

J. A.  
MARTIN  
PEREDA\*

# Microelectrónica y tecnología de la información al servicio del Plan

Ya han pasado casi dos años desde que el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico iniciara su andadura en el confuso panorama del sistema Ciencia-Tecnología español. Evidentemente, es todavía muy breve este intervalo de tiempo como para poder esbozar cualquier opinión medianamente asentada sobre sus virtudes o sus defectos. A pesar de ello, sí pueden plantearse algunas ligeras ideas de los resultados habidos hasta hoy o de las tendencias que se pueden intuir para un próximo futuro. E incluso, haciendo un alarde de intuición premo-

nitoria, intentar vislumbrar lo que puede preverse para un mañana un tanto más lejano. Una de las principales virtudes del Plan Nacional, la de su posibilidad de «deslizamiento» de acuerdo con las circunstancias o las necesidades de cada momento, puede permitir el que lo sucedido hasta hoy permita mejorar lo que se planifique para mañana. Y con la experiencia de lo ocurrido en estos dos años, ya hay un cierto material que puede ser estudiado para extraer de él algunas consecuencias.

Y

ése será el objeto de las presentes líneas. Dada la amplitud del Plan Nacional, y dado el entorno en el cual se intentan plantear, sólo va a ser posible realizar un breve análisis de dos de los programas más relacionados con las denominadas hoy por unos Tecnologías de la In-

formación, en un sentido amplio, y por otros, quizás los más ajenos a ellas, «Tecnologías duras». Son los Programas Nacionales de «Microelectrónica» y de «Tecnologías de la Información y las Comunicaciones». Existe otro, el de «Automatización Avanzada y Robótica», que también podría incluirse en ese mismo entorno. Pero dado que no fue puesto en funcionamiento hasta el presente año, resulta un tanto difícil extraer consecuencias de lo sucedido hasta este momento. Quizás el año próximo, por estas mismas fechas, sea el momento de hacerlo. Un

cuarto Programa Nacional, el de «Fotónica», que fue inicialmente previsto en los primeros pasos del Plan Nacional, también podría haberse incluido en este estudio, dada su temática, muy relacionada con la de los anteriores. Pero por esto precisamente, en ese «deslizamiento» a que se ha hecho alusión antes, en enero del presente año fue incorporado a los tres ya mencionados, subsumiendo éstos la temática contenida en él.

Por todo ello, van a ser sólo dos los Programas Nacionales que se van a estudiar aquí, y de ellos intentaremos extraer algunas consideraciones generales que quizás pueden ser extensibles al resto de los programas, tanto de este área como de las otras del Plan Nacional. Y dado también el que es posible que no todos los que lean estas líneas estén muy familiarizados con las características más globales que enmarcan a cada uno de los Programas Nacionales del Plan, parece también procedente iniciar este estudio con un breve recordatorio de cuáles son estas características.

\* Director del Departamento de Tecnología de la Producción y la Comunicación. Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

## A modo de recordatorio

Cada uno de los Programas del Plan Nacional está dividido conceptualmente en tres grandes bloques que se refieren a las tres principales prioridades establecidas por el mismo. Son éstas, y sin que el orden presuponga ninguna prioridad adicional: las de Formación del Personal Investigador; la dirigida al fomento de la capacidad creadora de Ciencia y Tecnología, en cada uno de los Programas, de los segmentos más académicos del mundo científico-técnico, tanto públicos como privados; y, finalmente, la destinada al sector productivo para que se activen los mecanismos de que dispone a fin de lograr una mejora significativa de la competitividad tanto nacional como internacional.

Cada uno de estos tres bloques tiene, como es obvio, unos mecanismos propios de actuación y, consecuentemente, también deben ser diferentes las acciones que hacia ellos se encaminen. Con este fin, además de regularse de forma diferente su activación, también tienen diferentes órganos gestores con los que dialogar. Estos órganos gestores para el diálogo son, en los dos Programas en los que vamos a centrarnos, la Dirección General de Investigación Científica y Técnica para todo lo relacionado con acciones de formación de personal, y el CDTI para los temas en los que están involucradas empresas. El sector restante, el más centrado en temas de Investigación y Desarrollo llevados a cabo por cualquier tipo de entidad «sin ánimo de lucro», tanto pública como privada, tiene en cada Programa un gestor diferente. En el caso de la Microelectrónica es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), mientras que en el de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones es la Dirección General de Telecomunicaciones (DGT); independientemente de esto, los mecanismos operativos para ambos Programas son totalmente análogos.

Cada uno de los tres anteriores niveles tiene, como consecuencia de todo lo precedente, tres distintas formas de plantear su incidencia en el correspondiente sector. La forma natural de llegar al entorno de Formación es a través de becas, becas que adoptan muy diferentes modalidades a fin de adaptarse mejor a las correspondientes necesidades, y cuyo detalle no es éste el momento de plantear. La de acercarse al sector productivo lo es a través de Proyectos Concertados, de ya larga tradición en su anterior forma de Planes Concertados de la extinta CAICYT. Y, finalmente, la de activar el segmento de I+D en los Centros Públicos y Privados, son

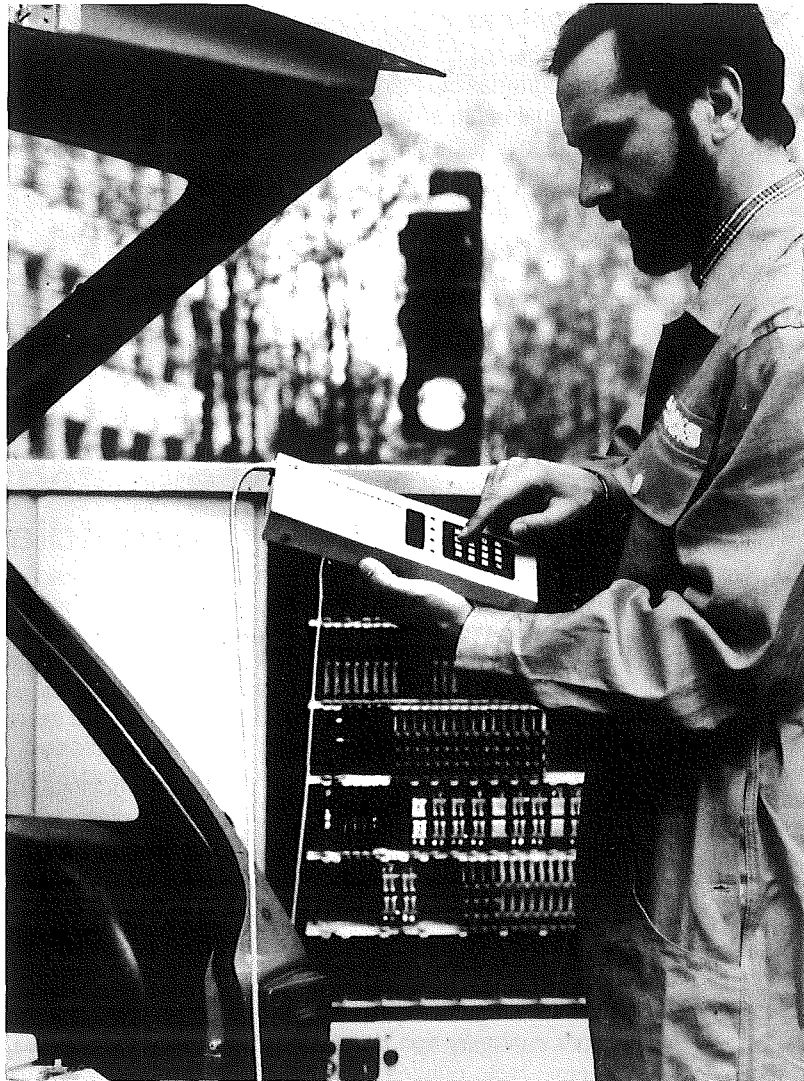
## **La Microelectrónica constituye una actividad importante para el desarrollo de los sectores estratégicos y subsidiarios**

las convocatorias de Proyectos de Investigación y de Infraestructura para uso general.

Con todo lo anterior creo que se ha planteado una panorámica bastante clara de cuál es el paisaje en el que nos movemos. A partir de él podemos ya señalar qué es lo que ha pasado en los últimos dos años.

### **Programa Nacional de «Microelectrónica»**

Es un hecho, claramente asentado en todos los países industrializados, que la Microelectrónica constituye una actividad de importancia crucial para el desarrollo de un incontable número de sectores, tanto estratégicos como subsidiarios. Además de ser la Microelectrónica en sí misma un área de trascendencia económica innegable, dado el importante mercado mundial que involucra, lo es también como soporte de una inmensa gama de tecnologías más o menos relacionadas con ella. Áreas como las Comunicaciones o la Robótica, la Bioingeniería o la Informática, son algunas de las casi infinitas que podrían mencionarse como dependientes en grado sumo del estado en cada momento de la Microelectrónica. Así como las técnicas industriales fueron el motor de la pasada revolución tecnológica, no cabe ninguna duda de que en estos momentos la revolución que pueda estarse llevando a cabo está basada en los logros que la Microelectrónica nos pueda ofrecer. El incremento aproximado de un 13 % anual de



los mercados relacionados con ella es una prueba evidente de este hecho. Y este crecimiento parece se mantendrá hasta concluir el presente siglo.

Por todo lo anterior, la mayor parte de los países industrializados han dedicado un esfuerzo importante a este sector en, al menos, la última década. Su carácter, altamente penetrante, hace que la Microelectrónica pueda ser el talón de Aquiles de un gran número de industrias que pretendan crearse y que la tengan como fuente de su desarrollo. Su importancia estratégica será crucial a corto, medio y largo plazo. Es éste un tema que ha sido entendido así por un gran número de países y en él han centrado parte de sus miras.

Nuestro país, en cambio, se ha mantenido un tanto al margen de ese interés general. Muy escasas han sido las iniciativas que han surgido

desde la década de los setenta, tanto desde el punto de vista industrial como del académico. Las razones que pueden aducirse para ello son muy variadas, pero poco añadirían a lo que está en la mente de todos: que España se encuentra en Microelectrónica en una posición muy de cola. Prácticamente desde los albores de la Electrónica, todos los desarrollos que ha hecho nuestro país en este campo pueden contarse con los dedos de dos manos. Las iniciativas han sido, quizás, muchas, pero los resultados han sido escasos. La industria española de circuitos integrados sigue siendo todavía inexistente y los grupos académicos que se han mantenido activos hasta hoy lo han hecho más con una mentalidad casi evangélica que pragmática.

Con el fin de romper con lo anterior, desde hace algunos años se han iniciado una serie de

acciones que tienen como fin el intentar impulsar la tecnología microelectrónica, tanto en el campo de la I+D como en el industrial. Entre estas acciones, la más significativa fue el inicio, en 1984, de un Programa Especial de Microelectrónica, desarrollado al amparo de la extinta CAICYT, y que sirvió para la creación en 1985 del Centro Nacional de Microelectrónica (CNM). Parecía evidente que la primera piedra al edificio microelectrónico que se quería construir lo fuera gracias a un entorno en el que reunieran todo un conjunto de instalaciones de uso general y que pudiera servir de apoyo a otras acciones a desarrollar en el país. Gracias a un acuerdo entre los Ministerios de Educación y Ciencia y de Industria y Energía, pudieron destinarse los primeros fondos que supusieron el inicio del Centro.

Pasada esta etapa, y ya con la entrada en vigor del Plan Nacional, pareció necesario iniciar un nuevo conjunto de acciones que revitalizaran el panorama de nuestro país. El plantear un Programa Nacional, continuación del anterior Especial, fue la solución evidente. En él, además de las acciones comunes con el resto de los Programas y que ya hemos mencionado anteriormente, se fomentó un desarrollo de infraestructura específica constituida por los denominados Talleres de Microelectrónica. Estos Talleres, repartidos por toda la geografía de nuestro país, tenían como misión la de desarro-

llar técnicas específicas de acuerdo con las necesidades de los departamentos de investigación en los que estuvieran encuadrados, así como del entorno socioeconómico en el que se creasen. Divididos en dos tipos esenciales, tecnológicos y de diseño, su función era primordialmente la de enseñanza de técnicas microelectrónicas. Esta acción ha sido el punto focal del pasado año 1988 y se ha concluido en el presente.

Otro de los problemas que ha incidido fuertemente sobre el pasado desarrollo español en este campo es el de la carencia de personal técnico formado adecuadamente. Muy pocos centros han generado graduados con la formación adecuada y, consecuentemente, muy pocas empresas han podido contar entre sus técnicos a verdaderos especialistas en Microelectrónica. Quizás aquí podría plantearse el hecho de la pescadilla mordeándose la cola, dado que no se forma personal ante la escasa demanda del sector y no hay sector por la carencia de técnicos. Como por algún sitio hay que romper la cadena, el Plan Nacional ha optado por la formación de técnicos como otro de los objetivos preferentes. Los resultados en los dos primeros años han sido parcialmente esperanzadores y es de suponer que se incrementen en el futuro. El número de becas concedidas para España fue de 20, en cada uno de los dos años y de 8 para el extranjero. De ellas, por lo

<b>Tabla I</b> <b>AYUDAS CONCEDIDAS PARA PROYECTOS DE INVESTIGACION Y ACCIONES ESPECIALES</b> <b>(RESOLUCION 88)</b> <b>DISTRIBUCION POR OBJETIVOS CIENTIFICO-TECNICOS PRIORITARIOS</b> <b>(DATOS DE LA 1.ª ANUALIDAD, EN MILES DE PESETAS)</b>								
	OBJETIVO 1.		OBJETIVO 2.		OBJETIVO 3.		OBJETIVO 4.	
	N.º	Importe	N.º	Importe	N.º	Importe	N.º	Importe
C.S.I.C.	—	—	3	20.079	1	9.400	4	51.532
UNIVERSIDAD	16	268.086	2	14.708	2	7.750	—	—
Otros OPIS	1	9.800	—	—	—	—	1	1.845
TOTAL	17	277.886	5	34.787	3	17.150	5	53.377

OBJETIVO 1: Talleres de Microelectrónica.  
 OBJETIVO 2: Desarrollo de procesos.  
 OBJETIVO 3: Sensores.  
 OBJETIVO 4: Proyectos multicircuito.

que se refiere a las de España, 13 fueron a Universidades y 7 al CSIC, y, más en concreto, al Centro Nacional de Microelectrónica.

Un resumen de los resultados de la convocatoria de 1988 es el que aparece en la Tabla I. En ella se da una síntesis de los proyectos o ayudas concedidas del grupo mencionado anteriormente de temas de I+D, según el organismo de destino y el tema objeto del proyecto. Como puede apreciarse, el mayor énfasis se ha dado a los talleres de Microelectrónica, mientras que el tema de sensores ha sido el que menor demanda ha tenido.

Por lo que se refiere a Comunidades Autónomas, la distribución responde como es lógico

a aquellas en las que existen grupos trabajando, en mayor o menor medida, en aspectos relacionados con la Microelectrónica. Un resumen es el que se da en la Tabla II. Madrid, por la tradición inicial en este campo, ha sido la más beneficiada, siendo más o menos equivalente en el resto de las que aparecen con ayudas. Es de señalar que en este primer año no existe ninguna cantidad destinada al CNM, dado que aún disponía de los fondos asignados con anterioridad. En el próximo año ya deberá figurar una partida específica destinada a él.

Finalmente, y sin ánimo de destacar más a unos grupos que a otros, podrían señalarse algunos entornos en los que la Microelectrónica,

<b>Tabla II</b>				
<b>AYUDAS CONCEDIDAS PARA PROYECTOS DE INVESTIGACION, ACCIONES ESPECIALES E INFRAESTRUCTURA (RESOLUCION 88)</b>				
<b>DISTRIBUCION POR COMUNIDADES AUTONOMAS (DATOS DE LA 1.º ANUALIDAD, EN MILES DE PESETAS)</b>				
	PROYECTOS Y ACCIONES ESPECIALES		INFRAESTRUCTURA	
	N.º	Importe	N.º	Importe
Andalucía	3	58.700	1	10.000
Aragón	1	13.348	—	—
Asturias	—	—	—	—
Baleares	—	—	—	—
Canarias	—	—	—	—
Cantabria	2	39.434	—	—
Castilla-La Mancha	—	—	—	—
Castilla y León	—	—	—	—
Cataluña	7	45.527	1	6.860
Extremadura	—	—	—	—
Galicia	2	20.900	—	—
La Rioja	—	—	—	—
Madrid	12	179.551	—	—
Murcia	—	—	—	—
Navarra	—	—	—	—
País Vasco	2	11.645	—	—
Valencia	1	14.095	—	—
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>383.200</b>	<b>2</b>	<b>16.860</b>

por lo que se refiere al sector académico, se ve más desarrollada. Entre ellos cabe citar en primer lugar, esencialmente por ser en cierta manera el primer embrión surgido en el tiempo, a la ETS de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid. Su actividad, inicialmente tecnológica, ha tenido en los últimos años un mayor énfasis en el aspecto de Diseño, siendo en este momento uno de los principales suministradores de especialistas a las industrias del sector. También en Madrid cabe señalar la actividad desarrollada, principalmente en AsGa, en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma. Este mismo centro ha visto este año incrementados sus recursos con el Taller de Microelectrónica más importante de los concedidos, el destinado a tareas de formación en tecnología del silicio.

Otras Universidades en las que también se realizan actividades importantes en este campo son, entre otras, la de Sevilla, donde existe un grupo muy importante de Diseño. Las tres situadas en Barcelona, en las que en sus Facultades de Físicas y en la ETS de Ingenieros de Telecomunicación aparecen acciones que complementan las desarrolladas por el CNM en su sede central, allí también situado, y la de Cantabria, con una situación igualmente esperanzadora.

Por lo que se refiere a los resultados correspondientes al sector industrial, y más en concreto a los Proyectos Concertados, el resultado

de la Convocatoria de 1988 es el que aparece en la Tabla III. Las actividades a las que se han dirigido son, como puede verse, las de integrados de potencia (Smart power) y de dispositivos ASIC.

La Convocatoria del presente año 1989 está en estos momentos cerrándose. Por ello no es posible dar datos de su resultado, aunque es de preveer que no difiera mucho de la pasada. La distribución en porcentajes para ambos años es la que aparece en la Fig. 1.

### Programa Nacional de «Tecnologías de la Información y las Comunicaciones»

Dado que la filosofía general de actuación para los programas nacionales ya ha sido presentada en las anteriores líneas, sólo parece necesario plantear aquí algunos de los resultados más importantes que se han logrado en el presente Programa. Y el primer hecho que hay que señalar es el de la gran diversidad temática que existe en él. Gracias a ello, la mayor parte de las Comunidades Autónomas con centros trabajando en tecnologías relacionadas con las presentes han recibido ayudas en el pasado año 1988. El resumen es el que aparece en la Tabla IV, para Proyectos de I+D e Infraestructura. Estos proyectos, distribuidos según líneas de interés preferente, aparecen de

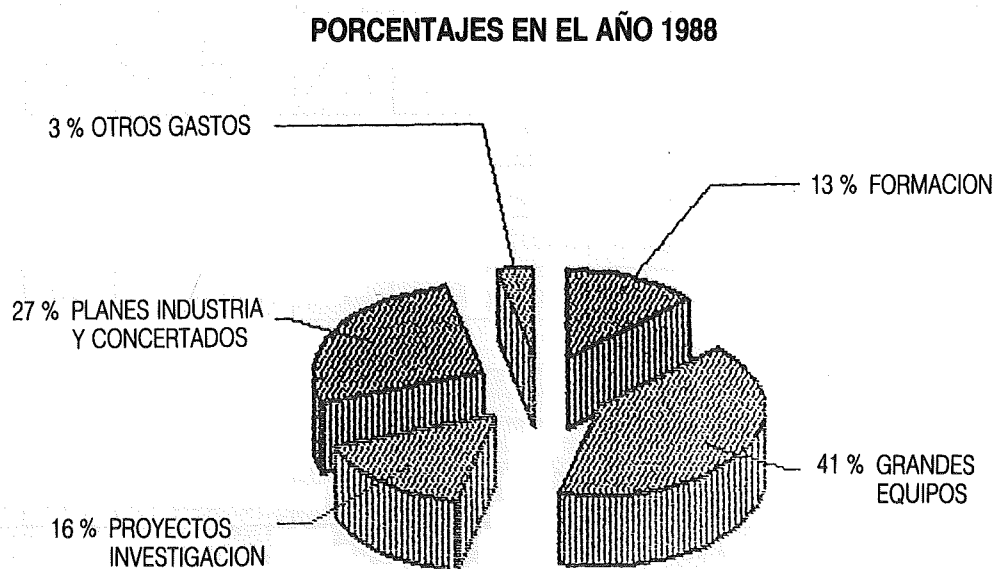


FIG. 1. a.

**Tabla III**  
**AYUDAS CONCEDIDAS PARA PROYECTOS CONCERTADOS.**  
**DISTRIBUCION POR OBJETIVOS CIENTIFICO-TECNICOS**  
**PRIORITARIOS.**  
**(EN MILES DE PESETAS)**

OBJETIVO 1.		OBJETIVO 2.	
N.º	Importe	N.º	Importe
1	163.200	2	91.000

OBJETIVO 1: Integrado de potencia/Smart Power.

OBJETIVO 2: Dispositivos asic. Técnicas de implantación.

NOTA: Los objetivos definidos en este cuadro corresponden a las líneas de actuación del programa en proyectos concertados.

**Tabla IV**  
**AYUDAS CONCEDIDAS PARA PROYECTOS DE INVESTIGACION,**  
**ACCIONES ESPECIALES E INFRAESTRUCTURA**  
**(RESOLUCION 88)**  
**DISTRIBUCION POR COMUNIDADES AUTONOMAS**  
**(DATOS DE LA 1.ª ANUALIDAD, EN MILES DE PESETAS)**

	PROYECTOS Y ACCIONES ESPECIALES		INFRAESTRUCTURA	
	N.º	Importe	N.º	Importe
Andalucía	—	—	2	36.590
Aragón	—	—	1	14.990
Asturias	—	—	—	—
Baleares	1	3.823	2	13.300
Canarias	—	—	1	7.000
Cantabria	—	—	2	16.200
Castilla-La Mancha	—	—	—	—
Castilla y León	—	—	1	14.000
Cataluña	6	178.616	4	76.330
Extremadura	1	1.408	1	5.510
Galicia	2	22.462	—	—
La Rioja	—	—	—	—
Madrid	12	474.770	4	120.900
Murcia	—	—	—	—
Navarra	—	—	—	—
País Vasco	2	42.350	2	18.050
Valencia	2	15.360	2	29.140
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>738.789</b>	<b>22</b>	<b>352.010</b>

## PORCENTAJES EN EL AÑO 1989

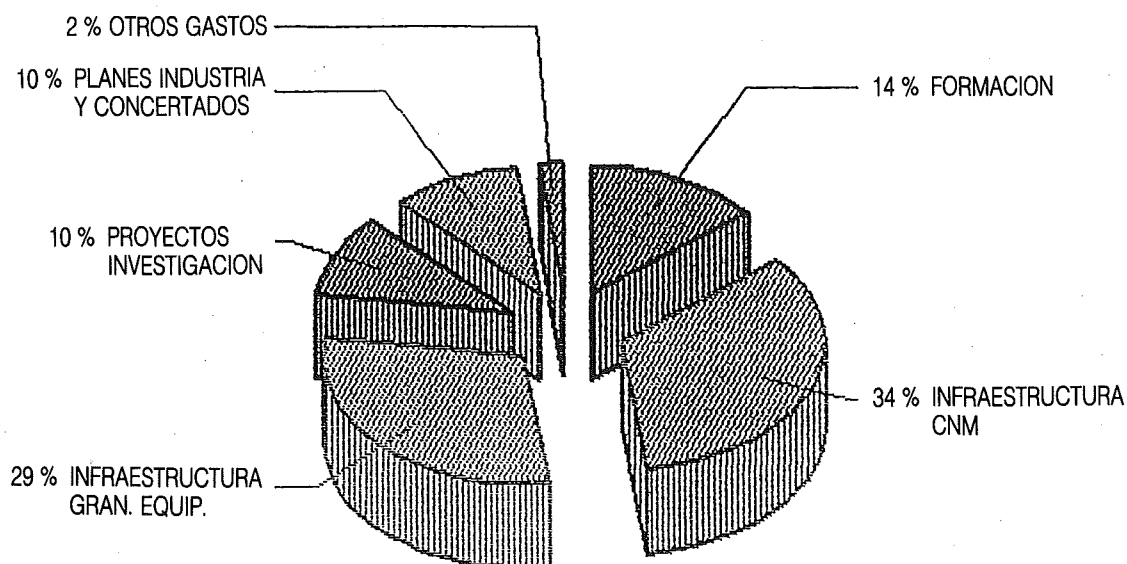


FIG. 1. b.

**Tabla V**  
**AYUDAS CONCEDIDAS PARA PROYECTOS DE INVESTIGACION Y ACCIONES ESPECIALES**  
**(RESOLUCION 88)**  
**DISTRIBUCION POR OBJETIVOS CIENTIFICO-TECNICOS PRIORITARIOS**  
**(DATOS DE LA 1.ª ANUALIDAD, EN MILES DE PESETAS)**

	OBJETIVO 1.		OBJETIVO 2.		OBJETIVO 3.		OBJETIVO 4.		OBJETIVO 5.		OBJETIVO 6.		OBJETIVO 7.	
	N.º	Importe	N.º	Importe	N.º	Importe	N.º	Importe	N.º	Importe	N.º	Importe	N.º	Importe
C.S.I.C.	1	52.057	1	44.286	2	26.834	—	—	4	79.294	1	23.747	—	—
UNIVERSIDAD	2	172.697	2	51.580	3	168.219	4	48.495	1	1.408	2	22.463	1	5.360
Otros OPIS	—	—	—	—	—	—	1	31.150	1	11.200	—	—	—	—
TOTAL	3	224.754	3	95.866	5	195.053	5	79.645	6	91.902	3	46.210	1	5.360

OBJETIVO 1: Tecnologías radiofrecuencias.  
 OBJETIVO 2: Tecnologías radiaciones ópticas.  
 OBJETIVO 3: Codificación y procesado de señal.  
 OBJETIVO 4: Software.

OBJETIVO 5: Inteligencia artificial.  
 OBJETIVO 6: Análisis y simulación de sistemas.  
 OBJETIVO 7: Arquitecturas.

nuevo en la Tabla V. Puede verse que la principal actividad es en el área de Tecnologías de Radiofrecuencia, donde parece que la incidencia de nuestro sector académico es más importante. Aquí vuelve a ser Madrid el lugar más beneficiado del país, principalmente por el hecho de encontrarse aquí algunos de los Centros más importantes del país en este campo, en concreto la ETS de Ingenieros de Telecomuni-

cación y la Facultad de Informática, ambas de la Universidad Politécnica. Este mismo hecho se refleja en la segunda comunidad en importancia por asignación presupuestaria, la de Cataluña, donde también se encuentran trabajando activamente centros equivalentes a los señalados antes para la Universidad Politécnica de Madrid. Finalmente, el tercer entorno significativo es el del País Vasco, donde la primacía



**Tabla VI**  
**AYUDAS CONCEDIDAS PARA PROYECTOS CONCERTADOS**  
**DISTRIBUCION POR OBJETIVOS CIENTIFICO-TECNICOS PRIORITARIOS**  
**(EN MILES DE PESETAS)**

OBJETIVO 1.		OBJETIVO 2.		OBJETIVO 3.		OBJETIVO 4.		OBJETIVO 5.		OBJETIVO 6.		OBJETIVO 7.	
N.º	Importe	N.º	Importe	N.º	Importe	N.º	Importe	N.º	Importe	N.º	Importe	N.º	Importe
—	—	—	—	—	—	1	119.000	1	54.000	—	—	1	105.900

OBJETIVO 1: Técnicas radiofrecuencias.  
 OBJETIVO 2: Tecnologías radiaciones ópticas.  
 OBJETIVO 3: Codificación y procesado de señal.  
 OBJETIVO 4: Software.

OBJETIVO 5: Inteligencia artificial.  
 OBJETIVO 6: Análisis y simulación de sistemas.  
 OBJETIVO 7: Arquitecturas.

la ocupan aquí centros no universitarios, esto es, centros de investigación con cobertura extraacadémica.

En lo que se refiere al aspecto industrial (Tabla VI), el abanico es aquí algo más restringido. No es éste el momento de analizar las causas, ya que nos saldríamos del objetivo que nos ocupa, pero sí parece necesario recalcar el hecho de que la ausencia de cobertura a algunas de las líneas prioritarias del Programa no lo es por ausencia de empresas trabajando activamente en ellas, sino por otras razones bastante diferentes. Este tema podría tratarse más ampliamente en otro lugar. Aquí sólo debemos mencionar el que los temas de Inteligencia Artificial y de *software* han sido los de mayor atractivo y a ellos se han dirigido las empresas del sector.

## Conclusiones

Como ya se ha dicho al principio de estas líneas, poco más de un año es muy poco tiempo para extraer conclusiones que sean medianamente acertadas. Uno de los objetivos del Plan Nacional, que era el de movilizar a la comunidad científico-técnica de nuestro país hacia unas determinadas líneas prioritarias parece se ha cumplido, al menos en su base. Ya existe la conciencia de que son necesarias actuaciones puntuales dirigidas hacia determinados entornos y que la mayor parte de los esfuerzos deben dirigirse hacia ellos. Queda, a partir de ahora, el estructurar adecuadamente estas líneas prioritarias y que respondan de verdad a los intereses de nuestro país. Esta debe ser la tarea de los próximos años.

