambiente y mejor conocimiento de materiales. El Programa ha finalizado en 1991, por haber cumplido ya un papel movilizador de los sectores productivos más tradicionales a los que iba dirigido, y que están ya en condiciones de participar en los Programas Nacionales más afines relacionados con las Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones.

2.2.2.3. Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento (PSPGC) del MEC

La Ley 13/86 de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica estableció la necesidad de apoyar especialmente la investigación básica. El artículo 4º de la citada Ley reza textualmente: "El Plan Nacional fomentará la investigación básica en los distintos campos del conocimiento a través de una financiación regular de la misma que haga posible el mantenimiento y la promoción de equipos de investigación de calidad, tanto en las universidades como en los demás centros públicos de investigación".

El cumplimiento de esta previsión legal se materializó con la integración en el Plan Nacional de I+D del Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento, abierto en la mayoría de sus acciones a todos los centros públicos de investigación y cuya gestión ha sido encomendada a la Dirección General de Investigación Científica y Técnica de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia. Un Programa de estas características existe ante la necesidad de cimentar el Sistema de Ciencia y Tecnología sobre una base amplia de recursos humanos, adecuadamente formados, capaces de generar o asimilar ideas sin restricción temática y, eventualmente, de transferirlas a los distintos campos de la investigación aplicada y tecnológica. Este Programa

responde, pues, a la idea de que sin ciencia básica de calidad no puede existir una ciencia aplicada y de que ésta, a su vez, es indispensable para lograr un desarrollo tecnológico competitivo.

El Programa persigue los siguientes objetivos fundamentales: consolidar los grupos de investigación existentes, proporcionándoles los medios necesarios para el desarrollo de su investigación; crear nuevos grupos en áreas básicas imprescindibles para el desarrollo científico, humanístico y tecnológico de la sociedad; y estimular la reorientación y competitividad de aquellos grupos que necesiten incrementar su calidad y competitividad.

La dotación del Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento ha alcanzado en el último cuatrienio un total de 32.960 MPTA, distribuidos por acciones como muestra el Cuadro 2.17. Por lo que se refiere a los Proyectos de investigación, se dedican a financiar la investigación desarrollada por los investigadores de las universidades (64%), el CSIC (30%) y otros centros de investigación, públicos o privados sin ánimo de lucro (6%).

El Cuadro 2.18 recoge la distribución de la financiación y del personal investigador involucrado en los proyectos por campos UNESCO. Las áreas de Química y Ciencias de la Vida son las más representadas, entre el 18 y 21% del total. Les siguen las áreas de Física, Ciencias de la Tierra y del Espacio, Ciencias Médicas, Ciencias Tecnológicas, Historia y Matemáticas, con una representación global entre el 6 y el 8% del total.

El objetivo principal de la convocatoria de Infraestructura científica del PSPGC consiste en proporcionar a los centros de investigación un equipamiento adecuado, así como mejorar y completar el ya existente y evitar la dispersión de medios y la innecesaria duplicación de instrumentos científicos de alto coste. Cabe señalar el elevado número de solicitudes de subvención para la adquisición de fondos bibliográficos en todas las especialidades de Ciencias Humanas y Sociales, por lo que esta convocatoria sirve como complemento para aquellos grupos que utilizan como herramienta de trabajo fundamental la documentación bibliográfica.

Otra de las acciones del Programa, la movilidad de personal investigador, tiene como principal objetivo fomentar la calidad de los recursos humanos necesarios para el desarrollo de los Programas del Plan Nacional. Se contemplan dos modalidades: estancias de científicos extranjeros en régimen de año sabático en centros de investigación españoles y estancias de investigadores españoles en centros de investigación extranjeros. Ambas modalidades han experimentado un incremento notable durante los dos últimos años, lo cual ha permitido a los investigadores el aprendizaje de nuevas técnicas o procesos en otros laboratorios o la incorporación a los grupos españoles de investigadores con experiencia.

Con ello se facilita el continuo proceso de renovación e intercambio de experiencias entre los científicos, lo cual es imprescindible para mantener la calidad y competitividad de los mismos. En el período 1988-1991 se han financiado 401 estancias de profesores extranjeros en España y 818 estancias de investigadores españoles en el extranjero. Como media se ha concedido más del 60% de los solicitado.

CUADRO 2.17: EVOLUCIÓN DEL PRESUPUESTO
DISTRIBUIDO POR ACCIONES (1988-1991)

ACCIONES	AÑO				
	1988	1989	1990	1991	TOTAL
Proyectos de Investigación	3.815,4	3.755,6	4.215,7	4.552	16.338,7
Infraestructura	2.076,5	1.628,9	1.776,5	370	5.851,9
Movilidad de Personal Investigador					
Inv. españoles en el Extranjero	76,4	238,8	278,8	472,3	1.066,3
Sabáticos extranjeros en España	89,4	47,8	269,6	403	809,8
Premios Humboldt-Mutis	--	--	--	11,5	11,5
Programa MERCURIO	17,9	6,4	29,2	22,4	75,9
Cooperación Científica con Países CEE	13,4	41,2	9	12,7	76,3
Utilización recursos Científicos	10,8	17,4	21,8	31,6	81,6
Reuniones Científicas Congresos y Seminarios	89,7	111,9	153,4	118	473,0
Acciones Concertadas	543,5	685,4	786	786	2.800,9
Ayuda Complementaria	856,5	1.033,6	1.150	1.150	4.190,1
Acciones de Política Científica	163,5	205,3	371,4	163,7	903,9
Acciones Integradas *	--	--	--	61,7	61,7
Publicaciones científicas periódicas	44,7	57,9	58,2	58,2	219,0
TOTAL GASTO	7.797,7	7.830,2	9.119,6	8.213,1	32.960,6
AJUSTE PRESUPUESTARIO	--	--	--	-1.100	-1.100
TOTAL	7.797,7	7.830,2	9.119,6	9.313,1	34.060,6

Las cantidades se expresan en MPTA.

* El presupuesto de las Acciones Integradas correspondientes a 1988, 1989 y 1990 se incluyó en el apartado de Acciones de Política Científica.

CUADRO 2.18: DISTRIBUCIÓN POR CAMPOS UNESCO DE LOS PROYECTOS FINANCIADOS POR EL PSPGC (1988-1991)

Campo UNESCO	Denominación	Nº Proyectos	Subvención	% del Total	Nº Investigadores	% del Total	EDP	% del Total
11	Lógica	44	220,6	1,3	202	1,2	119,4	1,2
12	Matemáticas	11	22,4	0,1	56	0,3	22,0	0,2
21	Astronomía y Astrofísica	153	491,0	3,0	920	5,6	543,3	5,4
22	Física	50	279,3	1,7	364	2,2	245,7	2,5
23	Química	449	3.755,9	22,6	2.827	17,1	1.846,9	18,5
24	CC. de la Vida	596	4.300,7	25,9	3.359	20,3	2.127,5	21,3
25	CC. de la Tierra y el Espacio	169	969,0	5,8	1.215	7,3	645,2	6,5
31	CC. Agronómicas	29	135,5	0,8	168	1,0	93,4	0,9
32	CC. Médicas	201	913,4	5,5	1.042	6,3	578,0	5,8
33	CC. Tecnológicas	206	1.568,3	9,4	1.189	7,2	660,2	6,6
51	Antropología	15	93,9	0,6	91	0,5	51,8	0,5
52	Demografía	5	20,6	0,1	26	0,2	16,1	0,2
53	CC. Económicas	46	181,4	1,1	292	1,8	213,8	2,1
54	Geografía	29	91,5	0,6	224	1,4	118,5	1,2
55	Historia	228	784,9	4,7	1.242	7,5	713,2	7,1
56	CC. Jurídicas	34	87,3	0,5	181	1,1	89,2	0,9
57	Lingüística	82	324,2	2,0	528	3,2	286,7	2,9
58	Pedagogía	17	49,8	0,3	146	0,9	57,6	0,6
59	CC. Políticas	17	39,6	0,2	79	0,5	42,9	0,4
61	Psicología	81	239,0	1,4	391	2,4	206,9	2,1
62	Artes y Letras	38	122,5	0,7	206	1,2	120,9	1,2
63	Sociología	25	67,4	0,4	93	0,6	68,5	0,7
71	Ética	4	8,6	0,1	23	0,1	15,3	0,2
72	Filosofía	17	45,8	0,3	108	0,7	52,4	0,5
	Sin clasificar	40	301,8	-	220	-	152,7	-
		2.866	16.900,6	100,0	16.790	100,0	10.131,2	100,0

Las cantidades se expresan en MPTA.

El Programa de Acciones Integradas contempla la cooperación científica bilateral (con seis países europeos) y trata de promover el desarrollo conjunto de Proyectos de Investigación en el marco de los Programas de la CE. Básicamente, este Programa se propone desarrollar proyectos de investigación en común (para evitar duplicidades), promocionar el intercambio de científicos entre laboratorios y centros, y establecer las bases para realizar otras colaboraciones de mayor envergadura, ya sea en el marco bilateral o en el más amplio de la CE.

Además, el Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento cuenta con otras acciones como el Programa Mercurio, cuyo objetivo es potenciar los contactos de las comunidades científica y tecnológica española y francesa, financiando estancias de científicos y tecnólogos españoles en Francia y viceversa; el fomento de la cooperación científica con países de la Comunidad Europea, acción que facilita la movilidad de investigadores que pretenden establecer los contactos previos necesarios para la futura presentación conjunta de Proyectos de Investigación u otras acciones previstas en los Programas de investigación básica de la CE; la utilización de recursos científicos específicos, cuyo objetivo principal consiste en facilitar el acceso a los mismos, que tiene especial relevancia en Ciencias Sociales y Humanas (grandes centros de documentación, bibliotecas especializadas y archivos históricos) y en Ciencias Experimentales y Tecnológicas (reactores nucleares, observatorios astronómicos, parques naturales, jardines botánicos, laboratorios de datación, fuentes de radiación sincrotrón u otros que funcionen en régimen de asignación de tiempos); la organización de Reuniones Científicas, Congresos y Seminarios; y la subvención a Publicaciones Periódicas de carácter científico, técnico y humanístico.

Finalmente, constituyen una actividad importante dentro del programa las Acciones Concertadas de investigación universitaria y la Ayuda Complementaria a la investigación universitaria. Las universidades, por su carácter mixto, con la doble función de búsqueda y transmisión de conocimientos, son el lugar ideal para realizar este tipo de investigación básica.

2.2.2.4 Programa Sectorial de I+D Agrario y Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)

El INIA ha realizado una labor de coordinación de las acciones investigadoras de carácter agrario que llevan a cabo el propio MAPA en el Centro de Investigación y Tecnología del INIA (CIT-INIA), las Comunidades Autónomas en sus Centros de Investigación Agraria, dependientes de las correspondientes Consejerías de Agricultura, las universidades, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y otras entidades públicas y privadas en

sus correspondientes unidades de investigación. La evolución de los recursos económicos del Programa en el cuatrienio 1988-1991 se refleja en la Figura 2.15. Los 4.653 MPTA dedicados a Proyectos de Investigación se desglosan por años y Programas en la Figura 2.16.

FIGURA 2.15
EVOLUCION DE LOS RECURSOS DEL PROGRAMA
SECTORIAL DE I+D AGRARIO Y ALIMENTARIO DEL MAPA
TOTAL CONCEDIDO: 8.880 MPTA

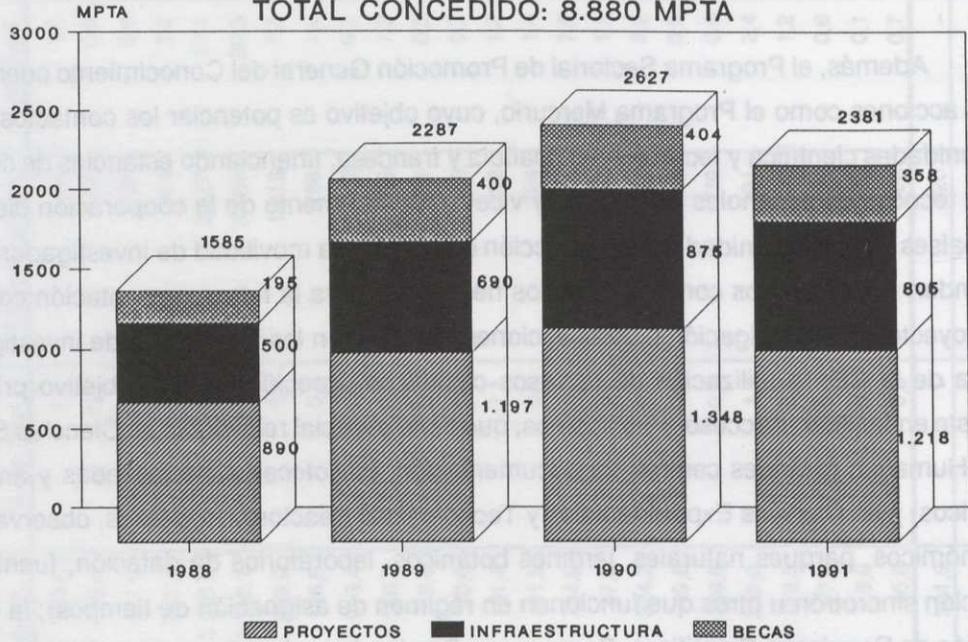
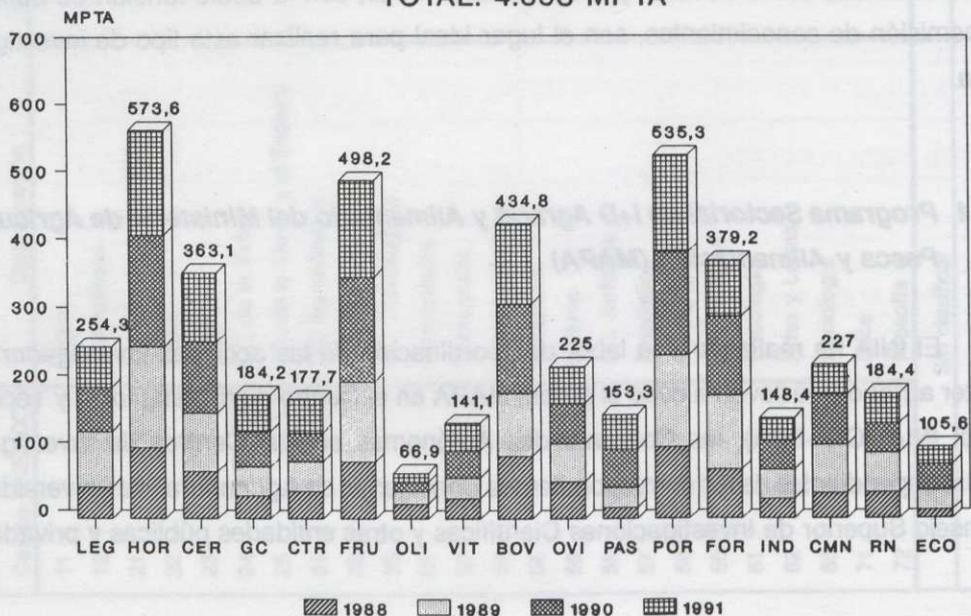


FIGURA 2.16
DISTRIBUCION DE FONDOS POR PROGRAMAS
(1988-1991)
TOTAL: 4.653 MPTA



El programa se desarrolla mediante 17 subprogramas temáticos orientados a la investigación en los sectores agroalimentarios de mayor importancia en España: leguminosas (LEG), cultivos hortícolas (HOR), cereales (CER), plantas de gran cultivo (GC), cítricos (CTR), fruticultura (FRU), olivicultura (OLI), viticultura (VIT), producción bovina (BOV), producción ovina y caprina (OVI), pastos y forrajes (PAS), producción porcina, aves y otras (POR), producción forestal (FOR), industrias forestales (IND), conservación del medio natural (CMN), recursos naturales (RN), y economía y sociología agrarias (ECO).

Respecto a los objetivos científicos y tecnológicos que se están abordando, en el área de Agricultura, se han dedicado recursos al estudio de la Mejora Genética de especies de alto interés para nuestro país (judías, guisante, garbanzo, cebada, avena, etc.), con el objetivo de obtener nuevas variedades que proporcionen mejores producciones, de mejor calidad, mejor adaptadas a las condiciones edafoclimáticas y con mayor resistencia a plagas y enfermedades. En Tecnologías de producción y manejo de suelos y aguas se ha estudiado la mejora de técnicas de producción en plantas ornamentales, frutales, oliva y algodón, incluyendo las técnicas de propagación y nutrición. En cuanto al Control de plagas y enfermedades se ha profundizado en los estudios sobre virosis y enfermedades del suelo en cultivos hortícolas y ornamentales, identificación de razas del virus de la tristeza, caracterización de viroides en cítricos; el control de enfermedades se ha abordado mediante la obtención de material propagativo libre de virus en cítrico, frutales y vid y se han proseguido estudios para el control integrado de plagas, especialmente en cítricos.

En el área de la Ganadería se ha investigado en Mejora genética y reproducción en razas autóctonas, en Alimentación y sistemas de producción (aprovechamiento de pastos y forrajes, optimización de uso de ensilados, mejora de procesos de elaboración de quesos y de curado de jamón, etc.) y en Sanidad animal (en bovino, sobre mamitis y flora bacteriana; peste porcina africana y peste equina).

Por lo que se refiere al área de Investigación forestal, en Producción forestal se ha avanzado en técnicas de vivero y explotación de coníferas y se ha confeccionado el "Atlas Fitoclimático de España". En Industrias forestales, se ha trabajado sobre protección de madera, obtención de pastas de celulosa, elaboración de un mapa suberícola de Extremadura, creación de un banco de datos dendrológicos y de una técnica para la datación e identificación de maderas. En Conservación del medio natural se han realizado clasificaciones de inflamabilidad y poder calorífico del matorral, un estudio de ecosistemas de masas repobladas y un índice de calidad y toxicidad de aguas.

Por último, en el área de Economía y Sociología agrarias se han realizado estudios sobre la situación actual, estructura productiva y evaluación de sectores como el oleícola,

vinícola, cereales y tabacos; y estudios de mercado en otros como el hortifrutícola y el vacuno.

2.2.3 Articulación del Sistema Ciencia-Tecnología con el entorno socioeconómico

Entre los objetivos del Plan Nacional está el de contribuir a la construcción de un Sistema de Ciencia y Tecnología involucrado en el desarrollo socioeconómico del país. Ello supone la mejora de la I+D pública, tanto en sus aspectos cuantitativos como cualitativos, la definición de prioridades de I+D acordes con las necesidades industriales del país y la articulación entre los diferentes agentes concurrentes en el Sistema.

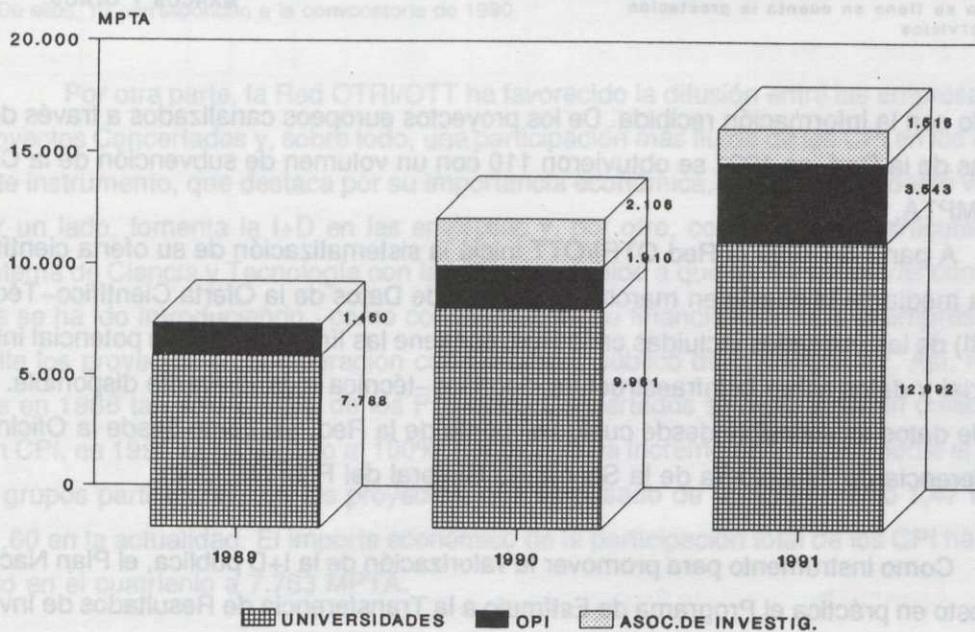
La situación en la que se encontraba el Sistema de Ciencia-Tecnología-Industria (SCTI) al inicio del Plan, unida al análisis del Sistema en otros países de nuestro entorno socioeconómico, aconsejó una mayor articulación, siguiendo, asimismo, las recomendaciones del Consejo Asesor para la Ciencia y la Tecnología y de la Comisión Mixta Congreso-Senado de Investigación y Desarrollo Tecnológico en sus dictámenes sobre las actividades del Plan Nacional. Con este fin, el Plan Nacional de I+D creó la Red de Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación -Red OTRI/OTT- como estructura de interfase, inicialmente en las universidades y posteriormente en los OPI. Se consideró que su proximidad a los centros públicos de investigación facilitaría el conocimiento de sus potencialidades y, por tanto, una mejor oferta al entorno socioeconómico. Por otra parte, la dispersión geográfica de los CPI debería favorecer el efecto difusor y facilitar los contactos entre los distintos elementos del Sistema de Ciencia-Tecnología-Industria. Asimismo, para favorecer la interrelación de los CPI con las empresas pequeñas y medianas, se dio cabida en la Red a las Asociaciones de Investigación empresariales.

Una característica peculiar de esta estructura articuladora y dinamizadora es el soporte que recibe desde la Secretaría General del Plan Nacional, a través de la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT), creada simultáneamente. La OTT, además de coordinar, anima la actuación de las OTRI y las asesora en diversos aspectos de sus tareas, lo que potencia su actividad. La oportunidad de la Red OTRI/OTT se ha puesto de manifiesto por la rapidez de su consolidación y por el crecimiento que ha experimentado a lo largo de sus tres años de existencia; al principio existía una Oficina operativa en todas las universidades y en el CSIC, en total 34; al final de 1991 el número se había duplicado prácticamente, contabilizándose un total de 62 Oficinas (37 en universidades, 11 en diversos OPI y 14 en Asociaciones de Investigación empresarial).

La función valorizadora de los resultados de I+D llevada a cabo por la Red se va acentuando de año en año, tal como se refleja en la evolución del número de solicitudes de patentes gestionadas. Esta evolución es significativa sobre todo en las universidades, en donde el número de patentes ha pasado de 31 en 1989 a 100 en 1991, ya que la política de protección de los resultados de I+D se está realizando sistemáticamente desde la puesta en marcha de la Red OTRI/OTT.

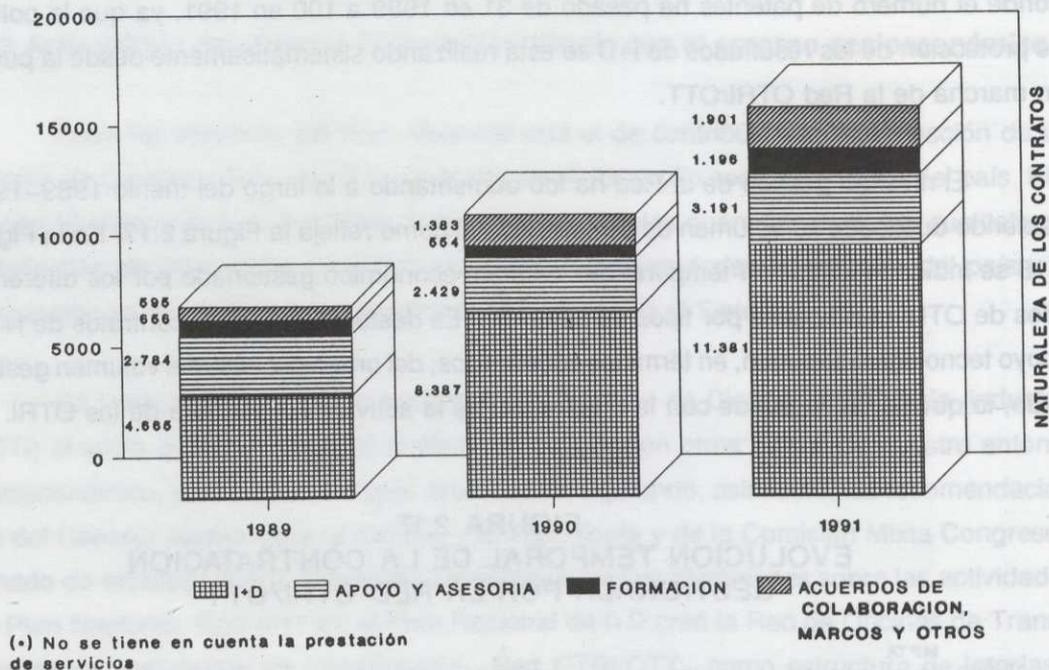
El nivel de gestión de la Red ha ido aumentando a lo largo del trienio 1989-1991, habiendo duplicado su volumen de tramitación, tal como refleja la Figura 2.17. En la Figura 2.18 se indica la evolución temporal del volumen económico gestionado por los diferentes tipos de OTRI clasificados por tipos de contratos. Es destacable que los contratos de I+D y apoyo tecnológico suponen, en términos económicos, del orden del 80% del volumen gestionado, lo que se corresponde con la orientación de la actividad promotora de las OTRI.

FIGURA 2.17
EVOLUCION TEMPORAL DE LA CONTRATACION
GESTIONADA POR LA RED OTRI/OTT



Por otra parte, la Red OTRI/OTT se está constituyendo como un elemento apropiado para facilitar apoyo a los grupos de I+D que desean participar en proyectos europeos, facilitándoles la búsqueda de socios empresariales, ayudando en la preparación de propuestas y, en general, informándoles puntualmente de las acciones que pueden llevar a cabo de

FIGURA 2.18
EVOLUCION DEL VOLUMEN ECONOMICO
GESTIONADO POR LA RED OTRI/OTT SEGUN LA
LA NATURALEZA DE LOS CONTRATOS (*)



acuerdo con la información recibida. De los proyectos europeos canalizados a través de las Oficinas de la Red, en 1991 se obtuvieron 110 con un volumen de subvención de la CE de 1.800 MPTA.

A partir de 1990 la Red OTRI/OTT inició la sistematización de su oferta científico-técnica mediante la puesta en marcha de la Base de Datos de la Oferta Científico-Técnica (DATRI) de las entidades incluidas en la Red; contiene las líneas de I+D de potencial interés industrial y datos sobre la infraestructura científico-técnica más relevante disponible. Esta base de datos es accesible desde cualquier punto de la Red, así como desde la Oficina de Transferencia de Tecnología de la Secretaría General del Plan Nacional.

Como instrumento para promover la valorización de la I+D pública, el Plan Nacional ha puesto en práctica el Programa de Estímulo a la Transferencia de Resultados de Investigación (PETRI), cuya finalidad es dotar a la Red OTRI/OTT de un instrumento que permita incentivar a los grupos de investigación básica y aplicada para que dediquen parte de sus esfuerzos a acciones de I+D cuyos resultados puedan ser transferidos con alta probabilidad y a corto plazo a las empresas. Este Programa sirve, además, para reforzar la presencia de las OTRI en los ámbitos investigador y empresarial, para los cuales constituye un ejemplo más del interés político de la Administración en incrementar la proyección socio-económica de la I+D. En el conjunto de sus tres convocatorias han sido solicitados al Programa PETRI

401 proyectos (Cuadro 2.19), con un presupuesto de 4.825 MPTA, habiéndose aprobado 155 de ellas con una aportación total de 1.019 MPTA. En este programa destaca la cofinanciación empresarial –supera el 40%–, lo que es indicativo del interés de las empresas en incorporarse a este tipo de proyectos.

CUADRO 2.19: RESUMEN DE LAS CONVOCATORIAS DEL PROGRAMA PETRI

CONVOCATORIAS	ACCIONES			
	NÚMERO		MPTA	
	Solicitado	Concedido	Solicitado	Concedido
1989	203	115	3.810	768
1990	100			
1991	98	40*	1.015	251
TOTAL	401	155	4.825	1.019

* De ellos, 10 corresponden a la convocatoria de 1990.

Por otra parte, la Red OTRI/OTT ha favorecido la difusión entre las empresas de los Proyectos Concertados y, sobre todo, una participación más fluida de los CPI en los mismos. Este instrumento, que destaca por su importancia económica, presenta una doble vertiente: por un lado, fomenta la I+D en las empresas y, por otro, contribuye a la articulación del Sistema de Ciencia y Tecnología con la Industria, debido a que en las sucesivas convocatorias se ha ido introduciendo –como condición para su financiación– que la empresa desarrolle los proyectos en colaboración con un centro público de investigación. Así, mientras que en 1988 tan solo el 60% de los Proyectos Concertados se realizaban en colaboración con CPI, en 1991 se ha llegado al 100%; también se ha incrementado ligeramente el número de grupos participantes en los proyectos, que ha pasado de un valor medio 1,47 en 1988 a 1,60 en la actualidad. El importe económico de la participación total de los CPI ha ascendido en el cuatrienio a 7.763 MPTA.

Finalmente, hay que destacar el subprograma de intercambio de personal investigador entre las empresas y los CPI; este instrumento favorece la formación o la consolidación de unidades de I+D en las empresas, mediante la incorporación temporal en las mismas de investigadores cualificados o de doctorandos, y mediante el flujo temporal de científicos y tecnólogos entre empresas y CPI. En el Cuadro 2.20, se exponen datos sobre estas ayudas distribuidos por años y modalidades. El 70% de las 372 aprobados se deben a la incorporación de jóvenes doctores a las unidades de I+D de las empresas; los informes finales reci-

dos sobre esta modalidad indican que la mayor parte de ellos son contratados posteriormente por la empresa receptora. No se dispone todavía de información sobre la modalidad de doctorados en empresas, aunque se observa que el sector industrial más activo en ella es el farmacéutico que, globalmente, es uno de los sectores que dispone de unidades de I+D más consolidadas y, por tanto, es más receptivo a este tipo de convocatorias.

CUADRO 2.20: EVOLUCIÓN DEL INTERCAMBIO DE PERSONAL INVESTIGADOR ENTRE EMPRESAS Y CPI

MODALIDAD	AÑOS				
	1988	1989	1990	1991	TOTAL
Estancias de investigadores Senior de CPI en empresas. Mod a.	17	28	15	15	75
Integración de jóvenes doctores en unidades de I+D de empresas. Mod b.	18	42	48	50	158
Realización de tesis doctorales en unidades de I+D de empresas. Mod d.	--	--	5	89	94
Técnicos Superiores de empresas en CPI. Mod c.	11	13	12	9	45
TOTAL	46	83	80	163	372

Dentro del proceso de articulación del Sistema español de Ciencia y Tecnología, las Asociaciones de Investigación empresarial desempeñan un papel fundamental, pues presentan una fórmula de investigación cooperativa de gran interés, particularmente para las PYME. A través de aquellas, el Plan Nacional ha aplicado para el desarrollo de Proyectos de investigación, dotación de Infraestructura y de Acciones Especiales relacionadas con temas de interés para empresas pequeñas y medianas 1.541 MPTA entre 1988 y 1991.

2.2.4 La Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP)

Es el órgano de la Comisión Permanente de la CICYT que realiza la evaluación de la calidad científico-técnica de los distintos tipos de solicitudes que presentan las diversas entidades y grupos de investigación para el desarrollo de sus actividades; además, tiene encomendada la realización de los estudios y análisis prospectivos que la citada Comisión Permanente determine.

Desde el punto de vista cuantitativo las evaluaciones constituyen la actividad principal de la ANEP, habiendo alcanzado en 1991 la cifra de 15.063 (Cuadro 2.21), lo que representa un leve incremento respecto a 1990. Como corresponde a este tipo de evaluaciones, la metodología utilizada es la "evaluación por pares", mediante la cual la calificación de las propuestas se realiza teniendo en cuenta –dentro de un proceso estrictamente confidencial– los juicios de diversos científicos independientes. Entre las heterogéneas propuestas consideradas, las relativas a proyectos de investigación son las que requieren mayor esfuerzo por parte de la ANEP; en concreto, en la evaluación de las 5.192 propuestas de proyectos han intervenido unos 3.000 expertos, de los que aproximadamente el 15% son extranjeros.

CUADRO 2.21: EVALUACIÓN DE SOLICITUDES DE RECURSOS CIENTÍFICOS (1991)

ORGANISMOS	Proyectos	Infraestr.	Becas	Movilidad	Coop.Intern.	Otros	Subtotales
Organismos gestores del Plan Nacional	3.277	918	3.077	1.390	1.398	1.026	11.086
Entidades públicas de ámbito nacional	465	—	—	3	923	120	1.511
Gobiernos de CCAA	655	97	393	—	—	3	1.148
Universidades	187	280	105	—	—	130	702
Otros	608	—	8	—	—	—	616
SUBTOTAL	5.192	1.295	3.583	1.393	2.321	1.279	
TOTAL EVALUACIONES							15.063

Por otra parte, la ANEP ha iniciado en 1991 la evaluación de diversas instituciones de investigación; aunque el número de evaluaciones realizadas o en vías de realización es aún relativamente bajo, reviste especial interés debido a su complejidad. Además, la ANEP ha participado intensamente en las actividades del Programa MONITOR de la CE del cual es organismo cogestor en España. Asimismo, ha colaborado de en la evaluación del Programa multilateral de cooperación científico-técnica CYTED-D, participando en el diseño del proceso y en la elaboración de cuestionarios que ha utilizado la comisión internacional encargada de la evaluación.

Finalmente, entre los estudios de carácter prospectivo, en 1991 la ANEP ha seguido realizando análisis rigurosos de la situación ("state of the art") de campos científicos implantados; ha finalizado el informe sobre *Tendencias en bioquímica y biología molecular*, iniciado en 1990, que está en la línea de otros anteriores sobre Química, Geología, Historia, etc.

2.3. OTRAS ACTUACIONES EN MATERIA DE POLÍTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Como se ha indicado, diversos Departamentos Ministeriales gestionan iniciativas de carácter sectorial para promover la I+D y la innovación en los ámbitos de su competencia (Plan de Actuación Tecnológico Industrial, Plan de Investigación Energética, Programa Sectorial de Investigaciones Agrarias y Fondo de Investigación Sectorial) que se describen a continuación. Asimismo, se incluye en este apartado una visión general de las actuaciones de política científica emprendidas por las Comunidades Autónomas y de la participación en los Programas internacionales de I+D, todo lo cual es reflejo de la evolución global de nuestro Sistema en los últimos cuatro años.

2.3.1 Programas sectoriales de fomento de la I+D

– Plan de Actuación Tecnológico Industrial (PATI)

Durante 1991 se ha puesto en marcha el Plan de Actuación Tecnológico Industrial (PATI), para el período 1991–1993, que recoge las actividades de fomento de la innovación desarrolladas desde el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, integrándolas en un Programa coordinado de ayudas financieras en el ámbito de las tecnologías emergentes priorizadas en el Plan Nacional de I+D y dirigidas hacia un sector más aplicado, más próximo a las industrias. Las actuaciones del PATI se destinan a fomentar las etapas del proceso innovador más cercanas al mercado, y en tal sentido son complementarias de las que se realizan en el marco del Plan Nacional. Integran el PATI cuatro planes: el Plan Electrónico e Informático Nacional, el Plan de la Automatización Industrial Avanzada, el de Fomento de la Investigación en la Industria Farmacéutica y el Plan de Desarrollo Tecnológico en Biotecnologías, Tecnologías Químicas y Tecnologías de los Materiales.

– Plan de Investigación Energética (PIE)

Dentro de las actuaciones sectoriales del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo se dedica especial atención a la investigación energética. El objetivo específico del PIE y las características de las empresas del sector –pocas y de gran volumen– aconsejan un sistema de gestión en el que la participación de las empresas productoras sea particularmente activo. Este Plan, que incluye varios subprogramas, se gestiona por medio de las Oficinas de Coordinación de la Investigación (OCI), en las que se encuentran representadas la Administración y las empresas de producción de energía.

El recientemente aprobado Plan Energético Nacional (1991–2000) presta especial atención a las actividades de investigación y desarrollo del sector energético, definiendo las líneas futuras de actuación, que se orientarán a la reducción del impacto medioambiental originado por la producción y uso de energía, al desarrollo de nuevas tecnologías de generación de electricidad, al aumento de la fiabilidad y seguridad de los procesos de conversión energética, y al desarrollo de tecnologías que favorezcan el ahorro energético, la competitividad de las empresas energéticas y la mejora de la calidad del servicio.

– Programa Sectorial de Investigaciones Agrarias

En el área de las investigaciones agrarias el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación gestiona Programas específicos dedicados a la mejora de determinadas variedades agroalimentarias, tales como las leguminosas, los cereales, la horticultura, los cítricos, la olivicultura, la viticultura, la fruticultura, etc., a la selección y mejora de nuestras especies ganaderas, y al aprovechamiento de recursos forestales. Este Programa está integrado en el Plan Nacional de I+D, y por ello ha sido tratado en el apartado correspondiente.

– Fondo de Investigaciones Sanitarias (FIS)

Desde 1980 el Ministerio de Sanidad y Consumo ha desarrollado actividades de investigación en el ámbito de la salud. El FIS está orientado hacia una investigación de tipo finalista cuyo objetivo es solucionar problemas concretos de la sanidad española dentro del campo de la biomedicina, la medicina clínica, la gestión hospitalaria, la medicina asistencial, etc., e igualmente se complementa con el Programa Nacional de Salud, que está orientado a una investigación más horizontal, estando ambos Programas plenamente coordinados.

2.3.2. Política de desarrollo regional y Política científica y tecnológica

La estructura autonómica del Estado español, prevista en la Constitución, ha producido un efecto notable sobre el Sistema de Ciencia y Tecnología. La mayor parte de las Comunidades Autónomas han emprendido iniciativas para coordinar y fomentar la investigación y la tecnología en su ámbito territorial y disponen de órganos de planificación de la I+D y de normativas específicas. Así, en 1988 la Xunta de Galicia promulgó la Ley del Plan General de Investigación Científica y Técnica de Galicia, cuyo objetivo es el fomento y la coordinación de la I+D en aquella Comunidad, estableciendo dicho Plan General. Actualmente se encuentra en trámite parlamentario un nuevo texto de Ley al respecto.

En general, las estructuras de coordinación han sido asumidas por comisiones interdepartamentales, cuyo precedente fue la creación en 1980 de la Comisión Interdepartamental de Investigación e Innovación Tecnológica (CIRIT) de la Generalidad de Cataluña. Comisiones interdepartamentales se han creado, por ejemplo, en Andalucía (1987), Aragón (1983), Galicia (1987), Madrid (1986), Navarra (1988) y Comunidad Valenciana (1984). Adicionalmente, éstas y otras Comunidades disponen de órganos de asesoramiento, con participación de la comunidad científica, instituciones regionales y empresas.

Algunas Comunidades han emprendido, además, la planificación de la investigación regional. En este sentido, puede citarse el Plan Andaluz de Investigación (PAI), aprobado en 1990, con vigencia cuatrienal (1990-1993) y un presupuesto de 62.000 MPTA, de los cuales la Junta de Andalucía aporta 30.000 millones.

En 1988 se aprobó en Asturias el Plan Regional de Investigación (1989-1993), como mecanismo básico de programación, fomento y coordinación de las actividades de I+D en dicha Comunidad. Este Plan está gestionado por la Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica, Aplicada y Tecnológica (FICYT), entidad creada en 1984, de la que forman parte, además de representantes del Gobierno regional, representantes de empresas, Cámaras de Comercio y Universidad.

En Madrid, la Asamblea Regional ha aprobado recientemente el Plan Regional de Investigación (1990-1993), cuyos objetivos son estructurar y consolidar el Sistema de Ciencia y Tecnología de la Comunidad, articulándolo con las planificaciones de ámbito estatal y europeo, y fomentar la investigación en las áreas estratégicas de interés regional.

Finalmente, por iniciativa del Parlamento Foral, en 1990 se aprobó la elaboración del Plan Regional de Investigación de Navarra, para el período 1992-1994.

Muchas Comunidades han creado o apoyan instrumentos y acciones específicas para favorecer el desarrollo tecnológico de las empresas. Así, la Junta de Andalucía ha creado el Instituto de Fomento Andaluz (IFA), cuyo objetivo es promover el desarrollo en la empresa, mediante diversos tipos de ayudas orientadas a la modernización tecnológica. En 1986 la Diputación General de Aragón creó el Instituto Tecnológico de Aragón (ITA), con el objeto de potenciar la aplicación de tecnologías avanzadas en el tejido industrial aragonés. En Cataluña, el Centro de Información y Desarrollo Empresarial (CIDEM), de la Consejería de Industria y Energía, actúa promoviendo el uso de nuevas tecnologías por parte de la empresa catalana. El Instituto Madrileño de Desarrollo (IMADE), entidad pública adscrita a la Consejería de Economía del Gobierno Regional de Madrid, promueve la promoción de los recursos tecnológicos de la Comunidad y ofrece servicios a las empresas -principalmente

medianas y pequeñas—, a través de la creación de infraestructuras tecnológicas. La propia Comunidad de Madrid inició en 1990 el Plan Regional de Innovación, con un presupuesto cercano a los 13.000 MPTA para el período 1991–1993, que se orienta a la difusión de nuevas tecnologías horizontales, fomento de la I+D en la empresa y promoción de infraestructuras.

El Instituto de Fomento de la Región de Murcia tiene entre sus objetivos la mejora tecnológica de la empresa. En Navarra y País Vasco existe una política activa de apoyo a la creación y mantenimiento de centros tecnológicos, directamente ligados a las necesidades de subsectores industriales. Y, finalmente, en la Comunidad Valenciana, el Instituto de la Pequeña y Mediana Industria Valenciana (IMPIVA), creado en 1984, actúa como organismo público encargado de desarrollar en dicha Comunidad la política regional de promoción industrial, impulsando, entre otras acciones, la creación de centros tecnológicos (hasta el momento se han constituido once) y de un parque tecnológico.

En definitiva, la práctica totalidad de las Comunidades Autónomas inició en los últimos años de la década anterior una política activa de fomento de la Ciencia y la Tecnología. Este fenómeno ha producido en los últimos años un elevado incremento de la financiación de actividades de I+D con cargo a presupuestos autonómicos. La tasa media acumulativa anual de la financiación de actividades de I+D procedente de los presupuestos autonómicos ha alcanzado, en el período 1987–1991, una cota (26,4%) significativamente superior a la registrada por el gasto nacional en I+D (21,3%). Así pues, los esfuerzos públicos en materia de I+D empiezan a tener un apoyo singular en las iniciativas propiciadas por las diferentes Comunidades Autónomas.

Con todo, conviene señalar que existen diferencias importantes en cuanto al esfuerzo dedicado a la I+D en las distintas regiones españolas. Así, el Cuadro 2.22 muestra la distribución regionalizada de los recursos nacionales destinados a actividades de I+D, así como la relación entre los gastos en I+D y el valor añadido bruto al coste de los factores para cada región. De su lectura cabe concluir, en primer lugar, que existe una gran concentración regional de los recursos: algo menos de un 70% del gasto total se ejecuta en Madrid, Cataluña y País Vasco. En segundo lugar, existe una cierta dispersión en los esfuerzos de I+D regionales; por ejemplo, la relación entre gasto y valor añadido bruto alcanza en Madrid el 2,3%, frente al 0,1% de Baleares.

CUADRO 2.22: REGIONALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE I+D. 1989

COMUNIDADES AUTÓNOMAS	Gastos en I+D (%)	Gastos en I+D/VABp ^m *	Personal de I+D	Investigadores
ANDALUCÍA (AN)	7,8	0,46	8,1	8,7
ARAGÓN (AR)	2,4	0,57	2,7	2,6
ASTURIAS (AS)	1,8	0,58	1,8	1,9
BALEARES (BA)	0,3	0,10	0,3	0,4
CANARIAS (IC)	1,1	0,23	1,3	1,8
CANTABRIA (CA)	0,6	0,38	0,6	0,8
CASTILLA-LA MANCHA (CM)	0,6	0,14	0,7	0,5
CASTILLA Y LEÓN (CL)	3,6	0,50	4,0	4,1
CATALUÑA (CT)	18,0	0,78	17,9	15,7
EXTREMADURA (EX)	0,6	0,25	0,8	0,8
GALICIA (GA)	2,1	0,29	2,3	2,5
MADRID (M)	43,1	2,30	37,9	34,0
MURCIA (MU)	1,2	0,38	1,3	1,4
NAVARRA (NA)	1,0	0,49	1,0	1,4
PAÍS VASCO (PV)	8,7	1,03	8,2	7,4
LA RIOJA (LR)	0,2	0,16	0,1	0,1
C. VALENCIANA (VA)	4,5	0,38	4,1	4,7
NO REGIONALIZADO	2,4	---	6,9	12,2

* Valor añadido bruto a precios de mercado.

Fuente: INE y elaboración propia. No regionalizado: UNED, Univ. Navarra y becarios.

En 1990 fue aprobada por la Comisión de las Comunidades Europeas la aplicación de los Fondos FEDER para regiones correspondientes a los objetivos 1 y 2. En 1991 se aprobó el Programa STRIDE. En total, el desarrollo de los dos programas debe dar lugar a una inversión en capital de I+D de 62.000 MPTA para el período 1991-93. Adviértase, a este respecto, que la fórmula de cofinanciación prevista en los dos programas citados exige financiación de esa inversión procedente de fuentes nacionales. Los Cuadros 2.23 y 2.24 muestran la distribución por Comunidades Autónomas de la inversión de capital de I+D auspiciada por los Fondos FEDER y el Programa STRIDE, para las regiones de objetivo 1 y objetivo 2, respectivamente.

CUADRO 2.23: INVERSIÓN EN I+D EN LAS DISTINTAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS DE LOS PROGRAMAS FEDER (Objetivo 1) Y STRIDE (MPTA)

COMUNIDAD AUTÓNOMA	FEDER		STRIDE		TOTAL	
	FEDER	TOTAL	FEDER	TOTAL	FEDER	TOTAL
ANDALUCÍA	3.120	5.200	4.122	6.819	7.242	12.019
ASTURIAS	240	400	1.269	2.103	1.509	2.503
CANARIAS	1.098	1.830	736	1.228	1.834	3.058
CASTILLA-LA MANCHA	480	800	1.748	3.187	3.228	3.987
CASTILLA Y LEÓN	960	1.600	2.231	3.719	3.191	3.319
EXTREMADURA	480	800	1.129	1.882	1.609	2.682
GALICIA	1.162	1.937	2.074	4.730	3.236	6.667
MURCIA	480	800	489	825	969	1.625
C. VALENCIANA	2.640	4.400	1.739	3.006	4.379	7.406
TOTAL	10.660	17.767	15.537	27.499	26.197	45.266

FEDER comprende los años 1990, 1991 y 1992. STRIDE comprende los años 1991, 1992 y 1993

2.3.3. Participación en Programas internacionales de I+D

La creciente internacionalización de la ciencia y de la economía ha reforzado los lazos de cooperación entre los países comunitarios, que tienden cada vez más a establecer Programas de Investigación y Desarrollo de carácter bilateral o multilateral. Esta creciente cooperación se ve favorecida por el coste cada vez más elevado de cierto tipo de instalaciones, así como por el carácter esencialmente transnacional de algunos problemas científico-tecnológicos como, por ejemplo, el cambio climático, el genoma humano y ciertos problemas

de tipo sanitario. En los últimos meses, debido a esta preocupación, se ha incorporado como tema de discusión en diversas instancias –OCDE, Consejo de Ministros de Investigación de la CE– la denominada Gran ciencia (Big Science).

CUADRO 2.24: INVERSIÓN EN I+D EN LAS DISTINTAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS DE LOS PROGRAMAS OPERATIVOS FEDER (Objetivo 2) Y STRIDE (MPTA)

COMUNIDAD AUTÓNOMA	FEDER		STRIDE		TOTAL	
	FEDER	TOTAL	FEDER	TOTAL	FEDER	TOTAL
ARAGÓN	210	510	186	379	396	889
CANTABRIA	---	---	201	801	201	801
CATALUÑA	2.579	5.158	1.007	2.486	3.586	7.644
LA RIOJA	---	---	101	209	101	209
MADRID	1.070	2.140	685	1.402	1.755	3.542
NAVARRA	150	300	191	719	341	1.019
PAÍS VASCO	---	---	947	2.453	947	2.453
TOTAL	4.009	8.108	3.318	8.449	7.327	16.557

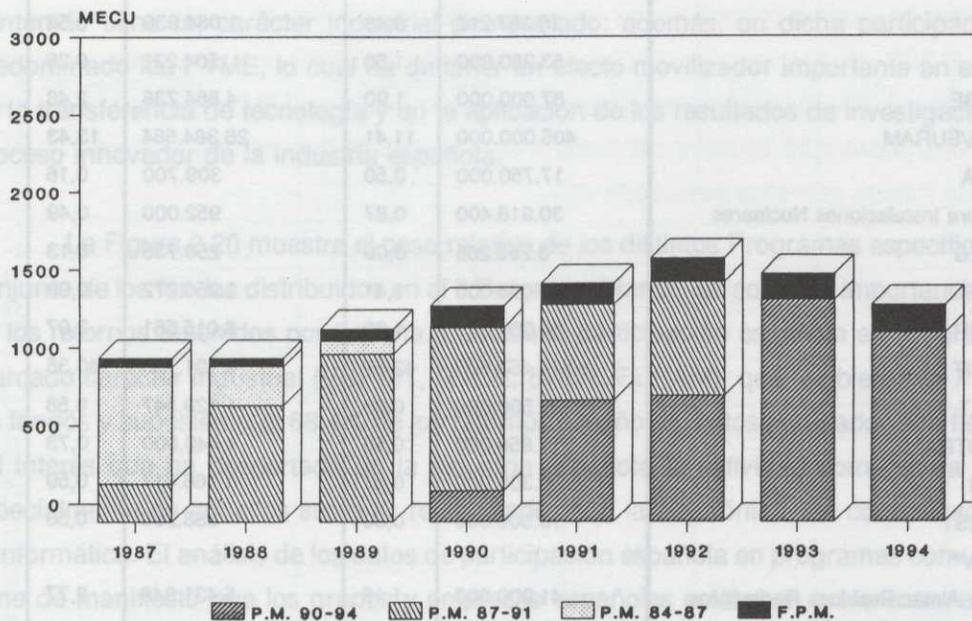
FEDER comprende los años 1990 y 1991. STRIDE comprende los años 1991, 1992 y 1993.

2.3.3.1. Participación en el Programa Marco de I+D de la CE

En el Acta Única Europea (art. 130) se fija el marco de actuaciones de la CE en materia de Investigación y Desarrollo y en ella se establece el Programa Marco (PM) como el instrumento fundamental de la política científica comunitaria; incluye las líneas de investigación prioritarias, los fondos que se aplican a cada una de ellas y las actuaciones mediante las cuales se han de desarrollar; éstas, en general, adoptan la forma de Programas específicos de I+D.

El III Programa Marco fue aprobado en abril de 1990 con un montante total estimado de 5.700 MECU para el período 1990–1994; en la Figura 2.19 se muestra la distribución de fondos de los Programas Marco de la CE; es preciso indicar que los fondos no se reducen los dos últimos años, sino que los correspondientes a futuras planificaciones no pueden cuantificarse.

FIGURA 2.19
CREDITOS DE INVESTIGACION
PROGRAMA MARCO



Dada la importancia económica de estos programas y teniendo en cuenta el efecto de arrastre que la participación en los mismos puede suponer para los grupos españoles —especialmente en las áreas de menor desarrollo—, conviene analizar los resultados disponibles en cuanto a la participación española en el II Programa Marco. Dicha participación ha estado condicionada por diversos factores: la posición relativa de España respecto a los países más avanzados de la CE, los recursos humanos y financieros de nuestro Sistema de Ciencia y Tecnología, y el carácter estrictamente competitivo de los Programas comunitarios de I+D. A los retornos económicos, medidos por medio de los contratos, es preciso añadir los denominados "intangibles", tales como el acceso al *know-how* de los socios europeos o la vinculación de grupos de investigación españoles a otros grupos de países tecnológicamente más avanzados, lo cual tiene enorme importancia debido a la escasa tradición de los investigadores españoles en el sector industrial. Cabe destacar también la formación de personal investigador, el intercambio de conocimientos gracias a la movilidad de los científicos y, para las PYME, la posibilidad de participar en Proyectos de Investigación y Desarrollo junto con empresas europeas.

En el Cuadro 2.25 se recogen los resultados globales de la participación española en los Programas comunitarios. Los porcentajes relativos a retornos (financiación concedida

CUADRO 2.25 PARTICIPACIÓN ESPAÑOLA EN PROGRAMAS COMUNITARIOS DE I+D (*)

PROGRAMA Y ACCIÓN II PROGRAMA MARCO	Fondos repartidos en convocatorias	ECU %	Financiación concedida a España	ECU %	%
Aeronáutica	34.600.000	0,97	1.264.630	0,64	3,7
AIM	16.257.216	0,46	1.064.930	0,54	6,4
BCR	53.280.000	1,50	504.221	0,26	0,9
BRIDGE	67.600.000	1,90	4.864.736	2,48	7,2
BRITE/EURAM	405.000.000	11,41	26.364.584	13,43	6,5
DELTA	17.750.000	0,50	309.700	0,16	1,7
Clausura Instalaciones Nucleares	30.918.400	0,87	952.000	0,49	3,1
DOSES	3.298.265	0,09	250.735	0,13	7,6
DRIVE	50.056.000	1,41	1.950.272	0,99	3,9
ECLAIR	64.000.000	1,80	6.015.561	3,07	9,4
ESPRIT II	1.511.453.500	42,57	79.191.758	40,35	5,2
EURET	22.500.000	0,63	1.129.547	0,58	5,0
EUROTRA	17.850.000	0,50	1.440.000	0,73	8,1
FLAIR	20.300.000	0,57	1.166.617	0,59	5,7
FOREST	10.500.000	0,30	983.280	0,50	9,4
Fusión**					
Gest.y Almac.Residuos Radiactivos	41.000.000	1,15	5.431.948	2,77	13,2
Investigación Agraria	50.050.000	1,41	5.936.980	3,03	11,9
Investigación Pesca	31.317.019	0,88	3.885.630	1,98	12,4
Investigación Medicina	50.000.000	1,41	1.344.271	0,69	2,7
JOULE	105.000.000	2,96	4.143.474	2,11	3,9
MAST	45.875.000	1,29	1.612.900	0,82	3,5
Materias primas/reward	40.500.000	1,14	2.977.445	1,52	7,4
RACE	484.827.000	13,66	20.842.100	10,62	4,3
Radioprotección	16.286.000	0,46	1.165.000	0,59	7,2
SCIENCE	158.650.000	4,47	12.631.526	6,44	8,0
SPES	5.853.386	0,16	696.263	0,35	11,9
STD-2	71.287.009	2,01	1.697.069	0,86	2,4
STEP/EPOCH	103.250.000	2,91	4.130.000	2,10	4,0
Grandes instalaciones	21.250.000	0,60	2.300.000	1,17	10,8
SUBTOTAL (ECU)	3.987.552.410		207.714.230		5,2
Fuera PROGRAMA MARCO					
SPRINT	7.712.200		783.253		10,2
CECA-CARBÓN	30.400.000		5.442.600		17,9
CECA-INVEST. SOCIAL (carbón+acero)	13.000.000		924.900		7,3
CECA-ACERO	38.300.000		1.672.400		4,4
Proy. Demostr. y Piloto en Energía	78.000.000		12.300.000		15,8
SUBTOTAL (ECU)	167.412.200		21.123.153		12,6
TOTAL	4.154.964.610		228.837.383		5,5

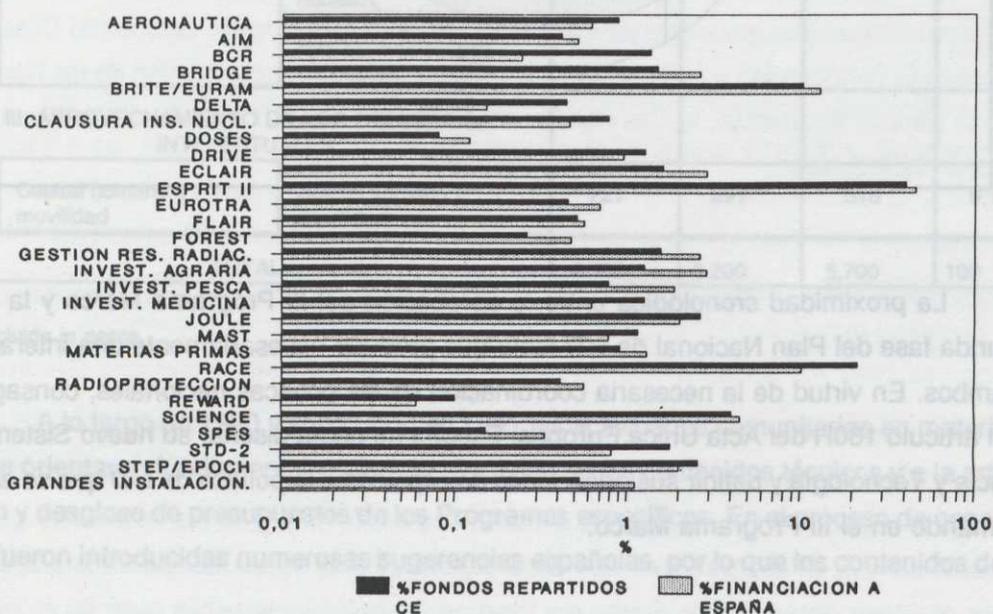
* Situación a 31 de diciembre de 1991, según la información enviada por los representantes.

** Contrato de asociación.

respecto a fondos repartidos en los distintos Programas) varían de un Programa a otro, resultando una media del 5,5%. La participación española medida a través de los retornos económicos e intangibles puede ser considerada como satisfactoria; ha existido participación española en más del 20% de los proyectos aprobados correspondientes a programas cuyo contenido tiene un carácter industrial pronunciado; además, en dicha participación han predominado las PYME, lo cual ha de tener un efecto movilizador importante en el ámbito de la transferencia de tecnología y en la aplicación de los resultados de investigación en el proceso innovador de la industria española.

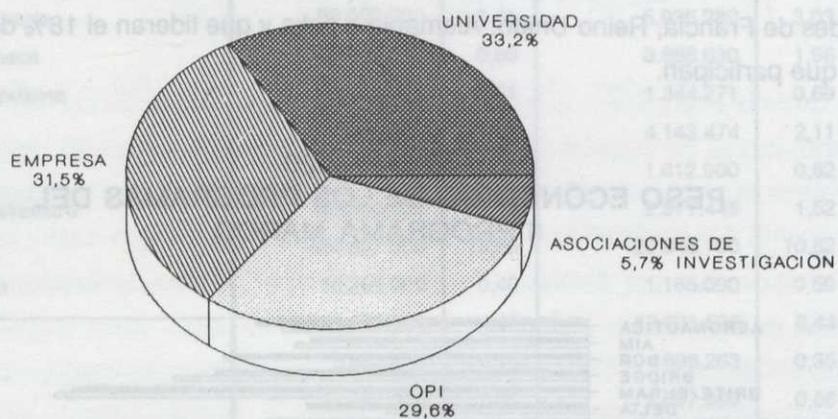
La Figura 2.20 muestra el peso relativo de los distintos Programas específicos en el conjunto de los fondos distribuidos en el II Programa Marco, así como su importancia dentro de los retornos obtenidos por España. Destaca la participación española en Programas de marcado carácter industrial (ESPRIT, RACE, BRITE/EURAM), que recibieron el 71,3% de los fondos y supusieron el 68,4% de los retornos españoles. Estos resultados son fiel reflejo del interés que ha despertado en la industria española la actividad comunitaria en I+D, especialmente en aquellos sectores relacionados con la electrónica, las comunicaciones y la informática. El análisis de los datos de participación española en programas comunitarios pone de manifiesto que los grupos y empresas españoles colaboran preferentemente con entidades de Francia, Reino Unido, Alemania e Italia y que lideran el 18% de los proyectos en los que participan.

FIGURA 2.20
PESO ECONOMICO DE LOS PROGRAMAS DEL
II PROGRAMA MARCO



Puesto que la investigación comunitaria tiene un marcado carácter precompetitivo, es importante el tipo de entidades que en ella participan y cuya distribución se muestra en la Figura 2.21, destacando la gran actividad desarrollada por las empresas españolas, que supone el 31,5% de la participación total. La importancia de estos resultados debe apreciarse considerando que el porcentaje de investigadores españoles en centros industriales no supera el 30%, de lo que cabe concluir que el Programa Marco tiene un efecto estimulador muy positivo sobre la industria española. Por lo que se refiere al III Programa Marco (1990-1994), el Cuadro 2.26 muestra los Programas específicos que se desarrollarán en él, así como los fondos previstos para cada uno.

FIGURA 2.21
PROYECTOS CON PARTICIPACION ESPAÑOLA
DISTRIBUCION POR TIPO DE ENTIDADES



La proximidad cronológica entre la aprobación del III Programa Marco y la de la segunda fase del Plan Nacional de I+D tenía que producir necesariamente una interacción de ambos. En virtud de la necesaria coordinación de las políticas nacionales, consagrada en el artículo 130H del Acta Única Europea, España no podía diseñar su nuevo Sistema de Ciencia y Tecnología y definir sus prioridades de espaldas a la política de I+D que se estaba plasmando en el III Programa Marco.

CUADRO 2.26 III PROGRAMA MARCO DE I+D DE LA CE

LÍNEAS		SUBLÍNEAS	MECU			
1. TECNOLOGÍAS DE DIFUSIÓN			1991-92	1993-94	Total	%
1	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	Tecnologías de la Información	974	1.247	2.221	39
		Tecnologías de las Comunicaciones				
		Desarrollo de los sistemas telemáticos de interés general				
2	Tecnologías industriales y de los materiales	Tecnologías Industriales y de los materiales	390	498	888	15,5
		Medidas y pruebas				
II. GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES						
3	Medio Ambiente	Medio Ambiente	227	291	518	9,1
		Ciencias y tecnologías marinas				
4	Ciencias y Tecnologías de los seres vivos	Biotecnología	325	416	741	13
		Investigación agraria y agro-industrial (1)				
		Investigación biomédica y salud				
5	Energía	Ciencias y tecnologías de los seres vivos para los países en desarrollo	357	457	814	14,3
		Energías no nucleares				
		Seguridad de la fisión nuclear				
		Fusión termonuclear controlada				
III. APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS INTELECTUALES						
6	Capital humano y movilidad	Capital humano y movilidad	227	291	518	9,1
TOTAL			2.500	3.200	5.700	100

(1) Incluida la pesca.

A lo largo de 1990 y sobre todo en 1991 las actividades comunitarias en materia de I+D se orientaron fundamentalmente a la discusión de los contenidos técnicos y a la articulación y desglose de presupuestos de los Programas específicos. En el proceso de negociación fueron introducidas numerosas sugerencias españolas, por lo que los contenidos de los

Programas específicos son, en su conjunto, más favorables a las necesidades de los grupos españoles que las propuestas originales de la Comisión de la CE.

Aparte de una serie de criterios de carácter general, una de las prioridades defendidas con énfasis por el Gobierno español ha sido el Programa de Capital humano y movilidad. La importancia del capital humano español en el contexto comunitario, con un número de universitarios superior al millón, ha orientado la posición española; con el apoyo fundamental de Italia y de Portugal se ha conseguido que dicho Programa se ocupe, sobre todo, de la formación y movilidad de los investigadores y potencie la creación de redes de equipos y laboratorios de investigación –preferentemente extendidas en todo el territorio de la CE– que ayuden a paliar los déficits de las llamadas "regiones menos favorecidas", y que sean la respuesta práctica a algunos de los retos que, cada día en mayor medida, presentan las actividades de I+D: mayores necesidades financieras, necesidad de utilización de grandes instalaciones, multidisciplinariedad y carácter global y transnacional.

2.3.3.2 Otros Programas internacionales

España, además de participar en el Programa Marco de I+D de la CE, está presente también en organizaciones, Programas e instalaciones de carácter multilateral, que no responden a una estructura común y presentan una considerable variedad temática y organizativa. En el Cuadro 2.27 se resumen las cuotas de participación española en cada uno de ellos.

Por otra parte, la CICYT participa en otros foros internacionales donde se debaten y desarrollan aspectos generales de Política Científica y Tecnológica, tales como Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Comisión Económica Para Europa (CEPE), etc.

2.3.3.3 Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo–Quinto Centenario (CYTED–D)

La Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología y la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) cofinancian este Programa, en el que participan España, Portugal y 19 países latinoamericanos. La CICYT, a través de la Secretaría General del Plan Nacional de I+D, es el organismo signatario español. Como consecuencia de la ampliación de las acciones desarrolladas dentro del Programa –incluidas aquéllas cuyo fin es facilitar

la participación de los países iberoamericanos de menor desarrollo relativo así como de las empresas- en 1991 se han incrementado sus actividades.

CUADRO 2.27: APORTACIÓN FINANCIERA ESPAÑOLA (MPTA)

PROGRAMA	1988	1989	1990	1991
EUROPA				
Instalación Europea de Radiación Sincrotrón (ESRF)	108	234	330	371
Instituto M.V. Laue - P. Langevin (ILL)	83	80	83	84
Organización Europea de Biología Molecular (EMBO)	46	41	41	45
Laboratorio Europeo de Biología Molecular (EMBL)	177	172	171	178
EUROTRA (Traducción Automática)	38	32	9	20
Proyecto LEST (Telescopio Solar)	2	10	9	11
Fundación Europea de la Ciencia (ESF)	24	23	27	48
Agencia Europea del Espacio (ESA)	7.297	8.041	9.954	12.695
Organización Europea de Investigación Nuclear (CERN)	3.075	3.900	4.725	5.205
IBEROAMÉRICA				
CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo)	95	90	150	250
OTROS	52	40	32	33
TOTAL	10.997	12.693	15.531	18.940

En 1991 comenzaron su andadura los Proyectos de Innovación, que se denominan IBEROEKA por su similitud de funcionamiento con el Programa EUREKA. Su objetivo es aumentar la productividad de las industrias y economías nacionales mediante una estrecha colaboración entre empresas y, en su caso, centros de investigación, en el campo de la innovación y del desarrollo tecnológico (calidad, normalización, etc.). Las áreas temáticas coinciden, en principio, con las incluidas en el Programa CYTED-D, o con cualquier otra considerada interesante para las propias empresas iberoamericanas. En 1991 se han iniciado siete proyectos IBEROEKA. La CICYT ha encomendado al CDTI la gestión específica de dichos Proyectos de Innovación.

2.3.3.4. Cooperación científica bilateral

Finalmente, de acuerdo con la estructura orgánica de la Secretaría de Estado para la Cooperación Internacional y para Iberoamérica (SECIPI), la cooperación científica y tecnológica bilateral en I+D se canaliza fundamentalmente a través de la Dirección General de Relaciones Culturales y Científicas y de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), y se desarrolla al amparo de los correspondientes convenios de cooperación científica y técnica y acuerdos complementarios. Las modalidades de cooperación contempladas en estos convenios son muy variadas y entre ellas cabe citar las siguientes: intercambio de información científica y técnica; intercambio de científicos y expertos para impartir cursos y conferencias; realización de labores de asesoría y visitas de carácter técnico y científico; organización de seminarios, reuniones y congresos de carácter científico y técnico; y ejecución de proyectos de investigación sobre temas de interés común.

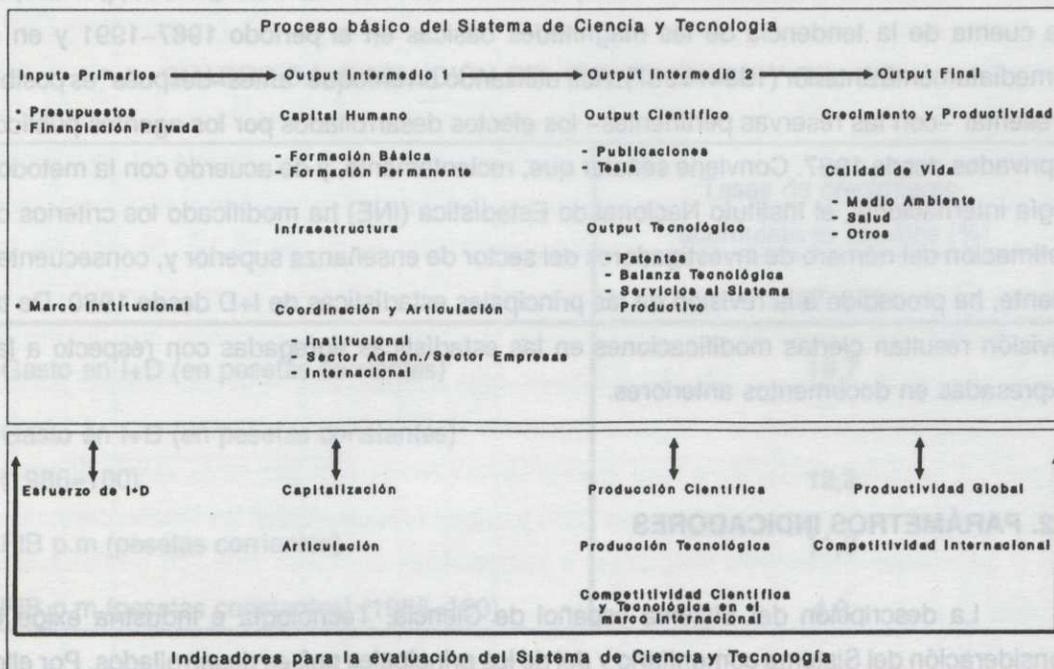
El Programa de Cooperación Científica con Iberoamérica presenta un interés especial por el ámbito geográfico en el que se extiende. Es un Programa del Ministerio de Educación y Ciencia, y la Secretaría General del Plan Nacional de I+D está representada en la Comisión de adjudicación de los proyectos para coordinar sus acciones con las del Plan Nacional. Se estructura en acciones de cuatro tipos: Proyectos de investigación conjunta; Formación en Política Científica; Formación de investigadores en ciencia y tecnología; y Cursos de posgrado. Las citadas acciones se desarrollan en las siguientes áreas: Medio Ambiente y Recursos Naturales; Ganadería, Agricultura y Tecnología de Alimentos; Salud y Nutrición; Química Fina Farmacéutica; Biotecnología; Nuevos Materiales; Tecnología de la Producción y de las Comunicaciones; Estudios Sociales y Culturales sobre América Latina; Información para la Investigación Científica y Tecnológica; y Física de Altas Energías; temas todos ellos afines a los correspondientes Programas Nacionales de Plan Nacional de I+D.

3. EVALUACIÓN EN 1991 DEL SISTEMA ESPAÑOL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

3.1. INTRODUCCIÓN

Es objeto de este capítulo la descripción de la evolución reciente del Sistema español de Ciencia y Tecnología, así como de la política científica y tecnológica vigente en nuestro país, de acuerdo con el modelo establecido en la Figura 3.1 y siguiendo el proceso básico del Sistema y los indicadores correspondientes para su evaluación. El modelo planteado permite evaluar la evolución del Sistema de Ciencia y Tecnología a partir de la que han experimentado los indicadores correspondientes a los inputs y outputs mencionados. Así, los inputs se miden a través del esfuerzo dedicado a la I+D en general y a cada uno de los sectores que participan en el sistema en particular. Los outputs intermedios 1 se valoran mediante las mejoras observadas en el capital humano y en la infraestructura del Sistema, y se analiza, además, el grado de coordinación y articulación de los diversos agentes participantes.

FIGURA 3.1
MODELO GENERAL DE EVALUACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE I+D



En una segunda aproximación, los outputs intermedios 2 –que miden los efectos de los esfuerzos anteriores– se evalúan por medio de los correspondientes indicadores de "resultado": producción científica (publicaciones en revistas científicas de prestigio) y producción tecnológica (patentes y balanza tecnológica), así como a través del incremento de la competitividad científica y tecnológica del Sistema español, que resulta de su comparación con la de otros países del entorno socioeconómico.

Finalmente, el efecto de los avances en Ciencia y Tecnología sobre el entorno social se mide por la evolución de los indicadores de competitividad comercial en sectores industriales de contenido tecnológico elevado, ya que la medida del incremento de la calidad de vida (medio ambiente, salud, etc.) asociada a los avances de la ciencia y la tecnología es difícilmente cuantificable.

A la descripción del Sistema español de Ciencia y Tecnología acompaña una evaluación de sus resultados y una proyección de su trayectoria futura, en la perspectiva de una convergencia gradual del Sistema español con el comunitario. La proyección de la convergencia futura se fundamenta en una adaptación del modelo de evaluación del Sistema de Ciencia y Tecnología, que se describe en la citada Figura 3.1.

Desde el punto de vista metodológico, conviene subrayar las discontinuidades observadas en la evolución del Sistema español de Ciencia y Tecnología. En principio, tales discontinuidades se relacionan con la implantación del Plan Nacional en 1988; por ello, se da cuenta de la tendencia de las magnitudes básicas en el período 1987–1991 y en el inmediatamente anterior (1984–1987). Así, utilizando un enfoque "antes–después" es posible presentar –con las reservas pertinentes– los efectos desarrollados por los agentes públicos y privados desde 1987. Conviene señalar que, recientemente, y de acuerdo con la metodología internacional, el Instituto Nacional de Estadística (INE) ha modificado los criterios de estimación del número de investigadores del sector de enseñanza superior y, consecuentemente, ha procedido a la revisión de las principales estadísticas de I+D desde 1980. De tal revisión resultan ciertas modificaciones en las estadísticas agregadas con respecto a las expresadas en documentos anteriores.

3.2. PARÁMETROS INDICADORES

La descripción del Sistema español de Ciencia, Tecnología e Industria exige la consideración del Sistema comunitario y del de los principales países desarrollados. Por ello, dentro de las disponibilidades estadísticas, a la descripción de los parámetros del Sistema acompaña una referencia a los valores del mismo en otros países. Parte de las cifras relati-

vas a 1991 y 1992, expresadas en este apartado, son proyecciones o previsiones del INE o de la propia Secretaría General del Plan Nacional, estando sujetas, por tanto, a revisiones posteriores. De acuerdo con el modelo descrito, se pueden establecer cuatro apartados: gasto y financiación de actividades de I+D, recursos humanos, productividad y competitividad científica y tecnológica, y competitividad comercial.

3.2.1. Gasto y financiación de actividades de I+D

Los recursos financieros dedicados a I+D son el input primario básico del Sistema de Ciencia y Tecnología. Aunque la contabilidad privada y pública de las actividades de I+D presenta dificultades, la más grave de las cuales es la relacionada con la determinación del concepto estadístico de I+D, las estadísticas disponibles permiten realizar análisis comparativos –en el tiempo y entre países– sobre los recursos destinados a dichas actividades.

El Cuadro 3.1 muestra la evolución del gasto en I+D y del Producto Interior Bruto (PIB) en nuestro país. En el período 1987–1991 el gasto en I+D, en pesetas corrientes, registró una tasa de crecimiento acumulativa anual del 19,7%, equivalente al 12,2% en pesetas constantes. Adviértase que las tasas de crecimiento de los gastos en I+D triplican el crecimiento del PIB; de ello cabe deducir que en los últimos años, especialmente a partir de 1988, la sociedad española ha realizado un importante esfuerzo de inversión en capital científico y tecnológico mediante el fomento de las actividades de I+D.

CUADRO 3.1: EVOLUCIÓN DEL GASTO EN I+D Y DEL PIB

	Tasas de crecimiento acumulativas anuales (%)
	1987–1991
Gasto en I+D (en pesetas corrientes)	19,7
Gasto en I+D (en pesetas constantes) (1986=100)	12,2
PIB p.m.(pesetas corrientes)	11,0
PIB p.m.(pesetas constantes) (1986=100)	4,0

Fuentes: OCDE, INE, Secretaría General del Plan Nacional de I+D y Ministerio de Economía y Hacienda.

Los datos contenidos en el Cuadro 3.3, que sintetizan para España las cifras básicas que aparecen en el Cuadro 3.2, son fiel reflejo de lo mencionado anteriormente. De un porcentaje del 0,56% en 1985 se ha pasado al 0,87% en 1991 –considerado el PIB a precios de mercado– habiéndose reducido considerablemente las diferencias que separan a España de los países más avanzados en este indicador. Con todo, hay que subrayar que el esfuerzo registrado en España sigue siendo inferior a los observados en países como Italia (1,35% en 1991) o Francia (2,42% en 1990), existiendo diferencias notables con el esfuerzo agregado de la CE que se sitúa en torno a un 2% en 1990.

La aproximación del esfuerzo español en I+D a los niveles de nuestro entorno está relacionada con el diferencial de crecimientos y, sobre todo, con la atención que los agentes públicos y privados prestan a las actividades de I+D. El mismo Cuadro 3.3 permite comparar la evolución del gasto en I+D de España con la de los países más desarrollados. Para proceder a tal comparación, se ha transformado el gasto nacional en I+D en dólares corrientes mediante los coeficientes de conversión de paridades de poder de compra de la OCDE. Las tasas de crecimiento registradas en España, especialmente en el período 1987–1990, son muy superiores a las observadas en los países comunitarios, Estados Unidos y Japón.

Los datos ponen de manifiesto que la tasa de crecimiento más elevada (23,3%) se registra en el sector empresa, frente al 20,9% del conjunto de sectores. Así pues, el crecimiento del gasto se ha visto apoyado por un mayor esfuerzo de ejecución de las empresas. El esfuerzo desarrollado por el sector empresa no es independiente de los incentivos públicos subyacentes a la estructura de financiación de actividades de I+D. En el período 1987–1991, el crecimiento de la financiación pública nacional y extranjera –contabilizando en esta última, sobre todo, los fondos procedentes de la CE– permitió apoyar el aumento del gasto ejecutado en el conjunto de sectores. En términos agregados, se aprecia un incremento notable de las transferencias procedentes de esas fuentes de financiación al sector empresa, que alcanzan en el período 1987–1991 un crecimiento anual del 33,3%. Si en 1984 las transferencias de los sectores público y extranjero al sector empresa alcanzaban el 2,6% del gasto total en I+D, en 1991 eran equivalentes al 12,7%. Hay que advertir que la cifra de transferencias ha sido calculada sobre la base de la diferencia entre la financiación pública y extranjera del gasto interno y el gasto ejecutado en España por los sectores de Administración y Enseñanza Superior; a tales efectos se ha considerado, por tanto, que la financiación procedente del extranjero tiene por base y origen fundamentales los fondos comunitarios y las cuotas a diferentes programas e instalaciones europeas, que son de naturaleza pública.

CUADRO 3.2: GASTO EJECUTADO Y ORIGEN DE LOS FONDOS DESTINADOS A ACTIVIDADES DE I+D EN ESPAÑA

GASTO EJECUTADO EN ACTIVIDADES DE I+D EN ESPAÑA (MILES DE MPTA)										
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Administración	28	31	33	37	49	58	67	77	90	102
Enseñanza Superior	22	25	28	32	37	44	55	69	79	90
Sector Empresa	47	52	65	86	111	127	164	191	236	281
IPSFL	--	--	--	--	1	2	2	2	2	2
TOTAL	96	108	126	155	198	231	288	339	407	475

ORIGEN DE FONDOS PARA ACTIVIDADES DE I+D EN ESPAÑA (MILES DE MPTA)										
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Del exterior	1	1	1	7	3	3	7	16	19	22
Administración Central	44	50	56	60	70	88	107	120	150	167
Administración Autonómica	3	4	4	9	15	18	21	25	35	45
Universidades	3	3	3	5	11	12	13	14	15	18
Sector Empresa	45	50	62	74	97	108	138	162	186	221
IPSFL	--	--	--	--	2	2	2	2	2	2
TOTAL	96	108	126	155	198	231	288	339	407	475
Al exterior	3	3	4	6	14	21	26	45	46	48

Administración Central: Presupuestos Generales del Estado (PGE), excluyendo las aportaciones al exterior, que se recogen en la parte inferior del cuadro.

Administración Autonómica y universidades: Estimaciones de la SGPN.

Sector Empresa: INE. Los datos de 1990 y 1991 son estimaciones de la SGPN.

Del Exterior: Hasta 1989 datos del INE. Para 1990-1991 estimaciones del INE y de la SGPN.

Al exterior: Incluye las aportaciones o cuotas a programas internacionales, consignados en los PGE, así como una estimación de la aportación al Programa Marco de I+D de la CE.

Fuentes: Instituto Nacional de Estadística y Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

CUADRO 3.3: ESFUERZO EN ACTIVIDADES DE I+D POR PAÍSES

PAÍSES	Gasto en I+D sobre PIB p.m. (%)								Tasa media acumulativa anual del gasto en I+D (%) (*)		
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1985-1987	1987-1990	1985-1990	
Alemania	2,71	--	2,86	2,83	2,88	2,81	--	7,5	7,1	7,3	
Italia	1,12	1,14	1,19	1,23	1,25	1,36	1,35	8,7	9,9 (2)	9,5 (2)	
Francia	2,25	2,23	2,27	2,28	2,32	2,42	--	5,4	9,1	7,6	
Reino Unido	2,31	2,34	2,25	2,22	2,25	--	--	5,6	7,2 (1)	6,4 (1)	
España	0,56	0,61	0,64	0,72	0,75	0,81	0,87	15,4	16,6 (2)	16,1 (2)	
CE	1,89	1,92	1,96	1,94	1,98	1,99	--	7,8	8,2	8,0	
Estados Unidos	2,93	2,91	2,87	2,83	2,82	2,79	2,75	4,9	5,3 (2)	5,2 (2)	
Japón	2,77	2,75	2,82	2,86	2,98	--	--	6,9	12,2 (1)	9,6 (1)	
España: PIB al coste de los factores		0,67	0,70	0,78	0,82	0,88	0,94				

(*) En dólares corrientes; cifras ajustadas según paridad de poder de compra de la OCDE.

(1) Hasta 1989

(2) Hasta 1991

Fuentes: OCDE e INE para España.

De ello cabe concluir que el esfuerzo desarrollado por el sector empresa se ha sustentado en una política de incentivos públicos –en forma de apoyos financieros de diferente índole– para la realización de actividades de I+D. Hay que añadir, además, el fuerte crecimiento de la financiación pública dedicada al gasto ejecutado en el exterior, que corresponde a la participación española en los Programas internacionales (Cuadro 3.2). En el Cuadro 3.4 se recoge la distribución sectorial del gasto en I+D del sector empresa en diferentes fases. Se observa que la concentración industrial de las actividades de I+D en el sector empresa no es un rasgo único del Sistema español. De su lectura cabe concluir que la principal diferencia entre España y esos países reside en el alto valor del porcentaje correspondiente a la industria no manufacturera, que posiblemente está relacionado con actividades de investigación energética. En efecto, en nuestro país el 22,5% del gasto empresarial se realiza en la industria no manufacturera frente a porcentajes mucho más reducidos en el resto de los países considerados.

CUADRO 3.4: DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DEL GASTO EN I+D
EJECUTADO EN EL SECTOR EMPRESA (%)

	Aeroespacial	Eléctrica y Electrónica	Maquinaria de oficina y ordenadores	Industria farmacéutica	Otras industrias manufactureras	Industria no Manufacturera
Alemania (1)	5,8	27,9	—	—	—	5,1
Francia (2)	18,4	25,7	3,8	7,2	36,9	7,9
Italia (3)	10,8	19,0	6,5	13,7	38,9	11,0
Reino Unido (4)	14,1	20,7	10,5	12,2	28,4	14,1
España (4)	7,0	19,8	5,8	8,7	36,6	22,5
Japón (4)	—	34,1	—	5,5	53,9	6,4
Estados Unidos (5)	25,8	16,8	—	4,8	—	8,8

(1)1987. (2)1989. (3)1990. (4)1989. (5)1988.

Fuente: OCDE y elaboración propia.

El segundo gran sector de financiación y ejecución del gasto en I+D es el sector público, que a estos efectos incluye Administraciones Públicas y Enseñanza Superior. La primera caracterización de las actividades públicas de I+D está relacionada con sus objetivos, cuya estructura en España y en la CE se refleja en el Cuadro 3.5. De su lectura cabe deducir que, en el período 1985–1989, se ha producido en España un incremento relativo

de los fondos destinados a objetivos tecnológicos al mismo tiempo que la investigación en objetivos humanos y sociales ha pasado del 9% en 1985 al 13% en 1989. El resultado final del proceso produce una estructura similar a la comunitaria, con un peso notablemente más elevado de los objetivos tecnológicos, que responde a la necesidad de prestar mayor atención a los objetivos que a medio plazo pueden mejorar la competitividad industrial española.

CUADRO 3.5: ESTRUCTURA DE LA FINANCIACIÓN PÚBLICA*

	CE-12		ESPAÑA	
	1985	1989	1985	1989
Objetivos humanos y sociales	12	12	9	13
Objetivos tecnológicos	37	34	39	42
Agricultura	5	5	8	8
Investigación financiada por universidades	28	30	22	20
Investigación no orientada	15	16	19	13
Investigación no distribuida	3	3	3	4
TOTAL	100	100	100	100

* Se excluye el sector defensa.

Fuente: EUROSTAT.

Por otra parte, el proceso de ajuste de la estructura de la financiación pública por objetivos se ha basado en un incremento considerable de los recursos públicos puestos a disposición del sector empresa. Mención especial merece el comportamiento de las Administraciones Autonómicas que en 1987 financiaban el 7,8% del gasto interior, habiéndose elevado dicho porcentaje al 9,5% en 1991, lo que implica un crecimiento medio anual próximo al 20,1% en este período.

3.2.2. Recursos humanos

La inversión en capital humano investigador es consecuencia inmediata de los recursos nacionales dedicados a la investigación y es factor determinante, a medio y largo plazo, del potencial científico y tecnológico. Por esta razón, es preciso convenir que la evolución del número de investigadores y del personal dedicado a I+D es un indicador avanzado del progreso técnico.

Los Cuadros 3.6 a 3.8 ofrecen las cifras más relevantes sobre la evolución del personal de I+D y sobre el número de investigadores en España y en los países de nuestro entorno económico en el periodo de referencia. El Cuadro 3.7 muestra que el incremento del esfuerzo nacional en I+D se ha traducido en inversiones considerables en capital humano. Así, en el período 1987-1991 la tasa media acumulativa anual de crecimiento de personal de I+D, que se sitúa en torno a un 9%, es muy superior a las tasas registradas en los otros países en el período más reciente. En el período 1984-1990, por ejemplo, la tasa acumulativa anual registrada en España duplica las observadas en países como Italia y Francia. Fenómeno similar es el relativo a la evolución del número de investigadores en equivalente a dedicación plena (EDP), cuya tasa de crecimiento anual se situó, en el período 1987-1991, en torno al 10%, frente al 3,8% de Italia o al 5% de Francia en un período similar.

Con todo, siguen percibiéndose diferencias notables entre España y el resto de los países considerados en cuanto a la relación entre personal de I+D o número de investigadores y población activa. Así, la primera relación, que alcanzó un 4,5 por mil en 1991, es notablemente inferior a los cocientes de Francia o Reino Unido, que se sitúan por encima del 10 por mil. Lo mismo sucede en la relación entre el número de investigadores y la población activa; el indicador correspondiente (2,56 por mil en 1991) es inferior a la cuota de Francia (5,0 por mil) o de Italia (3,1 por mil). En definitiva, pese al esfuerzo realizado en los últimos años, España dedica, en términos relativos, pocos recursos humanos a actividades de I+D. Adviértase que las variables analizadas responden, con un cierto desfase, a la inyección de recursos económicos y, por tanto, conviene prestar atención a la evolución reciente del número de investigadores en proceso de formación, que a medio plazo establece un límite sobre las posibilidades de incrementar el porcentaje de población activa dedicada a la I+D.

El Cuadro 3.9 pone de manifiesto las principales cifras relativas a la evolución reciente de los becarios en proceso de formación investigadora. En el período 1987-1991, la tasa media acumulativa anual de crecimiento del número de becarios se situó en torno a un 16%, tasa que prácticamente duplica la del número de investigadores registrada en el mismo periodo. No parece, por tanto, que la ausencia de candidatos a ocupar las plazas de nueva creación –incluso si se tiene en cuenta la desviación de los investigadores formados hacia otras actividades y la mortalidad natural del proceso de formación– limite en los próximos años el crecimiento del número de investigadores.

CUADRO 3.6: ACTIVIDADES DE I+D. RECURSOS HUMANOS

	PERSONAL I+D										
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990*	1991*	
Administración	10.594	10.213	10.695	9.362	11.686	12.507	13.584	14.605	14.900	15.300	
Universidades	11.723	13.053	13.571	14.433	14.383	15.393	16.844	17.554	18.800	19.900	
Empresas	12.914	12.905	15.021	16.859	18.878	20.203	23.908	25.865	29.000	32.200	
TOTAL	35.231	36.171	39.287	40.654	44.947	48.103	54.336	58.024	62.700	67.400	
INVESTIGADORES											
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	
Administración	3.381	2.918	2.871	2.789	4.165	4.525	5.610	5.864	6.400	7.000	
Universidades	12.021	13.033	13.534	13.731	14.200	15.100	16.832	17.554	18.600	19.700	
Empresas	3.381	3.501	4.101	4.934	6.160	6.835	8.728	9.394	10.500	11.300	
TOTAL	18.783	19.452	20.506	21.454	24.525	26.460	31.170	32.812	35.500	38.000	

Nota: Todas las cifras expresan el número en Equivalente a Dedicación Plena (EDP).

Fuentes: INE. Los datos de los años expresados con * son estimaciones de la SGPN.

RECURSOS HUMANOS. INDICADORES

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991*
Población Activa	13.491	13.707	13.719	13.777	14.011	14.348	14.573	14.819	15.020	15.020
% Investigadores/Pobl. Act.	1,39	1,42	1,49	1,56	1,75	1,84	2,14	2,21	2,36	2,56
% Personal/Pobl. Activa	2,61	2,64	2,86	2,95	3,21	3,35	3,73	3,92	4,17	4,49

* Datos de población activa: Informe de Coyuntura Económica. Ministerio de Economía y Hacienda (Septiembre, 1991).

CUADRO 3.7: PERSONAL DE I+D EN DEDICACIÓN PLENA POR PAÍSES

PAÍSES	(Personal de I+D/Población activa) (1000)				Tasas medias acumulativas anuales (%)			
	1984	1987	1989	1991	1984-1987	1987-1989	1984-1990	
Alemania	13,8(1)	14,3	—	—	7,5(3)	—	—	—
Reino Unido	10,2(1)	10,1	10,0(2)	—	1,3(3)	1,5(4)	1,3(3)(4)	—
Italia	4,8	5,3	5,8	—	4,4	3,8(5)	4,2(5)	—
Francia	11,3	11,5	11,9	—	3,6	5,0(5)	4,2(5)	—
España	2,9	3,3	4,0	4,5	7,0	8,8	8,0	—
Estados Unidos	—	—	—	—	—	—	—	—
Japón	12,3	13,2	13,8	—	4,7	4,5(5)	4,6(5)	—

(1) 1985

(2) 1988

(3) Desde 1985

(4) Hasta 1988

(5) Hasta 1989

Fuentes: OCDE; para España, INE; los datos de 1991 son estimaciones de la Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

CUADRO 3.8: INVESTIGADORES EN DEDICACIÓN PLENA POR PAÍSES

PAÍSES	(Investigadores/Población activa) (1000)				Tasas medias acumulativas anuales (%)			
	1984	1987	1989	1991	1984-1987	1987-1989	1984-1989	
Alemania	4,7(1)	5,6	—	—	6,1(3)	—	—	—
Reino Unido	4,5(2)	4,6	—	—	1,3(4)	1,5(5)	1,3(2)(5)	—
Italia	2,7	2,9	3,1	—	4,4	3,8	4,2	—
Francia	4,1	4,5	5,0	—	3,6	5,0	4,2	—
Estados Unidos	6,9	7,6	—	—	5,0	2,6(5)	4,4(5)	—
España	1,49	1,84	2,21	2,56	8,9	9,5(6)	9,2(6)	—
Japón	7,6	8,4	8,9	—	4,7	4,5	4,6(5)	—

(1) 1983.

(2) 1985.

(3) Desde 1983.

(4) Desde 1985.

(5) Hasta 1988.

(6) Hasta 1991.

Fuentes: OCDE; para España, INE; los datos de 1991 son estimaciones de la Secretaría General del Plan Nacional de I+D

CUADRO 3.9: EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE BECARIOS
EN PROCESO DE FORMACIÓN (FINANCIACIÓN PÚBLICA)

			Tasas de crecimiento acumulativas anuales (%)	
	1987	1991	1982-1987	1987-1991
Plan Nacional de I+D (*)	3.683	6.547	13,6	15,5
– en España	3.240	5.137	14,6	12,2
– en Extranjero	443	1.410	14,5	33,6
Otros organismos	699	1.540	—	21,8
Comunidades Autónomas y otros (1)	1.998	3.300	—	13,4
TOTAL	6.380	11.387	27,9	15,6

(*) Las becas del Plan Nacional responden a las convocatorias del Programa Nacional de Formación de Personal Investigador y a las del Programa Sectorial del Ministerio de Educación y Ciencia, integrado en el Plan Nacional de I+D. Los datos de 1987 se refieren a dicho Programa Sectorial.

(1) El número de becarios de las Comunidades Autónomas resulta de una estimación propia hecha sobre la base de su presupuesto. Las cifras de 1991 son estimaciones. En las cifras globales utilizadas en el cuadro se incluyen otras actuaciones por parte de Fundaciones, entidades financieras y otros orígenes.

Fuentes: Secretaría General del Plan Nacional de I+D e INE.

En primer lugar, y salvo algunas áreas temáticas con demanda limitada, no es previsible que se produzca un exceso de posbecarios, a no ser que se reduzcan drásticamente las cifras de crecimiento del Sistema español de Ciencia y Tecnología. En segundo lugar, la formación de investigadores en el extranjero, que se ha incrementado notablemente en los últimos años, se justifica no sólo por razones científicas sino también porque el número de investigadores-formadores es insuficiente para apoyar un proceso masivo de formación de nuevos investigadores, singularmente en algunas áreas. Y en tercer lugar, el esfuerzo realizado en este campo por el Plan Nacional de I+D ha dado lugar a iniciativas de la misma naturaleza por parte de otras instituciones, por ejemplo, de las Comunidades Autónomas; así, los Programas de las Comunidades Autónomas ampararon en 1991 a unos 3.300 becarios frente a 2.000 en 1987.

Finalmente, conviene recordar la doble dedicación del profesorado universitario, cuyos cuerpos se renuevan sobre la base de la inserción gradual de los becarios y estudiantes de tercer ciclo en el sistema educativo superior. En este sentido, estudios recientes del Ministerio de Educación y Ciencia, sometidos a debate en el Consejo de Universidades,

ponen de manifiesto la existencia de importantes déficits de profesorado en algunas áreas de conocimiento y muestran la dificultad de atender a la demanda de plazas en enseñanzas técnicas, en razón de la escasez de profesorado. Este hecho es particularmente llamativo si se tiene en cuenta que en nuestro país, a diferencia de lo que viene sucediendo en los principales países occidentales, las sucesivas cohortes siguen mostrando un interés notable en la realización de estudios técnicos. La actual población de becarios permite contemplar con cierto optimismo el futuro de estas enseñanzas en nuestro país.

3.2.3. Productividad y competitividad científica y tecnológica

Tales indicadores integran el denominado vector de outputs intermedios 2. La producción científica de un país resulta de los recursos económicos destinados a las actividades de I+D y de sus rendimientos. De acuerdo con la información suministrada por la base de datos del Institute for Scientific Information (ISI), el Sistema español ha incrementado su cuota de producción científica sobre la de los países del entorno de manera considerable, tal como muestra el Cuadro 3.10. En definitiva, el Sistema español ha experimentado una ganancia de competitividad científica en el periodo 1984-1991 no inferior al 40% respecto a los países citados y, globalmente, del 89% respecto al total mundial. Por otra parte, es preciso señalar que, con respecto a la CE, la producción científica española alcanzó en 1991 una cuota próxima al 6%, frente al 4,5% en 1987 y al 3,7% en 1984, es decir, la ganancia de competitividad científica observada en el período 1984-1991 se sitúa en torno al 62% en relación a la CE.

Asimismo, recordemos que el incremento de las cuotas de producción científica se ha visto acompañado de un aumento de su calidad relativa; el análisis temporal de la clasificación de las revistas por áreas e índice de impacto pone de manifiesto que mientras en 1984 el 30% de los artículos firmados por investigadores españoles correspondían a revistas con un índice de calidad situado en el intervalo 1-16, en 1991 el mismo porcentaje se concentra en revistas de intervalo 1-7. Del mismo modo, en 1984 el 75% de los artículos españoles se situaban en revistas de intervalo 1-95, mientras que en 1991 ese porcentaje se situó en el intervalo 1-40. Por otra parte, conviene precisar la evolución de la producción científica española por áreas. Como muestra el Cuadro 3.11, en el período 1982-1991, la tasa media acumulativa anual de crecimiento de la producción, en términos de número de publicaciones, es superior al 10%. Los crecimientos más importantes se registran en las áreas de Ciencias Agrarias e Ingeniería, juntamente con los observados en Ciencias Físicas y Químicas. Adviértase que la producción científica española ha aumentado su competitividad con carácter general en todas las áreas y con respecto a los principales países desarrollados.

CUADRO 3.10: PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE ESPAÑA Y OTROS PAÍSES

PAÍSES	Cuotas de Producción Científica sobre países del entorno (+) (%)				Ganancia de Competitividad Científica de España con respecto a cada país (%) (*)			Rendimientos Científicos	
	1984	1987	1990	1991	1984-1987	1987-1991	1984-1991	Investigadores (**)	Gastos en I+D (***)
	Alemania	15,7	18,3	23,2	24,2	16	32	54	29
Francia	19,7	23,6	30,1	32,1	20	36	63	32	0,59
Italia	39,6	50,6	56,1	56,4	28	11,4	42	24	0,57
Reino Unido	13,1	16,6	20,6	22,9	27	37,9	75	42	0,35
Estados Unidos	2,5	3,4	4,3	4,2	36	26	72	26	0,61
España	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	30	0,29
Todo el Mundo	0,9	1,2	1,6	1,7	33	42	89	—	—

(+) Las cuotas (relativas) resultan del cociente de la producción científica de España en relación al país de referencia en porcentaje.

(*) Las ganancias en competitividad científica se miden a través del índice: $100 \times \frac{[(PE/PX)/(PE/PX)0] - 1}{[PE/PX]0 - 1} \times 100$ donde PE y PX indican, respectivamente, la producción científica (número de publicaciones) de España (E) y del país (X) en el año base (0) y en el año de evaluación (t).

(**) Número de publicaciones por 100 investigadores a dedicación plena (EDP). Los datos considerados corresponden a 1988, salvo los del Reino Unido y Alemania que son de 1987.

(***) Gastos en I+D (millones de \$) por publicación. Los datos se refieren a 1990, salvo los del Reino Unido que corresponden a 1988.

Fuente: Base de datos del Institute for Scientific Information (ISI).

CUADRO 3.11: PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE ESPAÑA POR ÁREAS CIENTÍFICAS

ÁREAS	TASAS MEDIAS ACUMULATIVAS ANUALES (%) (1982-1991)	GANANCIAS DE COMPETITIVIDAD CIENTÍFICA DE ESPAÑA CON RESPECTO A OTROS PAÍSES (1981-1991) (%)*				
		Alemania	Reino Unido	Italia	Francia	Total
Ciencias Agrarias	13,98	165	171	124	169	185
Ciencias Clínicas	7,32	130	37	45	95	70
Ingenierías	13,49	146	162	82	106	161
Ciencias de la Vida	9,4	128	109	53	98	121
Ciencias Físicas y Químicas	12,49	83	118	70	89	126
Total Publicaciones distintas	10,11	106	96	58	97	117

* El indicador de ganancias en competitividad científica está definido en el Cuadro 3.10.

Fuente: Base de Datos del Institute for Scientific Information (ISI).

En definitiva, y con carácter general, cabe afirmar que el esfuerzo económico de los últimos años se ha traducido en una oferta científica cualitativa y cuantitativamente más competitiva que la existente a mediados de la década. En nuestro modelo de descripción del Sistema español de Ciencia y Tecnología, el vector de outputs intermedios 2 está integrado por los indicadores de producción y competitividad científica y también por los de producción y competitividad tecnológica. A pesar de sus limitaciones, los dos indicadores actualmente empleados para medir la competitividad tecnológica de un país son las patentes y la balanza tecnológica.

Por lo que se refiere a las primeras, cuyos datos proceden directamente de la OCDE e indirectamente de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) y de la Oficina Europea de Patentes (EPO), los índices a considerar son la tasa de penetración de patentes extranjeras en el mercado nacional y la tasa acumulativa media anual de patentes presentadas en el extranjero. El primer indicador incluye el número de patentes presentadas en cada país por residentes y no residentes; la construcción del indicador neutraliza en parte los efectos de las modificaciones del marco normativo nacional en materia de patentes sobre la evolución de la variable. El segundo indicador pretende medir el ritmo de crecimiento de la competitividad internacional de la oferta tecnológica nacional.

El Cuadro 3.12 muestra que la tasa de penetración de patentes extranjeras en nuestro país (13,4 en 1989) es muy superior a la de los países de nuestro entorno. Con todo, parece observarse una cierta ralentización del crecimiento del indicador; así, la penetración alcanzó en 1988 un nivel de 13,3, frente a 5,0 de 1984. Además, hay que constatar el fuerte crecimiento de las patentes nacionales presentadas en el extranjero observado en los años 1987-1989; la tasa correspondiente es incluso superior a las registradas en los países de nuestro entorno. Tal hecho parece reflejar una mayor presencia de la tecnología española en el Sistema internacional de Ciencia y Tecnología, debiendo ser interpretado con los criterios de valoración establecidos más arriba. Adviértase, a este respecto, que la tasa acumulativa media anual en 1987-1989 multiplica por cinco la observada en el período 1984-1987.

CUADRO 3.12: EVOLUCIÓN DE LAS PATENTES POR PAÍSES

PAÍSES	Tasa de penetración de Patentes Extranjeras*			Tasa media acumulativa anual (%)** de Patentes Nacionales en el Extranjero		
	1984	1987	1989	1984-1987	1987-1989	1984-1989
Alemania	1,3	1,5	1,8	7,6	10,2	8,6
Francia	3,6	3,7	4,6	7,2	11,6	9,0
Italia	4,2	4,0	4,7	14,1	5,2	10,4
Reino Unido	2,4	2,6	3,2	11,3	13,6	12,2
España	5,0	12,4	13,4	3,2	17,0	8,5
Estados Unidos	0,8	0,9	1,0	6,1	16,3	10,2
Japón	0,1	0,1	0,1	10,5	16,0	12,7
CE	2,0	2,3	3,0	4,2	10,9	6,8

* Se refiere a la relación entre patentes presentadas en cada país por no residentes y por residentes.

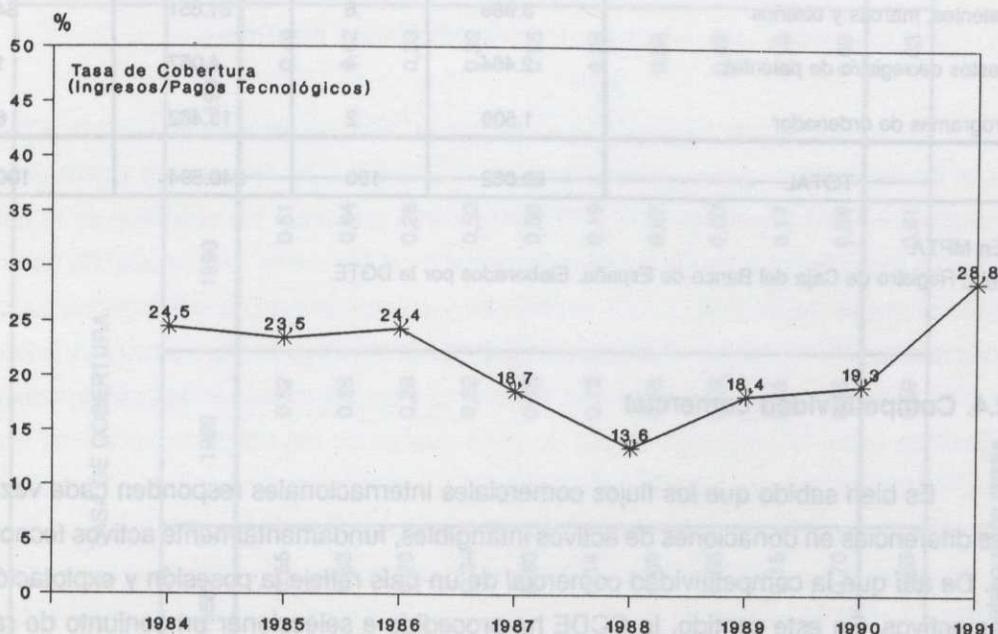
** Se refiere al número de patentes presentadas en el extranjero por los residentes de cada país.

Fuentes: OCDE y elaboración propia.

La segunda clase de indicadores se refiere a la evolución de la balanza tecnológica, que registra las transacciones de cada país con el exterior en materia de tecnología y, más concretamente, valora la contrapartida financiera de la adquisición o utilización de patentes, licencias, *know-how* y servicios de asistencia técnica. El origen principal de los datos suministrados es la OCDE, que homogeneiza las estadísticas procedentes de fuentes nacionales y las ajusta a las convenciones contables internacionales sobre balanza tecnológica. No es preciso señalar que tales convenciones excluyen los flujos tecnológicos incorporados al capital físico, cuyo análisis se expone en el epígrafe siguiente.

La Figura 3.2, que muestra la evolución de la tasa de cobertura de la balanza tecnológica en el período 1984-1991, pone de manifiesto que el nivel de la tasa (0,29) en el ejercicio 1991 parece responder a una evolución favorable de la balanza tecnológica iniciada en 1988, año en que alcanzó la cota más baja de la década, debido al primer paso liberalizador de las transacciones tecnológicas.

FIGURA 3.2
EVOLUCION DE LA BALANZA TECNOLOGICA
TASA DE COBERTURA



Por otra parte, es preciso relativizar el valor de la información suministrada por la balanza tecnológica; en el Cuadro 3.13, se desglosan por rúbricas los diferentes ingresos y pagos para 1991: se observa una concentración muy importante de las transacciones en las actividades de asistencia técnica, que da lugar al 74% de los ingresos y al 51% de los pagos. La balanza presenta un superávit en la rúbrica de participación de actividades en I+D, lo que muestra el signo de la integración del Sistema español de Ciencia y Tecnología en el Sistema internacional.

CUADRO 3.13: DESGLOSE DE LA BALANZA TECNOLÓGICA POR RÚBRICAS
(1991)

	INGRESOS		PAGOS	
	Importe (*)	%	Importe (*)	%
Asistencia Técnica	51.363	74	122.589	51
Formación de personal	654	1	4.771	2
Participación actividades de I+D	9.083	13	14.064	6
Patentes, marcas y diseños	3.989	6	81.651	34
Gastos de registro de patentes	2.464	4	4.057	1
Programas de ordenador	1.509	2	13.462	6
TOTAL	69.062	100	240.594	100

(*) En MPTA.

Fuente: Registro de Caja del Banco de España. Elaborados por la DGTE.

3.2.4. Competitividad comercial

Es bien sabido que los flujos comerciales internacionales responden cada vez más a las diferencias en donaciones de activos intangibles, fundamentalmente activos tecnológicos. De ahí que la competitividad comercial de un país refleje la posesión y explotación de tales activos. En este sentido, la OCDE ha procedido a seleccionar un conjunto de ramas industriales "de contenido tecnológico elevado", cuyos intercambios comerciales son, en principio, sensibles a las diferencias tecnológicas entre países. La consideración de la balanza comercial correspondiente a tales ramas industriales completa la descripción del Sistema español de Ciencia y Tecnología, vinculando tal sistema al comportamiento comercial de las ramas industriales reseñadas.

El Cuadro 3.14 muestra el comportamiento relativamente débil del comercio exterior en ramas industriales de contenido tecnológico elevado. Sin embargo, desde 1988 cabe apreciar mejoras de la competitividad comercial en sectores tales como material electrónico, maquinaria de oficina y ordenadores, e instrumentos de precisión, y una estabilización de la tendencia en sectores como industria química, maquinaria y material eléctrico, y otro material de transporte. En definitiva, el período 1987-1991 coincide con un fenómeno de ligera recuperación del saldo comercial en los sectores más intensivos en tecnología.

CUADRO 3.14: EVOLUCIÓN DEL COMERCIO EXTERIOR EN SECTORES INTENSIVOS EN TECNOLOGÍA (precios corrientes)

SECTORES	TASA DE COBERTURA					TASA MEDIA ACUMULATIVA ANUAL DE CRECIMIENTO (1987-1991)	
	1987	1988	1989	1990	1991	Exportaciones	Importaciones
Químico	0,53	0,55	0,52	0,51	0,49	8,1	10,3
Productos farmacéuticos	0,84	0,83	0,65	0,64	0,62	9,3	17,9
Maquinaria de oficina y ordenadores	0,36	0,29	0,28	0,28	0,33	9,7	11,6
Maquinaria eléctrica y electrónica	0,41	0,34	0,32	0,50	0,39	18,4	19,4
Maquinaria y material eléctrico	0,62	0,60	0,78	0,58	0,55	12,1	15,3
Material electrónico	0,14	0,14	0,13	0,19	0,28	42,0	24,6
Otro material de transporte	0,96	0,69	0,65	0,67	0,56	36,8	56,2
Aeronaves	0,67	0,68	0,53	0,50	0,48	50,6	63,1
Instrumentos de precisión	0,27	0,15	0,15	0,17	0,19	18,3	11,0
Industria manufacturera	0,79	0,70	0,65	0,68	0,69	11,2	15,1
TOTAL INDUSTRIA	0,68	0,63	0,59	0,61	0,63	10,6	12,7

Fuentes: Ministerio de Industria y Energía, Dirección General de Aduanas, y elaboración propia.

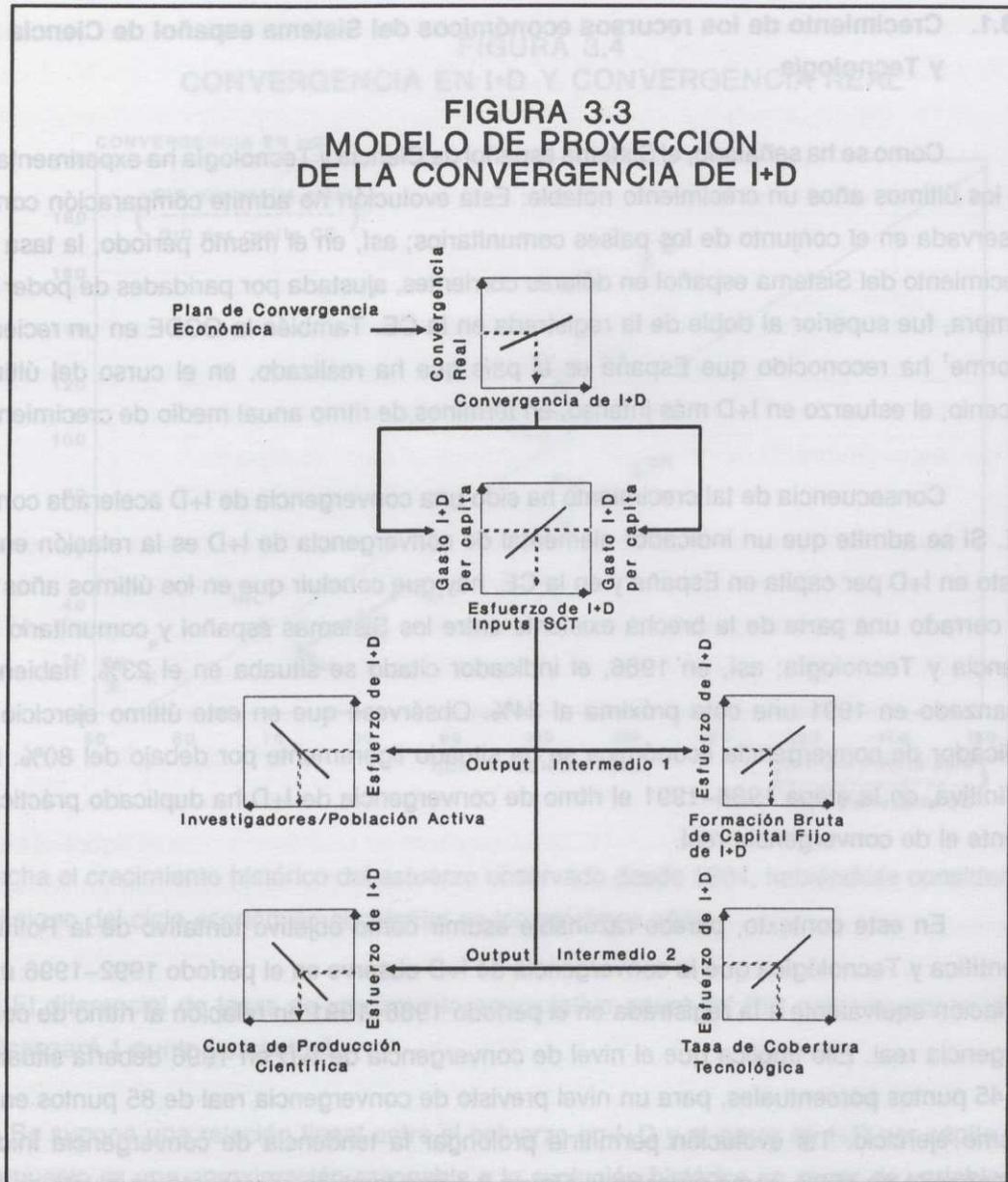
Adviértase que en dos de los sectores en los que se ha producido una mayor concentración de los esfuerzos empresariales en actividades de I+D –maquinaria eléctrica y electrónica y maquinaria de oficina y ordenadores– es en los que se registra una cierta mejora de la competitividad comercial con respecto a 1987. Ello se observa, además, en sectores que han experimentado más profundamente su apertura a los intercambios comerciales con otros países, es decir, que están más sujetos a la competencia internacional; en ellos las tasas de crecimiento de las exportaciones e importaciones son muy superiores a las del conjunto de la industria manufacturera.

3.3. VALORACIÓN DEL AVANCE Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Dadas las perspectivas de aproximación del Sistema español de Ciencia y Tecnología al comunitario, el principal propósito de este epígrafe es resumir los logros del Plan Nacional de I+D en el período 1988–1991, así como proyectar los objetivos de la política científica y tecnológica y del propio Plan Nacional en el horizonte 1992–1996. Se tendrá en cuenta, en primer lugar, el escenario económico y presupuestario de la economía española en los próximos años; en segundo lugar, se mostrarán las trayectorias históricas y la posible evolución de los recursos financieros; en tercero, se expresarán las sendas de capitalización del Sistema español; en cuarto lugar, se dará cuenta de los objetivos tentativos que se pretende alcanzar en materia de competitividad y productividad científica y tecnológica; y finalmente, se establecerá el cuadro de magnitudes para la convergencia de I+D en Europa. Esta situación aconseja la adaptación del modelo de evaluación a la proyección de la convergencia de I+D en el período de 1992–1996. Para ello, se ha procedido a reestructurar el modelo, cuyo resultado se refleja en la Figura 3.3.

Se considera exógeno al modelo el objetivo de convergencia económica establecido por el Gobierno. En Europa la relación funcional entre convergencia de I+D y convergencia real permite derivar un objetivo sobre la primera, que es traducible a otro de gastos en I+D per cápita, bajo ciertos supuestos de evolución del Sistema comunitario de Ciencia y Tecnología, así como del conjunto de economías de países comunitarios. A este respecto, debe entenderse que los indicadores seleccionados de convergencia real y de I+D relacionan, respectivamente, el PIB español per capita y el gasto español de I+D per capita con los correspondientes valores comunitarios. A su vez, el último objetivo reseñado es definible en términos de niveles de esfuerzo en I+D, sobre la base de la relación estadística existente en los países comunitarios entre las dos variables. Finalmente, es fácil deducir del objetivo instrumental de esfuerzo de I+D objetivos específicos relacionados con los outputs intermedios 1 y 2, es decir, capitalización y productividad científica y tecnológica del Sistema. No es preciso señalar que este último ejercicio se asienta, en ciertos supuestos técnicos, en la

**FIGURA 3.3
MODELO DE PROYECCION
DE LA CONVERGENCIA DE I+D**



consideración –como variables exógenas– de las magnitudes económicas contempladas en el Plan de Convergencia, y en las relaciones estadísticas que, en el conjunto de países desarrollados, vinculan los inputs del Sistema a los outputs intermedios. El resultado final del ejercicio es un cuadro de magnitudes para la convergencia de I+D consistente con el Programa de Convergencia Económica del Gobierno y con las trayectorias de expansión observadas por el conjunto de Sistemas de Ciencia y Tecnología de los países desarrollados.

3.3.1. Crecimiento de los recursos económicos del Sistema español de Ciencia y Tecnología

Como se ha señalado, el Sistema español de Ciencia y Tecnología ha experimentado en los últimos años un crecimiento notable. Esta evolución no admite comparación con la observada en el conjunto de los países comunitarios; así, en el mismo período, la tasa de crecimiento del Sistema español en dólares corrientes, ajustada por paridades de poder de compra, fue superior al doble de la registrada en la CE. También la OCDE en un reciente informe¹ ha reconocido que España es el país que ha realizado, en el curso del último decenio, el esfuerzo en I+D más intenso, en términos de ritmo anual medio de crecimiento.

Consecuencia de tal crecimiento ha sido una convergencia de I+D acelerada con la CE. Si se admite que un indicador elemental de convergencia de I+D es la relación entre gasto en I+D per capita en España y en la CE, hay que concluir que en los últimos años se ha cerrado una parte de la brecha existente entre los Sistemas español y comunitario de Ciencia y Tecnología; así, en 1986, el indicador citado se situaba en el 23%, habiendo alcanzado en 1991 una cota próxima al 34%. Obsérvese que en este último ejercicio el indicador de convergencia económica se ha situado ligeramente por debajo del 80%. En definitiva, en la etapa 1986–1991 el ritmo de convergencia de I+D ha duplicado prácticamente el de convergencia real.

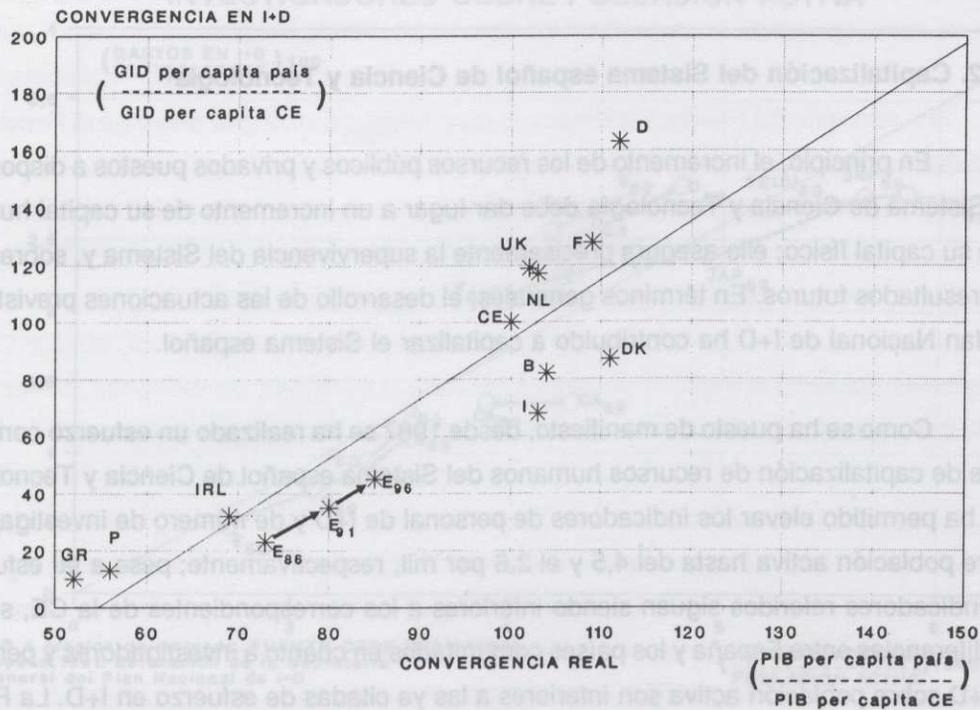
En este contexto, parece razonable asumir como objetivo tentativo de la Política Científica y Tecnológica que la convergencia de I+D observe en el período 1992–1996 una variación equivalente a la registrada en el período 1986–1991 en relación al ritmo de convergencia real. Ello implica que el nivel de convergencia de I+D en 1996 debería situarse en 45 puntos porcentuales, para un nivel previsto de convergencia real de 85 puntos en el mismo ejercicio. Tal evolución permitiría prolongar la tendencia de convergencia inicial comenzada en 1986, como muestra la Figura 3.4 que también representa un ajuste de los pares de datos más recientes relativos a los indicadores de convergencia en I+D y convergencia real; posteriormente, se ha procedido a reflejar la situación de los pares de valores correspondientes a 1986 y 1991 en España.

El escenario económico del Sistema de I+D para el período 1992–1996 podría basarse en los siguientes supuestos:

- En 1996, el esfuerzo en I+D de la CE, es decir, la relación entre gasto en I+D y PIB comunitarios, se situará en torno a un 2,1%. Esta cuota resultaría de proyectar hasta esa

¹ Politique Scientifique et Technologique. Bilan et perspectives 1991. OCDE (1992)

FIGURA 3.4
CONVERGENCIA EN I+D Y CONVERGENCIA REAL



fecha el crecimiento histórico del esfuerzo observado desde 1984, habiéndose considerado el signo del ciclo económico occidental en los próximos años.

- El diferencial de tasas de crecimiento acumulativo anual del PIB con respecto a la CE alcanzará 1 punto porcentual.
- Se supone una relación lineal entre el esfuerzo en I+D y el gasto en I+D per cápita. Tal supuesto es una aproximación razonable a la evolución histórica en el par de variables de los Sistemas nacionales de Ciencia y Tecnología.

Con estas hipótesis puede deducirse fácilmente una relación lineal entre convergencia de I+D y convergencia real, de suerte que el primer indicador es igual al segundo multiplicado por la relación entre esfuerzos en I+D en España y en la CE en 1996. Como resultado, el grado de esfuerzo español –compatible con el objetivo de convergencia de I+D del 45%– alcanzará, en 1996 el 1,11% del PIB. Sobre esta base resulta sencillo determinar la tasa de crecimiento acumulativo anual de los gastos en I+D en pesetas constantes, una vez considerado el crecimiento esperado del PIB. En principio, el gasto en I+D debería crecer en el período 1992–1996 a una tasa acumulativa anual del 8,0%. La citada Figura 3.4 muestra la situación de España en 1996 en el mapa de convergencia. Adviértase que el

esfuerzo económico resultante permitiría salvar una fracción de la brecha tecnológica entre la CE y España.

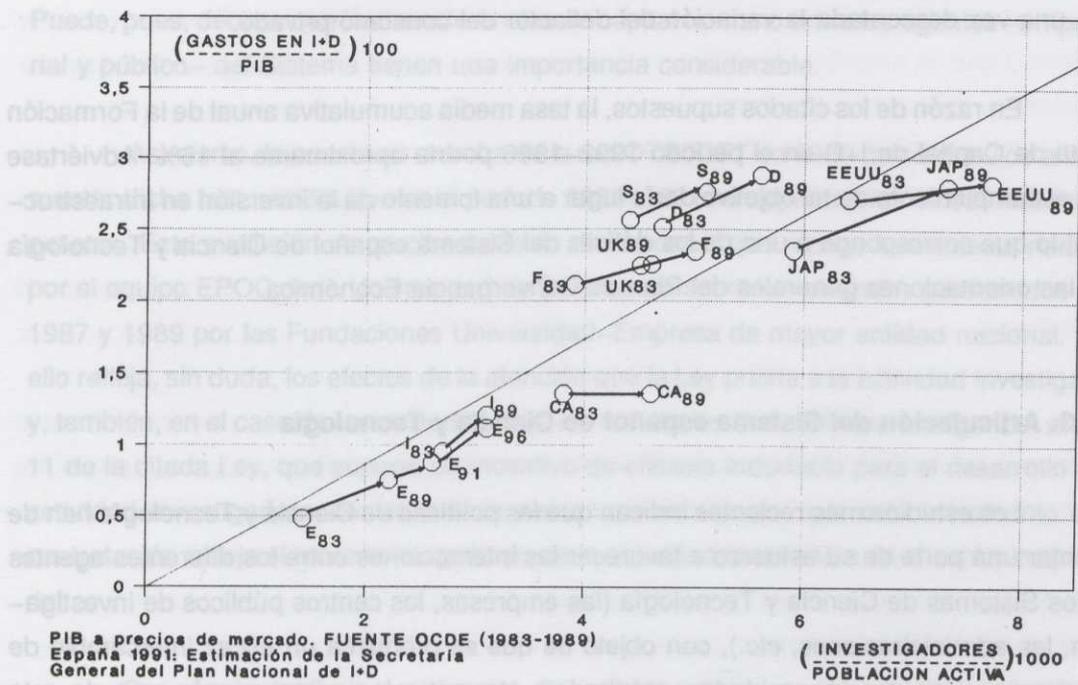
3.3.2. Capitalización del Sistema español de Ciencia y Tecnología

En principio, el incremento de los recursos públicos y privados puestos a disposición del Sistema de Ciencia y Tecnología debe dar lugar a un incremento de su capital humano y de su capital físico; ello asegura precisamente la supervivencia del Sistema y, sobre todo, sus resultados futuros. En términos generales, el desarrollo de las actuaciones previstas en el Plan Nacional de I+D ha contribuido a capitalizar el Sistema español.

Como se ha puesto de manifiesto, desde 1987 se ha realizado un esfuerzo considerable de capitalización de recursos humanos del Sistema español de Ciencia y Tecnología. Ello ha permitido elevar los indicadores de personal de I+D y de número de investigadores sobre población activa hasta del 4,5 y el 2,6 por mil, respectivamente; pese a tal esfuerzo, los indicadores referidos siguen siendo inferiores a los correspondientes de la CE, si bien las diferencias entre España y los países comunitarios en cuanto a investigadores y personal de I+D sobre población activa son inferiores a las ya citadas de esfuerzo en I+D. La Figura 3.5 muestra la evolución reciente de los pares esfuerzo en I+D/investigadores sobre población activa. De su examen se desprende, en primer lugar, que los países con un Sistema de Ciencia y Tecnología menos desarrollado tienden a adoptar estructuras relativamente intensivas en trabajo: éste es el caso de España. En segundo lugar, la senda de expansión observada por el Sistema español en los últimos años parece haberse apartado de la trayectoria general, a diferencia de lo sucedido, por ejemplo, en países como Italia y ello, obviamente, en detrimento de la inversión en infraestructura científica y técnica. Cierto es, sin embargo, que la trayectoria de nuestro país responde esencialmente al fuerte incremento experimentado por el número de becarios.

En este contexto, parece pertinente fijar como objetivo de la Política Científica y Tecnológica que en el horizonte de 1996 la relación entre número de investigadores y población activa se sitúe en torno al 3,1 por mil, mientras que la relación entre personal de I+D y población activa debería alcanzar la cota del 5,8 por mil. Tales niveles aproximarían el Sistema español a la senda general de expansión de los Sistemas nacionales de Ciencia y Tecnología, siendo consistente, como muestra la Figura 3.5, con el citado objetivo del 1,1% de esfuerzo de I+D para ese mismo año.

FIGURA 3.5
EVOLUCION DE LOS PARES
"GASTOS EN I+D SOBRE PIB"
"INVESTIGADORES SOBRE POBLACION ACTIVA"



Bajo el supuesto contemplado en las previsiones macroeconómicas de referencia de que en el período mencionado la población activa podría crecer en torno a un 1% anual, es fácilmente comprobable que las tasas medias acumulativas anuales del número de investigadores y del personal de I+D deberían situarse ligeramente por encima del 3% y del 6%, respectivamente. Adviértase, en primer lugar, que tales tasas, en especial la primera, son relativamente inferiores a las registradas en el período 1987-1990; sin embargo, ello es exigible en el marco de un ajuste del Sistema hacia la senda de expansión internacional y, por otra parte, es condición necesaria para fortalecer la infraestructura científica y tecnológica del mismo. En segundo lugar, los crecimientos previstos aseguran razonablemente la incorporación de la población de becarios a las plantillas de personal investigador del sector público y privado.

Los crecimientos previstos del personal de I+D y del número de investigadores son compatibles con la intensificación del ritmo de crecimiento de la formación bruta en capital tecnológico. El cálculo de la tasa media acumulativa anual de crecimiento de la Formación Bruta de Capital de I+D resulta de los siguientes supuestos:

- En 1996, la Formación Bruta de Capital de I+D llegará a alcanzar una tasa equivalente al 30% del gasto en I+D, frente al 21,4% registrado en 1989.

– La masa salarial del personal de I+D supone en 1986 el 47% del gasto total, frente al 55,6% observado en 1989. Tal porcentaje es compatible con el crecimiento previsto del personal de I+D y un incremento anual de la remuneración por asalariado de I+D próximo al 2%, una vez descontada la variación del deflactor del consumo privado.

3.3.2. Capitalización del Sistema español de Ciencia y Tecnología

En razón de los citados supuestos, la tasa media acumulativa anual de la Formación Bruta de Capital de I+D en el período 1992–1996 podría aproximarse al 16%. Adviértase que el cumplimiento de tal objetivo daría lugar a un fomento de la inversión en infraestructura, lo que corresponde a uno de los déficits del Sistema español de Ciencia y Tecnología y a las orientaciones generales del Plan de Convergencia Económica.

3.3.3. Articulación del Sistema español de Ciencia y Tecnología

Los estudios más recientes indican que las políticas de Ciencia y Tecnología han de orientar una parte de su esfuerzo a favorecer las interacciones entre los diferentes agentes de los Sistemas de Ciencia y Tecnología (las empresas, los centros públicos de investigación, las administraciones, etc.), con objeto de que se produzca un eficaz intercambio de ideas, conocimientos, necesidades, resultados, etc. entre los mismos, así como de este sistema con otros íntimamente relacionados (el de formación, el mercado, etc.). En definitiva, se trata de crear un entramado lo más tupido posible entre estos agentes y sistemas, de forma que los intercambios aludidos –que probablemente no se producirían de forma espontánea y automática– tengan lugar en el marco jurídico e institucional adecuado.

Los datos disponibles en la actualidad permiten evaluar de forma provisional dos ejes de articulación del Sistema: el primero se refiere a las relaciones entre la industria y el segmento de Ciencia y Tecnología; el segundo está vinculado a las relaciones entre el Sistema español de Ciencia, Tecnología e Industria y el Sistema internacional, fundamentalmente el comunitario. En cuanto al primer eje, conviene señalar dos clases de evidencias empíricas complementarias: la primera se refiere a una encuesta realizada a grupos de investigación conectados con el Plan Nacional o sus precedentes inmediatos a lo largo de los últimos cinco años; la segunda tiene relación con los flujos contractuales entre los centros públicos de investigación y los sectores público y privado de la economía española. Respecto a la encuesta, cuyos datos desagregados se han recogido en el apartado 2.2.2.1, pone de manifiesto que en los últimos cinco años se han transferido a la industria un total de 1.315 becarios, se han establecido contratos de investigación por valor de 11.285 MPTA, Contratos de Asistencia Técnica por 1.510 MPTA y se han presentado 447 patentes.

En lo referente al capital humano, más de 1.300 de los becarios encuestados fueron captados por el sector empresarial en este período. Obsérvese que tal cifra, en términos relativos, supone aproximadamente un 20% del número medio de becarios en el período. Puede, pues, decirse que las transferencias de capital humano entre los agentes –empresarial y público– del Sistema tienen una importancia considerable.

Asimismo, la puesta en marcha de la red OTRI/OTT en 1989 ha contribuido a incrementar dicha facturación, que en el período 1989–1991 ha superado los 40.000 millones de pesetas. Esta evolución se percibe también en los datos que recoge la encuesta realizada por el equipo EPOC de la Universidad de Salamanca sobre los contratos gestionados entre 1987 y 1989 por las Fundaciones Universidad–Empresa de mayor entidad nacional. Todo ello refleja, sin duda, los efectos de la atención que la Ley presta a la actividad investigadora y, también, en el caso de las universidades, los resultados de la entrada en vigor del artículo 11 de la citada Ley, que supone un incentivo de eficacia indudable para el desarrollo de la actividad investigadora. No es menos cierto, por otra parte, que este incremento de la contratación refleja el incremento paralelo de la actividad innovadora en el sector empresarial.

Por consiguiente, las evidencias disponibles reflejan un incremento sustancial del grado de articulación del Sistema español de Ciencia y Tecnología. Tal evolución no es independiente del establecimiento de un nuevo marco de referencia para la toma de decisiones relacionadas con la I+D. En el desarrollo futuro del Plan Nacional de I+D se continuará promoviendo la articulación del Sistema de Ciencia y Tecnología con el entorno socioeconómico a través de las diferentes acciones ya iniciadas.

En definitiva, los instrumentos de los que dispone el Plan Nacional (Proyectos Concertados, Proyectos Integrados, Intercambios de personal entre industrias y CPI, PETRI, etc.) son suficientes, precisándose su máxima utilización y desarrollo. Respecto a la red OTRI/OTT, se va a iniciar una etapa de mayor participación de todos sus miembros en el diseño de sus futuras líneas de actuación así como de estudio y análisis riguroso de su actividad. El modelo, inicialmente concebido como interfase próxima a los centros públicos, ha comenzado a evolucionar hacia un modelo de doble interfase, en el que participan OTRI próximas a los CPI y a las empresas, con objeto de lograr una verdadera articulación con las PYME, a las cuales es preciso llegar a través de sus propias Asociaciones de Investigación.

El segundo eje mencionado vincula el Sistema español de Ciencia, Tecnología e Industria con el Sistema comunitario. Los datos disponibles muestran que 1.350 grupos y empresas españoles participaron en proyectos del II Programa Marco de I+D y, por lo tanto,

están relacionados directamente con grupos de otros países comunitarios. Los grupos españoles estuvieron presentes en 955 proyectos, lo que significa que en muchos de ellos han participado simultáneamente grupos de investigación y empresas españolas, lo que contribuye al doble objetivo de articular el Sistema español de Ciencia y Tecnología con el europeo y con la industria. También es preciso comentar que España lidera aproximadamente el 4% de los proyectos comunitarios, lo que significa que desempeña un papel significativo en el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología comunitaria, especialmente si se tiene en cuenta que los investigadores españoles suponen del orden del 6% de los comunitarios. Es preciso recordar, a este respecto, que la importancia económica de tal participación es superior a la que corresponde al Sistema español de Ciencia y Tecnología en el concierto comunitario.

En suma, tanto desde una perspectiva económica como tecnológica, parece haberse logrado un considerable grado de articulación entre España y la Comunidad. Ciertamente, ello no es ajeno a los esfuerzos de coordinación, gestión e información desarrollados por la Administración española al amparo de los mecanismos institucionales previstos en la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica e instrumentados a través del Plan Nacional de I+D.

3.3.4. Productividad y Competitividad Científica y Tecnológica

En el apartado 3.2.3. se ha puesto de manifiesto que el Sistema español de Ciencia y Tecnología ha incrementado de forma considerable su cuota de producción científica con respecto a la de los países de su entorno; así, en 1984 la producción científica española apenas alcanzó el 0,9% de la mundial, habiéndose incrementado la cuota correspondiente hasta el 1,7% en 1991. Tal fenómeno ha sido el resultado de una ganancia de competitividad científica respecto a la totalidad de los países más desarrollados. En definitiva, cabe afirmar que el esfuerzo económico realizado en los últimos años se ha traducido en una oferta científica más competitiva que la existente a mediados de la década.

En el plano tecnológico no existe un indicador absoluto. El índice de cobertura tecnológica, que relaciona los ingresos con los pagos al exterior en materia de tecnología, ha mejorado de forma significativa desde 1988, pero está muy relacionado con la normativa legal en materia de Transacciones Exteriores y con la evolución del comercio. Con todo, en 1991 se ha registrado una tasa de cobertura del 29,9%, superior a la de 1989 por el significativo aumento de los ingresos por ventas de tecnología.

3.3.5. Cuadro para la convergencia de I+D en Europa

La consecución del objetivo de convergencia real exige en la política macroeconómica el desarrollo de un conjunto de políticas microeconómicas entre las que tiene una importancia similar la política científica y tecnológica.

La aplicación de un modelo de proyección de la convergencia de I+D ha mostrado que la aproximación de los índices de bienestar económico de la sociedad española a los observados en el conjunto de los países comunitarios debe coincidir con la consolidación de los esfuerzos desarrollados en los últimos años por los agentes privados y públicos en materia de I+D.

El Cuadro 3.15 resume las principales proyecciones tentativas, que son en gran medida objetivos deseables, del Sistema español de Ciencia y Tecnología para el período 1992-1996. El ritmo previsto de convergencia real debería aproximarse en unos 10 puntos porcentuales del gasto en I+D per capita español en relación con el comunitario, que, bajo ciertos supuestos, puede requerir un crecimiento anual del gasto en I+D en pesetas constantes próximo al 8,0%. Tal crecimiento daría lugar a una convergencia equilibrada, real y de I+D, con la economía comunitaria.

De acuerdo con estas proyecciones, el crecimiento del Sistema debería apoyarse fundamentalmente en tasas de variación de la formación bruta de capital de I+D cercanas al 16%. Ello permitiría incrementar la productividad aparente del trabajo de I+D y acercar la estructura de aplicación de fondos a las pautas comunitarias. En correspondencia con lo anterior, podría preverse un crecimiento del personal de I+D y del número de investigadores menos acelerado que el experimentado en los cuatro últimos años; en todo caso, dicho crecimiento es suficiente para absorber a la población de becarios en proceso de formación y para atender a la demanda de investigadores.

Obsérvese, por otra parte, que las ganancias en los indicadores de articulación del Sistema, es decir, de medida de la cooperación entre las diferentes unidades, privadas y públicas, que lo componen, así como la integración de los equipos españoles en las redes internacionales, propiciarán la modificación del peso relativo de los factores concurrentes en las actividades de I+D, esto es, capital y trabajo.

CUADRO 3.15: CONVERGENCIA DE I+D

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Crecimiento Anual 1991-1996
1. CONVERGENCIA DE I+D (%)	34	35	37	39	42	45	*11,0
2. RECURSOS GENERALES							
Gasto en I+D (miles de MPTA corrientes)	475	530	590	677	766	860	12,6
- Pesetas 1991	475	506	535	585	643	700	8,1
Gasto en I+D s/PIB	0,87	0,91	0,94	0,99	1,05	1,11	*0,24
Personal de I+D (miles)	67,4	72,0	76,0	80,7	85,6	90,7	6,1
- S/población activa (%)	4,5	4,8	5,0	5,2	5,5	5,8	*1,3
Investigadores (miles)	38,0	39,8	41,0	42,3	43,5	45	3,4
- S/población activa (%)	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	*0,5
Formación Bruta de Capital I+D (pesetas 1991) (miles de MPTA)	101,7	120	137	160	187	214	16,0

* Diferencias en términos absolutos.

Fuente: Secretaría General del Plan Nacional de I+D.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

Mención especial merecen las proyecciones de crecimiento del Fondo Nacional. A este respecto, el Fondo desarrolla efectos de arrastre notables sobre el gasto total en I+D; por tanto, parece recomendable al menos, mantener en el período de proyección su peso con respecto al gasto nacional en I+D. Sin embargo, el crecimiento previsto de la Formación Bruta en Capital Fijo de I+D, muy superior al histórico, aconseja una potenciación del Fondo como mecanismo de adjudicación de ayudas para infraestructura, con el fin de evitar redundancias e ineficacia en la selección de equipos. No olvidemos, por otra parte, que la concesión de este tipo de ayudas al sector público exige la evaluación según criterios científicos de las unidades beneficiarias, para lo cual están especialmente capacitados los órganos de gestión del Plan.

AME - Programa Nacional de Estudios Sociales y Culturales sobre América

En este contexto se propone como objetivo tentativo para 1996 que la dotación general del Fondo se aproxime al 5% del gasto total. De tal esfuerzo deben derivarse paralelamente mejoras en los resultados científicos y tecnológicos del Sistema. Así, es razonable fijar como objetivo que el Sistema español alcance en 1996, una cuota de producción científica del 2,1% con respecto al resto del mundo. En lo relativo a la competitividad tecnológica, la evolución reciente de la tasa de cobertura tecnológica debe ser considerada y evaluada dentro del espectacular ciclo alcista de crecimiento económico protagonizado por nuestro país. Los recientes cambios legislativos y el proceso de desaceleración económica permite predecir que, incluso considerando que los ingresos por tecnología seguirán una evolución creciente en términos absolutos, la tasa de cobertura presentará movimientos erráticos durante los tres próximos años, entrando en una fase de consolidación en torno al 25% en el año 1996.

BRITE/EURAM - Basic Research in Industrial Technology for Europe/European Research in Advanced Materials (Investigación Básica en Tecnologías Industriales para Europa / Investigación Europea en Materiales Avanzados)

CAICYT - Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica

CDTI - Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial

CE - Comunidad Europea

CECA - Comunidad Europea del Carbón y del Acero

CEPE - Comisión Económica Para Europa

SIGLAS Y ABREVIATURAS

AECI -	Agencia Española de Cooperación Internacional
AGR -	Programa Nacional de Investigación Agrícola
AIM -	Advanced Informatics in Medicine (Informática Avanzada en Medicina)
ALI -	Programa Nacional de Tecnología de Alimentos
AME -	Programa Nacional de Estudios Sociales y Culturales sobre América Latina
ANEP -	Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva
BCR -	Bureau Communautaire de Référence (Oficina Comunitaria de Referencia)
BIO -	Programa Nacional de Biotecnología
BRIDGE -	Biotechnology Research for Innovation, Development and Growth in Europe (Investigación Biotecnológica para la Innovación, el Desarrollo y el Crecimiento en Europa)
BRITE/EURAM-	Basic Research in Industrial Technology for Europe/European Research in Advanced Materials (Investigación Básica en Tecnologías Industriales para Europa / Investigación Europea en Materiales Avanzados)
CAICYT -	Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica
CDTI -	Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial
CE -	Comunidad Europea
CECA -	Comunidad Europea del Carbón y del Acero
CEPE -	Comisión Económica Para Europa

SIGLAS Y ABBREVATURAS

CERN –	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (Organización Europea para la Investigación Nuclear)
CICYT –	Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología
CIDEM –	Centro de Información y Desarrollo Empresarial
CIRIT –	Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica
CIT-INIA –	Centro de Investigación y Tecnología del INIA (de ámbito nacional)
CNAE –	Clasificación Nacional de Actividades Económicas
CPI –	Centro Público de Investigación
CSIC –	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
CYTED-D –	Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo – Quinto Centenario
DATRI –	Base de Datos de Transferencia de Resultados de Investigación
DELTA –	Developing European Learning through Technological Advance (Desarrollo del Aprendizaje Europeo a través del Avance Tecnológico)
DEP –	Programa Nacional de Investigaciones sobre el Deporte
DGICYT –	Dirección General de Investigación Científica y Técnica
DOSES –	Development and Organization of Statistic Expert Systems (Desarrollo y Organización de Sistemas Estadísticos Expertos)
DRIVE –	Dedicated Road Infrastructure for Vehicle safety in Europe (Infraestructura Dedicada a la Carretera para la seguridad de los Vehículos en Europa)
ECU –	European Currency Unit (Unidad Monetaria Europea)
EDP –	Equivalente a Dedicación Plena

EFTA -	European Free Trade Association (Asociación Europea de Libre Comercio) (Equivale a AELC)
EMBL -	Laboratorio Europeo de Biología Molecular
EMBO -	Organización Europea de Biología Molecular
EPO -	European Patent Office (Oficina Europea de Patentes)
ESA -	Agencia Europea del Espacio
ESF -	Fundación Europea de la Ciencia
ESP -	Programa Nacional de Investigación Espacial
ESPRIT -	European Strategic Programme for Research in Information technology (Programa Estratégico Europeo de Investigación en Tecnología de la Información)
ESRF -	Fundación Europea de Radiación Síncrotrón
EUREKA -	European Research Coordination Agency (Agencia de Coordinación de la Investigación Europea)
EURET -	European Research on Transport (Investigación Europea en el dominio del Transporte)
EUROTRA -	European Translation (Traducción Europea)
FAR -	Fisheries and Aquaculture Research (Investigación en Pesca y Agricultura)
FEDER -	Fondo Europeo de Desarrollo Regional
FICYT -	Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica, Aplicada y Tecnológica
FIS -	Fondo de Investigaciones Sanitarias

- FLAIR – Food Kinked Agricultural and Industrial Research (Investigación Agroindustrial Relacionada con los Alimentos)
- FOR – Programa Nacional de Sistemas y Recursos Forestales
- FOREST – Forestry Research and Technology (Investigación y Tecnología Forestal)
- FPI – Formación de Personal Investigador
- GAME – Grupo Activador de la Microelectrónica en España
- GAN – Programa Nacional de I+D Ganadero
- GEO – Programa Nacional de Recursos Geológicos
- IBEROEKA – Proyectos de innovación entre empresas del Programa CYTED-D
- I+D – Investigación y Desarrollo
- IFA – Instituto de Fomento Andaluz
- ILL – Instituto Max Von Lave–Paul Langevin
- IMADE – Instituto Madrileño de Desarrollo
- IMPIVA – Instituto de la Mediana y Pequeña Industria Valenciana
- INE – Instituto Nacional de Estadística
- INIA – Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria
- IPSFL – Instituciones Privadas Sin Fines Lucrativos
- IRIS – Interconexión de Recursos Informáticos
- ISI – Institute for Scientific Information (Filadelfia)
- ITA – Instituto Tecnológico de Aragón

JOULE –	Joint Opportunities for Unconventional or Long-term Energy Supply (Oportunidades Conjuntas para el Suministro de Energía No Convencional o a Largo Plazo)
LEST –	Large Earth-based Solar Telescope (Telescopio Solar de base terrestre)
MAPA –	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
MAR –	Programa Nacional de Recursos Marinos y Acuicultura
MAST –	Marine Science and Technology (Ciencia y Tecnología Marinas)
MAT –	Programa Nacional de Nuevos Materiales
MEC –	Ministerio de Educación y Ciencia
MECU –	Millones de ECU
MERCURIO –	Programa hispano-francés de intercambio de investigadores
MIC –	Programa Nacional de Microelectrónica
MIDAS –	Movilización de la Investigación, el Desarrollo y las Aplicaciones de los Superconductores
MONITOR –	Análisis estratégico, prospectiva y evaluación de la I+D
MPTA –	Millones de pesetas
NAT –	Programa Nacional de Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental
NIST –	National Institute for Standards (Instituto Nacional de Normas)
NPL –	National Physical Laboratory (Laboratorio Nacional de Normas)
OCDE –	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OCI –	Oficinas de Coordinación de la Investigación

OPI -	Organismos Públicos de Investigación
OTRI -	Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación
OTT -	Oficina de Transferencia de Tecnología
PAT -	Programa Nacional de Patrimonio Histórico
PATI -	Plan de Actuación Tecnológica Industrial
PBS -	Programa Nacional de Problemas Sociales y Bienestar Social
PETRI -	Programa de Estímulo a la Transferencia de Resultados de Investigación
PIB -	Producto Interior Bruto
PIE -	Plan de Investigación Energética
PM -	Programa Marco
PSPGC -	Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento
PYME -	Pequeña y Mediana Empresa
RACE -	Research in Advance Communication technologies in Europe (Investigación de Tecnologías Avanzadas de Comunicaciones en Europa)
REDESA -	Red Eléctrica de España, S.A.
REWARD -	Recycling of Waste R+D (I+D en Reciclaje de Residuos)
SAL -	Programa Nacional de Salud
SCAR -	Scientific Committee on Antarctic Research (Comité Científico de Investigación Antártica)
SCIENCE -	Stimulation des Coopérations Internationales et des Echanges Nécessaires aux Chercheurs en Europe (Fomento de la Cooperación Internacional y de los Intercambios Necesarios a los Investigadores en Europa)

SGPN –	Secretaría General del Plan Nacional
SPES –	Stimulation Programme for Economic Sciences (Programa de Fomento para las Ciencias Económicas)
SPRINT –	Strategic Programme for Innovation and Technology Transfer (Programa Estratégico para la Innovación y Transferencia de Tecnología)
STD –	Science and Technology for Development (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo)
STEP/EPOCH –	Science and Technology for Environmental Protection/European Programme On Climatology and Hazards (Ciencia y Tecnología para la Protección del Medio ambiente/Programa Europeo Sobre Climatología y Riesgos Naturales)
STRIDE –	Science and Technology for Regional Innovation and Development (Ciencia y Tecnología para la Investigación y el Desarrollo Regional)
TEP –	Technology/Economy Programme (Programa de Tecnología y Economía)
TIC –	Programa Nacional de Tecnología de la Información y las Comunicaciones
UNESCO –	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)
UNESA –	Unión Eléctrica, S.A.
WIPO –	World Intellectual Property Organization (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual)

SGPN -	Secretaría General del Plan Nacional de Investigación Científica y Tecnológica
SPES -	Strategic Programme for Economic Sciences (Programa de Fomento para las Ciencias Económicas)
SPRINT -	Strategic Programme for Innovation and Technology Transfer (Programa Estratégico para la Innovación y el Transferencia de Tecnología) - TAP
STD -	Science and Technology for Development (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo)
STEPPOCH -	Science and Technology for Environmental Protection/European Programme for Action (Ciencia y Tecnología para la Protección del Medio Ambiente/Programa Europeo Sobre Climatología y Riesgos Naturales)
STRIDE -	Science and Technology for Regional Investment and Development (Ciencia y Tecnología para la Investigación y el Desarrollo Regional)
TEP -	Technology/Economy Programme (Programa de Tecnología y Economía)
TIC -	Programa Nacional de Tecnología, Informática y las Comunicaciones
UNESCO -	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)
UNESA -	United Nations Environment Programme (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente)
WIPO -	World Intellectual Property Organization (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual)
SCAR -	Scientific Committee on Antarctic Research (Comité Científico Antártico)
SCIENCE -	International Centre for Scientific Cooperation (Centro Internacional de Cooperación Científica)

Edita: Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología
 NIPO: 177-92-001-X
 ISBN: 84-369-2251-4
 Depósito legal: M. 384-1993
 Imprime: MORSE, S. A. Guillermo de Osma, 15 - 28045 Madrid



Secretaría General del

Plan Nacional de I+D

COMISION INTERMINISTERIAL
DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Rosario Pino, 14-16 28020 MADRID
Teléf: 572 00 98 Telefax: 571 57 81
Télex: 49692 CICYT E