

I+D+I EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN*

[R+D+I IN THE CONSTRUCTION SECTOR]

Juan-Miguel Villar Mir

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Presidente del Grupo Villar Mir, Presidente del Grupo OHL, Catedrático, Académico

RESUMEN

El macrosector español de la Construcción solo invierte en Investigación + Desarrollo + Innovación (I+D+I) del orden de una octava parte (0,122%) que su homólogo a nivel europeo (1%) en relación al PIB, muy por detrás de Japón, donde la dedicación anual supera el 1,3%, según expuso, en el Foro GAESCO de Sevilla, Juan-Miguel Villar Mir, Presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

ABSTRACT

The annual investment by the Spanish Construction sector in Research + Development + Innovation (R+D+I) of just 0.122% of the GDP, is roughly an eighth of that invested by its European counterparts (1%), and way behind the investment in excess of 1.3% made by Japan. These alarming figures were presented by Juan-Miguel Villar Mir, the Chairman of the College of Civil Engineers, in his address at the GAESCO Forum in Seville.

1. RAZONES PARA UNA REFLEXIÓN

Desde hace más de veinte años, todos los países desarrollados vienen destacando la importancia de las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D), en el impulso del avance económico. Y son numerosísimos los escritos, conferencias y trabajos publicados sobre la materia.

Parece oportuno, pues, cuando nuestro país vive afortunadamente una etapa de atención hacia las tareas de Investigación, Desarrollo e Innovación como jamás había existido antes, pasar revista a la situación actual, tanto dentro de él como compensándola con otros de su entorno.

(*) El presente artículo está basado, en su integridad, en la conferencia pronunciada el pasado mes de marzo, por su autor en el Foro GAESCO, en Sevilla, al amparo del Convenio suscrito entre dicho Foro y la Demarcación de Andalucía Occidental del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

1. TIMING OF THIS MEETING

For over twenty years now, all the developed countries in the world have recognized the importance of Research and Development (R+D) activities in driving the economy and all manner of articles, conferences and papers have been published on the subject.

Today's conference is at a fitting moment in time, as Spain is now fortunately placing more emphasis on Research, Development and Innovation than ever before.

Today, both the public sector and private enterprise are fully committed to this type of activity, though it is true that

(*) The present article reproduces the conference given by the author last March at the GAESCO Forum in Seville, in the light of the Agreement signed between the Forum and the West Andalusia Division of the College of Civil Engineers.

Y es lo cierto que nos encontramos hoy, a nivel del sector público y a nivel de la empresa privada, en una etapa de verdadero gran lanzamiento, aunque sin duda retrasado, de estas actividades.

2. LOS GRANDES OBJETIVOS DE LA SOCIEDAD

Dice el libro del Génesis que, cuando la Serpiente presentó la tentación del fruto del Arbol de la Ciencia del Bien y del Mal, Eva, cayendo en la tentación, cogió el fruto y lo comió, y lo dió también a su marido Adán, el cual también lo probó. La voz de Yahweh maldijo entonces a la Serpiente y condenó a nuestros primeros padres al dolor, al sudor y a la fatiga.

Probablemente, al ser expulsados del Paraíso, Adán y Eva pensaron que algo se había modificado y que se iniciaba un cambio. Y, si así lo pensaron, verdaderamente acertaron, pues la humanidad desde entonces ha vivido en transición. Siempre, recogiendo, como consecuencia de su trabajo, muchos frutos buenos, aunque mezclados, en cada cosecha, con alguno malo; haciendo de la vida de la humanidad la historia de un cambio permanente, no exento de incertidumbres; acompañado de dolor, de sudor y de fatiga; y siempre en busca de superiores niveles de felicidad y de bienestar.

El hombre se ha hecho así forjador de su destino. Y ciertamente, la historia de los pueblos, la historia de las naciones, la han escrito y la escriben las mujeres y los hombres con su esfuerzo, con su sacrificio y con su trabajo de cada día.

Al ir escribiendo su propia historia, el hombre, como animal racional con capacidad de reciprocitar, necesitó para ser feliz vivir junto a otros de su especie; necesitó vivir en sociedad. Y dedicó y sigue dedicando todos los días sus esfuerzos a conseguir los grandes objetivos de la vida en sociedad, los grandes objetivos de la sociedad humana.

¿Cuáles son, en cualesquiera circunstancias de lugar y tiempo, los grandes objetivos de las sociedades humanas?

El hombre, dotado de alma y de cuerpo, conjuga inevitablemente objetivos espirituales y objetivos materiales; y necesita el desarrollo de ambos, de bienes espirituales y de bienes materiales, siempre en busca de niveles crecientes de felicidad.

En lo espiritual, el hombre ha perseguido y perseguirá siempre, en una línea de creciente realización, objetivos de libertad, de justicia y de paz.

En lo material, el hombre necesita antes que nada salud; salud del espíritu y salud del cuerpo, lo que implica exigencias de educación, para la mente, y de sanidad, para el cuerpo. Para, a partir de esa necesaria salud, aspirar a niveles crecientes de bienestar material.

Podría resumirse que para la sociedad existen obligadamente:

this has come with a certain delay with respect to other countries.

We can then only celebrate the holding of this meeting, in the marvellous setting of this permanent Construction Hall of the GAESCO Forum. Furthermore, when considering the expert speakers present and the interest aroused by the subjects aired, I am sure that this meeting will serve as a fundamental point of reference in the analysis of our sector's present and future.

I also wish to express my utmost gratitude to the GAESCO Forum for inviting me here today.

2. THE MAIN OBJECTIVES OF SOCIETY

According to the Book of Genesis, when the serpent presented the temptation of fruit from the Tree of Good and Evil, Eve yielded to the temptation and tasted the fruit and passed it to Adam who joined her in eating the forbidden fruit. The voice of God, or Yahweh, then cursed the serpent and condemned their transgression, punishing them to pain, toil and sweat.

On being banished from the Garden of Eden, Adam and Eve most probably thought that something had been changed, and they would be right in thinking so as humanity has remained in a permanent state of transition ever since. Man has continued to harvest both good and bad fruit from his labours within a history of constant change and one accompanied by doubt, pain, toil and sweat, while always in search of some higher level of happiness and well-being.

Man has then become the forger of his own destiny and the history of all nations has been written and continues to be written on the basis of man and woman's daily sacrifice and toil.

Man, as a rational animal with the capacity to reciprocate, has always needed and sought to live among others of his kind in order to remain happy. Man has always sought to live in society and has dedicated and continues to dedicate all his efforts to the greater objectives of life in society.

What are then the main objectives of society at any time and place?

Man, furnished with body and soul, inevitably seeks spiritual and material objectives and needs to develop this spiritual and material wealth in a constant search for increased happiness.

In spiritual terms, man has ever increasingly sought to obtain freedom, justice and peace.

In material terms man requires health above all; health of body and mind, which then implies a certain education of the mind and sustenance of the body. Once these basic health requirements have been satisfied, one may then aspire to increasing levels of material well-being.

The objectives of society may then be arranged:

- ▼ un primer nivel de objetivos o necesidades inmateriales, de libertad, de justicia y de paz;
- ▼ un segundo nivel de objetivos de educación y salud, previos a la mayoría de las necesidades materiales;
- ▼ y un tercer nivel de objetivos crecientes de bienestar material, prácticamente ilimitados.

Quedan aparte, reconociendo su primacía, los objetivos superiores de libertad, justicia y paz, y los también previos, con algún solape, de educación y salud, para centrarnos en el objetivo permanente de cualquier sociedad de alcanzar cotas crecientes de bienestar material.

Al aspirar a niveles crecientes de dicho bienestar, se ha de partir del reconocimiento de que ninguna familia, ningún grupo, ninguna empresa, ninguna sociedad puede consumir a largo plazo más de lo que produce; y que, en consecuencia, tales niveles sólo son posibles con otros también crecientes de producción por individuo, es decir de productividad.

Las empresas, tanto agrícolas, como industriales o de servicios, son las grandes productoras de los bienes y servicios que la sociedad demanda. Y el aumento de la productividad es consecuencia de la eficacia interna de la empresa y también de las eficacias externas, las llamadas economías externas a la empresa.

Tradicionalmente hemos sabido que las actividades son realizadas siempre por hombres y mujeres y que mayores niveles de educación son condición para aumentos de productividad en el plano interno; y, también, que si internamente la empresa funciona mejor con personal más preparado, externamente la empresa resulta más competitiva si su entorno exterior, el territorio en el que actúa, dispone de unas facilidades, de unas infraestructuras, más eficaces.

Estos dos grandes pilares, educación e infraestructuras, son así fundamentales y lo seguirán siendo siempre. Y a ellos se ha unido, como un tercer pilar en el lanzamiento del bienestar, el de las actividades de Investigación y Desarrollo I+D, para permitir mayores avances del bienestar, mediante la incorporación de nuevos productos y nuevos procesos.

En términos generales, las mejoras sucesivas de los niveles de educación y de infraestructuras permiten, en todas las industrias y servicios, avances regulares de la productividad; y a esos avances regulares por mejoras de educación y de infraestructuras, se unen avances y saltos bruscos de la productividad y del bienestar cuando las tareas de Investigación y Desarrollo añaden productos o procesos nuevos.

Y, naturalmente, siendo las empresas las creadoras de los bienes y servicios que componen el bienestar material, el mayor y más rápido avance de ese bienestar material, dependerá de cómo las empresas -en cada nivel de educación e infraestructuras- mejoren su productividad; en lo que, junto a criterios de organización industrial, influye decisivamente cómo las empresas apliquen esos conceptos fundamentales de Investigación, Desarrollo e Innovación.

- ▼ from a first level of immaterial objectives or requirements of freedom, justice and peace:
- ▼ followed by a second level of objectives related to education and health, prior to the majority of material requirements,
- ▼ and then a third level of ever-increasing and practically unlimited objectives of material wealth.

When leaving the higher and fundamental objectives of freedom, justice and peace to one side and passing over the essential requirements of education and health, we may then concentrate on the permanent objective of all society to obtain increasing levels of material welfare.

On aspiring to increasing levels of material welfare, it has to be acknowledged that no family, group, company or society may consume more over the long term than they produce and, as such, growing levels of wealth or welfare are only made possible by parallel increasing levels in individual production, or productivity.

Agricultural, industrial or service industries are the main producers of goods and services demanded by society, and any increase in productivity is the result of both the internal and external efficiency of the company.

We have always known that the greater the preparation or education of the worker, the greater the productivity on an internal scale. Similarly, while on an internal basis, the company will work better when it can rely on more qualified personnel, from an external angle, the company will always be more competitive in its chosen area, if it can rely on more efficient facilities and infrastructure.

These two mainstays of education and infrastructure are essential and always will continue to be so. However, in the search for well-being, there is a third element made up by Research and Development. R+D enables greater advances in welfare through the incorporation of new products and processes.

In general terms, the continued improvement of education and infrastructure enables ever-increasing productivity of industry and services, and this progress and subsequent heightened welfare is furthered by the development of R+D which continues to add new products and processes.

As companies are the manufacturers and creators of the goods and services offered for the well-being of society, the greater and faster progress of this material wealth will always depend on the company's heightened productivity through increasing education and infrastructure, together with their capacity to apply basic concepts of Research, Development and Innovation together with industrial organization criteria.

3. LA UNIÓN EUROPEA FRENTE A ESTADOS UNIDOS Y JAPÓN

¿Cómo avanza el mundo en Investigación, Desarrollo e Innovación?

Se incluyen a continuación, primero respecto de la Unión Europea, Estados Unidos y Japón, y a continuación respecto de España, un conjunto de reflexiones y de datos para cuya elaboración he contado con la eficaz ayuda de mi buen amigo y compañero, el Profesor, Doctor y Académico Juan

Miró, de cuya colaboración dejo constancia con agradecimiento y satisfacción. (Figura 1).

La Unión Europea debe ver con preocupación que sus gastos en I+D, respecto los de Estados Unidos de Norteamérica y Japón, están distanciados en un uno por ciento, sobre el Producto Interior Bruto, y que esta distancia está aumentando en los últimos años. (Figura 2)

Se observa también que el número de investigadores en las empresas privadas por cada 1.000 trabajadores propios en la Unión Europea es menos de la mitad que en Estados Unidos o Japón. (Figura 3).

Y que también es menor el número de investigadores por cada 1.000 trabajadores en el conjunto de esos territorios.

Comparando estas dos últimas figuras, puede observarse cómo, si bien en Estados Unidos el 90% de la investigación se

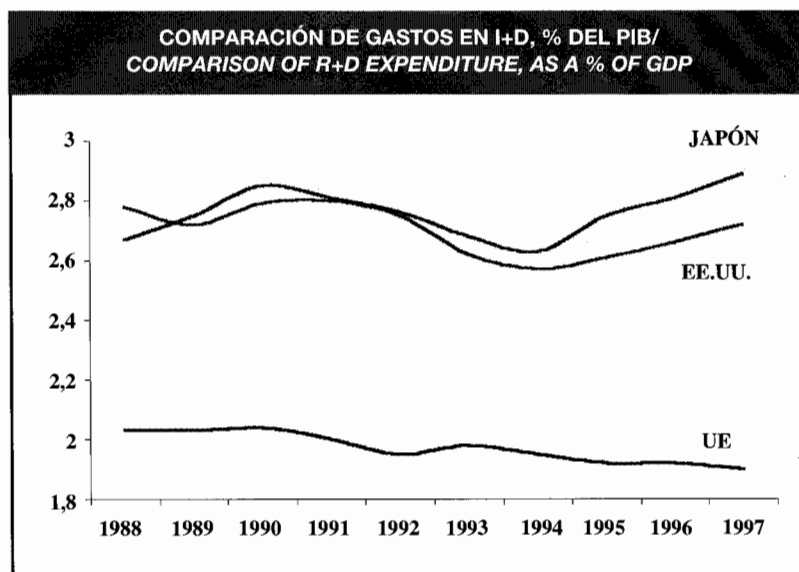


Figura 1.

3. THE EUROPEAN UNION V. UNITED STATES AND JAPAN

How has the world developed in terms of Research, Development and Innovation?

I will go on to make a number of comments and give certain statistics with regards to R+D+I in the European Union, the United States and Japan, together with certain details regarding the situation in Spain. In gathering this information I have greatly

relied on the efficient assistance of my good friend and colleague, the Professor, Doctor and Academic, Juan Miró, to whom I wish to extend my gratitude and acknowledgement. (Figure 1).

The European Union should feel some concern that investment in R+D among member countries falls 1% behind that of the United States and Japan in terms of GDP, and this gap has been steadily broadening over recent years. (Figure 2).

It should also be noted that the number of people dedicated to research in private companies in the European Union per every 1,000 employees is less than half that of the United States or Japan. (Figure 3).

The total number of researchers per 1,000 employees throughout the European Union is also lower than in these two countries of reference.

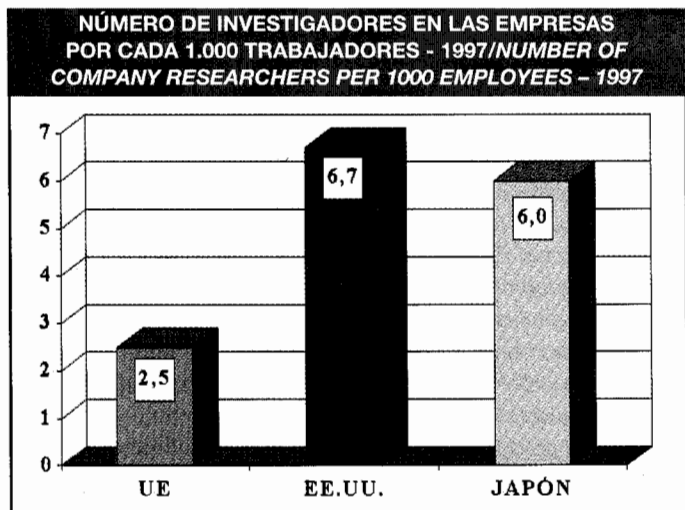


Figura 2.

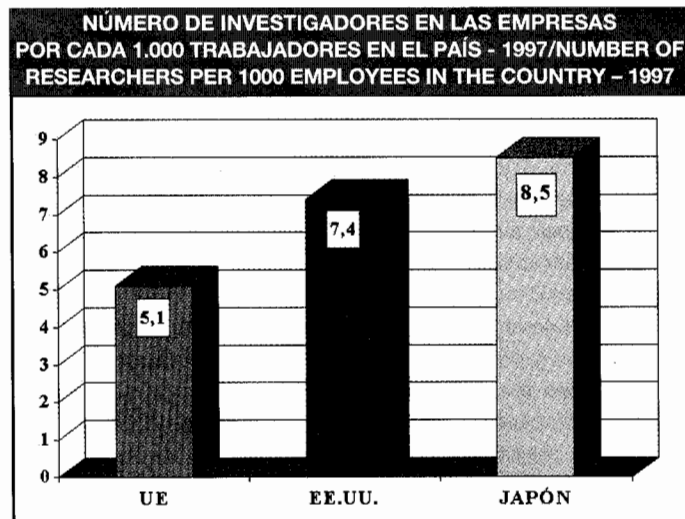


Figura 3.

lleva a cabo desde la empresa (porcentaje que alcanza el 70% en Japón), en Europa la empresa alberga tan sólo el 50% del esfuerzo humano en investigación.

El número de patentes en alta tecnología –aplicadas en Europa, Japón y Estados Unidos– se puede ver en la figura 4. El gráfico es alarmante. En la propia Unión Europea no se aplicaron, en 1998, más que un 36% de patentes europeas, en tanto que Estados Unidos (36%) y Japón (22%) suman un 58% de las patentes empleadas en la propia Europa.

La presencia europea en Estados Unidos es testimonial, por debajo del 10%; y en Japón es casi nula (3%). Por el contrario, Japón es casi excluyente en su propio territorio y tanto en la Unión Europea como en Estados Unidos se aplican un 22% de patentes japonesas de alta tecnología.

En el conjunto de los países de las tres áreas más desarrolladas del mundo –Estados Unidos, Japón y Unión Europea– se aplican así patentes de alta tecnología cuyo origen es, en media aritmética no ponderada. (Figura 5):

- ▼ Estados Unidos, en el 32,3% de los casos;
- ▼ Japón, en el 45,3%;
- ▼ Y Unión Europea, en sólo un 16%.

La OCDE y EUROS-TAR han construido el gráfico que reproducimos a continuación, que para el período 1977-1996 refleja el crecimiento del empleo en función de la intensidad de I+D. A más gasto en I+D, más empleo. Y también refleja el gráfico que si el gasto de I+D se hace

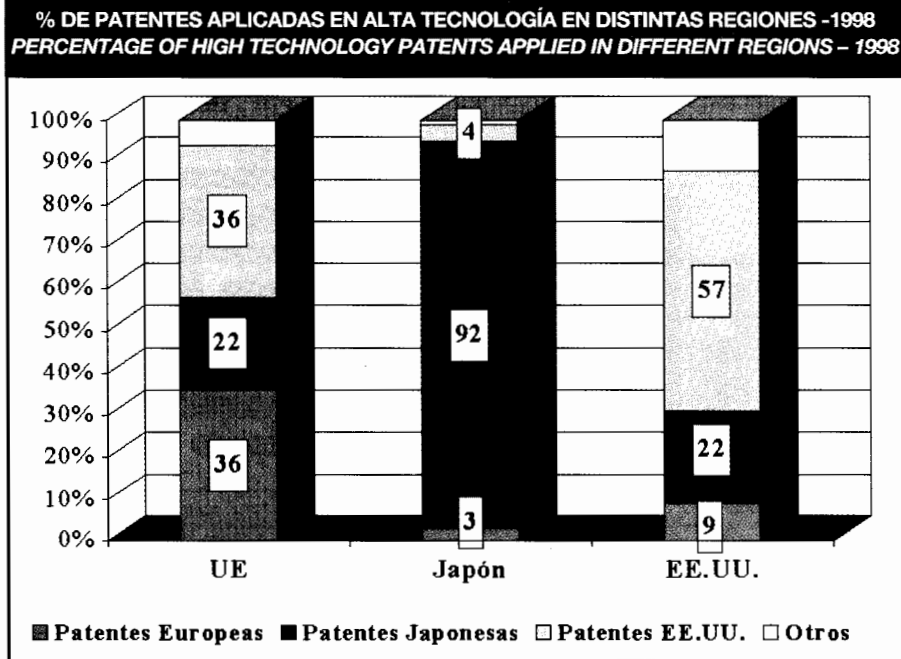


Figura 4.

while a total of 58% of all remaining patents applied in the area corresponded to the United States (36%) and Japan (22%).

Europe has a token presence in the United States, with less than 10% of all patents applied and comes out even worse in Japan with only 3%. However, Japan has an almost totally overriding presence in its own country, and is responsible for 22% of all high technological patents applied in both the United States and the European Union.

When considering the application of high technology patents according to country of origin, it may be seen that, according to unweighted arithmetic:

- ▼ The United States is present in 32.3% of cases,
- ▼ Japan in 45.3%
- ▼ and the European Union in only 16%.

The OECD and EUROSTAR have prepared the following graph for the 1977-1996 period showing the rise in employment according to R+D investment. Higher R+D

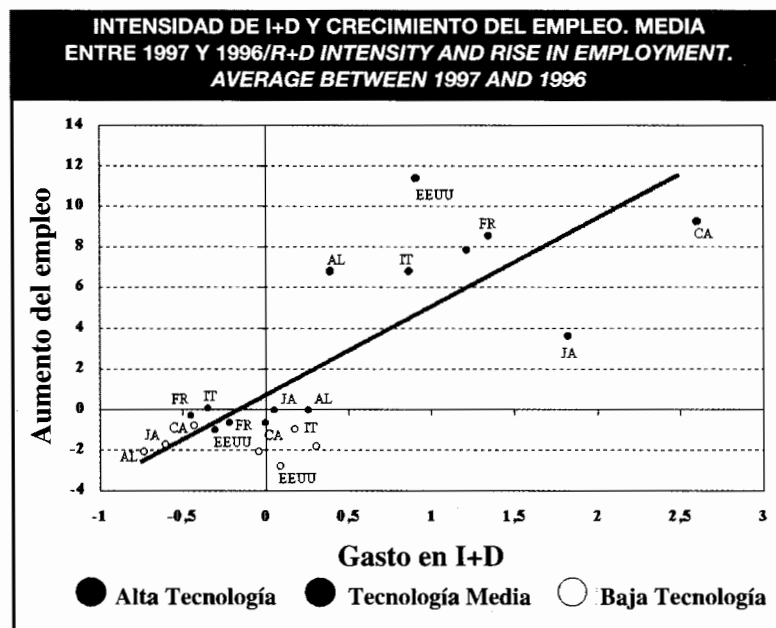


Figura 5.

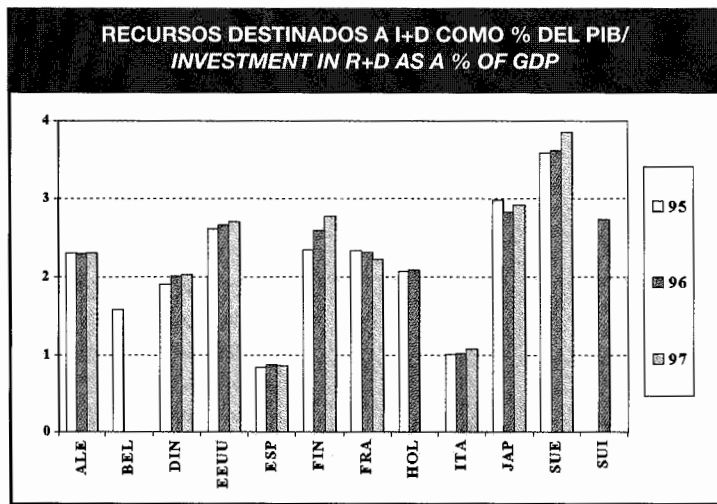


Figura 6.

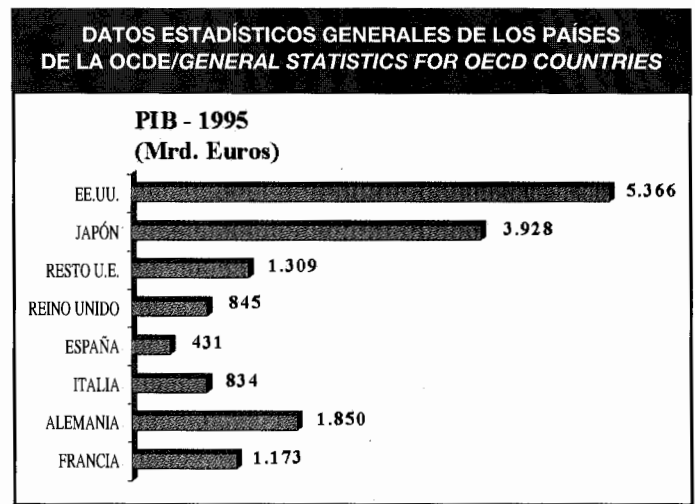


Figura 7.

en productos de alta tecnología, (color azul) el crecimiento es mucho mayor que si se investiga en productos de baja tecnología (color amarillo).

4.- LA SITUACIÓN DE ESPAÑA

Hemos visto que la situación en I+D+I en la Unión Europea es mala respecto de Estados Unidos y Japón. Y ahora veremos que la situación de España respecto de la Unión Europea es peor.

La figura 6 nos indica los gastos en I+D en los años 1995, 96 y 97, en porcentaje del PIB, en doce países significativos (Estados Unidos, Japón y 10 europeos). España no ha logrado alcanzar el 1% del PIB en ese trienio.

Es el último de los doce países representados en la figura.

La figura 7 nos muestra el valor del PIB, en el año 1995, de gran parte de los países señalados. Dado que, como se ve en esta figura, el PIB de España es el menor de los representados, hay que decir que las cifras dedicadas a I+D en valor absoluto son todavía más alejadas, por debajo, de los demás.

La figura 8 muestra el personal dedicado a I+D por cada mil trabajadores activos. También aquí, España, con menos del 6 por mil, está por

investment is reflected by higher employment and if this investment is made in high technology research (indicated as a blue line) the corresponding rising employment is much higher than that produced by low technology R+D (shown in yellow).

4. THE SITUATION IN SPAIN

We have seen that R+D+I investment is lower in the European Union than in the United States and Japan, but the situation in Spain is even worse than that of the European Union.

Figure 6 shows R+D expenditure as a percentage of GDP over 1995, 96 and 97 in twelve major countries (United States, Japan and 10 European countries), and it may be seen that investment in Spain does not reach 1% of the GDP over this period.

Spain is the last of the twelve countries shown in the figure.

Figure 7 shows the GDP for 1995 for the majority of the countries indicated. As the GDP in Spain is the lowest of all the countries mentioned, in absolute terms R+D investment is even further distanced from the other countries.

Figure 8 indicates the number of people dedicated to R+D for ever thousand employees. In this regard, Spain with

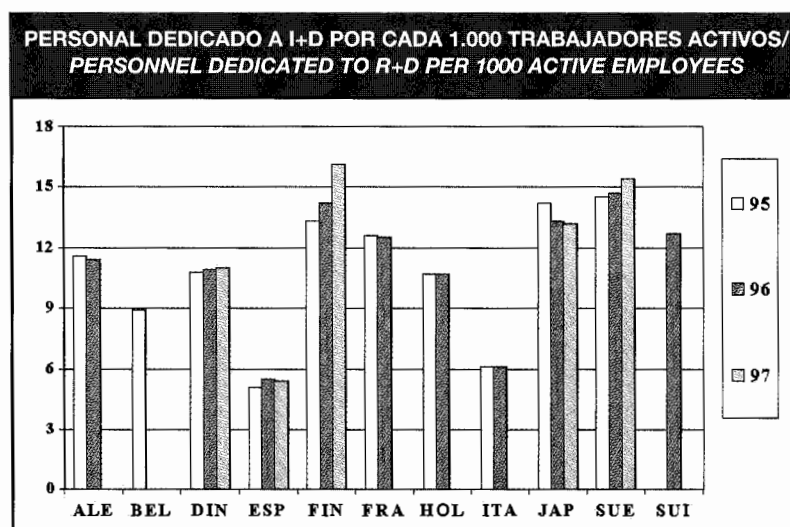


Figura 8.

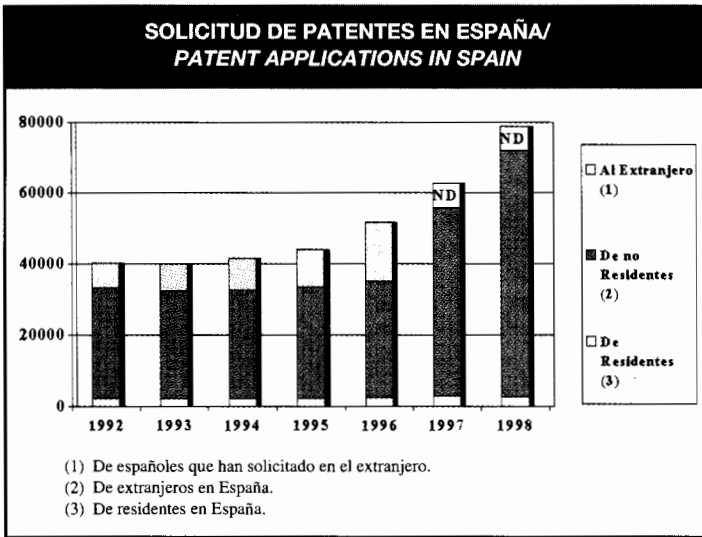


Figura 9.

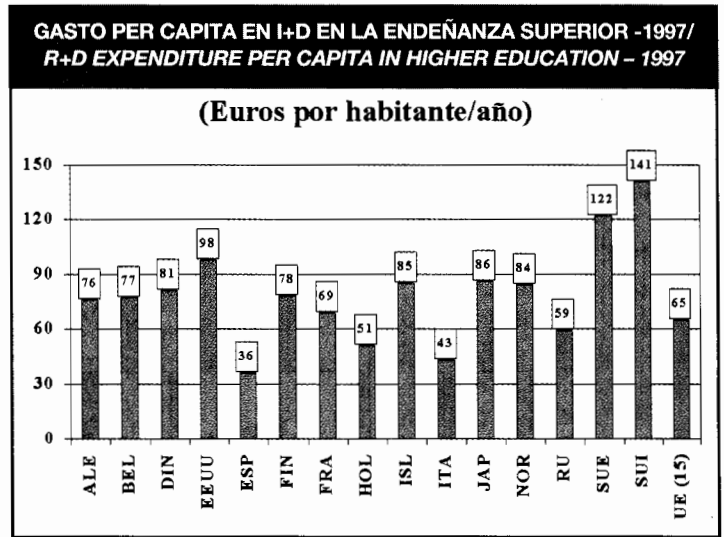


Figura 10.

debajo de todos los países de la figura. La mayor parte de ellos dobla aproximadamente la cifra española.

La figura 9 muestra la enorme diferencia de solicitudes en España de patentes, entre españolas y extranjeras. De 80.000 patentes solicitadas en España en 1998, sólo 10.000 son españolas, casi todas presentadas en el extranjero.

La figura 10 muestra los gastos per cápita en I+D en la Enseñanza Superior, es decir en la Universidad, en 1997, en euros por habitante y año.

España, con 36 euros, es la más baja de los países escogidos; la Unión Europea tiene una media de 65; y los países punteros, como Estados Unidos, Alemania y Japón gastan más de 80 euros; y hay países excepcionales como Suecia y Suiza, con más de 120 euros per cápita.

La figura 11 muestra el porcentaje de la población que tenía conexión con INTERNET en 1999. España e Italia son los más bajos de la serie con un 8% frente a una media del 25 - 30%, y con puntas como Estados Unidos, Canadá y Suecia, del orden del 40%. (Figura 12).

En línea con los datos presentados sobre I+D, la balanza tecnológica española, es fuertemente negativa, con 124.673 millones de pesetas de

less than 6 employees per thousand, falls way below the other countries, the majority of which having almost double the Spanish figure.

Figure 9 indicates the enormous difference between the number of national and foreign patent applications made in Spain. In 1998 Spanish patent applications made up only 10,000 of the total 80,000 applications, and almost all of these were made from abroad.

Figure 10 shows the investment in R+D per capita in Higher Education in 1997 in terms of Euros per inhabitant per year.

Spain with an investment of 36 euros per inhabitant, is at the bottom of the table of selected countries, the average investment in the European Union being set at 65 euros. The key countries, such as United States, Germany and Japan all

invest over 80 Euros and there are countries such as Sweden and Switzerland who invest over 120 Euros per capita.

The percentage of the population with Internet connection is shown in Figure 11 for 1999. Spain and Italy are at the bottom of the list with only 8% as opposed to a 25-30% average, and way behind in relation to certain countries such as United States, Canada and Sweden where 40% of the population are Internet users.

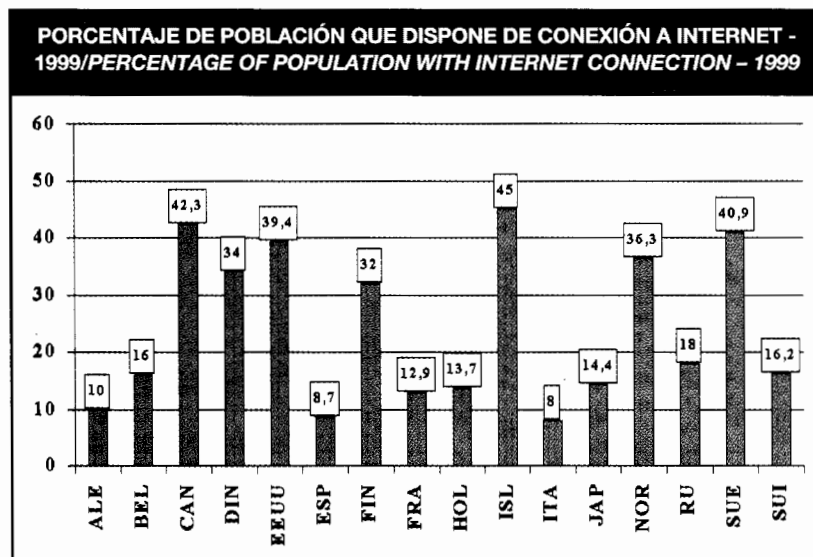


Figura 11.

LA TRANSFERENCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍA EN LA EMPRESA ESPAÑOLA/THE INTERNATIONAL EXCHANGE OF TECHNOLOGY IN THE SPANISH COMPANY

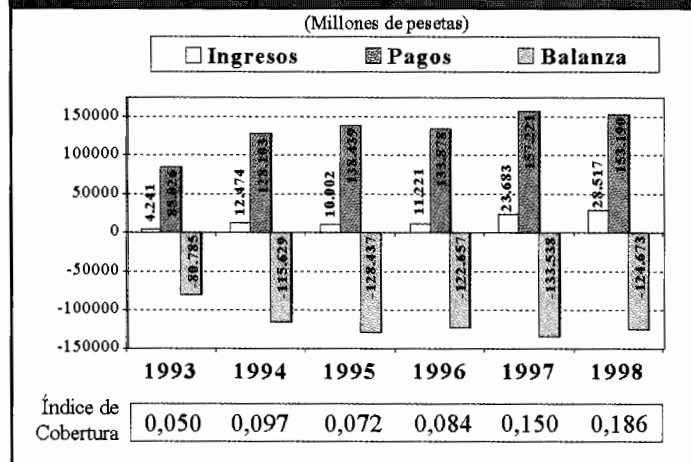


Figura 12.

ESFUERZO TECNOLÓGICO POR CC.AA. 1986-1996 (GASTO BRUTO EN I+D EN % DEL VALOR AÑADIDO AL COSTE DE LOS FACTORES)/SPANISH REGIONAL TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT FROM 1986 - 1996 (GROSS EXPENDITURE IN R+D AS A % OF VALUE ADDED TO COST FACTORS)

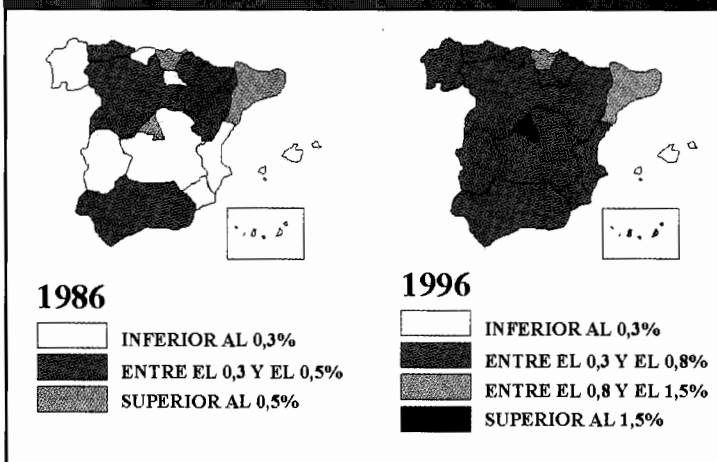


Figura 13.

déficit en 1998; y con el agravante de que nuestra cifra de ventas al exterior de tecnología (28,5 Millardos) es muy pobre. El índice de cobertura está mejorando, pero en 1998 ha alcanzado sólo un 18,6% si bien partiendo de un bajísimo 5,0% en 1993. (Figura 13).

El esfuerzo tecnológico en España por regiones, expresado como el gasto en I+D respecto de los costos de todos los factores de la producción, nos dice que, en 1996, sólo Madrid superó el 1,5%; que Cataluña y el País Vasco se situaron entre el 0,8 y el 1,5%; y que el resto de España estaba entre el 0,3 y el 0,8% en gastos en I+D, con algunas zonas por debajo del 0,3%.

La figura 14, construida por la OCDE y EUROSTAR, refleja, por regiones, que cuanto mayor es el gasto en I+D industrial, más pequeño es el desempleo. Podemos ver el gran retraso de la situación de Andalucía, Canarias, Extremadura, y alguna otra región española. (Figura 15).

Sin embargo, España está mucho mejor en I+D sobre altas tecnologías; frente a

Running parallel with the R+D statistics, Spain has a very negative balance in technology, with a deficit of Ptas 124,673 million in 1998 which is all the more emphasised by Spain's very poor record in the sale of technology abroad (28.5 billion). The cover index is improving somewhat, reaching 18.6% in 1998, though it has to be said that this increase is based in relation to the extremely low coverage figure in 1993 of just 5%.

In terms of technological investment made region by region, and when given as a percentage between R+D expenditure and total production expenses, it can be seen that in 1996 only Madrid exceeded 1.5%, while Catalonia and the Basque Country managed between 0.8 and 1.5%. In the rest of Spain this ratio in terms of R+D expenditure is set between 0.3 and 0.8%, with some regions even falling below this figure of 0.3%.

Figure 14, prepared by the OECD and EUROSTAR, reveals on a regional basis that greater investment in industrial R+D leads to

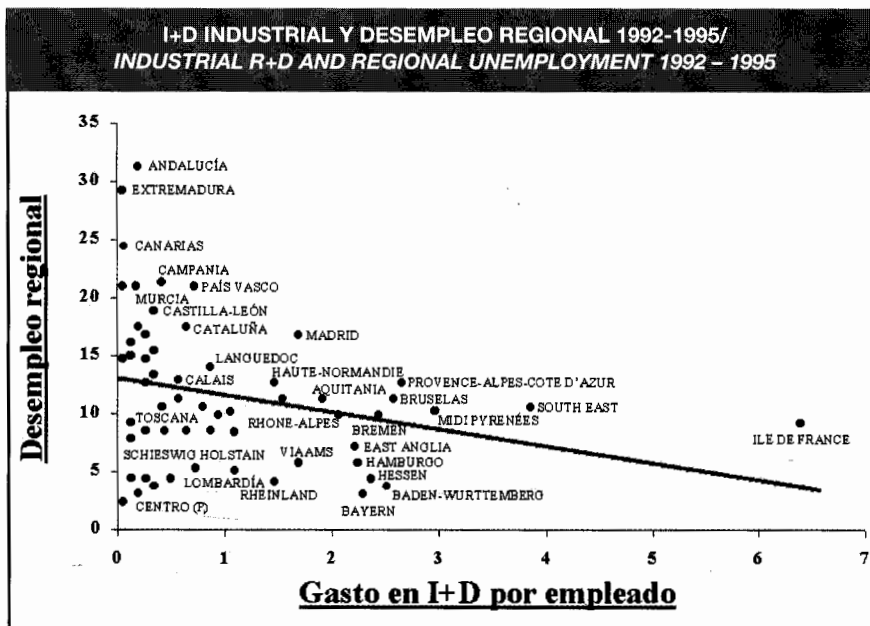


Figura 14.

una balanza tecnológica con 18% de cobertura (Exportaciones sobre Importaciones) en el conjunto de todas las tecnologías, la cobertura en alta tecnología era del 86% en 1996.

En definitiva, hay que lamentar que, si bien España es un gran país industrial, siendo el quinto fabricante de automóviles del mundo, el segundo inversor extranjero en Latinoamérica, gran exportador industrial y exportador neto de capitales, nuestro país está aún muy subdesarrollado en materia de I+D+I.

5. EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Vamos a asomarnos ahora al Sector de la Construcción, apuntando algunas cifras significativas sobre su tamaño y examinado su implicación con la I+D+I, comparando estos parámetros con los de otros países de nuestro entorno económico. (Figura 16).

En primer lugar, destacaré la importancia de la Construcción en la economía nacional. Según se desprende del informe sobre el cuarto trimestre del sector de la Construcción elaborado por SEOPAN, éste representó, con una facturación total de 14,9 Billones de pesetas en el año 2000, el 15% del PIB, dando trabajo a 1,58 millones de personas, lo que supone un 11% del total de la población ocupada. (Figura 17).

TASA DE COBERTURA Y EXPORTACIONES DE SECTORES DE ALTA TECNOLOGÍA/COVERAGE RATE AND EXPORTATION IN HIGH-TECHNOLOGY SECTOR		
	1988	1996
TASA COBERTURA SECTORES MANUFACTUREROS DE ALTA TECNOLOGÍA (AEROESPACIAL, OFIMÁTICA, ORDENADORES, FARMACIA, OTROS) OCDE • Exportaciones/Importaciones	0,72	0,86
EXPORTACIONES DE PRODUCTO DE ALTA TECNOLOGÍA M ECU (UE)	1.750	3.968

Figura 15.

reduced levels of unemployment. The table shows the large deficit of regions such as Andalucía, the Canary Islands and Extremadura with respect to other Spanish regions. (Figure 15).

However, Spain comes out much better in terms of R+D in high technology: The 18% balance (Exports over Imports) seen for all technologies, rose to 86% in 1996 when considered in terms of high technology.

It then has to be said, that while Spain is a large industrial country, being the fifth largest car manufacturer in the world, the second foreign investor in Latin America and a large industrial and capital exporter, the country is still very much underdeveloped in terms of R+D+I.

5. THE BUILDING INDUSTRY

We shall now focus on the Building Industry and take a look at certain statistics regarding the scale of the sector and the investment made in R+D+I with respect to other countries. (Figure 16).

It is first necessary to underline the importance of the Building Industry in the national economy. According to the report issued by SEOPAN, for the fourth quarter of the year 2000, the industry was responsible for a turnover of Ptas 14.9 billion, this being 15% of the GDP, and employed 1.58 million people, that is to say 11% of the working population. (Figure 17).

EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA ECONOMÍA NACIONAL (I)/ THE CONSTRUCTION SECTOR IN THE NATIONAL ECONOMY (I)

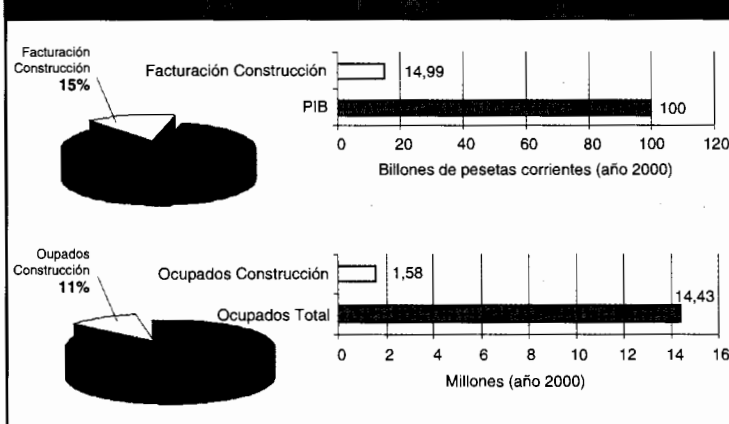


Figura 16.

EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA ECONOMÍA NACIONAL (II)/ THE CONSTRUCTION SECTOR IN THE NATIONAL ECONOMY (II)

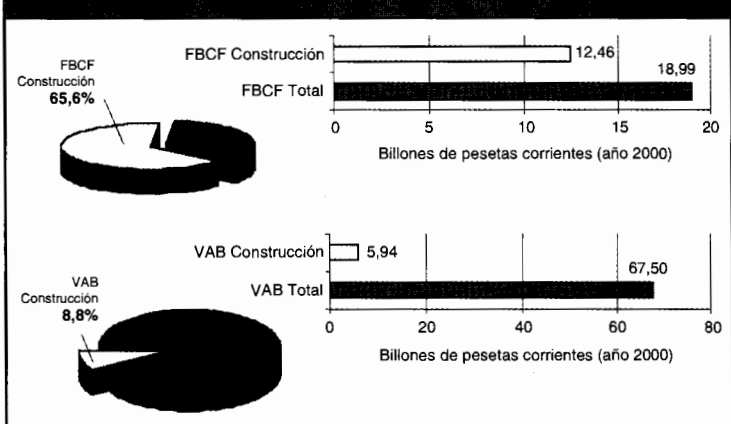
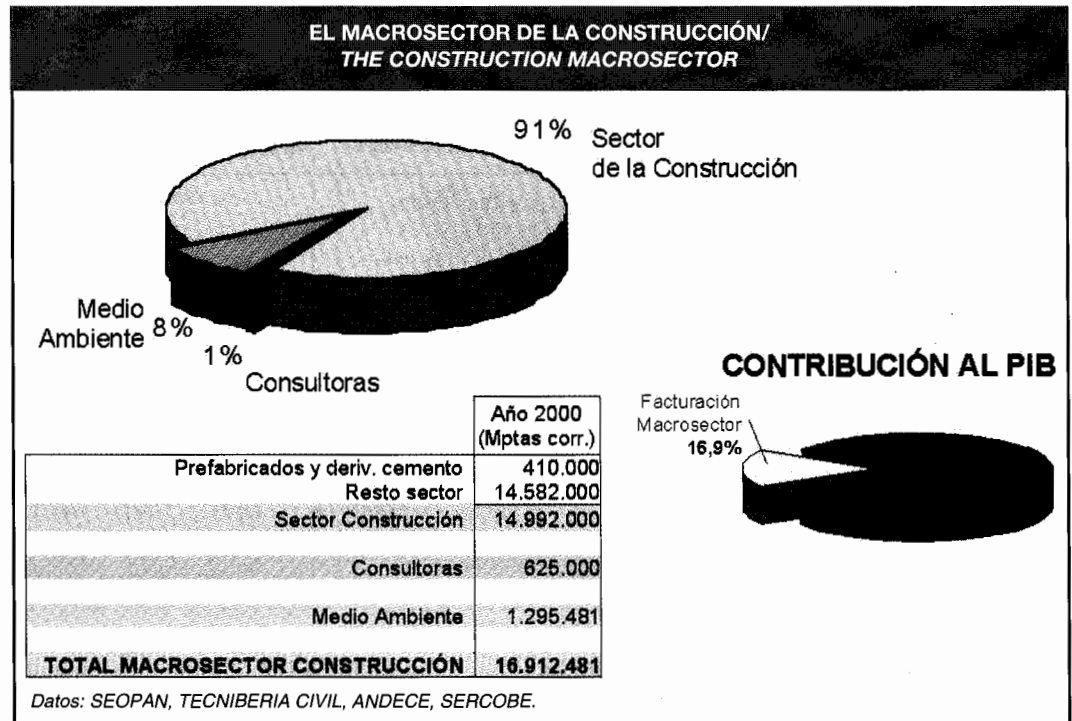


Figura 17.

Figura 18.



Además, supuso el 65,6% de la Formación Bruta de Capital Fijo del país (con 12,46 billones de pesetas sobre un total de 18,99) y el 8,8% del Valor Añadido Bruto total (con 5,94 billones sobre 67,5).

Pero en estos estudios del sector, no están incluidas las consultoras de obra civil o el mercado del medio ambiente, tan cercano actualmente a las actividades de las empresas constructoras. Si tenemos en cuenta estos conceptos, la aportación al PIB del total del Macrosector de la Construcción se eleva a 16,91 billones de pesetas desglosándose, tal y como se muestra en la figura 18, del siguiente modo:

- ▼ 14,9 billones de pesetas del sector de la Construcción (entre los cuales se encuentran 410.000 millones del subsector de los prefabricados y derivados del cemento).
- ▼ 625.000 millones de pesetas del sector conjunto de las consultoras de Medio Ambiente y de Ingeniería Civil.
- ▼ 1,3 billones de pesetas del Mercado del Medio Ambiente.

lo que supone un 16,92% del PIB en el año 2000. (Figura 19).

The industry was responsible for 65.6% of the Gross Fixed Capital Formation of the country (with Ptas 12.46 billion out of a total of 18.99) and 8.8% of Gross Value Added (with 5.94 billion out of 67.5).

However, these studies on the sector do not include civil works consultants or environmental based companies who are very closely tied to the industry. If we include these areas, the total contribution to the GDP for the entire construction sector would rise to Ptas 16.91 billion. Figure 18 shows the breakdown of total turnover according to area:

- ▼ Ptas 14.9 billion pertaining to the construction sector (410,000 million of which being formed by the prefabricated and cement derivatives sector).
- ▼ Ptas 625 million from the combined area of Environmental and Civil engineering consulting sector.
- ▼ Ptas 1.3 billion from the Environmental market.

this forming 16.92% of the GDP for 2000.

**GASTOS DE I+D E I+D+I EN CONSTRUCCIÓN (1998)/
EXPENDITURE IN R+D AND R+D+I IN THE
CONSTRUCTION SECTOR (1998)**

GASTOS EN I+D (% SOBRE VENTAS)	
Empresas constructoras	0,011
Fabricantes de productos	0,249
Fabricantes de maquinarias	0,641
Media ponderada del sector	0,122

COMPARACIÓN GASTOS EN I+D Y EN I+D+I (% SOBRE VENTAS)		
	I+D	I+D+I
Empresas constructoras	0,011	0,023
Sector construcción	0,122	0,676
Total industria	0,705	1,640

Datos: Innovación en Construcción – COTEC (1998)

Figura 19.

¿Cómo está el Sector de la Construcción en I+D+I? Como puede observarse, las empresas constructoras dedican a I+D un porcentaje mucho menor del que invierten otras empresas del sector. Esta diferencia se acrecienta, como muestra la segunda parte del cuadro, cuando nos referimos a I+D+I.

Además, con respecto al total de la industria, destaca claramente el porcentaje muchas veces menor que supone el gasto dedicado en el Sector de la Construcción a Investigación, Desarrollo e Innovación. Y todo ello pese a la importancia que, como veíamos, supone el sector para la economía nacional.

Observaremos a continuación algunos parámetros en nuestro entorno económico, el sector de la Construcción en Europa. (Figura 20).

El porcentaje dedicado a I+D+I sobre ventas de nuestro sector en Europa, se muestra en el gráfico de la figura 20, extracto de un estudio de la innovación en el Sector de la Construcción realizado por el "Consejo Europeo para la I+D+I en la Construcción" (ECCREDI), donde se observa la preocupante inferioridad del gasto en I+D+I con respecto a otros sectores. Aún así, el esfuerzo medio del sector en Europa, en torno al 1% sobre ventas, es muy superior al realizado en España que, como hemos dicho, supone tan sólo un 0,122%. Es decir, del orden de una octava parte del europeo.

In terms of R+D+I in the building Industry, building contractors invest a far lower percentage in R+D than other companies in the sector. This gap becomes even wider when referring to total investment in R+D+I as may be seen in the second part of the table in Figure 19.

The percentage investment made in R+D+I in the Construction Industry with regards to all industry is very low, in spite of the importance of the sector for the national economy.

We shall now take a look at the statistics regarding the construction Industry in Europe. (Figure 20).

The percentage R+D+I investment over sales in the European construction industry is indicated in the table in figure 20. This table being taken from a study on innovation in the Building sector made by the European Council for construction Research, Development and Innovation (ECCREDI), and where it is possible to see an alarming lack of investment with regards to other sectors. However, the average investment over sales of 1% made in other European countries is still very much higher than the 0.122% made in Spain. Spanish investment then being around an eighth of average European investment.

Once again Europe lags behind Japan, where the top five building contractors spend approximately 1.3% of their

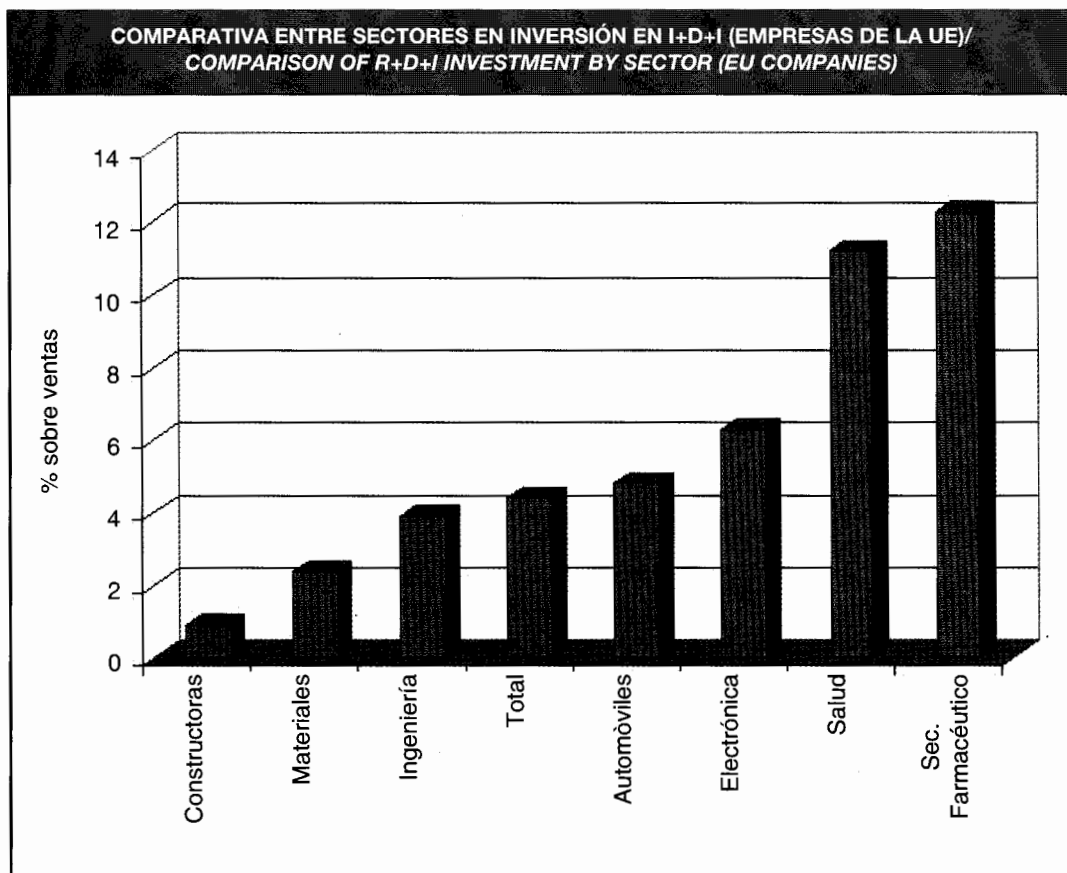
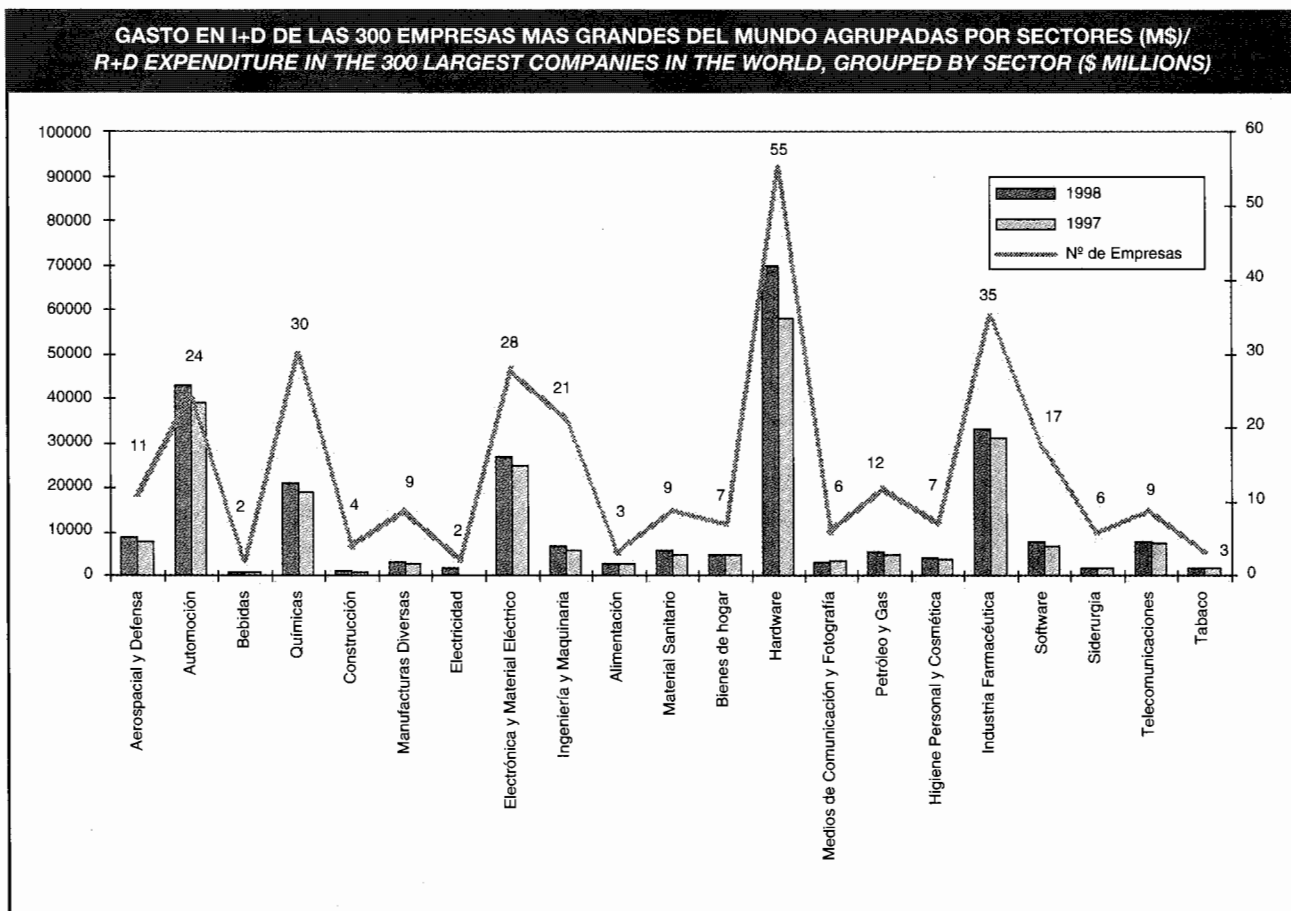


Figura 20.

Figura 21.



Pero incluso Europa anda por detrás de Japón, donde las cinco mayores compañías constructoras del país dedican anualmente a I+D+I aproximadamente el 1,3% de su facturación, cantidad que podrían llegar a alcanzar algunas empresas europeas, pero que está lejos para la gran mayoría.

Aún así, a nivel mundial es clara la diferencia entre la Construcción y otros sectores. En la figura 21 se presenta una comparativa de gasto en I+D entre las 300 empresas más grandes del mundo, agrupadas por sectores, en los años 1997 y 1998. Esta gráfica ha de servirnos para constatar el preocupante retraso en esfuerzo dedicado a Investigación y Desarrollo de que adolece nuestro sector en el marco del Mercado Mundial.

¿Por qué?

- ▼ En efecto, se trata, en primer lugar, de un sector heterogéneo y fragmentado, del que forman parte cerca de 300.000 empresas,
- ▼ en el que intervienen numerosas profesiones.
- ▼ Y en el que, aunque en general no se traduce en iniciativas concretas de I+D+I, la mayoría de los proyectos son auténticos prototipos.
- ▼ El sector tiene, además, una importante dependencia de los ciclos económicos.

turnover on R+D+I each year. This figure may be reached by some European companies, but is way beyond the possibilities of the vast majority.

At a international level, there is a clear difference between the construction industry and other sectors. Figure 21 gives a comparison of R+D expenditure over 1997 and 1998 for the top 300 companies in the world, grouped by sector. This chart underlines the worrying lack of investment in R+D in the construction industry in international terms.

This may be explained by the following factors:

- ▼ The construction industry is a very diverse and fragmented sector, formed by nigh on 300,000 companies,
- ▼ the industry involves numerous professions
- ▼ the majority of construction designs may be considered as prototypes, even though they are not taken as R+D+I
- ▼ The sector relies heavily on economic cycles
- ▼ The sector employs a huge amount of highly mobile and relatively unskilled workers.

▼ Y tampoco hay que olvidar el hecho de que la mano de obra que opera en la Construcción es intensiva, de baja capacitación y con una gran movilidad.

Lograr un necesario impulso a la I+D+I, tanto en la Construcción como en el resto de los sectores, implicará, como veremos más adelante, un esfuerzo conjunto por parte de la Administración, la Universidad y las propias empresas.

Afortunadamente, hoy España y su Gobierno han despertado a la modernidad tecnológica. Y esa actitud, nueva, permite esperar un verdadero cambio de escala de nuestro país, en pocos años, en Investigación y en Desarrollo y en el concepto, más novedoso, de la Innovación.

6. EL CONCEPTO DE INNOVACIÓN

Los conceptos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación vienen utilizándose con frecuencia unidos y mezclados, sin distinguir claramente cada uno de ellos. Y resulta conveniente realizar una breve reflexión sobre sus contenidos respectivos.

En la figura 22 se presentan las definiciones que da la Real Academia Española a estos conceptos.

Vemos que *Investigación* es la acción de hacer diligencias para descubrir una cosa. La Investigación implica, así, como ya sabemos, una actitud activa, valga la redundancia, de hacer tareas encaminadas al descubrimiento de algo.

Las investigaciones van ensanchando el campo de las ciencias, ya que la ciencia no es sino el conocimiento de las cosas por sus principios y causas.

El *Desarrollo Tecnológico*, que incluye los desarrollos de todas las ingenierías y también los de otras ciencias, se refiere en cambio a

▼ Desarrollar; esto es “explicar una teoría y llevarla hasta sus últimas consecuencias”; y a la

▼ Tecnología, “conjunto de los conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial.”

Es decir, el Desarrollo Tecnológico implica el pasar de los conocimientos científicos alcanzados por la investigación a la aplicación de esos conocimientos a los problemas concretos, con soluciones prácticas aplicadas a la realidad, industrial o de otro tipo.

La *Innovación*, en cambio, consiste en la alteración de una cosa introduciendo novedades, introduciendo mejoras.

DEFINICIONES DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN/ DEFINITIONS; RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION

INVESTIGACIÓN

ACCIÓN DE HACER DILIGENCIAS PARA
DESCUBRIR UNA COSA

DESARROLLAR

EXPLICAR UNA TEORÍA Y LLEVARLA HASTA SUS
ÚLTIMAS CONSECUENCIAS

TECNOLOGÍA

CONJUNTO DE CONOCIMIENTOS PROPIOS DE UN
OFICIO MECÁNICO O ARTE INDUSTRIAL

INNOVACIÓN

ALTERACIÓN DE UNA COSA INTRODUCIENDO
NOVEDADES

Fuente: Diccionario de la Real Academia Española

Figura 22.

change in the scale of R+D in this country and with more emphasis being placed on Innovation.

A drive in R+D+I in both the construction industry and in other sectors requires the combined effort of the State, University and companies.

Fortunately, Spain and its Government have now woken up to the reality of modern technology. This new attitude should be reflected by a rapid

6. THE CONCEPT OF INNOVATION

Concepts of Research, Technological Development and Innovation are frequently interconnected and combined without clearly differentiating between each one of them. As such, it would be useful to make a brief comment on each of these concepts.

Figure 22 gives the dictionary definition of each of these concepts.

Research may be seen to be systematic investigation and study in order to discover new facts or collate existing facts.

Research broadens the field of science. Science being the knowledge of principles and causes of things.

Technological development when including all engineering and scientific development, refers to:

▼ Development – bringing something to an active or visible state or to maturity

▼ Technology – the study or use of the mechanical arts and applied sciences

Technological Development is then the use of scientific knowledge obtained by research and the application of this knowledge to specific problems, with practical solutions applied to the prevailing industrial situation.

However, innovation consists of changing something by bringing in new methods, ideas or improvements.

The time sequence being:

▼ Scientific research

▼ Technological development, and

▼ industrial innovation

En el tiempo se suceden

- ▼ investigación científica,
- ▼ desarrollo tecnológico e
- ▼ innovación industrial.

De un conocimiento científico (el principio de Arquímedes) surge un desarrollo tecnológico (el nuevo producto "submarino"), que luego es objeto de innovaciones (submarino con sucesivas mejoras).

La figura 23, con las imprecisiones de toda simplificación, presenta las relaciones entre Investigación, Desarrollo e Innovación.

La Innovación resulta un concepto industrial muy abierto, al consistir en la introducción de mejoras en procesos, productos o servicios.

La conveniencia de unificar el concepto de la Innovación llevó a la OCDE, en su reunión de 1996 en París, a establecer el llamado Manual de Oslo, que da a la Innovación un sentido todavía más amplio. La figura 24 precisa, como criterios aceptados internacionalmente, que una empresa innova

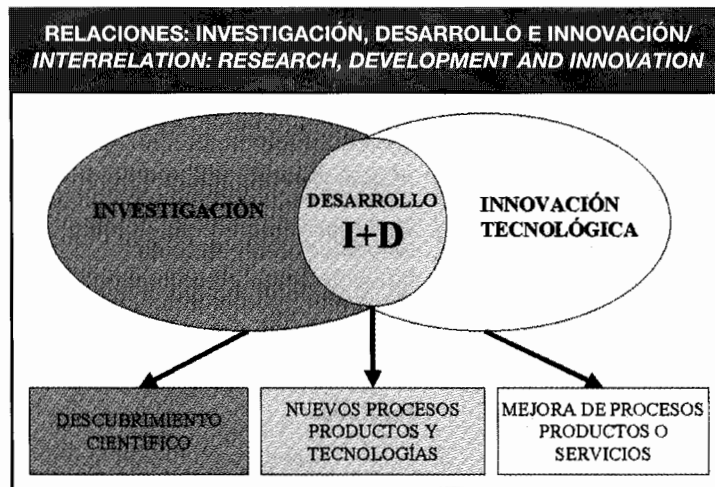


Figura 23.

From scientific knowledge (by way of example, the Archimedes' principle) we then obtain technological development (the "new" submarine) which is then subject to innovation (constant improvements made to the submarine).

Figure 23 shows a very much simplified chart of the relationship between Research, Development and Innovation.

Innovation is a very broad industrial concept as it consists of the

introduction of improvements to processes, products and services.

As a result of the need to unify the concept of innovation, the OECD drafted the Oslo Manual in Paris in 1996, which gives an ever broader sense to the concept of innovation. Figure 24 indicates internationally accepted criteria for innovation. This being taken to be when a company:

- ▼ incorporates a new product or production or delivery process, or one involving significant improvements:

ÁMBITO DE LA INNOVACIÓN (MANUAL DE OSLO) / SCOPE OF INNOVATION (OSLO MANUAL)						
			INNOVACIÓN			NO INNOVACIÓN
			Máximo	Intermedio	Mínimo	
			Nuevo en el Mundo	Nuevo en el País o Región	Nuevo para la Firma	Ya en la Firma
Innovación Tecnológica de Productos y Procesos	Tecnológicamente nuevo	Producto				
		Proceso de Producción				
		Proceso de Entrega				
	Mejoras Tecnológicamente significativas	Producto				
		Proceso de Producción				
		Proceso de Entrega				
Otra Innovación	Nuevo o Mejorado	Simplemente Organización				
No Innovación	Sin cambios significativos, cambios de novedad u otras mejoras creativas	Producto				
		Proceso de Producción				
		Proceso de Entrega				
		Simplemente Organización				

Figura 24.

▼ si incorpora un producto o un proceso (de producción o de entrega) nuevo o con mejoras significativas;

▼ pudiendo ser la novedad o la mejora significativa, nueva en el Mundo, en el País o Región, o simplemente en la empresa, en la Firma.

Es decir, una empresa que fabrica por primera vez un producto ya descubierto, o utiliza un proceso modificado o impone un nuevo sistema de distribución, está innovando; y ello aunque el nuevo producto o proceso fuera ya conocido y aplicado por otras empresas.

7. EL PAPEL DEL ESTADO Y DE LA UNIVERSIDAD

La eficacia del I+D+I depende de tres actores:

- ▼ El Estado;
- ▼ La Universidad, y
- ▼ La Empresa.

Repasaremos primero unos conceptos y cifras sobre el papel del Estado y la Universidad.

7.1. EL ESTADO

En los últimos cuatro años, el Estado español viene otorgando gran prioridad al necesario esfuerzo en I+D+I.

Creó en 1996 una Oficina de Ciencia y Tecnología (OCYT) dependiente directamente de la Presidencia del Gobierno, y en el año 2000 se ha creado el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Además, a finales de 1999 el Gobierno presentó su política de I+D+I para el período 2000-2003, materializada en el "Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica", figura que define una estrategia global que incluye todas las actuaciones públicas al respecto.

Me limito a recordar en la figura 25 los "indicadores" más importantes de este plan, que tienden a un verdadero cambio de escala en el período 1998-2003, tanto en gastos como en

INDICADORES ASOCIADOS A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS/ STRATEGIC OBJECTIVE INDICATORS		
(Plan Nacional de I+D+I 2000-2003)		
INDICADORES	1998 ⁽¹⁾	2003
% Gasto en I+D respecto del PIB	0,95	1,30
% Gasto en I+D e innovación tecnológica respecto del PIB	1,55	2,0
% Gasto en I+D ejecutado por el sector empresarial	49	65
% de empresas innovadoras respecto al total de empresas	12	25
Creación de nuevas empresas de base tecnológica a partir de centros públicos de I+D y centros tecnológicos	-	100
Número de Investigadores por 1000 de población activa	3,3	4,0
Personal de I+D por 1000 de población activa	5,5	7
Nuevos contratos y plazas de investigador en el sistema público de I+D	-	2.000
Inserción de doctores en el sector empresarial	-	500

Figura 25.

▼ the innovation or significant improvement may be unique in the World, in the Country or Region or simply in the Firm in question.

That is to say, that when a company first manufactures an already invented product, or employs a modified process or introduces a new distribution system, the company is innovating, in spite

of the fact that the new product or process may be known or applied by other companies.

7. THE ROLE OF THE STATE AND THE UNIVERSITY

R+D+I efficiency depends on three organizations:

- ▼ The State
- ▼ The University, and
- ▼ The Company

We shall now take a look at certain concepts and statistics regarding the role of the State and the University.

7.1. THE STATE

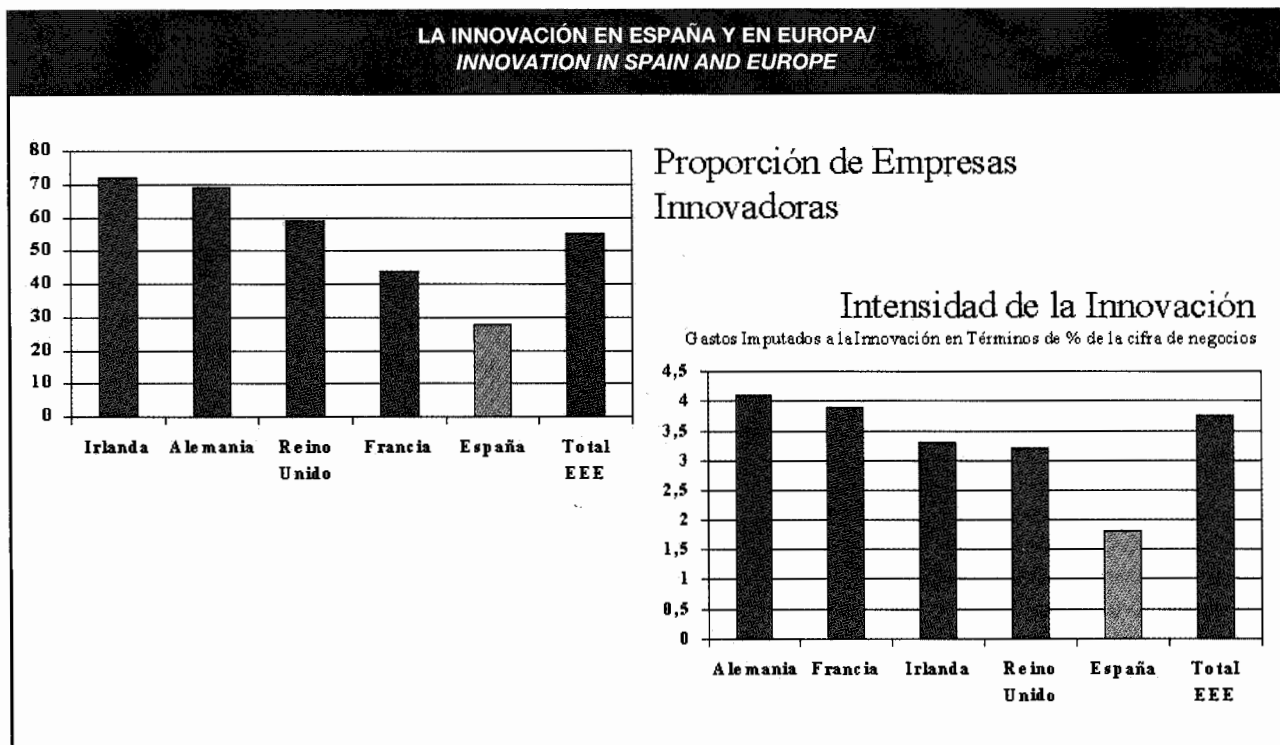
Over the last four years the Spanish State has placed particular emphasis on the need to encourage R+D+I.

In 1996, the Government created the Science and Technology Office (OCYT) which directly answers to the Government Presidency. The Ministry of Science and Technology was subsequently established in 2000.

At the end of 1999 the Government presented its R+D+I policy for the 2000-2003 period, this coming under the name of the "National Scientific Research Plan" which defines a global strategy for public intervention in R+D+I.

The main indicators of this plan are shown in figure 25. The plan having led to an enormous upsurge over the

Figura 26.



investigadores, personas y empresas dedicados a estas tareas.

En este plan se propone un aumento de gastos de I+D del 40%, al pasar del 0,95 al 1,30 del PIB.

Al I+D se añade, por primera vez, la Innovación. Así se pretende que los gastos de I+D+I aumenten en un 32% (1,55 a 2,0 del PIB) en el periodo.

En efecto, en España se innova poco. Como se ve en la figura 26, España en cuanto a porcentaje de empresas innovadoras está en la mitad o la tercera parte de los Estados punteros Europeos y de todo el EEE (Espacio Económico Europeo).

En intensidad de innovación, en % de la cifra de negocios, España no llega al 2%, menos de la mitad de la EEE.

El Estado español quiere lanzar a las empresas por el camino de la innovación; y para ello legisla ofreciendo ventajas incontrovertibles.

A ello obedece la iniciativa PROFIT (Programa de Fomento de la Investigación Técnica), enmarcada dentro del Plan Nacional de I+D+I y que, tanto en la convocatoria del año pasado como en la inminente del 2001, ofrece:

- Nuevos instrumentos financieros en forma de
 - ▼ subvenciones (no retornables),
 - ▼ créditos (retornables),
 - ▼ reafianzamiento de avales, y
 - ▼ fórmulas de capital riesgo.
- ▼ Nuevos instrumentos fiscales, con toda una numerosa y variadísima gama de incentivos ciertamente atractivos.

1998-2003 in terms of both expenditure as well as the number of persons and companies dedicated to R+D+I.

This plan aimed to increase R+D expenditure by 40%, rising from 0.95% of the GDP to 1.30%.

For the first time Innovation was added to the concept of R+D, it being forecasted that R+D+I expenditure would rise by 32% (rising from 1.55% to 2% of the GDP).

To all effects, Spain is not an innovating country. In figure 26 it may be seen that the percentage of innovating companies in Spain falls between half and a third of key European states and that of the entire European Economic Area.

When taking innovation in terms as business turnover, Spain does not reach 2%, this being less than half the European Economic Area average.

The Spanish State has established specific financial advantages in order to encourage company innovation.

These initiatives include the PROFIT programme (Technical Research Development Programme) established in the National R+D+I Plan, which have provided over the 2000-2001 period:

- Financial incentives in the form of:
 - ▼ Government grants (non-refundable)
 - ▼ loans (repayable)
 - ▼ refinancing of bonds, and
 - ▼ risk capital formulas
 - ▼ A broad range of tax incentives.

Diré que los incentivos aumentan si los trabajos de I+D+I que se proponen se hacen en colaboración con las Universidades; y esto provocará más conexiones Empresa-Universidad, que tan deseables son.

El Presidente Aznar prometió, en julio de 2000, en Barcelona, presupuestar un 2% del PIB como gasto de I+D+I en el 2001 y esto, que no será fácil, supone un salto muy importante, que originará movimientos vertiginosos en favor del I+D+I en España.

Asimismo, el pasado mes de enero se presentó el "Plan de Acción INFO XXI para el período 2001-2003", iniciativa que reorienta el Plan Nacional de I+D+I 2000-2003 hacia las áreas relacionadas con la Sociedad de la Información.

Todo esto indica que el Estado español está dando, como a la educación y a las infraestructuras, una primerísima prioridad a los objetivos de I+D+I.

Sin embargo, en lo referente a nuestro sector, como hemos visto anteriormente, la Construcción camina alejada del esfuerzo en I+D+I observado en otros sectores y el Estado puede y debe actuar al respecto.

En efecto, según el informe sobre Innovación en la Construcción publicado en el año 2000 por la Fundación COTEC, en lo que respecta al papel de la Administración al respecto, es significativo destacar los siguientes aspectos:

- ▼ En primer lugar, que el Sistema Público de I+D es desconocido por buena parte del sector de la Construcción y éste cree que el Sistema está trabajando alejado de sus problemas y necesidades.
- ▼ El número de proyectos de investigación en el sector financiados por el Plan Nacional de I+D+I es muy reducido. El Sistema Público de I+D debe esforzarse en lograr un mayor conocimiento de las necesidades tecnológicas del sector, hacerlas explícitas a los centros que la componen y adaptar sus programas de inversión a aquellas.
- ▼ Si bien en el Plan Nacional de I+D+I (2000-2003) se establecen las áreas sectoriales de Construcción Civil y de Conservación del Patrimonio Histórico Cultural y se definen otras áreas relacionadas directa o indirectamente con la Construcción (como las de Medio Ambiente, Transportes u Ordenación del Territorio), dicho Plan empieza careciendo de dotación presupuestaria concreta en el año 2000 para este sector, aunque confiamos en que esta tendencia cambie en el año 2001 y siguientes.
- ▼ La Administración, a pesar de las enormes inversiones que realiza en Construcción, nunca ha tenido claramente definida una política tecnológica para este sector, teniendo en cuenta todos los agentes involucrados.
- ▼ La Administración debe diseñar políticas tecnológicas específicas para el sector, dentro del programa de inversiones millonarias previstas para infraestructuras, respondiendo a los siguientes fines:
- ▼ Normalización y certificación de materiales.

These incentives increase even further when the R+D+I work is carried out in association with a university, which encourages further and highly desirable connections between the company and the university.

In July 2000, President Aznar promised a R+D+I expenditure of 2% the GDP, and while this is by no means a simple task it will inevitably lead to an enormous upsurge in R+D+I in Spain.

Last January the Government presented the "Plan of Action INFO XXI for 2001-2003" which will redirect the National R+D+I Plan 2000-2003 towards IT sectors.

This all seems to indicate that the Spanish government is finally giving utmost priority to R+D+I objectives together with education and infrastructure,

However, the Building Industry still has some catching up to do with respect to the R+D+I impulse seen in other sectors and the Government should be seen to act in this regard.

According to the report on Innovation in the Construction industry published by the Fundación COTEC last year, the State still has some work to do. The report underlined the following aspects:

- ▼ *The construction industry is generally unaware of the State R+D System and feels that the State has not considered the particular needs and requirements of the industry.*
- ▼ *Very few research projects within the sector have been financed by the R+D+I National Plan. The Public R+D System should attempt to gain greater awareness of the technological requirements of the sector, and relay this information to their research centres and adapt their investment plans accordingly.*
- ▼ *The National R+D+I Plan (2000-2003) considered the sectorial areas of Civil Construction and Cultural Heritage Preservation and defined other areas which are directly or indirectly associated with construction (such as the Environment, Transport and Regional Planning). However the Plan lacked the budget allocated funds for this sector in 2000, and we can only hope that this trend will be reversed over this and following years.*
- ▼ *In spite of the enormous investment made in construction, the State has never had a clearly defined technological policy for this sector, when considering all the bodies and associations involved in the same.*
- ▼ *The Administration should design specific technological policies for the sector, within the multi-million peseta investment programme considered for infrastructure. These policies should establish:*
- ▼ *Material standards and certification*
- ▼ *A funding programme for innovation development in specific works. The State Administration should recognize that certain works are either totally or partially experimental.*

▼ Definición de un programa de ayudas para el desarrollo de innovaciones en obras concretas que permitan resolver problemas de interés general para el sector. Las administraciones deben asumir que determinadas obras son experimentales en su totalidad ó en alguna de sus partes.

▼ Propiciar convocatorias atractivas para las empresas que, hasta ahora, se encuentran ante un sistema complejo y, a veces, disuasorio.

▼ Como referencia, es importante tener en cuenta que el V Programa Marco de I+D+I de la Unión Europea (1999-2002), instrumento de la Comisión para el fomento de la I+D+I en los Estados Miembros, ya ha incorporado programas específicos para el sector de la Construcción.

7.2. LA UNIVERSIDAD

La figura 27 indica el porcentaje de firmas privadas que colaboran con la Universidad. Véase que la cifra se mueve entre el 10 y el 25% salvo excepciones, como Finlandia, cuya colaboración se eleva a más del 40% en ambos casos.

España no figura en este cuadro de Eurostar porque supongo que no tiene cifras significativas que se puedan reflejar.

La colaboración en España entre las empresas y la Universidad no ha sido sensible hasta hoy.

En general, las empresas no han confiado a las Universidades temas de importancia estratégica, por el temor a la pérdida del sigilo que debe imperar sobre los procedimientos y los productos estudiados por las empresas privadas.

De otra parte, las tesis doctorales son orientadas casi exclusivamente desde la Universidad y se estudian temas con total independencia de lo que pueda interesar a las empresas. En muchas tesis, no se conocen por el doctorando ni los precios que tienen en el mercado los productos que maneja en su tesis.

Así se puede llegar a lo que la Universidad en ocasiones ha defendido: "A la investigación por ella misma".

COOPERACIÓN ENTRE LAS EMPRESAS, LAS UNIVERSIDADES Y LOS CENTROS PÚBLICOS/COOPERATION BETWEEN COMPANIES, UNIVERSITIES AND PUBLIC BODIES

Proporción de Empresas Innovadoras que coopera con la Universidad

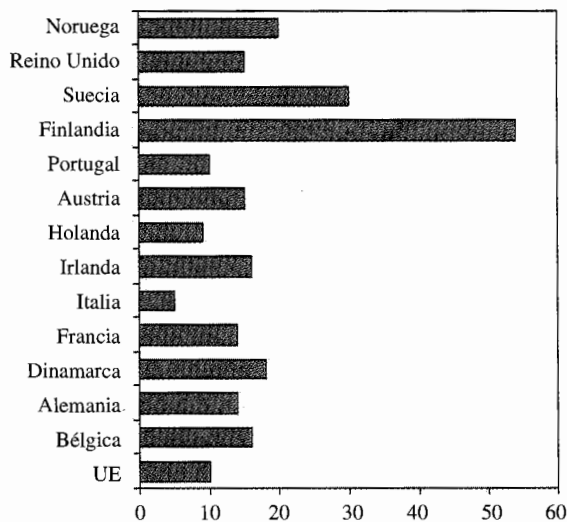


Figura 27.

▼ Promote attractive aid packages and subsidies for companies who have considered the system to be far too complex and sometimes dissuasive.

▼ It should be noted that the 5th R+D+I Framework Programme of the European Union (1992-2002), aimed at promoting R+D+I among member States, has already

included specific programmes geared towards the Construction sector.

7.2. THE UNIVERSITY

Figure 27 shows the percentage of European companies working in association with universities. The figure generally varies from 10 to 25% with certain exceptions such as Finland, where 40% of companies are seen to collaborate with universities.

The fact that Spain does not appear in this table probably goes to show that there are no significant figures worthy of note.

There has been no noticeable collaboration between Spanish companies and universities up to the present moment in time.

Spanish companies do not generally wish to entrust matters of strategic importance to universities for fear of lack of secrecy regarding certain procedures and products investigated by private companies.

Furthermore, doctoral theses are almost exclusively prepared from a university point of view in subjects of little interest for the company. Many doctoral dissertations do not even touch on market reality such as product price and other factors.

This then gives rise to the frequently defended position of "research for research's sake".

The times demand changes.

Los tiempos piden otra cosa.

La I+D y ahora la I+D+I, tiene que buscar objetivos que interesen a la Sociedad; por eso la I, tiene que ir acompañada de la D y de la otra I en las empresas.

Además, el quehacer de la Universidad en coordinación con las empresas ayudará al trasvase directo de los doctorandos a la industria y evitará lo que ocurre hoy, que, cuando un alumno destaca, enseguida se liga a la Universidad para seguir sucesivamente la carrera: el grado de Doctor, Profesor contratado, Titular y Catedrático, ocupando su vida sin el menor contacto directo con las Empresas. Esto favorece la llamada "endogamia" de la Universidad.

En el Massachusetts Institute of Technology (MIT) (Centro privado de enseñanza de Boston), por ejemplo, gran parte de los Departamentos y su profesorado llevan de apellido "Bayer", "Dow", "Dupont" y otros; y eso indica que esos Departamentos trabajan al mismo tiempo para la empresa que les da su nombre y para el MIT.

Más de 1000 empresas a nivel mundial contactan el MIT para conseguir avances en el I+D+I. Si las compañías fundadas por profesores y graduados del MIT formasen una nación independiente, las ventas producidas por las compañías harían de esa nación la vigesimocuarta mayor economía del mundo, como indica la figura 28.

El MIT tiene 10.000 alumnos y unos 1.000 profesores, que según su "slogan", son "casi" tan buenos como los alumnos.

Como se ve, esta "nación" tendría 4.000 compañías industriales, 8.500 fábricas y unas ventas anuales de 232.000 millones de dólares (40,6 Billones de pesetas) con un "PIB" equivalente de 116 Millardos de dólares (20,3 Billones de pesetas, el 20% del PIB de España).

Otro paso que puede dar la Universidad, es enviar a sus pupilos a otros países de la UE para colaborar en temas interesantes para Europa, y por tanto, para España. La globalización de los mercados también tiene que llegar a la Universidad. Hay Universidades españolas que ofrecen ya la doble titulación (española y francesa, por ejemplo).

En una palabra, creo que la Universidad tiene que abrirse al mundo empresarial y el mundo empresarial debe abrirse a la Universidad.

Frente a endogamia, apertura.

R+D and R+D+I have to seek objectives which interest society and therefore Research has to be accompanied by Development and Innovation in companies.

Furthermore, the University's work in coordination with the companies will enable the direct transfer of candidates for doctor's degrees to the industry, thereby avoiding the present situation where an outstanding student tends to be automatically associated with the university and continues their professional career in the same; passing from Doctor to Lecturer to Senior Lecture and finally, Professor, spending their whole professional life without the slightest direct contact with Companies. This only goes to encourage a certain endogamy or inbreeding within the university.

At the Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Boston, many of the departments, and lecturers bear names such as "Bayer", "Dow", "Dupont" and others, which indicate that these Departments work for both the companies giving them their name as well as for the MIT.

Over 1000 companies world-wide contact the MIT in terms of R+D+I. If the companies established by the faculty and graduates of the MIT were to form an independent nation, the total company turnover would make this nation the twenty-fourth most powerful economy in the world, as is indicated in figure 28.

The MIT has ten thousand undergraduates and graduates and nigh on 1,000 faculty staff who, according to the MIT slogan as "almost" as good as their students.

As can be seen, this "nation" would be composed of 4,000 industrial companies and 8,500 factories and would have a total annual turnover of 232,000 million dollars (Pts 40.6 billion) with a "GDP" of 116,000 million dollars (Pts 20.3 Billion, or 20% the GDP of Spain).

Another step which could be taken by the University would be to send their students to other countries within the EU to collaborate on projects of European, and subsequently Spanish,

interest. The globalization of the market has to reach the university and there are now some Spanish universities who offer double degrees (Spanish and French for example).

In a word, I feel that the University has to open itself out to the business world and the business world should, in turn, embrace the University, thereby ending the endogamy which is so rife within the same.

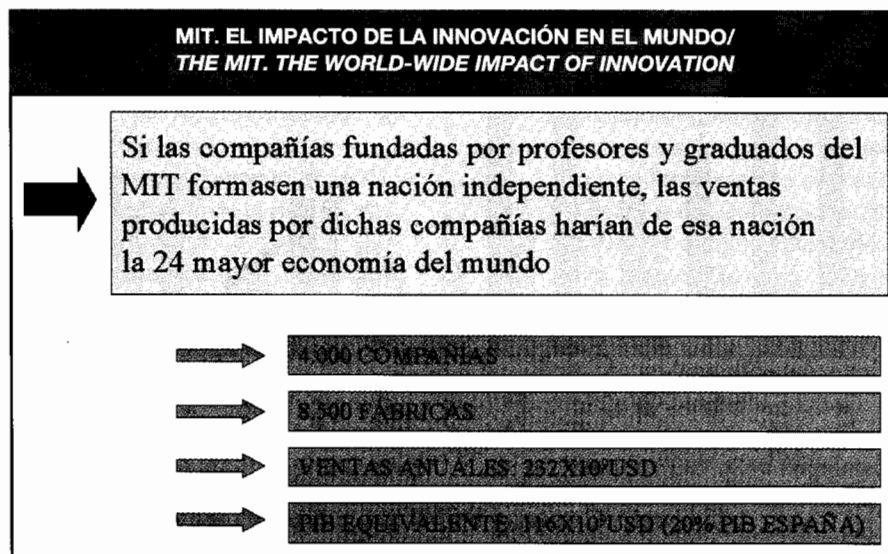


Figura 28.

8. EL PAPEL FUNDAMENTAL DE LA EMPRESA

En el cuadro de la figura 25 habíamos visto que el Plan Nacional de I+D+I persigue que la participación empresarial en los gastos de I+D+I pase del 49 al 65%. La media de los países de la OCDE era ya en 1996 del 68%; y se aspira lógicamente a que España llegue a eso al menos en el 2003.

El Estado está pidiendo a las empresas que aumenten sus inversiones en I+D+I y que comprendan que la competitividad y el desarrollo dependen de su valentía para tomar riesgos en esas actividades de I+D+I. Se pide que colaboren con los Centros Oficiales y con la Universidad y que todos ellos conjuntamente participen activamente en los planes Marco de la UE para que aumente el número de investigadores (de 5,5 al 7 por mil) y para que se creen cien nuevas empresas de base tecnológica, compartidas con Centros públicos que permitan la inserción de quinientos doctores en el sector empresarial durante el período.

Como ilustración, la figura 29 muestra el reparto de los gastos de I+D, en % del PIB, entre las empresas privadas y los Centros Públicos, incluidas las Universidades públicas.

Como se desprende de la comparativa, entre los países señalados España únicamente supera en gasto porcentual en I+D+I a Grecia y Portugal, estando bastante lejos del resto.

En este marco, y focalizando la atención en las empresas de nuestro Sector, podemos observar que:

8. THE FUNDAMENTAL ROLE OF THE COMPANY

In Table 25 we saw that the National R+D+I Plan sought to increase company share in R+D+I investment from 49% to 65%. The average percentage investment among OECD countries was set around 68% in 1996, and it is hoped that Spain will reach this level of investment by 2003.

The State is asking companies to increase their investment in R+D+I and is attempting to convey the message that competitiveness and development largely depend on a company's willingness to take risks in R+D+I activities. Companies are being asked to collaborate with Official Centres and Universities so that they may all actively contribute to the EU Framework Plans. These plans envisage an increase in the number of researchers (from 5.5 to 7 per 1000) and the creation of one hundred new technology-based companies, together with the Public Centres, in order to allow the placing of five hundred Doctors in the business sector over this period.

Figure 29 shows the distribution of R+D expenditure as a percentage of the GDP, among private companies and Public Centres, when including universities.

From the table it may be seen that Spain only dedicates more percentage investment in R+D+I than Greece and Portugal, and lies a long way behind the rest of the countries.

When focusing on the Construction sector, it may be seen that:

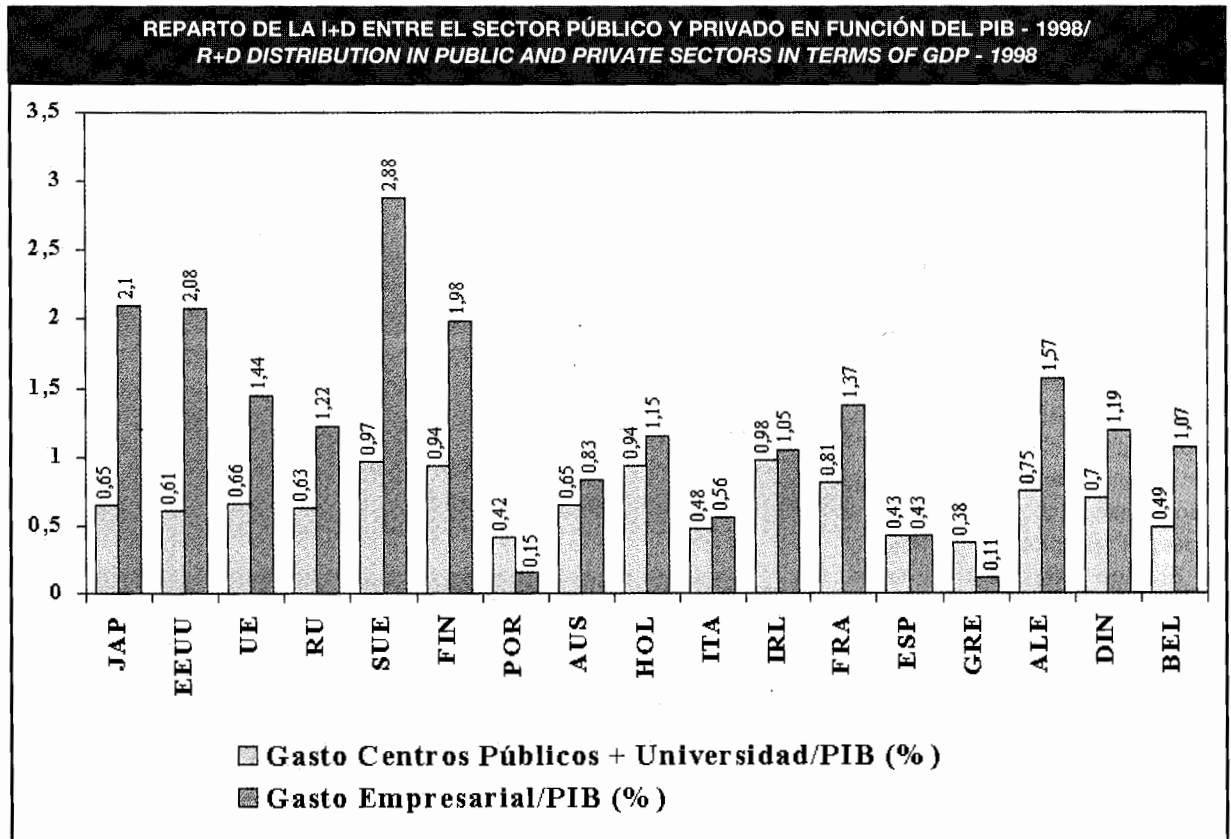


Figura 29.

- ▼ Las empresas no consideran la innovación como un factor determinante de su estrategia, con la salvedad, quizás, de las grandes empresas o algunas de alta especialización.
- ▼ En general, los procesos innovadores no quedan registrados, ni se explotan de forma adecuada.
- ▼ No hay apenas experiencia en I+D+I en el Sector y las empresas, en su mayoría, no participan en proyectos de programas nacionales o europeos, ni están abiertas a colaboraciones entre ellas o con el Sistema Público de I+D.
- ▼ Por otra parte, casi nunca se implica a clientes o proveedores en los procesos de innovación.
- ▼ No existe un impulso suficiente a la I+D+I desde las asociaciones empresariales.

Para paliar esta situación es preciso, por parte de las empresas, tener en cuenta las siguientes recetas:

- ▼ 1. Una integración de la innovación en la política empresarial. Con este fin, es imprescindible:
 - a. Primeramente, que la Dirección de la empresa se involucre y
 - b. que se dé una difusión adecuada al concepto de I+D+I entre su personal,
 - c. estimulando (económicamente o de cualquier otro modo) las iniciativas que puedan surgir al respecto, con el fin de fomentar la innovación.
- ▼ 2. Un acercamiento de las empresas del Sector al Sistema Público de I+D, lo que derivaría sin duda en:
 - a. una mayor experiencia,
 - b. la participación en proyectos nacionales e internacionales y
 - c. la colaboración entre empresas.
- ▼ 3. Las Asociaciones Empresariales del Sector deben, por su parte:
 - a. Colaborar con la Administración en el diseño de las políticas tecnológicas (como son: proyectos conjuntos, medidas fiscales o subvenciones) destinadas al sector.
 - b. Realizar campañas de difusión del concepto de I+D+I y de las ventajas de considerarlo dentro de la definición de la política y estrategias de las empresas.
 - c. Por último, las asociaciones de empresas proveedoras de materiales deberían preocuparse de que los proyectistas reciban suficiente información y apoyo sobre los nuevos productos desarrollados.

En la búsqueda de posibles campos en los que innovar en el sector, en EEUU, un informe de 1996 de la CERF (Civil Engineering Research Foundation) definía varios campos en los que desarrollar proyectos de I+D+I en las prácticas constructivas, tanto en la ingeniería civil como en edificación, entre los que destacamos:

- ▼ *Companies do not consider innovation as a determining factor for company strategy, with the sole exception of some of the larger or more specialized companies.*
- ▼ *Innovative processes are not normally registered or even exploited correctly.*
- ▼ *There is little experience of R+D+I in the Sector and the majority of companies do not participate in national or European projects, nor collaborate with each other in the Public R+D System.*
- ▼ *Clients or suppliers are rarely involved in innovation processes.*
- ▼ *Employer associations offer little encouragement in the way of R+D+I.*

In order to change this situation, companies should consider the following factors:

- ▼ *1. The integration of innovation within company policy. As such, it is essential:*
 - a. *That company management be involved,*
 - b. *that there be sufficient staff awareness of the R+D+I concept, and*
 - c. *that any initiatives that may arise be reimbursed (economically or by other means) in order to encourage innovation.*
- ▼ *2. Greater association of companies with the Public R+D+I System, which will inevitably lead to:*
 - e. *Greater experience,*
 - b. *Participation in national and international projects*
 - c. *Inter-company collaboration*
- ▼ *3. The Employer Associations within the sector should, in turn:*
 - a. *collaborate with the Administration in the design of technological policies (such as; joint projects, tax measures or grants) for the sector.*
 - b. *Promote the R+D+I concept, indicating the advantages of considering this within company policy and strategy.*
 - c. *The Associations of Material Suppliers should ensure that designers obtain sufficient information and assistance regarding newly developed products.*

In 1996 the CERF (Civil Engineering Research Foundation) published a report in the United States, defining various fields in which it would be possible to develop R+D+I projects within the civil engineering and building sector. This included:

- ▼ 1. Aplicación de estándares y criterios de actuación generales en el desarrollo de infraestructuras.
- ▼ 2. Utilizar proyectos de demostración para acelerar la adopción de innovaciones.
- ▼ 3. Racionalizar los procesos constructivos, mediante la formación de consorcios, definiendo las tareas y responsabilidades de cada socio y realizando una aproximación integrada.
- ▼ 4. Promover la expansión y puesta en común de la base tecnológica, a través del uso de las nuevas tecnologías de la información.

En este sentido, entre las conclusiones del informe sobre "Innovación y Tecnologías de la Información en la Ingeniería Civil" (patrocinado por la Comisión de Ejercicio Profesional del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en enero de 2001) conviene resaltar las siguientes:

- ▼ **Ingeniería y Construcción:** Es posible el desarrollo y la aplicación innovadora de tecnologías de la información, comunicaciones e Internet en los procesos de mejora en el diseño y proyecto de infraestructuras, en la integración de los procesos de ingeniería y construcción, en la planificación, gestión y dirección de obras, en las operaciones de construcción o en la explotación y mantenimiento de infraestructuras y edificios.
- ▼ **Transportes:** La aplicación de las tecnologías de la información al campo de los transportes (infraestructuras y servicios) abre un amplio abanico de oportunidades, en el campo del transporte por carretera, en el transporte ferroviario, aéreo o marítimo, en el transporte intermodal de cargas o incluso en el transporte público (desarrollando nuevos sistemas de información, de ayuda a la explotación y a la gestión, o sistemas de control y seguridad).
- ▼ **Agua y medioambiente:** En el campo de los recursos hídricos y de la ingeniería medioambiental pueden aplicarse las nuevas tecnologías, tanto en las actividades relativas al agua (en depuración y tratamiento de aguas residuales, con nuevos sistemas informatizados de información, control o explotación), como en las relativas a los residuos, a la gestión de riesgos medioambientales o en lo referente a servicios urbanos de medioambiente (con sistemas de planificación óptima o gestión de servicios).
- ▼ **Energía:** Se trata de un sector de gran importancia, debido a los procesos de liberalización, globalización y cambio que se encuentran en curso. Pueden encontrarse oportunidades de innovación en actividades relativas a la gestión del negocio energético en competencia, en la renovación del parque de generación, o en el desarrollo de las energías renovables, que se está produciendo de forma tan notable en nuestro país.
- ▼ **Urbanismo y Ordenación del Territorio:** Es un campo en el que las nuevas tecnologías de la información pueden

- ▼ 1.- *The application of standards and criteria to general infrastructure development.*
- ▼ 2.- *Using demonstration projects to accelerate the acceptance of innovation.*
- ▼ 3.- *Rationalize building processes by forming consortiums and defining the duties and responsibilities of each partner and making an integrated approximation.*
- ▼ 4.- *Promote expansion and awareness of technology through the employment of new information technologies.*

Similarly, the findings of the report on "Innovation and Information Technologies in Civil Engineering" (drafted by the Spanish Association of Civil Engineers in January 2001), stated:

- ▼ **In Engineering and Construction:** *The Internet and information and communication technologies can be developed and innovatively applied in processes to improve the design and planning of infrastructures, in the integration of engineering and building processes, in work planning, administration and management, in building operations or in the operation and maintenance of infrastructure and buildings.*
- ▼ **Transport:** *The application of IT to the area of transport (infrastructure and services) opens a wide range of possibilities in road, rail, air or sea transport, in intermodal goods transport and public transport (developing new information systems and aiding operation and management or control and safety systems).*
- ▼ **Water and the environment:** *New technologies may be applied in the area of water resources and environmental engineering, in terms of both the water supply (purifying and treatment of waste waters, with new computerized systems for information, control or operation), and the sewage system, in terms of environmental risk management or urban services (optimum planning systems or service management).*
- ▼ **Energy:** *As a result of the current liberalization, globalization and changes in the energy sector, this is an area of vital importance. Innovation may be directed towards competitive energy management activities, the renewal of generators or in the ever-increasing development of renewable energies.*
- ▼ **Regional and Town Planning:** *New information technologies should play a decisive role in this area, in terms of activities related to mobility regulation, management of public property (roads, public areas*

y deben jugar un papel importante, en actividades relativas a la regulación de la movilidad, en la gestión de los bienes demaniales (como son las vías, los espacios públicos y el subsuelo urbano), en el mercado del suelo o incluso en la planificación y operación de los servicios municipales.

▼ **Ocio, Deporte y Turismo:** El denominado sector cuaternario, difícil de delimitar con precisión, posee un tremendo potencial de desarrollo en países como el nuestro, con oportunidades innovadoras en el campo de la construcción y gestión de grandes instalaciones y complejos, en la creación de contenidos para Internet, o en el desarrollo tan en boga de los nuevos canales de comercialización.

En todo ello, como siempre, la empresa ha de ser el principal catalizador de la innovación.

Como hemos insistido, la Investigación y Desarrollo es la asignatura pendiente de España como país. Esta afirmación es extensiva a todos los actores, el Estado, la Universidad y la Empresa; pero todavía más, a la Empresa.

Tanto la Empresa como el Estado y la Universidad tienen que sumar sus esfuerzos para que España, que ocupa un lugar preeminente como país industrial, se sitúe también en los primeros lugares del I+D+I.

Y la reflexión fundamental con la que terminaré esta exposición, es que *todos esos esfuerzos han de ser orientados desde el lado de la demanda de I+D+I.*

Ningún país puede permitirse el lujo, y el error, de aplicar recursos que tienen un coste, y que por tanto son limitados, sin obtener de ellos la mejor productividad.

Y esa exigencia de productividad, de eficacia, ha de ser igualmente aplicable a los recursos, siempre limitados, que se dedican a las tareas de I+D+I.

En esas tareas -de Investigación, Desarrollo e Innovación- hay también oferta y demanda.

La oferta la forman el conjunto de los centros de investigación, con todo su personal y sus medios.

La demanda, los demandantes de investigación, son las empresas que buscan, para sus productos y procesos, novedades y mejoras.

Todos los recursos que el Estado, las Universidades y las Empresas españolas dediquen a tareas de Investigación, Desarrollo e Innovación, han de tener como gran objetivo la mejora del bienestar de los españoles. Y ese mayor bienestar resulta sólo de mayores producciones de los bienes y servicios elaborados por las empresas, a cuya mejora debe por tanto orientarse cualquier aportación de recursos.

Conceptualmente resulta así claro que el mercado es, también en este campo, el mejor optimizador de recursos.

Y tenemos además la confirmación de la historia de unos y otros países. En los distintos aspectos del avance del nivel de vida y de bienestar, el fracaso de la planificación central, como alternativa al mercado, ha sido clamoroso.

and urban land), in the land market and in the planning of operation of municipal services.

▼ **Leisure, Sport and Tourism:** *This sector which has no clear boundary lines has tremendous potential in the development of countries such as Spain. The area presents innovative opportunities in the construction and management of large installations and complexes, in the creation of Internet contents or the development of new commercial channels.*

In all these areas, the company, has to be the main catalyst of innovation.

As we have frequently mentioned, there is much catching up to do in the area of Research and Development in Spain. This statement applies to all the intervening players, the State, the University and the company, but particularly to this latter.

The Company, State and University have to combine forces to ensure that a prominent industrial country such as Spain also obtains a similarly high ranking in the field of R+D+I.

I shall draw this conference to a close by stating that all efforts have to be focused from the standpoint of R+D+I demand.

No country can afford the luxury of investing resources, which all have a price and which are therefore limited, without obtaining the best possible productivity from the same.

This requirement of productivity and efficiency must also be applied to the resources made available for R+D+I.

The laws of supply and demand strictly apply to Research, Development and Innovation.

Supply is formed by the total number of research centres, their staff and resources.

The demand is formed by all those companies seeking innovation and improvement of their products and processes.

All resources dedicated to R+D+I by the Spanish State, the University and companies must be invested with the main objective of improving the well-being of the Spanish population. This increased welfare will only come from the greater production of goods and services and, as such, all investment in R+D+I should be made with this in mind.

It then becomes apparent that the marketplace is the best possible optimizer of resources.

This factor is confirmed by the experiences of other countries. In terms of quality of life and well-being, any attempt for central planning as opposed to a free market economy has always resulted in abject failure.

And this is also true of investment in R+D+I.

Y lo mismo ha sucedido con los recursos dedicados a I+D+I.

La experiencia de todos los países industrializados demuestra que las investigaciones realizadas con criterios de oferta, es decir, las investigaciones de materias que los propios investigadores consideraron de interés por sí mismos, han sido frecuentemente inútiles para su aplicación en la sociedad; mientras que, por el contrario, cuando los mismos investigadores han realizado estudios y desarrollos solicitados por empresas que demandaban esas investigaciones, los resultados de las mismas se han traducido de un modo muy generalizado en aplicaciones concretas, en mejoras de competitividad empresarial y en avances del bienestar social.

Y es que, también en la investigación, el mercado es el mejor criterio para la asignación de los recursos; y lo mismo que carecería de sentido que una empresa produjera bienes que nadie desea, carece en general de sentido que equipos de investigadores realicen estudios y desarrollos que las empresas industriales no necesitan o desean.

Lo que implica que de los tres actores -Estado, Universidad y Empresa- a este último corresponde, y es el desafío más importante, el papel dinámico de generar demandas, de recursos y de actividades, de Investigación, Desarrollo e Innovación.

El Estado español ha creado el escenario. Y se espera que, para mejorar la productividad empresarial y el bienestar de los españoles, las empresas nos sentemos a las mesas del I+D+I para solicitar nuestros menús a la carta. Y con mucho apetito. ■

The experience of all the industrialized countries shows that research carried out purely in terms of supply, that is to say research which is only considered interesting by the researchers themselves, has frequently proved useless for society. However, when these same researchers carry out studies and development projects demanded by companies, the results tend to be reflected by the widespread application of the same, improvements in company competitiveness and increased social well-being.

The marketplace also offers the best criteria for the investment of resources, and in the same way that it would be ridiculous for any company to produce goods that nobody wanted, it makes no sense to make studies or developments into areas which are not needed or required by industrial companies.

This then implies that of the three main players - State, University and Company- this latter is responsible for taking a dynamic role in generating demand, resources and, subsequently, R+D+I activities.

The Spanish State has set the stage and now in order to ensure increased company productivity and general welfare, companies will have to sit at the table of R+D+I and order our à la carte menus, with an ever increasing appetite. ■