



INFORMES SOBRE EL SISTEMA ESPAÑOL DE INNOVACIÓN

INNOVACIÓN EN CONSTRUCCIÓN

Cotec—

INNOVACIÓN EN
CONSTRUCCIÓN

INNOVACIÓN EN CONSTRUCCIÓN

INFORMES SOBRE EL SISTEMA ESPAÑOL DE INNOVACIÓN

FUNDACIÓN COTEC PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

© Copyright:

Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica
Marqués de Urquijo 26, 1º C/I
28008 Madrid
Teléfono: (34) 91 542 01 86. Fax: (34) 91 559 36 74
<http://www.cotec.es>

Ejecución técnica de la publicación:
Jesús Esteban Barranco

Diseño:
La Fábrica de Diseño S.L.
José Marañón 10, 1º dcha.
28010 Madrid

Maquetación, composición e impresión:
Gráficas Arias Montano S.A.
Ctra. de San Martín de Valdeiglesias, km 4,400
Polígono Industrial 6 de Móstoles
Parcela 31-B. Nave 5
28935 Móstoles (Madrid)

Información y pedidos:
Cotec
Marqués de Urquijo 26, 1º C/I
28008 Madrid
Teléfono: (34) 91 542 01 86. Fax: (34) 91 559 36 74

ISBN: 84-95336-11-1
Depósito Legal: M. 20.118-2000

Índice

Presentación	7
Resumen	9
Introducción	37
1. Descripción general y magnitudes de la construcción	47
1.1. Definición del Sector de Construcción	49
1.2. Actividad nacional	51
1.3. Actividad en la Unión Europea	53
2. Las características estructurales de los agentes de innovación de la construcción	55
2.1. Las empresas y las asociaciones empresariales	57
2.2. El Sistema Público de I+D	80
2.3. Las infraestructuras de soporte a la innovación	88
2.4. Las administraciones	95
2.5. El entorno	102
3. Las características funcionales de la innovación en la construcción	113
3.1. Inputs	115
3.2. Outputs	128
4. Diagnósticos y recomendaciones	137
4.1. Diagnósticos y recomendaciones sobre las empresas	139
4.2. Diagnósticos y recomendaciones sobre el Sistema Público de I+D	141
4.3. Diagnósticos y recomendaciones sobre las infraestructuras de soporte a la innovación	142
4.4. Diagnósticos y recomendaciones sobre las administraciones	143
4.5. Diagnósticos y recomendaciones sobre el entorno	146
Anexo 1. Participantes en la elaboración de este documento	149
Anexo 2. Expertos participantes en el debate	153
Bibliografía consultada	157

Presentación

El modelo del sistema nacional de innovación fue la herramienta conceptual utilizada en el análisis del sistema español que dio lugar al Libro Blanco de Cotec. En aquel largo trabajo quedó demostrada su validez, tanto para describir situaciones como para obtener diagnósticos y sugerir recomendaciones de actuaciones futuras. Sobre la base de lo aprendido en aquel ejercicio, Cotec ha aplicado esta misma herramienta para entender mejor el proceso de innovación en sectores empresariales concretos. El resultado para el Sector de la Construcción se ofrece en el presente Informe.

Diversas características del Sector de la Construcción han sugerido la conveniencia de llevar a cabo este análisis, pero sin duda la más importante es que en España, y también en muchos otros países, su investigación y su innovación han sido raramente estudiadas a pesar del enorme peso que su actividad tiene en el PIB. La ausencia de datos ha sido el principal obstáculo con el que se ha enfrentado el grupo de trabajo que ha preparado el documento inicial. Ha sido necesario obtener la colaboración de muchas asociaciones empresariales y de expertos individuales para validar y conciliar datos y opiniones.

Siguiendo la metodología utilizada en los Informes de Cotec, el documento hace un profundo y detallado análisis de cómo innova este sector, de cuáles son las características de todos los agentes que intervienen en sus procesos innovadores y de las relaciones que se establecen entre estos últimos, y concluye con una serie de «diagnósticos y recomendaciones», que son las reflexiones finales, en las que han coincidido todos los expertos que, con diferentes grados de implicación, han participado en la elaboración del texto.

En la preparación del documento inicial ha intervenido un notorio grupo de expertos, coordinados por Juan Manuel Morón, y como es habitual en los Informes de Cotec, el documento que ahora se publica recoge el resultado de un amplio debate, celebrado en la sede del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, en el que han participado otros conocedores de la situación española. A todos ellos Cotec quiere manifestar su agradecimiento.

Fundación Cotec
Mayo, 2000

Resumen



Introducción

Este estudio se desarrolla utilizando una particularización del Modelo de Innovación de Lundwall y siguiendo el esquema de estudios anteriores de Cotec. Al tratarse de un estudio sectorial, el modelo de innovación del país se descompone en capas de estructura similar (con los nodos clásicos de empresas, sistema público, infraestructuras, administraciones, entorno) conectadas entre sí a través del nodo empresas.

La primera tarea para abordar este estudio ha sido la definición del sector. Si bien es cierto que en términos administrativos y fiscales el Sector de Construcción lo componen solamente las empresas constructoras generales y especializadas, no lo es menos que hay otros sectores íntimamente ligados con éste en una dependencia mutua. Se trata, pues, de un hipersector compuesto de varios sectores. Así, los *fabricantes* de los numerosos *productos empleados en la Construcción*, muchos de ellos de uso prácticamente exclusivo en ella, no podían quedar fuera de nuestro análisis, ya que en el aspecto de la innovación los constructores y los fabricantes tienen una inevitable simbiosis.

Algo similar ocurre con los *fabricantes de maquinaria* para construcción, aunque el abultado nivel de importaciones con el que alimentan sus parques las empresas constructoras deja muy reducida la incidencia de las innovaciones de los fabricantes españoles en el Sector de Construcción.

Una consideración especial tiene el sector de los *Servicios Técnicos* (que además de proyectar hace otro tipo de trabajos), ya que todo lo que se construye ha de haber estado proyectado y recogido en unos planos y tiene que pasar por los trámites de una dirección facultativa durante su ejecución. El *proyectista* recoge en el proyecto sus decisiones sobre la obra futura integrando deseos del promotor, las oportunidades de materiales del mercado y las sugerencias sobre el proceso constructivo, si está designado el constructor. Se ha discutido mucho cuánto tienen de innovación los procesos creativos, como puede serlo el desarrollo de un proyecto; lo cierto es que la actividad de proyectar no implica siempre innovar, pues una gran parte de los proyectos sólo exigen el seguimiento de modelos anteriores. Sin embargo, las innovaciones que una obra contenga en cuanto a concepción y materiales han tenido que ser recogidas en el proyecto, lo que convierte al proyectista en el desencadenante de las innovaciones que han de seguir a la redacción del proyecto. Además hay también innovación en los propios procesos de generación material de los proyectos: métodos de dibujo, de cálculo...

El objetivo final de este estudio no es otro que servir de acicate para mejorar la situación actual de la innovación en la construcción, y ello debe entenderse en un sentido amplio, pues de nada serviría conseguir animar sólo a una parte de los agentes si el resto no se integrase en este proceso de mejora global. En definitiva, sería deseable que el resultado final de este estudio, una vez conocido por todos los agentes que intervienen en el proceso constructivo, fuese el catalizador de una mejora integral de la construcción, haciendo al conjunto de los agentes mucho más competitivos que lo que puedan ser en el momento actual.

Características de la industria de la construcción

Determinadas características estructurales de la industria de la construcción ponen de manifiesto una serie de rasgos altamente específicos, que la distinguen de otros sectores y la obligan a enfrentarse con problemas que le son propios.

Efectivamente, la DEMANDA se concentra en una serie de productos cuya tipología, a diferencia de la industria manufacturera, se caracteriza por:

- su unicidad y singularidad, que impiden la producción en serie;
- su inmovilidad territorial, que obliga a situar el aparato productivo en la misma localización del consumo, impidiendo tanto el almacenamiento de los productos finales como su transporte y distribución;
- su continua evolución en las sociedades avanzadas hacia demandas más complejas y especializadas: viviendas para la tercera edad, para discapacitados, para jóvenes solteros, demanda de seguridad para los usuarios, demanda exigiendo un mayor confort.
- su creciente exigencia de adaptación respetuosa con el entorno, ahorro global de energía...

Adicionalmente, y en gran parte como consecuencia de las características de los productos demandados, surgen determinadas connotaciones tecnológicas y organizativas de la OFERTA, como las que, a continuación, se reseñan:

- la dispersión geográfica de la producción y su carácter marcadamente local;
- la elevada intensidad del factor trabajo y la baja utilización del capital;
- la menor productividad de la mano de obra (del orden del 50 % de la industria manufacturera);
- el poco atractivo de la construcción para el mundo laboral (sector calificado por las tres DDD en el mundo anglosajón: *Dirty, Dangerous, Difficult*);
- el claro predominio de pequeñas empresas en el sector (más del 90 % de las firmas que operan ocupan, cada una de ellas, a menos de 10 empleados);

- su reducido grado de concentración (las cinco empresas constructoras españolas más importantes sólo llegan a producir el 18 % del total del sector);

La coincidencia de los factores expuestos se traduce en determinadas peculiaridades del MERCADO, como:

- la separación entre las fases de diseño (proyecto) y producción (construcción), que aleja al constructor de los usuarios finales;
- la multiplicidad de agentes intervinientes;
- el alto riesgo empresarial, que deriva, con frecuencia, de una definición insuficiente del objeto inicial del contrato y de su perfeccionamiento progresivo a lo largo de los trabajos, unida a la imposibilidad práctica de prever suficientemente las contingencias futuras del desarrollo de la actividad;
- el claro predominio del sistema de licitación;
- su importancia en dimensión, que lo hace ser el segundo sector por el valor de su actividad, según la contabilidad de la OCDE, sólo detrás del de producción metálica, maquinaria y bienes de equipo;

El reto medioambiental

No sólo en España, sino en toda la UE, el hipersector se enfrenta a un reto de importancia creciente en relación con la protección, la mejora del medio ambiente y el desarrollo sostenible, lo que supone a la vez una fuente de oportunidades de innovación. El hipersector debe dar respuesta a este tipo de problemas desarrollando nuevos productos y procesos que contribuyan de forma positiva a la protección del medio ambiente.

Así, frente al *impacto de las grandes obras de infraestructuras*, el hipersector deberá elegir soluciones en busca de una limitación de su impacto. Por su parte, el *ambiente interno de los edificios* exigirá investigación y la definición de una norma de calidad del aire en lo que se refiere a su microbiología, a los efectos alérgicos de los materiales...

La *reducción del consumo de energía*, ligada en gran medida a los edificios, es otra preocupación del hipersector, que está obligado a innovar para resolver este importante problema.

La *gestión de los residuos de construcción*, cuyo volumen es del mismo orden que el de los residuos urbanos y están siendo ya objeto de investigación, de modo que sus resultados obligarán a cambios importantes en la organización de las obras y en su concepción.

Finalmente, la conservación del legado cultural que encierran muchas ciudades de nuestro país es otro reto para este hipersector, que tendrá que desarrollar técnicas de conservación y restauración de diversos tipos de construcciones para asegurar su uso futuro.

Características estructurales de los agentes de innovación del sector

Las empresas

Las empresas constructoras

La actividad de construcción está por encima de los once billones de pesetas con un valor añadido que ronda el 57% . Esta actividad se lleva a cabo por un conjunto de más de 135.000 empresas, de las cuales sólo 55 tienen más de 500 empleados. Estas cifras ya dan una primera idea de las dificultades que presenta el desarrollo tecnológico en este sector. Sólo las grandes empresas, en general, con proyección exterior y las muy especializadas pueden permitirse disponer de equipos técnicos para acometer innovaciones.

El *esfuerzo innovador* no se conoce con certeza, ya que ni siquiera las publicaciones especializadas, como las más recientes del INE, hacen mención al sector. Por otra parte, las empresas no lo registran de forma sistemática; ello se debe, en primer lugar, a la poca difusión que todavía tiene el concepto de innovación y, en segundo lugar, al poco interés fiscal y económico que tenía hasta ahora registrarlo. Sin embargo, los avances realizados por este sector en los últimos años (claramente percibidos por el conjunto de la sociedad, como el AVE, el Metro de Madrid o de Bilbao, la red de autovías...) no se corresponden con las pocas y menguadas cifras disponibles. Esto se debe a que, en realidad el sector está innovando día a día en las obras, resolviendo los múltiples problemas que éstas presentan, está absorbiendo y adaptando las innovaciones de sectores próximos (la electrónica, la informática, las comunicaciones...) y afines, pero no está registrando la mayor parte de sus múltiples innovaciones ni siquiera para transmitir las internamente dentro de sus organizaciones. Queremos decir, pues, que hay innovación, pero poco estructurada, mal registrada y poco aprovechada.

La *inversión en I+D* de las empresas constructoras innovadoras ascendió en 1997 al 0,136% de su cifra de negocios; considerado el conjunto de las empresas constructoras, el esfuerzo ascendió sólo al 0,010% de la facturación del sector a pesar de estar contribuyendo al 7,6% del PIB. Una cuestión debatida, por otra parte, es si este tipo de trabajos, que siempre son prototipos, puede sujetarse a los modelos de innovación de otras industrias. Las empresas constructoras realizan innovaciones de los procesos constructivos, pero lo hacen directamente en las obras para resolver los problemas que éstas presentan; estas innovaciones deben suponer una respuesta rápida y difícilmente se pueden acoplar con el desarrollo de actividades de I+D. Quiere todo ello decir que las empresas constructoras innovan con una estrategia poco apoyada en la I+D.

Hay que señalar que no es sólo en España donde la investigación y el desarrollo tecnológico en construcción está en unos niveles bajos con relación a otras activi-

dades industriales: éste es un hecho comprobado en países con gran tradición y estructura investigadora como Alemania, el Reino Unido, Francia, USA... En casi todos estos países, además, las empresas constructoras tienen un papel muy reducido en la I+D de sus respectivos países; es quizás en Japón donde las empresas constructoras tienen por tradición cultural una actividad investigadora muy notable y significativa con relación a su facturación. Este panorama general no se rompe en España, donde no se llevan a cabo tampoco por las empresas actividades de I+D propiamente dichas, salvo casos concretos singulares de las grandes empresas y las especializadas.

Los factores que dificultan una mayor intensidad de I+D en este sector están íntimamente ligados a sus características específicas: sector heterogéneo y fragmentado, dependiendo de numerosas profesiones, en el que la mayoría de proyectos son prototipos, dependiente de los ciclos económicos, mano de obra intensiva, no muy cualificada y de gran movilidad, trabajo en condiciones externas, etc.

En particular, las empresas constructoras tienen dificultades para la I+D porque los resultados no suelen ser patentables, y pueden ser fácilmente copiados por otras empresas en períodos cortos de tiempo. La generalización de algunas innovaciones es difícil por tratarse de mercados muy estrechos o limitados. Por otro lado, las empresas auxiliares de la construcción (equipamientos, productos...) suelen ser filiales de empresas multinacionales, con lo que la labor de I+D se desarrolla, principalmente, en los países de origen de estas empresas.

Por último, la dificultad de que un promotor (público o privado) acepte una innovación propuesta por una empresa constructora hace que las constructoras se inhiban de invertir en proyectos de I+D cuya aplicación final no depende de ellas. En aquellos casos en los que la responsabilidad del proyecto recae también en la empresa constructora, ésta puede tener libertad para introducir innovaciones.

Sin embargo, hay signos que abren esperanzas de cambios importantes en la actitud general hacia la innovación. Así, una de las circunstancias favorecedoras de la innovación es la oportunidad que ofrecen las subvenciones de la UE dentro de los diversos programas de I+D, en los que caben proyectos específicos de construcción (BRIT- EURAM, ESPRIT, JOULE y otros).

También, la implantación de sistemas de gestión de calidad en las empresas constructoras está introduciendo poco a poco una mecánica de trabajo que conduce a la mejora y, en definitiva, a la innovación.

Uno de los factores más importantes es la existencia cada vez más frecuente de obras en las que la empresa constructora es responsable de su proyecto (caso de las concesiones de autopistas, abastecimientos de agua, etc). Por otra parte, muchas empresas han comprendido o están comprendiendo que la innovación desempeña un papel central para responder a las expectativas de sus clientes y que es clave para su supervivencia.

Asociaciones de constructores

La mayor parte de las empresas constructoras están integradas en asociaciones y éstas en Confederaciones, siendo la de más amplio espectro la CONFEDERACIÓN NACIONAL DE LA CONSTRUCCIÓN (CNC), que es la organización empresarial cúpula de la construcción en España y agrupa a la mayoría de las organizaciones empresariales del sector. Se constituyó en 1977 con el fin de representar al sector ante los poderes públicos u otros organismos nacionales e internacionales, públicos o privados. A su vez es miembro de la CEOE y forma parte de la *European Builders Confederation* (EBC), de la Federación Europea de Industrias de la Construcción (FIEC) a través de la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional (SEOPAN).

La CNC trabaja para fomentar, entre sus *trece* entidades confederadas y empresas a ellas asociadas, factores claves que pueden contribuir a la mejora de la competitividad del sector. Entienden que competitividad está ligada a los conceptos de calidad, innovación, investigación y desarrollo, seguridad, cultura, medio ambiente e internacionalización.

Por su parte, en SEOPAN en la actualidad están integradas treinta empresas constructoras de ámbito nacional e internacional, buena parte de ellas. Su producción conjunta viene a representar un 22% de la actividad nacional de construcción; forma parte de la Federación Europea de Asociaciones de Empresas Constructoras (FIEC) y, ésta a su vez es miembro de la organización ECCREDI (*European Council for Construction Research, Development and Innovation*), por lo que tiene conocimiento y vinculación con las actividades en innovación de las constructoras europeas, ya que varias empresas asociadas participan con éstas en proyectos europeos.

ANCI es la Asociación de Constructores Independientes, creada en 1997, en la que se integran 18 empresas constructoras de un tamaño medio, con una facturación aproximada del 2,5% de la actividad nacional.

AETESS es la Asociación que agrupa las empresas especializadas en trabajos relacionados con el suelo y el subsuelo.

Los materiales

Los materiales tienen un peso importante en el coste final de las construcciones. Su diversidad provoca una multiplicidad de fabricantes que, unida a su dispersión territorial, hace que el conglomerado de fabricantes de productos de construcción esté compuesto por un elevado número de empresas, en general, de pequeño tamaño, salvo excepciones que comentaremos.

Una buena parte de los fabricantes de materiales y productos empleados en construcción están integrados en asociaciones que, a su vez se integran en la CONFEDERACIÓN EMPRESARIAL DE PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN (CEPCO). Esta Confederación agrupa trece asociaciones.

Los materiales de construcción y su instalación vienen a suponer el 43% de la facturación del sector. Los fabricantes asociados en CEPCO producen aproximadamente el 55% de los materiales utilizados, por lo que la producción cubierta por CEPCO se acerca al 25% de la producción del sector.

El Sector de la Construcción se beneficia de los esfuerzos innovadores de otras industrias que no están totalmente dedicadas a ella, como la siderúrgica, en la que se producen periódicamente apariciones de materiales con mayores prestaciones.

Aunque las cifras de innovación (también mal anotadas en estas empresas) sigan presentando un bajo nivel, desde el punto de vista de la innovación ello puede ser engañoso. En efecto, el esfuerzo normativo en casi todos estos materiales es alto, lo que acaba provocando innovaciones en los procesos de fabricación para cumplir los nuevos requerimientos. Por otra parte, apenas hay material que no sea objeto de congresos, jornadas, ferias, exposiciones...Ello permite una continua vigilancia mutua de todos los agentes del sector y, en consecuencia, la incorporación paulatina de innovaciones en sus respectivos productos.

Los Servicios Técnicos

Las importantes actividades de proyecto, dirección y control de obra están enmarcadas en el Sector de Servicios Técnicos, en el que también aparecen los de otras especialidades distintas de la Arquitectura y la Ingeniería Civil. Es un sector muy atomizado que llega al profesional autónomo en una buena parte de los casos.

Sus esfuerzos en innovación tampoco están muy explícitos. No obstante, es evidente el esfuerzo de adaptación de los procesos de diseño y control a las nuevas tecnologías que proporcionan la Informática y las Comunicaciones; este esfuerzo lo han hecho tanto las empresas de mayor tamaño como los profesionales que trabajan en solitario. La puesta al día de los procedimientos de cálculo, dibujo, edición, cartografía y topografía ha permitido incrementos significativos de la productividad.

Los fabricantes de maquinaria

La importancia de la maquinaria en los costes es del orden de un 3%, pero el peso de la importación de equipos es muy significativo y reduce la influencia que podrían tener los esfuerzos innovadores de los fabricantes españoles.

El Sistema Público de I+D

Se entiende por Sistema Público de I+D el conjunto de todas las instituciones y organismos de titularidad pública dedicados a la generación de conocimiento mediante actuaciones de investigación científica y desarrollo tecnológico. En este

conjunto de actuaciones cabe distinguir entre actividades de investigación básica y actividades de investigación aplicada o de desarrollo tecnológico dirigidas a satisfacer las necesidades tecnológicas del mundo empresarial.

Los principales componentes del Sistema Público de I+D son los organismos públicos de investigación y las universidades de titularidad pública. Sus principales activos han sido su personal y su equipamiento tecnológico, y en algunos campos de la ciencia y la tecnología el sistema ha sido capaz de crear grupos de excelencia. Los organismos del Sistema Público de I+D crean actualmente ciencia, cuya calidad e interés es bien evaluada por la propia comunidad científica, mientras que su potencial tecnológico no ha sido suficientemente conocido por el tejido productivo español.

Resulta que al margen de la calidad del conocimiento generado por el Sistema Público de I+D, su utilidad para la innovación depende principalmente del modo en que se articule con el tejido empresarial. Pero esta articulación falla, bien porque el Sistema Público de I+D elige sus líneas de investigación sin considerar las necesidades de investigación de la empresa, bien porque el sector empresarial no dedica los suficientes recursos financieros y humanos a mejorar su capacidad tecnológica y tiende más a invertir en sus proveedores de equipos y materias primas que a recurrir al conocimiento tecnológico existente o a emprender tareas de investigación o desarrollo.

En las estadísticas del INE sobre actividades de I+D de 1997 se censan 183 organismos públicos no universitarios, de los cuales 59 pertenecen a la Administración General del Estado, 110 a las administraciones autonómicas y 14 a las administraciones locales.

La mayor parte del gasto en I+D se concentra en los grandes Centros Públicos de Investigación estatales, en los que también se concentran el mayor número de investigadores; sin embargo, no existe una apreciable desproporción entre los valores medios del gasto en I+D por investigador entre los Centros Públicos de Investigación y el resto de los centros.

En la siguiente relación se incluyen los principales Centros Públicos de Investigación y los Ministerios de los que dependen

<i>Consejo Superior de Investigaciones Científicas</i>	<i>Ciencia y Tecnología</i>
<i>Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas</i>	<i>Ciencia y Tecnología</i>
<i>Instituto Tecnológico y Geominero de España</i>	<i>Ciencia y Tecnología</i>
<i>Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial</i>	<i>Defensa</i>
<i>Instituto Español de Oceanografía</i>	<i>Ciencia y Tecnología</i>
<i>Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria</i>	<i>Ciencia y Tecnología</i>
<i>Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas</i>	<i>Fomento (y dependencia funcional conjunta con el de Medio Ambiente)</i>
<i>Instituto de Salud Carlos III</i>	<i>Sanidad y Consumo</i>
<i>Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo</i>	<i>Defensa</i>

En los Presupuestos Generales del Estado de 1997 se asignaron a los Centros Públicos de Investigación cerca de 86.000 millones de pesetas, a los que se añadieron otros ingresos que estos organismos generaron a partir de contratos o convenios suscritos con otras entidades públicas o privadas.

La principal actividad del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el hipersector de la Construcción se desarrolla dentro del Área de *Ciencia y Tecnología* de Materiales, que tiene por objetivo diseñar y preparar nuevos materiales que satisfagan aplicaciones predeterminadas. De carácter claramente interdisciplinar implica la interacción de científicos provenientes de Física de la Materia Condensada, Química del Estado Sólido, Metalurgia, Física de Polímeros, etcétera, siendo muy destacada la participación del personal investigador del área en proyectos europeos.

Los Centros del *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* con actividad significativa en el hipersector de la Construcción son el *Instituto Eduardo Torroja (85%)*, el *Instituto de Cerámica y Vidrio (10%)* y el *Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (3%)*, con la dedicación al sector indicada en los paréntesis. Los presupuestos de cada uno de estos centros están alrededor de los mil millones anuales. Entre los tres totalizan cerca de cien investigadores.

El Ministerio de Fomento dispone de una notable capacidad investigadora, especialmente en lo que se refiere a desarrollos e investigación aplicada, a través de sus diferentes centros, y muy en especial desde el *Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)*, con suficiente masa crítica para poder abordar desarrollos tecnológicos de envergadura.

El CEDEX, en consonancia con sus fines establecidos por el Real Decreto 2558/1985, orienta su actividad hacia los Ministerios de Fomento y Medio Ambiente y hacia las diversas administraciones públicas y, en menor medida, colabora con otras entidades públicas y privadas. Dedicada aproximadamente un 65% de su trabajo a tareas de asistencia técnica de alto nivel y el resto a labores de investigación aplicada, desarrollo tecnológico y transferencia de tecnología. El personal asignado en 1998 era de 744 personas, con una disminución de unas veinte personas desde 1996. El número total de investigadores es 112. Los centros que lo componen son los siguientes:

<i>Centro de Estudios de Puertos y Costas</i>
<i>Centro de Estudios Hidrográficos</i>
<i>Centro de Estudios de Carreteras</i>
<i>Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas</i>
<i>Laboratorio Central de Estructuras y Materiales</i>
<i>Laboratorio de Geotecnia</i>
<i>Subdirección de Programación Técnica y Científica</i>

El Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas *CIEMAT* es un organismo público de investigación y desarrollo tecnológico adscrito al Ministerio de Industria y Energía, a través de la Secretaría de Estado de Industria y Energía, que tiene como objetivos principales aportar soluciones para mejorar la utilización de los recursos y sistemas de generación de la energía, desarrollar fuentes energéticas alternativas y resolver los problemas de las empresas españolas en el ámbito de la energía y su repercusión en el medio ambiente.

La actividad investigadora del CIEMAT en el Sector de la Construcción se concentra principalmente en el Proyecto sobre Energía Solar en Edificación (ESE), desarrollado dentro del Departamento de Energías Renovables, orientado hacia el acondicionamiento de edificios, considerando el clima, el emplazamiento y sus componentes, con vistas a reducir la demanda energética en calefacción, refrigeración e iluminación.

La *Universidad española*, en la actualidad, es consciente de que debe dirigir su capacidad tecnológica hacia la empresa, como se demuestra por el aumento del número de contratos suscritos entre la universidad y la empresa producido desde finales de la década de los años ochenta. Prescindiendo de las universidades de carácter privado, estos contratos de investigación representan el 6,5% de los recursos totales de la universidad, equivalente al 21% de los recursos propios generados por la universidad. Aunque el aumento de contratos ha sido espectacular, aún no se puede considerar satisfactorio dado el elevado potencial investigador de la universidad.

Las infraestructuras de soporte a la innovación

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

Las infraestructuras constituyen un poderoso instrumento de articulación del sistema de innovación, al situarse como interfaces entre las empresas, por una parte, y las administraciones y los centros públicos o privados dedicados a la investigación científica y tecnológica, por la otra. Las infraestructuras de innovación son particularmente importantes en el caso de las PYMES.

En el sector de Construcción se han identificado varios *Centros Tecnológicos* con gran prestigio dedicados esencialmente al estudio de materiales y sus procesos de fabricación. De la consulta de los *Parques Tecnológicos* que son miembros de la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE) y de las empresas de cada uno de ellos, se desprende que sólo en los parques de Málaga y Valencia existen centros que desarrollan actividades directamente relacionadas o de soporte a la innovación en la construcción.

El *Ente Nacional de Acreditación (ENAC)* es la organización que acredita a las entidades que ofrecen servicios de certificación a las empresas españolas, entre las que están los laboratorios, de los que hay diversos tipos y categorías. Los más comunes relacionados con construcción realizan el control de calidad de las construcciones y de los materiales empleados en ellas. Otro tipo de laboratorios pueden actuar como agentes de certificación u homologación exclusivamente del producto o de los productos en los que están acreditados por ENAC (por ejemplo, el cemento o el acero para armar); en el resto de sus actividades son, en general, laboratorios de control del primer tipo citado más arriba. Así, la mayoría de los casi sesenta existentes se encuentran en Madrid y en Cataluña. Con capacidad de dar servicio al hipersector de Construcción hay unos veinte laboratorios.

Otro tipo son los *Organismos Notificados de la Directiva de Productos de la Construcción*, que, de acuerdo con el artículo 13 de la Directiva de Productos de Construcción, han sido designados por los Estados miembros de la Unión Europea para realizar labores de certificación, inspección o ensayo de productos de construcción, para su evaluación de conformidad, en relación a las determinaciones de la citada Directiva.

Finalmente existen otras entidades que, de acuerdo con el artículo 10 de la Directiva de Productos de la Construcción, han sido designadas por los Estados miembros para la concesión de los DITE (*Documento de Idoneidad Técnica Europea*). Al mismo tiempo, estas entidades pertenecen a la *European Organisation for Technical Approvals (EOTA)*, encargada de la elaboración de los citados DITE.

En 1989, la CICYT creó la figura de la *Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)* para activar las relaciones de los Centros Públicos de Investigación con otros elementos del Sistema Español de Innovación. Desde entonces, se han creado pequeñas oficinas en muchas universidades y organismos públicos de investigación, que han asumido la misión de identificar resultados capaces de ser transferidos a la empresa, difundir la oferta tecnológica de sus creadores, ayudar en la negociación de contratos y en la protección de la tecnología generada y, en menor medida, identificar necesidades de I+D en su entorno. La red actual está compuesta por 142 OTRIS registradas hasta 1999.

Las administraciones

La entrada en vigor casi simultánea del V Programa Marco, del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica, junto con las nuevas medidas fiscales para el año 2000, supone un paquete de medidas que deben impulsar la innovación empresarial de un modo significativo.

Por otra parte, el hecho de que tanto el V Programa Marco como el Plan Nacional contengan capítulos específicos relativos a la construcción nos permite albergar la esperanza de que ese impulso general se notará aún más en este hipersector. Sin

embargo, el ya anunciado Programa de Trabajo para el año 2000 del Plan Nacional sólo tiene una partida de 100 millones de pesetas para el hipersector, lo que deja en suspenso estas favorables expectativas.

Hay que señalar que, en el pasado, los programas a los que podían acogerse algunos proyectos de investigación de este sector no estaban adaptados a sus características, ya que en las obras se exigen soluciones rápidas a los problemas que aparecen y que difícilmente se han podido anticipar.

El V Programa Marco de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Demostración 1998/2002 es el instrumento de la política tecnológica y científica de la UE: en él se establecen las líneas de investigación y desarrollo tecnológico financiadas por la UE, fijando las cuantías para cada una de ellas con el propósito de fortalecer la base científica y tecnológica de la industria comunitaria e incrementar así su competitividad internacional, y también mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

La dotación presupuestaria del V Programa Marco es de quince mil millones de euros. Este Programa supone una ruptura con respecto a los anteriores, pues pierde peso la investigación orientada a la producción de conocimientos en favor de otros planteamientos orientados a la resolución de problemas.

Este Programa ofrece oportunidades al Sector de la Construcción en los programas temáticos 3 y 4 (TP3 y TP4), que tratan de promover el crecimiento competitivo y sostenible y preservar el ecosistema, respectivamente. También el programa 2 sobre tecnologías de la Sociedad de la Información ofrece oportunidades, ya que el sector es un gran usuario de estas tecnologías.

Se puede decir que, al dedicar este Programa tres cuartas partes de los recursos a la búsqueda de soluciones a los múltiples problemas sociales y económicos, está dando paso al Sector de Construcción para participar en muchos de esos problemas, como las infraestructuras necesarias, el transporte y la movilidad, la gestión y calidad del agua, la ciudad del mañana, el tratamiento ambiental, sistemas y materiales inteligentes, durabilidad, seguridad, reutilización de materiales, reciclado...

El Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica para el período 2000-2003 se convierte en el nuevo instrumento de política científica y tecnológica de la Administración General del Estado. Orientado a impulsar el desarrollo del Sistema Español de Ciencia-Tecnología-Empresa, apuesta por extender el ámbito de actuación hasta la innovación tecnológica, impulsa la coordinación con las Comunidades Autónomas (en el marco de la Ley 13/86) y busca la sinergia con las actuaciones del V Programa Marco y de los Fondos Estructurales de la Unión Europea. En nuestro entorno, el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2000-2003 nace con unos objetivos muy coincidentes con los planteamientos del V Programa Marco.

No es sino hasta la aprobación del reciente Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e innovación Tecnológica (2000-2003) cuando se establece de manera específica la *Construcción Civil y la Conservación del Patrimonio Histórico Cultural* como una de las Áreas Sectoriales del Plan. Dentro de esta Área se han propuesto tres acciones estratégicas:

- Nuevas tecnologías y sistemas constructivos.
- Mantenimiento y evaluación del estado de obras y edificios.
- Conservación de bienes inmuebles y rehabilitación del Patrimonio.

La Administración debe hacer unas convocatorias atractivas para las empresas, que hasta ahora se encontraban ante un sistema complejo y, a veces, disuasorio.

Hay que señalar por último que la *Ley de Presupuestos Generales del Estado* para el año 2000 incorpora una serie de medidas de tipo fiscal que pueden representar un nuevo aliciente para que las empresas se involucren en los procesos innovadores.

El entorno

El sistema educativo

El sistema educativo desde el punto de vista universitario está muy atomizado tras la Ley de Reforma Universitaria, que ha dado total autonomía a las Universidades, al pasar a depender económicamente de la Comunidad Autónoma respectiva. A pesar de la existencia del Consejo de Universidades, en titulaciones similares se aprecian orientaciones y tratamientos no homogéneos, aunque haya sido poco el tiempo transcurrido.

En las titulaciones que más afectan a este sector, tenemos diecisiete Escuelas de Arquitectura, veintiuna de Arquitectos Técnicos, nueve de Ingenieros de Caminos, nueve (con distintas especializaciones) de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas y treinta de Ingeniería Industrial.

Ha habido en los últimos años una explosión de titulados cuya absorción por el mercado puede ser dudosa de continuar esta tendencia. La estadística del número de graduados en el ámbito nacional se conoce con mucho retraso. Parece difícil una planificación que adecue las ofertas a las demandas sin suficiente información.

La actividad de I+D en las Escuelas más relacionadas con el Sector de la Construcción es variada, dependiendo de los recursos económicos disponibles, de su conexión con la industria, de la existencia o no de mecanismos (fundaciones o similares) que agilicen esa conexión.

En cuanto a la *formación profesional*, no se puede señalar que la situación sea satisfactoria para los operarios de la construcción. En efecto, la formación reglada se imparte de un modo muy teórico, ya que no hay centros adecuados para impartir las necesarias clases prácticas: las prácticas de esta especialidad requieren unas condiciones especiales —grandes espacios disponibles, aire libre, etc.—, lo que dificulta su existencia, al revés de lo que puede ocurrir para otras profesiones.

La organización más dedicada a la formación profesional para construcción es la *Fundación Laboral de la Construcción* (FLC), creada en 1992 por la Confederación Nacional de la Construcción, la rama sindical del Metal, Construcción y afines de UGT y la Federación Estatal de Construcción, Madera y Afines de CC.OO. Tiene un ámbito estatal y su finalidad básica es prestar servicios encaminados a profesionalizar y dignificar los distintos oficios y empleos en el Sector de la Construcción. El *Instituto Gaudí* de Barcelona y la *Fundación Laboral del Principado de Asturias* son Centros de formación profesional equivalentes a la FLC.

El mercado público y privado

Una valoración del tamaño del mercado público puede hacerse utilizando las cifras de licitación pública de los últimos años. El Informe Anual 1998 de SEOPAN registra una licitación pública en 1998 de 2,8 billones de pesetas con un incremento de más del cincuenta por ciento en términos constantes con relación al año anterior. Estos niveles se han confirmado en 1999 con cifras todavía no disponibles.

Esta tendencia se va a ver reforzada por los Planes de Infraestructuras anunciados por el Gobierno Aznar para los próximos siete años. El Plan hace una previsión de inversión de 19 billones de pesetas procedentes de:

<i>Fondos comunitarios</i>	<i>5,5 billones</i>
<i>Presupuestos del Estado</i>	<i>10,0 billones</i>
<i>Financiación privada</i>	<i>3,5 billones</i>
<i>Total</i>	<i>19,0 billones</i>

En cuanto a la construcción de viviendas, la evolución reciente de este mercado, según datos de SEOPAN, se ha mantenido en las trescientas mil viviendas terminadas, habiéndose disparado por encima de las cuatrocientas mil las iniciadas.

Este tono de actividad se mantiene igualmente en otros productos inmobiliarios como hoteles, oficinas, centros comerciales, parques de ocio, inmuebles industriales...

La regulación

La actividad de construcción está muy regulada con revisiones y actualizaciones periódicas de lo regulado. Es ese esfuerzo regulador un índice del esfuerzo innovador, toda

vez que lo que pretende es la mejora de calidades y prestaciones finales; es, desde luego, un esfuerzo colectivo que no se concentra en ninguna empresa particular.

Una disposición de aplicación general es el RD 1630/1992, en el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción en aplicación de la *Directiva de Productos de Construcción*. Esta Directiva obliga a una armonización de la normativa de los países europeos y a una puesta al día de lo regulado para los productos de este sector (materiales y productos finales). Este esfuerzo, tanto en el ámbito nacional como en el comunitario, está impulsando la investigación prenormativa, desarrollada por lo general en centros oficiales. La certificación de Producto que exige la Directiva tiene hasta el momento un proceso lento que será necesario acelerar.

Todas las actuaciones relacionadas con la regulación que necesariamente habrá que poner a punto van a favorecer la innovación, especialmente la investigación prenormativa seguida de los correspondientes desarrollos tecnológicos en las empresas para su cumplimiento. En cualquier caso, la normativa debe establecerse de modo que no impida ni coarte la innovación.

Características funcionales de la innovación del sector

El gasto en I+D

De la información facilitada por el INE se deduce que, para el año 1998, el gasto empresarial en I+D, respecto a su volumen de ventas, ha sido:

<i>Empresas constructoras</i>	<i>0,011%</i>
<i>Fabricantes de productos</i>	<i>0,249%</i>
<i>Fabricación de maquinaria</i>	<i>0,641%</i>

A partir de estos datos se puede obtener el valor del gasto empresarial en I+D ponderando la contribución media de cada sector. Así se llega a valorar en el *0,122% de su producción, el gasto en I+D de las empresas del hipersector.*

Por otra parte los *Servicios Técnicos* de Ingeniería han invertido en I+D 1.904 millones de pesetas/año que representa el 0,186% de su producción.

Tecnología no incorporada

Respecto a la tecnología no incorporada (patentes, royalties, etc.), la información del INE proporciona para los fabricantes de productos de construcción un gasto medio que representa un 0,029% del volumen de ventas.

Los fabricantes de maquinaria aparecen sin gastos en este capítulo durante el año 1998, si bien en 1996 presentaban un gasto del 0,03% de su volumen de ventas. No se dispone de datos referentes a las empresas constructoras y Servicios Técnicos.

Tecnología incorporada

De la misma fuente y para la tecnología incorporada (equipos para procesos innovadores) el gasto medio de los fabricantes de productos de construcción supone un 0,961% de su producción. Hay que señalar que esta cifra está altamente influida por las fuertes inversiones que el sector ladrillero ha hecho en los últimos años y en particular en el año 1998.

En el sector de fabricantes de maquinaria este porcentaje se sitúa en el año 1998 en un 0,381%. No se dispone de datos referentes a las empresas constructoras y Servicios Técnicos; sin embargo, es evidente que se ha producido, en los últimos años, un esfuerzo en la adquisición de equipos informáticos, de dibujo y reproducción.

Esfuerzo innovador

Los gastos en innovación de las empresas de I+D de la rama de la Construcción alcanzaron 1.193 millones de pesetas en 1997, de las cuales el 53 % corresponde al grupo de las pequeñas y medianas empresas, básicamente formado por asociaciones de investigación y empresas muy especializadas, y el resto, a las grandes empresas constructoras.

Los gastos en innovación en porcentaje de la cifra de negocios de las empresas de I+D de la rama de la Construcción es de 0,14%, que es un resultado bastante bajo y en el que influye el peso en la cifra de negocios de las grandes empresas constructoras, ya que su intensidad innovadora es 0,07%, mientras que el de las pequeñas y medianas empresas alcanza el 8,5%. Por otra parte, el esfuerzo en I+D de ambos grupos de empresas, medido por los gastos internos en I+D sistemática respecto de la cifra de negocios de las empresas de I+D, denominado intensidad de I+D, es 6,5% en las pequeñas y medianas empresas y 0,07% en las empresas con 250 y más empleados, por lo que en el conjunto de las empresas de I+D, sus gastos en I+D sólo suponen el 0,13% por ciento de su cifra de negocios.

En las grandes empresas de la construcción el cien por cien de sus gastos en innovación corresponden a actividades internas de I+D, un porcentaje excesivamente alto para un sector considerado de baja intensidad tecnológica. Es muy probable que las empresas constructoras no vean reflejada su actividad innovadora en el cuestionario de innovación basado en la metodología de la OCDE y al final incluyan en investigación todos sus gastos en actividades innovadoras o, por el con-

trario, excluyan el resto de sus actividades innovadoras al no encontrar una correspondencia clara entre sus actividades y las correspondientes a las del manual de Oslo de la OCDE. Esta segunda posibilidad se considera la más plausible, dado lo específica que es la actividad constructora.

Con todas las salvedades expuestas, admitiendo para las empresas constructoras que los gastos de innovación suponen el 1,10 de los gastos en I+D y estableciendo el peso relativo de los tres componentes (empresas constructoras, fabricantes de productos de construcción y fabricantes de materiales) se alcanza un valor del *0,554% de su producción, para los gastos de innovación en el conjunto*.

Al porcentaje obtenido habría que agregar, de acuerdo con la definición admitida de innovación, los gastos de definición del producto que pueden deducirse de la actividad de los Servicios Técnicos. Con las hipótesis establecidas y desarrolladas en el texto, puede admitirse *un total del 0,694% como esfuerzo conjunto en innovación de la Construcción*. Hay que recordar que la industria presenta un esfuerzo innovador medio del 1,64%.

Incorporación de personal tecnológico

Aunque no se dispone de datos numéricos fiables, pueden establecerse unas consideraciones bien contrastadas. En las grandes constructoras se ha producido un flujo intenso en los últimos años. Los procesos de concentración y externalización de servicios ha supuesto la salida de un contingente de personal importante, aunque se ha mantenido un razonable ritmo de entradas de ingenieros jóvenes. Estos procesos (concentración y externalización) han favorecido un incremento de técnicos en el sector Servicios Técnicos beneficiado, además, del crecimiento de la actividad constructora. Las constructoras medianas y pequeñas, tratándose de empresas familiares o con estructuras muy personalistas, no presentan flujos representativos.

Otro tanto cabe decir de los fabricantes de productos de construcción y fabricantes de maquinaria, que presentan estructuras muy estables. De cualquier forma se debe subrayar que el porcentaje de técnicos sobre el total de personal empleado es en la UE muy superior al de España.

Publicaciones

Se han detectado numerosas revistas especializadas en todos los campos relacionados con la construcción, si bien se comprueba la apatía nacional para contar lo que hacemos y lo que sabemos. No es cuantificable y difícilmente comparable con otros países. Generalmente están editadas por las Asociaciones que cubren estos campos. También existen varias revistas más generales, entre ellas la *Revista de Obras Públicas*, decana de la prensa no diaria española (data de 1853), los

Informes de la Construcción del Instituto Eduardo Torroja, OP, Montajes e Instalaciones, Ingeniería Civil, El Instalador, Revista de Edificación...

La publicación de libros, sin llegar a los niveles de la UE, es amplia y su difusión muy importante en los países de habla española. También ha aumentado la participación española en revistas cotizadas (*Science Citation Index*) de carácter internacional, así como las comunicaciones a congresos y simposios propios de la ingeniería civil.

Es destacable la participación de técnicos españoles en el campo de la Normativa Técnica europea. También hay que subrayar que la actividad normativa nacional se ha intensificado en los últimos años, probablemente impulsada por los criterios de calidad total.

Patentes

Se ha realizado una lectura detenida de las 3.025 patentes registradas entre 1996 a 1998. Ello ha sido necesario porque la clasificación CNAE solicitada o asignada no coincide exactamente con los propósitos de este estudio. En ese análisis se han localizado 179 patentes, que agrupamos en tres capítulos:

<i>Fabricación de materiales</i>	38
<i>Productos de construcción</i>	65
<i>Procesos de construcción</i>	76
Total	179

Contratos de transferencia de tecnología

Dentro de la dificultad que presenta el conocimiento de los procesos que están teniendo lugar en el campo de la construcción, tomando como indicadores la Balanza de Pagos del Banco de España y la Encuesta de Transferencia de Tecnología en la Empresa, se puede presentar una visión razonablemente aproximada de la situación actual.

La Balanza de Servicios de la Construcción (BSC) en el período 1995-1998 presenta un saldo favorable a España, si bien las cifras tanto en ingresos como en pagos son particularmente bajas en comparación con otros países de la UE.

En 1997 las operaciones de transferencia de exportación tecnológica relacionadas con la construcción representan el 68% del total, en tanto que las relativas a importación alcanzaron el 32%, correspondiendo la mayor parte tanto de unas como de otras (86% y 74%) a servicios técnicos. En general se puede indicar que las cifras que se manejan en el hipersector son comparativamente bajas con respecto a otras industrias.

Nuevos productos y procesos

Los datos proporcionados por el INE en relación al peso que representan los nuevos productos sobre la cifra de negocio indican que su importancia es notoriamente superior en las PYMES, donde alcanzan un valor del 30%, en tanto que en las empresas de más de 250 empleados no llega al 7%. Este hecho responde a lo enunciado anteriormente, en el sentido de que *la innovación en las empresas específicamente de construcción no se orienta hacia el producto sino al proceso y las técnicas de ejecución.*

Aparte de los productos tecnológicos de cada especialidad, se detecta actualmente una serie de movimientos que están dando una orientación tecnológica diferente al sector; nos referimos a la integración de todo el proceso de creación y explotación de lo construido, utilizando un soporte informático único a lo largo de todo el proceso, la gestión ambiental de todo el proceso desde el proyecto, construcción..., las mejoras de operación por la utilización de la tecnología láser, de las comunicaciones por satélite (GPS), de sensores de pesaje..., la maquinaria cada vez más potente y ergonómica, los materiales con mayores prestaciones (hormigones especiales...), la prefabricación creciente, la tendencia a industrializar los procesos *in situ* (cimbras autolanzables...), los incipientes pasos en robótica y automática...

También otras innovaciones relacionadas con la gestión están modernizando este sector tradicional.

DIAGNÓSTICOS

LAS EMPRESAS

Salvo las grandes empresas y muchas de las especializadas, las empresas no consideran la innovación como un factor determinante de su estrategia.

En muchas ocasiones, los procesos innovadores no se registran ni se explotan adecuadamente.

La mayor parte de las empresas de este sector tiene escasa experiencia en I+D y no participan en proyectos de programas nacionales y europeos, ni colaboran con el sistema público de I+D ni entre ellas.

Las asociaciones empresariales no impulsan suficientemente la innovación.

Las empresas constructoras raramente implican a sus suministradores y clientes en sus procesos de innovación.

EL SISTEMA PÚBLICO DE I+D

El Sistema Público de I+D es desconocido por buena parte del sector y éste cree que está trabajando alejado de sus problemas y necesidades.

No se utilizan los mecanismos que acercan el sistema público de I+D al mundo empresarial.

El número de proyectos de investigación en construcción financiados por el Plan Nacional de I+D es muy reducido.

RECOMENDACIONES

LAS EMPRESAS

Para que la innovación quede integrada en la política empresarial se debe involucrar la dirección y difundir luego en el personal de las empresas el concepto de innovación, fomentando ésta a través de estímulos económicos o de cualquier tipo.

El acercamiento de las empresas al Sistema Público de I+D facilitaría la adquisición de experiencia y la participación en proyectos nacionales e internacionales, así como la colaboración mutua.

Las asociaciones empresariales deben colaborar con la Administración para diseñar las políticas tecnológicas (proyectos conjuntos, medidas fiscales, subvenciones...) destinadas al sector.

Las asociaciones empresariales deben hacer una campaña de difusión del concepto y de las ventajas de considerarlo en la definición de la política y estrategias de las empresas.

Las asociaciones de materiales deben preocuparse de que los proyectistas reciban suficiente información y apoyo sobre sus nuevos productos.

Se deberían establecer acuerdos de partnering con empresas colaboradoras en la búsqueda de soluciones innovadoras benefi-

EL SISTEMA PÚBLICO DE I+D

El Sistema Público debe difundir las capacidades a través de las asociaciones empresariales mediante reuniones específicas en las que se expresen las necesidades tecnológicas del sector.

El Sistema Público debe esforzarse en lograr un mayor conocimiento de las necesidades tecnológicas del sector y hacerlas explícitas a los centros que lo componen y adaptar sus programas de investigación a aquéllas.

DIAGNÓSTICOS

INFRAESTRUCTURAS DE SOPORTE A LA INNOVACIÓN

La actividad de colaboración de las Infraestructuras de soporte de la innovación con las empresas es escasa.

El tejido empresarial no conoce el papel que pueden jugar las infraestructuras en el desarrollo de sus procesos innovadores.

ADMINISTRACIONES

Hay una carencia de los datos de los esfuerzos en innovación de este sector. La encuesta sobre innovación tecnológica del INE no incluye a este sector, aunque sí la de I+D.

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 a todos los agentes involucrados.

No ha habido ningún programa de investigación específico para el sector de la Construcción hasta el reciente Plan Nacional de I+D+I (2000-2003), y éste empieza careciendo de dotación presupuestaria para el año 2000 para este sector. Anteriormente sólo los programas del MINER permitían recibir ayudas en competencia con empresas de otros sectores.

Los Programas Marco Comunitarios no han incorporado programas específicos para el Sector de la Construcción hasta en el vigente V Programa Marco (1999-2002). Hasta entonces sólo el programa BRITE-EURAM amparaba proyectos de esta naturaleza en competencia con muchos sectores.

RECOMENDACIONES

INFRAESTRUCTURAS DE SOPORTE A LA INNOVACIÓN

Debe debatirse el papel que deberían asumir las infraestructuras para apoyar los procesos innovadores del sector.

Las infraestructuras deben difundir sus capacidades a través de las asociaciones empresariales mediante reuniones específicas en las que se expresen las necesidades tecnológicas del sector.

ADMINISTRACIONES

La Administración debería incluir a este sector en la encuesta de innovación.

La Administración debe diseñar políticas tecnológicas específicas para este sector dentro del programa de inversiones billonarias que está previsto para infraestructuras. Estos programas deben responder a los siguientes fines:

- * Normalización y certificación de materiales.*
- * Desarrollo de proyectos dentro del Plan Nacional de I+D+I.*

La Administración debe definir un programa de ayudas para el desarrollo de innovaciones en obras concretas que permitan resolver problemas de interés general del sector.

En cualquier caso, la Administración, junto con las asociaciones del sector, deben hacer un esfuerzo más intenso de difusión de los programas disponibles, acercándolos a todas las empresas.

La Administración debe fomentar el que las empresas se integren en sus asociaciones respectivas, especialmente en sectores muy atomizados, de modo que se incremente su capacidad de acción en aspectos diversos, entre los que están el desarrollo y la innovación.

DIAGNÓSTICOS

EL SISTEMA EDUCATIVO

Existen recelos en relación con el número de escuelas y el número de graduados anuales, así como de la formación no uniforme impartida.

Las titulaciones universitarias actuales no tienen una clara correspondencia con las europeas, lo que dificulta la competitividad de los propios profesionales y de la empresas.

No se ha progresado en la formación profesional reglada para este sector, al no existir instalaciones adecuadas para impartirla con eficacia.

EL MERCADO

Las decisiones de los concursos públicos no favorecen, en general, la introducción de innovaciones.

La calidad no es un factor determinante en las compras de productos de construcción.

Hay una falta de información de los usuarios sobre las calidades exigibles

LA REGULACIÓN

Existe una normativa bastante completa, pero compleja por la diversidad de administraciones que la emiten.

Existen todavía en nuestro país pocos productos de construcción con certificación de producto, lo que limita su competitividad.

RECOMENDACIONES

EL SISTEMA EDUCATIVO

Es necesario y urgente responder, con uniformidad y en número adecuado, a las necesidades de formación de los graduados universitarios a los que da empleo el sector.

Es necesario armonizar los títulos españoles con los de la UE.

Hay que facilitar una formación de base sólida que proporcione una potencialidad innovadora en los niveles universitarios más selectivos.

La Administración y los agentes sociales deben colaborar para resolver las necesidades de la formación profesional de los trabajadores de este sector.

EL MERCADO

Los concursos públicos deberían valorar con más peso las propuestas de soluciones innovadoras, los sistemas de ejecución novedosos, la introducción de nuevas tecnologías...

Las administraciones deben asumir que determinadas obras son experimentales, en su totalidad o en alguna de sus partes, como medio de fomentar la innovación y el progreso tecnológico.

La Administración y las asociaciones empresariales deben desarrollar campañas de información a los usuarios finales sobre las características y la calidad de los productos que permitan sensibilizar hacia su exigencia.

LA REGULACIÓN

La Administración, como órgano regulador, debe definir con mayor precisión las competencias normativas de los órganos que la tienen.

La normativa necesaria debe dejar las puertas abiertas a la innovación.

Introducción



Alcance de este Informe

El propósito de este Informe es recoger una serie de reflexiones sobre la situación actual de la Innovación en Construcción, con el fin de que sirvan como punto de partida para iniciar nuevas acciones o para despertar nuevas inquietudes en los diferentes agentes que intervienen en el proceso constructivo.

Una de las mayores dificultades de un estudio como éste, en una actividad tan compleja como la Construcción, es delimitar su alcance. Es sabido que llamamos Construcción a la materialización física de cosas tan diversas como una vivienda, un dique de puerto, una presa, un túnel ferroviario, una nave industrial o una pista de aeropuerto. Sin embargo, aunque hay evidentes elementos comunes en esas actividades, también hay elementos diferenciadores en cada una de ellas por causa de los mercados en que se ubican, por la naturaleza de los productos finales o por otras múltiples razones.

Por otra parte, la multiplicidad de agentes que intervienen en el proceso constructivo complica la delimitación práctica del estudio. En efecto, se pueden mencionar sin ánimo de ser exhaustivos los siguientes actores: autoridades nacionales, locales o autonómicas, promotores, proyectistas, constructores generales, constructores especializados, fabricantes de materiales y productos de construcción, almacenistas, fabricantes de maquinaria, proveedores de servicios especializados, direcciones facultativas, laboratorios de control...

El natural despego nacional hacia los datos, y la información que pueda derivarse de ellos, se manifiesta de un modo mucho más agudo en este hipersector, en el que conseguir un número procedente de un registro, conscientemente hecho con ese fin, llega al borde de la hazaña. Quizá una de las primeras conclusiones de este estudio sea la necesidad de ser conscientes de que el progreso debe apoyarse en datos fiables y que éstos deben anotarse con un cierto rigor y metodología para que sean realmente útiles.

Sin embargo, no debemos olvidar el objetivo final de este estudio, que no es otro que servir de acicate para mejorar la situación actual de la Innovación en la Construcción; y ello debe entenderse en un sentido amplio, pues de nada nos serviría conseguir animar sólo a una parte de los agentes si el resto no se integrasen en este proceso de mejora global. En definitiva, sería deseable que el resultado final de este Informe, una vez conocido por todos los agentes que intervienen en el proce-

so constructivo, fuese el catalizador de una mejora integral de la Construcción, haciendo al conjunto de los agentes mucho más competitivos que lo que puedan ser en el momento actual.

Modelo del sistema de innovación

En todos los estudios anteriores de Cotec, se viene utilizando una particularización del modelo de Lundvall por considerarlo suficientemente claro para poder describir la situación de la Innovación en un país en un momento determinado.

En resumen, y aunque puede consultarse con más detalle en otros textos (Cotec, 1998), el modelo se compone de cinco nodos enlazados entre sí: empresas, administraciones, entorno, infraestructura y Sistema Público de I+D.

Este modelo es igualmente aplicable para el estudio del sistema de innovación de un sector concreto, si se imagina el modelo nacional compuesto de diferentes capas, una para cada sector, y se admiten relaciones entre las empresas de las diferentes capas.

El proceso constructivo y las oportunidades de innovación de cada agente

Una forma de comprender el proceso de innovación en la Construcción es comprender el propio proceso constructivo. Por la variedad de productos mencionada más arriba, se comprende que no hay un solo modelo de proceso, aunque todos ellos puedan tener rasgos comunes.

El iniciador del proceso constructivo es siempre el promotor (privado o público) de lo que se va a construir y esto ha de definirse en un proyecto. Sin embargo, es el constructor quien materializa las innovaciones del resto de los agentes. El clima innovador del hipersector se hace evidente gracias a él. Las posibles formas de relación entre el promotor, el proyectista y el constructor proceden del grado de intervención que el promotor quiera dar al constructor, lo que influye en la posibilidad de innovación que pueden tener cada uno de los agentes. En resumen, se pueden distinguir las siguientes modalidades:

- Oferta escueta sobre un proyecto definido por el proyectista.
- Oferta sobre un proyecto del proyectista, admitiendo variantes al mismo.
- Oferta de proyecto y obra.
- Oferta de proyecto, obra y explotación de lo construido (concesiones).

Examinando las posibilidades de innovación del constructor en cada una de estas modalidades, podemos decir que el constructor debe atenerse a lo definido cuando el producto final está fijado (primera forma de relación mencionada). Sus únicas

posibilidades de innovar están en los procesos de ejecución. No habrá, pues, por su parte ninguna innovación de productos.

En el segundo caso, el constructor debe recurrir a un proyectista (de su propia organización o ajeno) que le ayude a definir las posibles variantes; éstas, en general, estarán condicionadas por los recursos físicos de que disponga el constructor (maquinaria y medios auxiliares) y por la experiencia de haber utilizado materiales o equipos diferentes a los previstos en el proyecto pero adecuados para los fines que se persiguen en éste. En tales casos, el *constructor* estará proponiendo y llevando a cabo innovaciones si se aceptan sus propuestas: habrá innovaciones de producto junto con posibles innovaciones en procesos.

En el tercer caso, las posibilidades de innovación se amplían para el constructor que puede proponer libremente las soluciones innovadoras que crea oportuno, sin las limitaciones del caso anterior.

Finalmente, en el cuarto caso las posibilidades de innovación se amplían al incluir la gestión de lo construido.

- El *fabricante de materiales y productos de construcción* puede innovar en varias líneas:
 - sobre materiales conocidos, tratando de mejorar su proceso de fabricación, con el fin de reducir costes o de lograr la calidad prevista con mayor garantía o seguridad;
 - sobre materiales conocidos, tratando de mejorar sus cualidades, con el fin de tener una ventaja competitiva en el mercado;
 - sobre nuevos materiales para ofrecerlos en el mercado con anticipación a otros competidores.

En todos los casos, su actitud innovadora puede provenir de su propia iniciativa o puede estar inducida por sus los agentes con los que se relaciona (clientes, proyectistas, empresas constructoras...). La innovación en nuevos materiales suele acabar exigiendo al constructor la innovación en los procesos de utilización de esos materiales.

- Algo similar ocurre con el *fabricante de maquinaria*, que innova para
 - mejorar su proceso de fabricación;
 - conseguir una máquina con mayores prestaciones dentro de la línea de las existentes;
 - conseguir una máquina nueva con la que se podrán hacer trabajos que antes no eran posibles, o que podrá sustituir con ventaja a otra u otras con las que se hacían hasta ahora algunos trabajos: máquinas para trabajos especiales, de menores dimensiones...

El fabricante de maquinaria innova por iniciativa propia o inducido por los agentes con los que se relaciona, a quienes comunica sus ideas innovadoras.

- Por su parte, el *proyectista* recoge en el proyecto sus decisiones sobre la obra futura integrando deseos de la propiedad, las oportunidades de productos del mercado y las sugerencias sobre el proceso constructivo, si está designado el constructor. Se ha discutido mucho sobre cuánto tienen de innovación los procesos creativos y cómo puede serlo el desarrollo de un proyecto; lo cierto es que la actividad de proyectar no implica siempre innovar, pues una gran parte de los proyectos sólo exigen el seguimiento de modelos anteriores. Sin embargo, las innovaciones que una obra contenga, en cuanto a concepción y materiales, han tenido que ser recogidas en el proyecto, lo que convierte al proyectista en el desencadenante de las innovaciones que han de seguir a la redacción del proyecto. A este respecto hay que señalar la conveniencia de que el proyectista tenga una retroalimentación sobre el comportamiento de lo que proyecta; esta información puede obtenerla directamente o a través de la dirección facultativa de la obra. Hay innovación también en los propios procesos de generación material de los proyectos: métodos de dibujo, de cálculo...

Siendo la innovación un proceso puramente empresarial, ésta se produce cuando se utiliza un recurso (nuevo o no) desarrollado por otra empresa (o no) con un fin nuevo (probablemente no previsto por ésta). Así, el fabricante de un nuevo equipo de maquinaria que lo pone en el mercado con éxito habrá innovado en sus procesos de fabricación y en el diseño de un nuevo producto, pero también innova la empresa constructora que lo utiliza, ya que tendrá que haber desarrollado nuevos procedimientos (innovación de procesos) para usarla de un modo eficiente (con mejores rendimientos o menores costes) en la ejecución de unidades de obra nuevas (innovación de producto) u otras más tradicionales.

El fabricante de un nuevo material hace innovación de producto si consigue colocarlo en el mercado, pero el proyectista que lo incluye en sus proyectos también innova adaptando sus diseños y procesos de cálculo a aquél; por su parte, el constructor que materializa ese proyecto utilizando ese nuevo material también innova en sus procesos y hace innovación de un nuevo producto que incluye aquel material. Se puede afirmar que una innovación es la semilla de otras innovaciones.

Características del gran Sector de la Construcción

Determinadas características estructurales de este sector ponen de manifiesto una serie de rasgos altamente específicos que lo distinguen de otros sectores y lo obligan a enfrentarse con problemas que le son propios.

Efectivamente, la DEMANDA se concentra en una serie de productos cuya tipología, a diferencia de la industria manufacturera, se caracteriza por:

- su unicidad y singularidad, que impiden la producción en serie; aun cuando los procesos constructivos sean susceptibles de sistematización;

- su inmovilidad territorial, que obliga a situar el aparato productivo en la misma localización del consumo, impidiendo tanto el almacenamiento de los productos finales como su transporte y distribución;
- su elevada durabilidad a lo largo del tiempo, unida a su reparabilidad *in situ*, lo que conduce a una alta participación (alrededor del 50 % en algunos países) de las actividades de conservación y mantenimiento en el conjunto de la producción total;
- su frecuente imprecisión en cuanto a que las demandas de los usuarios no suelen estar explícitas, pues sólo las organizaciones maduras (órganos oficiales) suelen ser capaces de expresar sus necesidades con claridad;
- su continua evolución en las sociedades avanzadas hacia demandas más complejas y especializadas: viviendas para la tercera edad, para discapacitados, para jóvenes solteros, demanda de seguridad para los usuarios, demanda exigiendo un mayor confort;
- su creciente exigencia de adaptación respetuosa con el entorno, ahorro global de energía...

Adicionalmente, y en gran parte como consecuencia de las características de los productos demandados, surgen determinadas connotaciones tecnológicas y organizativas de la OFERTA, como las que, a continuación, se reseñan:

- la dispersión geográfica de la producción y su carácter marcadamente local;
- la limitación en el uso de los métodos habituales de racionalización, unida a la práctica imposibilidad de obtener economías de escala;
- la elevada intensidad del factor trabajo y la baja utilización del capital;
- la menor productividad de la mano de obra (alrededor del 50 % de la industria manufacturera);
- el poco atractivo de la construcción para el mundo laboral (sector calificado por las tres DDD en el mundo anglosajón: *Dirty, Dangerous, Difficult*);
- la existencia de bajas barreras de entrada;
- el claro predominio de pequeñas empresas en el hipersector (más del 90 % de las firmas que operan ocupan, cada una de ellas, a menos de diez empleados);
- su reducido grado de concentración (las cinco empresas constructoras españolas más importantes sólo llegan a producir el 18 % del total de la industria);
- la relativa escasez de participación accionarial extranjera.

La coincidencia de los factores expuestos se traduce en determinadas peculiaridades del MERCADO, tales como:

- la separación entre las fases de diseño (proyecto) y producción (construcción), que aleja al constructor de los usuarios finales;
- la separación en el tiempo (pueden pasar meses o años desde el proyecto hasta su materialización) y en el espacio (aunque una parte importante siempre se desarrolla en el emplazamiento de la obra) de las etapas que componen el proceso constructivo;
- la multiplicidad de agentes intervinientes;
- la extendida relación de mutua dependencia entre el constructor y su cliente, notablemente distinta a las usuales relaciones anónimas en el mercado. Se trata, en este caso, de un vínculo contractual de larga duración en el que la confianza juega un papel muy importante;
- el alto riesgo empresarial que deriva, con frecuencia, de una definición insuficiente del objeto inicial del contrato y de su perfeccionamiento progresivo a lo largo de los trabajos, unida a la imposibilidad práctica de prever suficientemente las contingencias futuras del desarrollo de la actividad;
- el claro predominio del sistema de licitación, traducido en el caso público a una serie de monopsonios temporales, consecuencia añadida de la separación entre las fases de proyecto y de ejecución y del hecho relevante de que el producto se vende antes de que exista como tal;
- la escasa segmentación funcional del mercado, consecuencia del nivel limitado de especialización del producto, y que se traduce en un número elevado de competidores;
- la relativa estancamiento de los mercados nacionales y la baja concurrencia internacional, excepción hecha de las regiones transfronterizas (*);
- la escasa relevancia de la exportación respecto de las cifras de actividad doméstica, a pesar de su intenso desarrollo en años recientes;
- la estabilidad de los mercados a largo plazo, por la provisión de bienes esenciales, compatible con fluctuaciones acusadas de la demanda en el corto plazo, lo que produce una dependencia del sector público como demandante de bienes de capital, y lo somete, a su vez, a los vaivenes crónicos de las políticas públicas de gasto;
- su importancia en dimensión, que le hace ser el segundo sector por el valor de su actividad, según la contabilidad de la OCDE, sólo detrás del de producción metálica, maquinaria y bienes de equipo;
- su extremada dependencia de las evoluciones demográficas, tanto de la población nacional como de los saldos migratorios.

(*) En la UE el mercado interno de construcción de carácter transnacional sólo alcanza el 3 % del total, no obstante, el esfuerzo de las autoridades comunitarias por «abrir» los mercados públicos.

Otras características adicionales son las siguientes:

- Su relación con el mercado de capitales. En general, los productos finales del hipersector de la Construcción presentan el carácter de inversiones (aunque la vivienda sea considerada a veces como un bien de consumo duradero), situándose entre las más importantes del sistema económico. Ello se traduce en su condicionamiento por las expectativas y las condiciones financieras a largo plazo.
- El relativo grado de intervención a que el hipersector se ve sometido por parte del sector público tanto en su cometido directo de proveedor de bienes como en aspectos complementarios de su actividad (seguridad e higiene, problemas medioambientales, excesos de competencia, calidad, formación de mano de obra, etc.).

El reto medioambiental

No sólo en España, sino en toda la UE, el hipersector se enfrenta a un reto de importancia creciente en relación con la protección, la mejora del medio ambiente y el desarrollo sostenible, lo que supone a la vez una fuente de oportunidades de innovación. El hipersector debe dar respuesta a este tipo de problemas desarrollando nuevos productos y procesos que contribuyan de forma positiva a la protección del medio ambiente.

Así, frente al impacto de las grandes obras de infraestructuras, el hipersector deberá elegir soluciones en busca de una limitación de su impacto. Por su parte, el ambiente interno de los edificios es un tema de preocupación creciente que exigirá investigación y la definición de una norma de calidad del aire en lo que se refiere a su microbiología, a los efectos alérgicos de los materiales...

La reducción del consumo de energía, ligada en gran medida a los edificios, es otra preocupación del hipersector que está obligado a innovar para resolver este importante problema. No se descartan disposiciones regulando los consumos energéticos de los nuevos edificios y la renovación paulatina de los existentes. Estos cambios se verán más o menos acelerados por la evolución de los precios de la energía, por la posible aplicación de la tasa sobre el CO₂, etc.

La gestión de los residuos de construcción, cuyo volumen es del mismo orden que el de los residuos urbanos, están siendo ya objeto de investigación y sus resultados obligarán a cambios importantes en la organización de las obra y en su concepción: soluciones de reciclado, de almacenamiento controlado serán oportunidades de innovación. El próximo Plan Nacional de Residuos de Demolición y Construcción fijará objetivos de reciclaje para el año 2006.

Finalmente, la conservación del legado cultural que encierran muchas ciudades de nuestro país es otro reto para este hipersector, que tendrá que desarrollar técnicas de conservación y restauración de diversos tipos de construcciones para asegurar su uso futuro.

1

Descripción general y magnitudes de la construcción



1.1. Definición del Sector de Construcción

La definición clásica del *Sector de Construcción* es la de «conjunto de empresas cuya actividad consiste en ejecutar directamente obras completas o partes de ellas, tanto de edificación como de ingeniería civil o industrial».

Así quedan incluidas todas las empresas constructoras y todas las empresas especializadas de construcción, como las de cimentaciones, movimiento de tierras, pavimentos, estructuras, impermeabilizaciones, dragadores, instaladores... Este concepto del Sector de Construcción se corresponde con la clasificación *CNAE45*.

La definición hecha más arriba para el Sector de la Construcción coincide además con los criterios utilizados en toda la información económica y estadística que se maneja no sólo en nuestro país, sino en la UE y el resto del mundo. Sin embargo, no se puede olvidar la fuerte incidencia que tienen, en las cifras globales de producción del sector, los productos de construcción y la intervención de empresas especializadas, que representa más de un 40%.

Por ello, en un estudio como el que nos ocupa, resultaría escaso considerar solamente la innovación desarrollada por las empresas constructoras, dado el peso de los materiales y de las empresas especializadas que intervienen en la producción. Avalan esta decisión varias razones: de un lado, el que estudios similares realizados en otros países consideran un espectro de empresas similar y, de otro, el hecho de que una buena parte de las innovaciones más significativas se producen no sólo en empresas grandes, sino también en empresas especializadas y en las relacionadas con los materiales.

Por otra parte, hay otros sectores que contribuyen muy directamente a la innovación en construcción: las empresas de Ingeniería Civil y Arquitectura (que hacen proyectos o direcciones de obra, además de otros trabajos), las empresas de Control de Calidad, los fabricantes de maquinaria de construcción... Parece necesario, pues, incluir en nuestro estudio la incidencia de estos sectores en la innovación de la Construcción.

Así, pues, a los efectos del estudio que nos ocupa, puede admitirse que la Construcción es un *hipersector* compuesto por:

- el conjunto de *empresas cuya actividad consiste en ejecutar directamente* obras completas o partes de ellas, tanto de edificación como de ingeniería civil o industrial (Sector de Construcción propiamente dicho), incluyendo:
 - empresas generales de construcción,
 - empresas especializadas de construcción (cimentaciones, movimiento de tierras, colocadoras de mezclas asfálticas, empresas de ferralla...);
- el conjunto de empresas *fabricantes de productos específicos para la construcción*,

- el conjunto de empresas *fabricantes de maquinaria específica de construcción*.

Consideraremos, también, la incidencia que tienen sobre la innovación en construcción las empresas de ingeniería y arquitectura en su faceta de proyectistas y direcciones de obra y los laboratorios de control, que forman parte del *Sector de Servicios Técnicos*.

Así pues, dentro de este estudio, cuando nos refiramos al *hipersector*, lo estaremos haciendo al conjunto de los sectores; y, cuando hablemos de *sector*, nos estaremos refiriendo a alguno de ellos en particular.

Los otros agentes, como las administraciones y los agentes reguladores del proceso (autoridad normativa...), serán objeto de consideración en los apartados de «Entorno» y «Administraciones» del modelo de Sistema de Innovación que se utiliza en este estudio.

1.2. Actividad nacional

La actividad de construcción en un periodo se mide por la producción de las empresas constructoras, ya que la producción de otros agentes (materiales, proyectos...) no dejan de ser productos intermedios. Así, la producción en los últimos años ha sido en nuestro país la siguiente, según SEOPAN:

1996	9.998,0 miles de millones de pesetas
1997	10.491,8 miles de millones de pesetas
1998	11.271,3 miles de millones de pesetas

Estas cifras se desglosan por tipos de obras del siguiente modo:

<i>Tipos de obras</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>
<i>Edificación residencial</i>	3.328,4	3.587,8	3.973,3
<i>Edificación no residencial</i>	1.162,8	1.217,5	1.286,5
<i>Rehabilitación y mantenimiento</i>	3.244,5	3.480,4	3.624,5
EDIFICACIÓN	7.735,7	8.285,7	8.884,2
OBRA CIVIL	2.262,3	2.206,1	2.387,1
TOTAL	9.998,0	10.491,8	11.271,3

Cuadro 1.1
Evolución
de la producción
en Construcción
(miles de millones
de pesetas)

Fuente: SEOPAN. Serie revisada.

Se entiende por edificación residencial la construcción de viviendas; la rehabilitación y el mantenimiento se refieren a las actividades de este tipo realizadas en edificios (viviendas o no); la edificación no residencial comprende la construcción de edificios no dedicados a viviendas (hospitales, teatros, estadios...). La obra civil hace referencia a carreteras, presas, canales, ferrocarriles, aeropuertos, puertos... El mantenimiento de las infraestructuras suele incluirse en el capítulo de obra civil por su pequeño volumen, aunque va a ir creciendo de forma considerable.

Las cifras anteriores suponen los siguientes crecimientos porcentuales de la actividad, medidos en términos reales y en tasas interanuales:

<i>Tipos de obras</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>
<i>Edificación residencial</i>	6,0	5,0	9,0
<i>Edificación no residencial</i>	-2,0	2,0	4,0
<i>Rehabilitación y mantenimiento</i>	5,0	4,4	2,5
EDIFICACIÓN	4,3	4,3	5,5
OBRA CIVIL	-12,0	-5,0	6,5
TOTAL	0,1	2,2	5,7

Cuadro 1.2
Evolución de los
incrementos anuales
de la producción

Fuente: SEOPAN. Serie revisada.

El valor añadido (VA) y la contribución de las empresas constructoras al PIB evolucionó del siguiente modo:

Cuadro 1.3.
Evolución del valor
añadido y de la
contribución al PIB

	1996	1997	1998
<i>VA a precios de mercado</i>	5.787,0	5.952,1	6422,0*
<i>VA a precios constantes de 1986</i>	3.059,9	3.089,9	3.275,3*
<i>% de contribución al PIB a precios de mercado</i>	7,8	7,6	7,8*
<i>% de contribución al PIB a precios constantes</i>	7,2	7,0	7,1*

Fuente: Anuario Estadístico 1998. INE.
(*) SEOPAN.

En referencia concreta a 1998, el Sector de la Construcción aportó (a través de su VAB) 0,4 puntos porcentuales al crecimiento de la economía española en su conjunto, que fue del 3,7 %.

Las macromagnitudes de la Construcción en 1998, estimadas a partir de los datos de la contabilidad nacional, se pueden resumir del siguiente modo:

- La demanda total se situó en torno a los 13 billones de pesetas, de los que 11 billones correspondieron a formación bruta de capital fijo (FBCF) y el resto a consumo (mantenimiento y reparaciones menores).
- El valor de la actividad del hipersector de la Construcción durante 1998 se sitúa así en 11,3 billones de pesetas.

A la cifra de producción interior sería preciso añadir otros casi 400.000 millones de pesetas, que corresponden a la ejecución de obras por parte de las empresas constructoras españolas fuera de las fronteras nacionales, cifra que ha venido experimentando crecimientos importantes en los últimos años (225.000 millones en 1996 y 315.000 millones en 1997).

1.3. Actividad en la Unión Europea

El sector de Construcción en Europa se compone de 2,4 millones de empresas, que dan ocupación a unos 19 millones de personas, lo que supone más del 7% del empleo total de la UE. Su actividad contribuye a más del 5% del PIB. Las PYMES ocupan más del 87% de la fuerza laboral, según Eurostat (1998).

En función de las últimas estimaciones disponibles, el volumen agregado de producción (básicamente VAB más compras a otros sectores) del Sector de la Construcción en el conjunto de los quince países europeos integrados en EUROCONSTRUCT(*) se ha situado, durante 1998, alrededor de los 744 miles de millones de euros (a precios de 1997). En 1997 la cifra equivalente supuso 732 miles de millones de euros, con una tasa de variación interanual sobre la cifra de 1996 del 0,7 %. Todo ello se ha venido dando en un clima de mejora progresiva de los respectivos indicadores de confianza a lo largo de los últimos años.

El perfil temporal del porcentaje que sobre el PIB del conjunto de los países integrados en EUROCONSTRUCT supone el VAB en Construcción ha venido mostrando en los últimos años una evolución decreciente: 5,4 % en 1993, 5,2 % en 1998 y, previsiblemente, 5,0 % en el año 2000.

La estructura interna, por tipología de obras, ha venido respondiendo a un esquema temporalmente estable que, en 1998, presentó los siguientes porcentajes de participación:

<i>Tipos de obra</i>	<i>UE</i>	<i>España</i>
<i>Edificación residencial</i>	24	35
<i>Edificación no residencial</i>	20	12
<i>Rehabilitación y mantenimiento</i>	35	32
<i>Obra civil</i>	21	21
Total	100	100

Cuadro 1.4.
Porcentajes
de distintos tipos
de obra

Fuentes: SEOPAN, Euroconstruct.

La evolución, por estos mismos subsectores, entre 1996 y 1998 de las cifras de actividad son las que se indican en el cuadro 1.5, en el que también figuran los porcentajes de crecimiento anual, en términos constantes.

La situación general del hipersector europeo de la Construcción se atiene a las siguientes pautas:

(*) EUROCONSTRUCT es una red europea de Institutos de previsión que agrupa a los 15 países de la UE, salvo Grecia y Luxemburgo, además de Noruega y Suiza, a los que se han asociado otros países europeos (la República Checa, Polonia, Eslovaquia y Hungría). España está representada en EUROCONSTRUCT por el Instituto de la Tecnología de la Construcción (ITEC).

- En el ámbito de la *edificación residencial* se detecta una situación relativamente crítica (-1,7 % en 1998), con una cierta tendencia a estabilizarse en los próximos ejercicios.

A pesar de que existen divergencias entre los países del área, son características comunes en todos ellos la propensión de la demanda hacia viviendas unifamiliares con menor incidencia en apartamentos y el aumento del número de primeros compradores.

- En el subsector de la *edificación no residencial* la evolución se alinea con la de la actividad económica general, con ritmos de crecimientos actuales y futuros próximos a los del PIB.
- Por lo que hace referencia a la *rehabilitación y el mantenimiento*, las obras en los edificios existentes se incrementan a tasas superiores a los valores medios del sector. Los análisis usuales vienen considerando a este subsector con una función no simplemente estabilizadora sino de estímulo de la actividad total de construcción.
- La mayor parte de la *obra civil* se viene desarrollando en el ámbito de las redes de transporte (especialmente viaria y ferroviaria). A pesar del incremento detectado durante 1998 (2,4 % y las perspectivas favorables para 1999 y el año 2000), quedan lejos los altos crecimientos de comienzos de los años noventa.

Cuadro 1.5.
Evolución de la
actividad en
Construcción, por
subsectores.
Países de la zona
Euroconstruct

	<i>Miles de millones de euros (constantes de 1997)</i>		
	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>
<i>Nueva edificación residencial</i>	182,3	182,6	179,5
<i>Nueva edificación no residencial</i>	139,5	140,1	144,2
<i>Rehabilitación y mantenimiento</i>	252,5	255,4	262,2
EDIFICACIÓN	574,3	578,1	585,9
OBRA CIVIL	154,5	154,1	157,8
TOTAL	728,8	732,2	743,7
	<i>Crecimientos anuales (%)</i>		
<i>Nueva edificación residencial</i>	-1,5	0,1	-1,7
<i>Nueva edificación no residencial</i>	0,9	0,4	2,9
<i>Rehabilitación y mantenimiento</i>	1,6	1,1	2,7
EDIFICACIÓN	0,1	0,7	1,3
OBRA CIVIL	-2,4	—	2,4
TOTAL	-0,4	0,7	1,6

Fuente: SEOPAN, Euroconstruct.

2

Las características estructurales de los agentes de innovación de la construcción



2.1. Las empresas y las asociaciones empresariales

El tejido industrial que da forma al producto final llamado Construcción está compuesto por empresas con actividades que se agrupan del siguiente modo:

- empresas constructoras generales y especializadas,
- fabricantes de materiales y productos de construcción,
- fabricantes de maquinaria de construcción,
- empresas de servicios técnicos.

A su vez, estas empresas están integradas en asociaciones y éstas en confederaciones, dando así forma al citado tejido industrial que se describen más adelante.

2.1.1. Estructuración de las empresas constructoras

El sector está constituido por un reducido número de grandes empresas y una gran cantidad de empresas de pequeño tamaño como se aprecia en el cuadro 2.1. Incluso las empresas grandes son pequeñas en comparación con las grandes de otros sectores industriales. A su vez, hay una multiplicidad de especialidades, no todas cubiertas por los códigos oficiales de clasificación, lo que dificulta el análisis del sector. La capacidad tecnológica de estas empresas es, en general, creciente con su tamaño. No obstante, hay grupos de PYMES especializadas para las que los aspectos tecnológicos son un aspecto importante de su negocio.

<i>Estratos</i>	<i>1996</i>	<i>1998</i>
■ <i>Empresas sin asalariados</i>	<i>104.739</i>	<i>121.594</i>
■ <i>Empresas con asalariados</i>	<i>120.536</i>	<i>137.498</i>
- <i>De 1 a 19</i>	<i>113.381</i>	<i>128.882</i>
- <i>De 20 a 99</i>	<i>6.563</i>	<i>7.916</i>
- <i>De 100 a 499</i>	<i>536</i>	<i>645</i>
- <i>De 500 o más</i>	<i>56</i>	<i>55</i>
TOTAL EMPRESAS	225.275	259.092

Cuadro 2.1. Número de empresas del Sector de la Construcción. Años 1996 y 1998

Fuente: INE.

Al igual que en otros países, el sector está estructurado con unas empresas generalistas que aprovechan capacidades de las empresas especializadas con tecnologías propias, a las que subcontratan diversos trabajos, quedando en la

base de esta estructura las empresas que aportan recursos físicos con o sin mano de obra.

El sector registró en 1998 una población empleada de 1.361.900 trabajadores (véase cuadro 2.2), cuando en 1996 esta cifra sólo fue de 1.228.100 trabajadores. Estadísticas sobre esta población indican unos niveles de estudios inferiores al conjunto de la población laboral (la cuarta parte de universitarios en este sector que los presentes en el conjunto de la actividad nacional); además, la realidad es que la cualificación profesional en muchos casos no procede de haber recibido una formación profesional concreta, sino de la experiencia personal adquirida en la práctica diaria: ello produce la adquisición de hábitos no totalmente correctos que producen una reducción del rendimiento y, en algunos casos, de la calidad.

Por otra parte, es de esperar que la formación y el espíritu innovador permitan al sector reducir la siniestralidad actual, que es superior a la media de la industria.

Cuadro 2.2.
Distribución de la
población ocupada del
Sector de la
Construcción y del
conjunto nacional por
su nivel de estudios.
Valores absolutos en
miles y porcentajes.
4º trimestre de 1998.

<i>Nivel de estudios</i>	<i>Construcción</i>		<i>Nacional</i>	
	<i>Absoluto</i>	<i>%</i>	<i>Absoluto</i>	<i>%</i>
<i>Analfabetos y sin estudios</i>	98,1	7,2	674,6	5,1
<i>Estudios primarios</i>	508,5	37,3	3.430,4	25,7
<i>Medios excepto FP</i>	524,8	38,5	4.992,5	37,4
<i>Formación profesional</i>	165,5	12,2	1.872,5	14,0
<i>Universitarios</i>	64,9	4,8	2.372,1	17,8
TOTAL	1361,9	100,0	13.342,1	100,0

Fuente: INE.

Asociaciones de empresas constructoras

La organización que cubre un espectro más amplio es la CONFEDERACIÓN NACIONAL DE LA CONSTRUCCIÓN (CNC), que es la organización empresarial cúpula de la construcción en España y que agrupa a la mayoría de las organizaciones empresariales del sector. Se constituyó en 1977 con el fin de representar al sector ante los poderes públicos u otros entes nacionales e internacionales, públicos o privados. A su vez es miembro de la CEOE y forma parte de la *European Builders Confederation* (EBC), de la Federación Europea de Industrias de la Construcción (FIEC) a través de la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional (SEOPAN).

La CNC trabaja para fomentar, entre sus entidades confederadas y empresas a ellas asociadas, factores claves que pueden contribuir a la mejora de la competitividad del sector. Entienden que competitividad está ligada a los conceptos de calidad, innovación, investigación y desarrollo, seguridad, cultura, medio ambiente e internacionalización.

Las entidades confederadas son las siguientes a la fecha de este estudio:

- AGRUPACIÓN NACIONAL DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS (ANCOP)
- ASOCIACIÓN DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE ÁMBITO NACIONAL (SEOPAN)
- ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE LA TECNOLOGÍA DEL SUELO Y SUBSUELO (AETESS)
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ALQUILADORES DE GRÚAS-TORRE Y MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN (ANAGRUMAC)
- SEOPAN GRUPO EXPORTADOR
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE CONSTRUCTORES INDEPENDIENTES (ANCI)
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE DRAGADORES
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESAS DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS (ANEMOV)
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESAS REGIONALES CONSTRUCTORAS (AERCO)
- ASOCIACIÓN NACIONAL ESPAÑOLA DE FEBRICANTES DE ÁRIDOS (ANEFA)
- ASOCIACIÓN DE PROMOTORES-CONSTRUCTORES DE ESPAÑA (APCE)
- FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MONTADORES DE ANDAMIOS (FEMA)
- FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE LA PIEDRA NATURAL (FPN)

Por su parte, en SEOPAN en la actualidad están integradas treinta empresas constructoras de ámbito nacional e internacional, buena parte de ellas. Su producción conjunta viene a representar un 22% de la actividad nacional de construcción; forma parte de la Federación Europea de Asociaciones de empresas constructoras (FIEC) y, ésta a su vez es miembro de la organización ECCREDI (*European Council for Construction Research, Development and Innovation*), por lo que tiene conocimiento y vinculación con las actividades en innovación de las constructoras europeas, ya que varias empresas asociadas participan con éstas en proyectos europeos.

ANCI es la Asociación de Constructores Independientes, creada en 1997, en la que se integran 18 empresas constructoras de un tamaño medio, con una facturación aproximada del 2,5% de la actividad nacional.

AETESS es la Asociación que agrupa las empresas especializadas en trabajos relacionados con el suelo y el subsuelo.

Aunque no hay en la actualidad una asociación que agrupe a las empresas especializadas en *pavimentación asfáltica* en todas sus modalidades, no deben quedar sin mencionar por su importancia apoyada en las cuantiosas inversiones que se vienen realizando en carreteras en los últimos años.

La innovación en las empresas constructoras

En el caso de la Construcción, no hay apenas información estadística de lo que puede ser el esfuerzo innovador en el conjunto del hipersector ni el de las empresas constructoras. Sin embargo, sí hay procesos innovadores como puede apreciarse por la evolución tecnológica del sector. En general, la estrategia de

innovación no se apoya en actividades de I+D, sino en la solución directa de los problemas que presentan las obras adjudicadas: así, los departamentos técnicos de las grandes empresas son los que apoyan las innovaciones en los casos concretos que la ejecución de las obras va demandando; sin embargo, en general, las actividades de este tipo que se realizan en las empresas no quedan registradas de una manera ordenada, por lo que las estadísticas del sector arrojan unas cifras bajas de actividad innovadora.

Así, en la última Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las empresas, 1998, del INE, ni siquiera se considera este sector en su análisis. Aparece, sin embargo, una mención en el Informe sobre la Industria Española 1997-1998 del MINER (Miner, 1999), con los siguientes valores para el esfuerzo innovador de este sector, que resulta *entre 5 y 9 veces inferior a la media de la industria*:

Cuadro 2.3.
Esfuerzo en I+D de la
Construcción

	1993	1994	1995	1996
Construcción	0,3%	0,3%	0,3%	0,2%
Total Sectores	1,6%	1,6%	1,7%	1,8%

Fuente: Informe sobre la Industria Española. 1997-1998. MINER.

Sin embargo, en el Informe del MINER se entiende por esfuerzo innovador el cociente entre el gasto en I+D y el valor añadido del sector considerado, lo que deja sin medir otros componentes de la innovación.

Recordemos a este respecto que en el concepto de innovación están comprendidos los siguientes componentes:

- Las actividades de adquisición y generación de conocimiento científico y tecnológico, como:
 - la Investigación y Desarrollo,
 - la adquisición de Inmovilizado inmaterial (patentes, licencias, marcas, diseños, software...),
 - la adquisición de inmovilizado material (máquinas, equipos de todo tipo...).
- Las actividades de preparación para la producción o para provisión de servicios, como:
 - el diseño industrial para la definición del producto, proceso o servicio,
 - la ingeniería de proceso, mediante la cual se ordenan los procesos de producción o provisión, el aseguramiento de calidad y la aplicación de normas para la fabricación de productos nuevos o mejorados,...
 - el lanzamiento de la fabricación de productos o la provisión de servicios: formación de personal en nuevas técnicas o en el uso de nuevos equipos necesarios para el buen fin de la innovación,

- Las actividades de preparación para la comercialización cuyo fin sea reducir la incertidumbre del mercado.

Una forma de estimar los gastos en innovación sería utilizar la regla general por la que se admite que los gastos de innovación aproximadamente son dos veces y media los de I+D. En efecto, en España, para el conjunto de las empresas manufactureras, los gastos en I+D vienen a representar entre el 42 y el 45% del total de gastos dedicados a innovación. Sin embargo, en el caso de nuestro sector, el factor multiplicador no debe ser mayor de 1,10 a la vista de los resultados de encuestas realizadas por el INE en grupos de empresas de este sector.

La I+D en las empresas constructoras

Según el informe del INE «Estadística sobre las actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico» referido a 1995, sólo 122 empresas realizaban actividades de I+D con una inversión de unos 1.000 millones de pesetas. Por otra parte, la Estadística de Actividades en I+D de 1997 del INE arroja para el Sector de Construcción un gasto en I+D de 1.049,960 millones de pesetas en 132 empresas, sin que se mencione en ambos casos el volumen de facturación de las empresas encuestadas.

En una consulta específica hecha por Cotec para este estudio, el INE nos informa que *el gasto en I+D durante 1997 fue de 0,010% sobre la cifra de negocios* de las empresas del CNAE45.

Las empresas constructoras europeas invierten mucho menos en I+D que otros sectores industriales. En consecuencia, no es sólo en España donde la I+D en Construcción está en unos niveles bajos con relación a otras actividades industriales: lo mismo ocurre en países con gran tradición y estructura investigadora como Alemania, el Reino Unido, Francia, USA... En estos países, también las empresas constructoras tienen un papel muy reducido en la I+D de sus respectivos países; sólo en Japón las empresas constructoras tienen una actividad investigadora muy notable y significativa con relación a su facturación.

El esfuerzo en I+D del conjunto de las empresas constructoras es bajo, porque la mayoría no lo han considerado hasta ahora un factor clave de competitividad; a pesar de que las grandes empresas españolas cuentan con departamentos técnicos dedicados total o parcialmente a I+D, en comparación con otros países europeos, la dedicación a I+D de la Construcción española está en un nivel inferior al europeo.

La actividad de I+D en Construcción más significativa de nuestro país se desarrolla desde algunos centros públicos de investigación, como el *Centro de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)*, el *Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento (IETCC)*, el *Centro de Investigaciones Energéticas,*

Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT); desde centros tecnológicos, como el *Instituto Técnico de la Construcción de Cataluña (ITEC)* y desde diversos laboratorios de las universidades politécnicas. Aunque este tipo de trabajos suelen estar orientados al conocimiento más preciso de los fenómenos naturales y a la investigación prenormativa, es decir, a la definición de normas e instrucciones relativos a materiales y procesos constructivos, es frecuente que intervengan o participen empresas constructoras para implementar los resultados de una investigación.

Hay unanimidad en la necesidad de aumentar el nivel de gasto en I+D de este sector, pero donde se estiman más eficaces los esfuerzos es en la difusión de los conocimientos ya adquiridos y en la coordinación de las actividades de I+D evitando duplicidad de esfuerzos. También se está de acuerdo en que las obras son centros de demostración de productos y procesos desde los que puede acelerarse de un modo efectivo la innovación de este sector.

Las características específicas de este sector (sector heterogéneo y fragmentado, dependiendo de numerosas profesiones, en el que la mayoría de proyectos son prototipos, dependiente de los ciclos económicos, mano de obra intensiva, no muy cualificada y de gran movilidad, trabajo en condiciones externas, etc.) son los obstáculos que más dificultan una mayor intensidad de I+D tanto en nuestro país como en la UE.

Para las empresas constructoras no son atractivas las inversiones en I+D, pues los logros obtenidos no suelen ser patentables y, en cambio, pueden ser fácilmente copiados por otras empresas en poco tiempo. La generalización de algunas innovaciones es difícil por tratarse de mercados muy estrechos o limitados. Pero es que, además, la presión de los plazos y la feroz competencia impide, en muchos casos, reposados planteamientos de la innovación con la racionalidad con que se vienen haciendo en otras industrias. Por otra parte, las dificultades para que un promotor acepte una innovación propuesta por una empresa constructora hace que éstas se inhiban de invertir en proyectos de I+D cuya aplicación final no depende de ellas. En aquellos casos en los que la responsabilidad del proyecto recae también en la empresa constructora, ésta puede tener más interés y libertad para introducir innovaciones.

Adquisición de inmovilizado

Por su parte, las empresas han venido haciendo pocos gastos significativos en adquisición de inmovilizado inmaterial. El Informe sobre la Industria Española 1997-1998 del MINER señala que los pagos al extranjero por transferencia de tecnología del sector sólo han supuesto en 1996 un 0,3% del total de los pagos efectuados.

En cuanto a las inversiones en equipos, en este mismo estudio se recogen cifras relativas al número de máquinas compradas en los últimos años. Sin embargo, esto no siempre significa un gasto en innovación, toda vez que la mayor parte de

las máquinas son iguales a otras existentes cuyo manejo ya está en el *know-how* de la empresa. Se podrían considerar en este capítulo las máquinas que suponen la ejecución de unidades de obra de un modo diferente a lo tradicional; así, los equipos adquiridos por muchas empresas constructoras en los últimos años para la ejecución de túneles han supuesto la puesta a punto de nuevos métodos de ejecución de este tipo de obras.

No obstante, una consulta específica hecha por Cotec al INE facilita una cuantificación de estos conceptos que se comenta más adelante.

Factores favorables a la innovación

Hay signos que abren esperanzas de cambios importantes en la actitud general hacia la innovación. Muchas empresas han comprendido o están comprendiendo que la innovación desempeña un papel central para responder a las expectativas de sus clientes y que es clave para su supervivencia.

Un motor determinante de la innovación es el reto de las demandas cada vez más exigentes de la sociedad, así como su creciente *complejidad* que está siendo asumida por algunas empresas como un incentivo. No olvidemos que son los grandes retos asumidos por el sector los que han permitido saltos tecnológicos (Túnel del Canal de la Mancha, Cruce del Severn... por citar sólo casos fuera de nuestro país). Para hacer frente a estos nuevos retos y a su mayor complejidad, las empresas constructoras han desarrollado una *capacidad de integración de tecnologías diversas* (la aparición de nuevos materiales y productos de construcción o las mayores prestaciones de los ya conocidos, la disponibilidad de maquinaria más versátil y potente, etc.) y una *capacidad de absorción de tecnologías* aparentemente no relacionadas con la Construcción.

Otra de las circunstancias favorecedoras de la innovación es la oportunidad que ofrecen las subvenciones de la UE dentro de los diversos programas de I+D, en los que caben proyectos específicos de construcción (BRITE-EURAM, ESPRIT, JOULE y otros). También, la implantación de sistemas de gestión de calidad en las empresas constructoras está introduciendo poco a poco una mecánica de trabajo que conduce a la mejora y a la innovación.

Además, la existencia cada vez más frecuente de obras en las que la empresa constructora es responsable de su proyecto (caso de las concesiones de todo tipo) quizás sea uno de los factores que dan más libertad a las empresas constructoras para innovar, aprovechando también la oportunidad de que algunas obras singulares son *laboratorios* en las que se pueden ensayar nuevos procesos constructivos.

La creación de ECCREDI en 1996 permite albergar la esperanza de que una sola voz hable por la Construcción en la UE racionalizando las actividades de innovación del hipersector en la UE. Pertenecen a ECCREDI las siguientes instituciones

de ámbito comunitario y que, a su vez, integran otras similares de ámbitos nacionales:

<i>ACE</i>	<i>Architects' Council of Europe</i>
<i>CEMBUREAU</i>	<i>The European Cement Association</i>
<i>CEPMC</i>	<i>Council of European Producers of Materials for Construction</i>
<i>EAPA</i>	<i>European Asphalt Association</i>
<i>ECBP</i>	<i>European Council for Building Professionals</i>
<i>ECCE</i>	<i>European Council of Civil Engineers</i>
<i>ECCS</i>	<i>European Convention for Constructional Steelwork</i>
<i>EFCA</i>	<i>European federation of Engineering Consultancy Associations</i>
<i>ENBRI</i>	<i>European Network of Building Research Institutes</i>
<i>EOTA</i>	<i>European Organisation for Technical Approvals</i>
<i>FEHRL</i>	<i>Forum of European National Highway Research Laboratories</i>
<i>FIEC</i>	<i>European Construction Industry Federation</i>

2.1.2. Los Materiales y Productos de Construcción

Un resumen de datos sobre algunos de los materiales más significativos se puede ver en los cuadros que siguen. Hay una lógica disparidad de estructuras empresariales en los materiales citados derivada de su propia naturaleza, que se tratarán de exponer a continuación resaltando aquellos rasgos que más puedan incidir en las oportunidades de cada sector en relación con la innovación. Una característica general es que se trata de un sector atomizado y dominado por una multitud de pequeñas empresas de carácter familiar, poco profesionalizadas, con una sobreoferta productiva importante. Tiene una lógica dependencia de los ciclos de la construcción.

Cuadro 2.4.
Datos de producción
y personal para 1998

<i>CNAE</i>	<i>Rama de actividad</i>	<i>Ventas</i>	<i>Valor añadido</i>	<i>Personal</i>	<i>Número de empresas</i>
1421	Áridos	109.691	45.866	7.274	647
2611 +2612	Vidrio	199.048	80.171	11.858	752
2622 +2626	Cerámica Sanitaria	129.778	67.742	11.294	89
263	Cerámica Plana	395.739	177.875	23.065	456
264	Ladrillos	112.552	53.878	9.110	445
2651	Cemento	310.695	174.780	7.225	86
2652	Cal	14.267	6.134	561	28
2653 +2662	Yeso	65.626	31.305	4.115	324
2661	Elementos de Hormigón	337.834	117.222	25.082	1973
2663 +2664	Hormigón Fresco	376.086	76.485	10.162	511
2665 +2666	Fibrocemento	60.833	18.414	3.890	195
281	Elementos Metálicos	981.158	135.177	103.640	13.386

Fuente: INE.

Cemento

Las cifras más indicativas de la actividad de este sector en España y la UE son las siguientes, siendo los países más activos Alemania e Italia con una actividad superior a la de España:

	1997		1998	
	España	UE	España	UE
Producción (t)	29.693.000	173.983.000	33.081.000	182.301.000
Exportaciones (t)	5.572.000	27.709.000	4.104.000	26.238.000
Importaciones (t)	3.044.000	21.318.000	3.108.000	20.620.000
Consumo (t)	26.794.000	166.614.000	30.990.000	175.359.000

Cuadro 2.5.
Evolución
de indicadores
del Sector
del Cemento.
España y UE

Fuente: Anuario 1998. OFICEMEN.

Otros índices son según el Anuario 1998 de OFICEMEN:

- productividad: 4.912,1 t/hora trabajada,
- energía: 100 kWh/t de cemento (una de las más bajas de EU),
- potencia instalada cercana a 600 MW,
- factura eléctrica de más de 20.000 millones de pesetas,
- cabe destacar que la capacidad media de las fábricas españolas se sitúa en torno a las 850.000 t/año frente a las 700.000 t/año de la media europea.

OFICEMEN es la asociación que integra en la actualidad 14 empresas (todas ellas de gran tamaño), que disponen de 40 fábricas distribuidas a lo largo de todo el territorio español.

El sector tiende a estructurarse en una integración vertical con el fin de ofrecer un producto con mayor valor agregado que incorpore un servicio integral para el cliente.

Una asignatura pendiente del sector español es la sustitución de combustibles fósiles tradicionales por combustibles alternativos: la UE ha convertido un 10% de media, con algunos países sobrepasando el 20%, cuando España no ha alcanzado el 1%.

Un problema general de la industria europea es la reducción de emisiones de CO₂ derivada del Protocolo de Kyoto, para lo que las asociaciones están solicitando la aplicación gradual de mecanismos flexibles. Estos dos últimos puntos exigirán innovaciones en los procesos de fabricación de este material.

Áridos

El establecimiento de estrategias competitivas en el sector, está muy influenciado en áreas de gran consumo por el alto grado de integración vertical de compañías

cementeras hormigoneras que se traduce en la adquisición de explotaciones áridas con objeto de asegurarse la disponibilidad de una de sus principales fuentes de abastecimiento en el ámbito territorial de sus instalaciones. El sector se ve abocado a buscar fórmulas innovadoras en las explotaciones que salvaguarden los obstáculos medioambientales.

Hormigón Preparado

El sector está muy fragmentado (en la actualidad hay unas 1.500 plantas), ya que las barreras de entrada son escasas, debido principalmente a la mínima inversión necesaria para la instalación de plantas de hormigón, a la facilidad de traspaso del *know-how* y a la ajustada rentabilidad del sector.

De lo anterior se deduce que el nivel tecnológico de este sector no es muy elevado. También es fácil para las empresas constructoras la fabricación de este producto. La escasa diferenciación de producto reconocida por el mercado hace que el precio sea la variable dominante a la hora de competir para todas las empresas del sector. La innovación general, por lo tanto, no constituye un elemento clave en la forma de competir.

La innovación en este sector se focalizará hacia el uso de plantas limpias y en el uso de sistemas de calidad cada vez más eficaces.

Aceros

UNESID integra más de cincuenta empresas del sector siderúrgico. La producción siderúrgica en miles de toneladas para los años 1997 y 1998 ha sido de 13.683.000 y 14.827.000 toneladas, respectivamente.

Lógicamente, no todos los productos son utilizados ni utilizables en construcción: esencialmente, lo son los denominados productos largos de acero común (perfiles y redondos para hormigón), cuyas producciones y consumos pueden apreciarse en el cuadro siguiente.

Cuadro 2.6. Datos estadísticos de los principales productos largos de acero común (toneladas)

	Producción			Consumo aparente		
	1996	1997	1998	1996	1997	1998
<i>Perfiles >=80 mm</i>	1.152.483	1.431.545	1.503.128	799.392	870.508	1.076.253
<i>Perfiles <80 mm</i>	366.012	426.723	423.136	225.570	279.433	293.375
<i>Redondos para hormigón</i>	2.461.875	2.632.588	2.865.360	1.476.166	1.866.932	2.615.489

Fuente: UNESID.

Las oportunidades de innovación estarán en los procesos y en las derivadas de nuevas exigencias de la normativa.

Ferralla

Es difícil estimar el número exacto de empresas y la producción total de ferralla, puesto que numerosas empresas están integradas en grupos siderúrgicos y en empresas almacenistas de acero y sus derivados, con lo que es difícil obtener claramente qué parte de sus ventas corresponden a acero sin elaborar y qué parte a la actividad de ferralla. Como aproximación, cada una de las empresas de la Asociación Nacional de Industriales de Ferralla (ANIFER) tuvo, como mínimo, una producción media superior a las 150 toneladas al mes en el año 1996. Además, existe un número relevante de empresas de menor producción, que no pertenecen a ANIFER.

Debido a la importancia de la cercanía a obra, desde un punto de vista económico (costes de transporte) y desde un punto de vista técnico (dificultades de optimizar la labor en obra por incidencias de la climatología, de la planificación, etcétera), las empresas se encuentran distribuidas de forma bastante homogénea en todo el territorio nacional.

Las principales debilidades de este sector proceden de su fuerte dependencia de los proveedores de acero, así como de su atomización y sobrecapacidad, lo que, junto con el coste del transporte, dificulta el logro de economías de escala.

Una innovación posible es el incremento de productividad por reducción de los desperdicios.

Derivados del Cemento

El Sector de Prefabricados de Hormigón está constituido por las empresas dedicadas a la fabricación en instalaciones fijas y permanentes de productos prefabricados de hormigón para la construcción.

Los productos pueden ser de hormigón en masa, armado o pretensado; existiendo también productos que incorporan fibras, pigmentos y aditivos que mejoran alguna de sus prestaciones.

Los hormigones empleados en la fabricación son de características especiales y de mayor resistencia que los empleados para la construcción *in situ*, dado que los productos deben ser capaces de soportar cargas en su proceso de fabricación básica y transporte interno en fábrica hasta las cámaras, instalaciones o patios de curado, sin sufrir deformaciones o daños. En general se emplean hormigones secos o semisecos.

Los productos son entregados terminados, listos para su incorporación a obra, acortando los tiempos de ejecución de las mismas y permitiendo aplicar técnicas estadísticas en su control de calidad, al ser producidos en instalaciones fijas, en series con condiciones similares.

Existe una gran variedad de productos, superando las 120 familias de productos básicos diferentes, que comprenden desde grandes prefabricados estructurales (puentes prefabricados, pilares multiplanta, vigas de gran canto, vigas de sección variable...), hasta pequeños moldeados de hormigón en masa (tejas, adoquines, productos ornamentales...), así como elementos estructurales auxiliares (placas y viguetas para forjados...) y prefabricados especiales (traviesas para ferrocarril, columnas de alumbrado, postes para líneas eléctricas...).

Por otra parte, cabe destacar que el elevado peso de los productos y su escaso valor añadido, hacen que la incidencia del precio del transporte sea muy considerable, por lo que, en general, deben ser producidos cercanos a sus puntos de consumo, en radios de acción que pueden oscilar entre los 100 a los 300 km desde la fábrica.

El tipo de las empresas del sector es muy variado, existiendo grandes empresas (o grupos de empresas) con fuerte tecnificación, capacidad de investigación y desarrollo técnico, y fuertes inversiones en implantación de nuevos equipos; y pequeñas empresas con un único centro de producción, de dimensiones muy reducidas y facturación por debajo de 100 millones de pesetas. En general el sector está compuesto por PYMES familiares, existiendo pocos grupos multinacionales. Uno de los grandes problemas del sector es la falta de una clara valoración de la calidad de los productos.

Cuadro 2.7.
Producción
en elementos
prefabricados
de hormigón
(millones de toneladas)

	1996	1997	1998
Producción	28,2	30,5	37,0

Fuente: ANDECE.

Las innovaciones futuras procederán de las futuras exigencias normativas que se generen con el proceso de armonización exigido por la Directiva de Productos de Construcción.

En el Sector de Prefabricados de Hormigón en España existe la siguiente estructura asociativa:

- FEDECE (Federación Nacional de Entidades Empresariales de Prefabricados y Derivados del Cemento).
- ANDECE (Asociación Nacional de Prefabricados y Derivados del Cemento). Son miembros actuales de ANDECE más de 300 empresas y grupos de empresas, con más de 500 centros fabriles, que representan un elevado porcentaje sobre la producción.
- ASOCIACIONES ESPECÍFICAS DE PRODUCTO. En la actualidad están constituidas cinco asociaciones de este tipo, todas miembros de FEDECE.
- 17 Asociaciones territoriales

Ladrillos y Tejas

Los fabricantes de ladrillos y tejas están asociados en HISPALYT, Asociación Española de Ladrillos y Tejas de arcilla cocida, aunque hay varias asociaciones regionales (Galicia, La Rioja, Cataluña, Valencia, Bailén). Se trata de un sector dominado por multitud de pequeñas y medianas empresas de carácter familiar, servicio personalizado, poco profesionalizadas y atomizadas; con presencia de unas pocas multinacionales en el segmento de la teja con tecnología avanzada, economías de escala y fabricantes de productos con mayor valor añadido. El sector tiene una fuerte dependencia del suministro energético. Todas las empresas son PYMES familiares excepto tres grupos que poseen varias plantas de fabricación de tejas.

En los demás países de la UE, el sector está mucho más concentrado, siendo el caso extremo Francia, donde tres multinacionales controlan el 80 % del sector.

España es actualmente el país de más producción, seguido de Italia y Alemania

Año	1997	1998	1999
Producción (t)	17.500.000	17.500.000	20.500.000

Fuente: HISPALYT.

En todos los casos los mercados son locales, debido a la fuerte incidencia del transporte, por lo que las exportaciones e importaciones suponen un pequeño porcentaje con respecto a las ventas totales.

El sector tiene una sobrecapacidad instalada, lo que da lugar a precios de venta muy sensibles a desequilibrios entre oferta y demanda y, por tanto, a guerras de precios. No obstante, en los últimos años esa capacidad se ha utilizado totalmente y se ha incrementado mediante fuertes inversiones en nuevos equipos. Se está produciendo un cambio tecnológico gradual hacia instalaciones más avanzadas y de mayor productividad.

Cerámica Plana

Es uno de los sectores más innovadores y más activos en exportación, estando a punto de alcanzar al líder mundial (Italia). Los procesos de fabricación han sufrido una continua evolución, pudiéndose decir que hoy son de alta tecnología; España es líder en esmaltes cerámicos. El Instituto de Tecnología Cerámica es un referente conocido en todo el mundo. En 1996 había 216 empresas, la mayoría (80%) de las cuales está situada en la provincia de Castellón.

En el cuadro que sigue se resume la actividad del sector.

Cuadro 2.8.
Evolución
de la producción
de ladrillos y tejas.

Cuadro 2.9.
 Datos básicos sobre
 el sector español
 de azulejos,
 pavimentos
 y baldosas cerámica

	1995	1996	1997	1998
<i>Producción efectiva (miles m²)</i>	400.000	424.000	485.000	564.000
<i>Exportación (miles m²)</i>	188.117	195.207	232.000	261.426
<i>% de exportación sobre total de ventas estimadas</i>	48,93	50,94	51,83	51,48
<i>Ventas locales estimadas (miles m²)</i>	196.329	188.003	215.636	246.417
<i>Ventas totales estimadas (miles m²)</i>	284.446	383.210	447.636	507.843
<i>Aumento o disminución estimados del stock (miles m²)</i>	15.553	40.789	37.264	56.156
<i>Importación (miles m²)</i>	1.731	1.770	1.880	3.459

Fuente: ASCER.

Este sector consume un porcentaje elevado del gas industrial consumido en España y tiene un notable peso como exportador.

Yesos

Se trata de un producto poco diferenciado, con escaso valor añadido, poco margen de beneficio, perecedero en su aplicación, no transportable y con peculiaridades de aplicación según las zonas.

Es un sector dominado por multitud de pequeñas empresas de carácter familiar, con un servicio personalizado, poco profesionalizadas y atomizadas; con presencia de unas pocas multinacionales con tecnología avanzada, economías de escala y fabricantes de productos con mayor valor añadido. Tiene una sobrecapacidad instalada, lo que da lugar a precios de venta muy sensibles a desequilibrios entre oferta y demanda y, por tanto, a guerras de precios.

Se percibe una tendencia a la fabricación de productos con mayor valor añadido (tabique prefabricado de yeso, yeso-cartón...), a la reducción del número de empresas y a la modernización de las plantas productivas.

Piedra natural

El sector de la piedra natural en España cuenta con 1.100 canteras y 3.000 empresas transformadoras, con una media de 10 empleados por empresa. Los materiales básicos son el granito, el mármol y la pizarra. España es líder en producción de algunos tipos de piedra.

La producción en los últimos años ha evolucionado del siguiente modo:

	1996	1997	1998
Granito	1.295.000	1.174.000	1.256.000
Mármol	2.347.000	2.812.000	3.180.000
Pizarra	705.000	717.000	1.121.000

Fuente: Federación Piedra Natural.

La totalidad de las 5.557.000 toneladas producidas tienen un valor de 300.000 millones de pesetas. El sector proporciona 32.800 empleos directos y 130.000 indirectos. Hay 24 asociaciones empresariales regionales. Las innovaciones en este sector vendrán desde la maquinaria y en la solución de los problemas ambientales (canteras en el interior...).

Las exportaciones son significativas y han seguido el siguiente ritmo:

	1996	1997	1998
Granito	626.000	598.000	583.000
Mármol	389.000	521.000	521.000
Pizarra	455.000	463.000	521.000

Fuente: Federación Piedra Natural.

La Unión Europea es el primer productor mundial de piedra natural, con un 38,64 % de la producción total. El sector proporciona 205.770 empleos directos en Europa. La producción es de 23,7 Mt, con la siguiente distribución, en la que se aprecia la importancia de la actividad española en este campo:

	Total mundial	Unión Europea		España	
	Producción (miles de toneladas)	Producción (miles de toneladas)	Repercusión sobre el total mundial (%)	Producción (miles de toneladas)	Repercusión sobre el total de la Unión Europea (%)
Granito	24.160	6.180	24,75	1.256	20,32
Mármol	32.255	14.588	45,23	3.180	21,80
Pizarra y otras piedras	4.122	2.956	68,44	1.121	37,92

Fuente: Federación Piedra Natural.

Cuadro 2.10.
Evolución
de la producción
de piedra natural
(toneladas)

Cuadro 2.11.
Evolución
de las exportaciones
(toneladas)

Cuadro 2.12.
Producción mundial
de piedra natural
(1998)

Cerámica Sanitaria

En España este sector se caracteriza por su concentración. El mercado de la cerámica sanitaria está muy globalizado. Así, el sector está muy concentrado en unos

pocos grupos empresariales que producen para el mercado mundial. El 75% de la cuota de mercado de Europa se reparte entre ocho grupos empresariales.

En España todas las empresas de este sector son de gran tamaño o pertenecen a un grupo industrial importante. En este sector se requieren altas inversiones para alcanzar una capacidad de producción mínima y realizar labores de I+D de producto y tecnología de producción. Asimismo, para competir es necesario tener una identidad de marca, acceso al canal de distribución y poseer el *know-how* de producto y producción.

Las materias primas suponen un bajo porcentaje sobre el coste total del producto, pero se exige calidad y homogeneidad del producto al tratarse de una materia natural. Generalmente se importa esta materia de países europeos.

La producción de cerámica sanitaria requiere una mano de obra muy especializada, lo que supone un porcentaje de coste laboral muy elevado dentro del total. Las innovaciones posibles serán de proceso.

Asociaciones de fabricantes de productos de construcción

Una buena parte de los fabricantes de materiales y productos empleados en construcción están integrados en asociaciones que, a su vez se integran en la CONFEDERACIÓN EMPRESARIAL DE PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN (CEPCO). Esta Confederación agrupa trece asociaciones relacionadas con los siguientes productos: cemento, áridos, hormigón preparado, hormigón prefabricado, aislamiento térmico y acústico, impermeabilizantes asfálticos, ferralla, fachadas ligeras y ventanas, tubos y accesorios de plástico, material eléctrico, ladrillos, yesos, cerámica sanitaria. Los productos de construcción y su instalación vienen a suponer el 43% de la facturación del hipersector. Los materiales mencionados suponen aproximadamente el 55% de los utilizados, por lo que la producción cubierta por las asociaciones de CEPCO se acerca al 25% de la producción del hipersector.

Innovación en la fabricación de materiales

La descripción anterior de los diferentes sectores expresa por sí misma la escasa atención dedicada a la innovación, excepción hecha de las grandes empresas o de las asociaciones de tradición, que suelen corresponder con materiales de uso extendido: cemento, aceros... Así pues, la atomización generalizada del sector, el pequeño tamaño de las empresas y su escasa tecnificación hace que el nivel de innovación no esté por encima de la media.

En los cuadros que siguen aparece el resultado de la última encuesta realizada por el INE y que recoge los datos relativos a las empresas innovadoras de cada sector.

Cuadro 2.13.
Estadística
de empresas
innovadoras (1998)

<i>Rama de actividad</i>	<i>Número de empresas innovadoras</i>	<i>Número de empresas I+D sistemático</i>	<i>Número de investigadores</i>
Áridos	8		0
Vidrio	26	14	25
Cerámica Sanitaria	8	5	18
Cerámica Plana	112	17	47
Ladrillos	75	6	12
Cemento	10	4	13
Cal	42		7
Yeso	11	7	13
Elementos de Hormigón	168	3	24
Hormigón Fresco	104	1	2
Fibrocemento	26	1	17
Elementos Metálicos	599	29	76

Fuente: INE.

Cuadro 2.14.
Partición
en programas
de I+D

<i>Rama actividad</i>	<i>Plan Nacional I+D y otros nacionales</i>		<i>Planes de AA. Autonómicas</i>		<i>Programas de UE</i>	
	<i>Año 1998</i>	<i>Año 1996</i>	<i>Año 1998</i>	<i>Año 1996</i>	<i>Año 1998</i>	<i>Año 1996</i>
Áridos						
Vidrio	13	1	1			1
Cerámica Sanitaria	2	7	2		3	3
Cerámica Plana	10	6	21	7	3	2
Ladrillos						
Cemento	1		1		1	
Cal	14					
Yeso	5	2	1			
Elementos de Hormigón	15	3	3			
Hormigón Fresco						
Fibrocemento	1		1		3	
Elementos Metálicos	4	4	1	12	3	1
Fabr. Maquinaria	2		1			10

Fuente: INE.

2.1.3. Sector de los Servicios Técnicos

Los datos que se recogen a continuación proceden de la Encuesta de Servicios Técnicos del INE para 1997, en la que con el nombre de Servicios Técnicos se incluyen también los relativos al diseño de maquinaria e instalaciones industriales, la ingeniería eléctrica, electrónica, química..., además de los relativos a ingeniería civil:

Cuadro 2.15.
Datos de los Servicios
Técnicos. 1997

<i>Concepto</i>	<i>Total</i>	<i>Actividad principal</i>				
		<i>Servicios técnicos de arquitectura</i>	<i>Servicios técnicos de ingeniería</i>	<i>Servicios de catografía y topografía</i>	<i>Otros servicios técnicos</i>	<i>Ensayos y análisis técnicos</i>
<i>Número de empresas</i>	70.841	47.085	19.392	1.626	1.534	1.205
<i>Personal</i>	151.195	66.1433	62.401	5.504	3.733	13.414
<i>Volumen de negocio (millones)</i>	1.297.917	453.070	692.902	30.436	19.561	101.948
<i>Valor añadido (millones)</i>	653.559	252.894	307.497	14.837	8.892	69.438

Fuente: INE.

La estructura de estas empresas de acuerdo con el personal ocupado por cada una es la siguiente:

Cuadro 2.16.
Estructura empresarial

<i>Concepto</i>	<i>Total</i>	<i>Personal ocupado</i>				
		<i>Menos de 2</i>	<i>De 2 a 4</i>	<i>De 5 a 9</i>	<i>De 10 a 19</i>	<i>20 o más</i>
<i>Número de empresas</i>	70.841	55.003	11.591	2.908	766	573
<i>Volumen de negocio (millones)</i>	1.297.917	287.966	212.813	159.301	117.719	520.117

Fuente: INE.

El estudio del Sector de Ingeniería Civil en España, editado por el Ministerio de Fomento, contiene datos más precisos relativos a ese sector: según sus estimaciones para 1996, el sector estaba integrado por 4209 entidades, de las cuales 79,2% tienen la forma jurídica de persona física, un 6,4% de sociedad anónima, un 10,8% de sociedad limitada y el 3,5% restante de otras formas sin especificar.

El número de personas remuneradas del Sector de Ingeniería Civil en 1996 era de 10.354 personas, de las cuales un 35% son titulados técnicos superiores, un 18% titulados técnicos medios y el 47% restante no tienen titulación.

La facturación nacional del sector en el citado año fue de 121.000 millones de pesetas. La distribución de las empresas según la facturación y el número de empleados es la siguiente (1996):

Cuadro 2.17.
Distribución de
empresas según
facturación y número
de empleados

<i>facturación</i>	<i>Menos de 5 empleados</i>	<i>Entre 5 y 19 empleados</i>	<i>Más de 19 empleados</i>	<i>Total</i>
<i>Inferior a 25 millones</i>	97,1%	2,9%	0	3.754
<i>Entre 25 y 100 millones</i>	51,8%	46,2%	2,0%	305
<i>Entre 100 y 300 millones</i>	4,0%	53,0%	43,0%	100
<i>Superior a 300 millones</i>	0	7,8%	92,2%	50

Fuente: Ministerio de Fomento.

La estructuración de los *trabajos relativos a Arquitectura* están bien definidos en el cuadro 2.14. Aunque estos trabajos se desarrollan cada vez más por los equipos multidisciplinares de las empresas y Estudios de Ingeniería y Arquitectura, siguen realizándose en un alto porcentaje por los arquitectos en el ejercicio libre de su profesión. El número de proyectos visados de viviendas en 1997 ascendió a 402.076 en toda España.

La penetración en mercados exteriores es costosa, la competitividad económica dista del óptimo y se recurre sólo ocasionalmente a las ayudas institucionales. El ICEX destina 60 millones de pesetas/año al fomento de la exportación, gestionados por TECNIBERIA.

TECNIBERIA es la patronal del sector desde 1987 en que se fusionó con la antigua ASEINCO. TECNIBERIA es actualmente una Federación integrada por tres asociaciones sectoriales: Civil, Industrial y de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Cuenta con 130 empresas asociadas y cerca de 9.000 empleados adscritos a las mismas, de los que un 38% son titulados superiores.

ASINCE (Asociación Española de Consultores en Ingeniería y Organización) agrupa a 103 empresas asociadas, con una facturación declarada de 40.000 Mpts y 4.000 empleados. Mantiene una célula central y cinco asociaciones regionales en Andalucía (ASICA), Madrid (ASICMA), Cataluña (ASINCA), Aragón (ASNCAR) y Valencia (AVINCO); mantiene acuerdos de colaboración con ACALINCO, Asociación de Ingeniería de Castilla y León.

Existen otras asociaciones de ámbito territorial sectorial restringido en Galicia, Asturias, Valencia y otras zonas, que no intervienen activamente en acciones globales de defensa y fomento de la profesión de consultor.

Según el INE, el número de empresas que realizan I+D en este Sector de los Servicios Técnicos de Ingeniería y Arquitectura es 45, con unos gastos internos por este concepto de 14.500 millones de pesetas y empleando 570 investigadores a dedicación plena.

Como se ha señalado en el comienzo de este documento, los proyectistas y, en general, los Servicios Técnicos son los desencadenantes de las innovaciones del conjunto del sector, por lo que es muy importante su actitud hacia la innovación. En sus propios procesos, se han introducido en los últimos años numerosas innovaciones aprovechando el desarrollo de la informática y las comunicaciones.

Por su parte, las empresas de ingeniería más próximas al mundo industrial han sido en el pasado el vehículo para la captación de nuevas tecnologías de producción.

EL PAPEL DE LOS ARQUITECTOS EN LA INNOVACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Es inevitable comenzar con la advertencia de que la formación en una profesión cualquiera y la de arquitecto no es una excepción; consiste en gran medida en aprender a ver las cosas de una determinada manera, lo que no es precisamente el tipo de preparación que produce individuos capaces de aceptar o concebir innovaciones importantes en su campo.

Las grandes innovaciones vienen siempre del exterior de las profesiones: Pasteur no era médico y el gran arquitecto francés Le Corbusier, paradigma del arquitecto innovador, no era arquitecto, sino pintor (y, si vamos al caso, ni siquiera era francés, sino suizo).

Los Arquitectos como grupo social han constituido siempre un factor de estabilidad (o un lastre, según se mire) frente a las innovaciones en la construcción; en general los cambios técnicos solo han sido aceptados por los arquitectos, si podían lograr con ellos los mismos resultados formales que antes (ello fue especialmente patente en la introducción del acero y el hormigón armado en la construcción a finales del xix y principios del xx y el lento camino hasta que el uso de los nuevos materiales se tradujo en cambios formales).

Hecha esta advertencia, que sería extensible a cualquier grupo profesional sin excepciones (incluso si existiera la profesión de inventor, cabe apostar a que actuaría como freno de la invención), los arquitectos juegan un papel positivo importante en la innovación de la construcción.

El más obvio es como demandantes de soluciones: como conocedores de los problemas no resueltos, o mal resueltos, constantemente exploran el mercado en busca de soluciones y cualquier innovación que suponga una mejora real de procesos, o solución problemas concretos, se propaga entre los arquitectos y gracias a ellos mucho más rápidamente que a través de cualquiera de los otros grupos sociales que intervienen en el proceso constructivo.

Es menos aparente, aunque igualmente importante el papel de arquitecto como creador y, por tanto, innovador, pero con una peculiaridad que lo hace poco homologable con lo que en general se entiende como tal; el innovador generalmente procura a sacar partido de su actividad, patentando ideas, comercializándolas, etc.; de hecho, uno de los acicates para la innovación es precisamente la posibilidad de rentabilizar la imaginación y el esfuerzo empleados en el empeño.

El arquitecto, por lo general, no concibe sus innovaciones como algo de lo que puede sacar partido y debe por tanto proteger, sino que da una aportación al acervo común, que puede ser usada por otros, e incluso siente un justificado orgullo cuando sus hallazgos son retomados por sus colegas.

Para poner una analogía en otros campos, podría decirse que la actitud mental del arquitecto se encuentra mucho más cerca del «open software» asociado al «Linux» que de la explotación comercial que del software hace «Microsoft».

En cualquier caso, los arquitectos en su múltiple y a veces contradictorio papel de frenos a la innovación, impulsores de los cambios e inventores sin patentes, ocupan un papel arbitral que no puede pasarse por alto en cualquier análisis de la innovación en el Sector de la Construcción.

Los *Laboratorios de Control* participan en el proceso de aseguramiento de la calidad de la obra mediante la realización de ensayos de los materiales que se incorporan a ella y documentando los resultados de los mismos, razón por la que constituyen un componente muy importante en dicho proceso de calidad. Se trata de un sector con una amplia concurrencia de empresas, muchas de las cuales poseen acreditaciones oficiales en distintas áreas de actividad.

Dichas acreditaciones corresponden a las pautas establecidas en el Real Decreto 1230/89, el cual representa un reconocimiento oficial de idoneidad técnica de las empresas de laboratorios que las poseen y son concedidas —de acuerdo con lo determinado en aquél— por las Comunidades Autónomas españolas, aunque su validez no queda restringida al territorio de cada Comunidad, sino que se extiende a todo el del Estado. Existe un registro de estas empresas en cada Comunidad Autónoma, como organismo acreditador, y otro general de todos los laboratorios acreditados (en total 227) en el Ministerio de Fomento. La acreditación comprende varias áreas de trabajo definidas en el RD citado, que especifica cada una de las actividades de control de materiales de construcción y su instalación en obra. Estas áreas se refieren a las especialidades según diversos grupos de materiales y procesos.

Es representativa del sector la Asociación de Laboratorios Acreditados de la Comunidad Autónoma de Madrid —ALACAM—, que agrupa a 13 de los 34 laboratorios acreditados en la Comunidad, aunque varias de las empresas de ALACAM están implantadas en el ámbito nacional. A su vez ALACAM ha impulsado y participado en la constitución, en 1999, de la Federación de Asociaciones de Laboratorios Acreditados para la Construcción —FENALAC—, que agrupa a ALACAV, de la Comunidad Valenciana, ALAA de la de Andalucía, ALAC y LAEC de la de Cataluña. Por este medio, el sector ha alcanzado una representatividad que le otorga presencia e interlocución directas con los poderes centrales del Estado. FENALAC integra a 64 empresas (28.2% del total), que realizan el 50% de la facturación total en el sector.

La reciente Ley de Ordenación de la Edificación (LOE), al definir en su capítulo III a los agentes de la edificación, se refiere en el artículo 14 a las organizaciones de control técnico y a los laboratorios, y establece como obligaciones de ambos la necesidad de justificar su capacidad técnica mediante la correspondiente acreditación otorgada por las Comunidades Autónomas. Esto significa que los laboratorios acreditados quedan reconocidos en la LOE como los agentes adecuados para ejercer la función de control de materiales en la edificación sin que, por el momento, exista tal figura de acreditación para las organizaciones de control.

Por otra parte, las previsiones de la LOE incluyen la obligación para los promotores de asegurar los edificios mediante un seguro decenal de daños, disposición que otorga al sector asegurador una gran capacidad de decisión a la hora de definir los controles de calidad para limitar el riesgo que asumen en tales pólizas. Dicho sector ha emitido, por medio de su patronal UNESPA, un conjunto de recomendaciones al efecto, en las que se indica la acreditación de los laboratorios

como credencial de admisión de los mismos al control de calidad de las obras aseguradas, produciéndose así una coincidencia con lo dispuesto en la LOE, como cabía esperar.

2.1.4. Fabricantes de maquinaria

El mercado de maquinaria para construcción es un mercado en alza debido al crecimiento de la actividad del sector en los últimos años, como se puede comprobar por la evolución del número de máquinas vendidas que aparece en el cuadro recogido de la revista *POTENCIA*.

Cuadro 2.18.
Número de máquinas
vendidas

	1996	1997	1998
<i>Excavadoras sobre cadenas</i>	347	499	686
<i>Excavadoras sobre neumáticos</i>	309	483	716
<i>Cargadoras sobre neumáticos</i>	539	595	861
<i>Dozers sobre cadenas</i>	55	67	57
<i>Cargadoras sobre cadenas</i>	10	12	26
<i>Motoniveladoras</i>	36	40	69
<i>Retrocargadoras</i>	1.694	2.204	3.221
<i>Dumpers rígidos</i>	88	231	139
<i>Dumpers articulados</i>	48	43	81
<i>Total unidades</i>	3.126	4.174	5.856

Fuente: *POTENCIA*: Enero-Febrero 1999.

No cabe duda de la importancia que la maquinaria tiene en los procesos constructivos: se puede afirmar que una buena parte de los avances y mejoras de la productividad en construcción se debe a los avances y desarrollos producidos en la maquinaria: la posibilidad de ejecutar, en plazos cada vez más cortos, movimientos de tierra es posible por la constante mejora de las prestaciones de la maquinaria disponible; la ejecución de túneles de grandes dimensiones sin accidentes ni sorpresas en plazos ciertos sólo está siendo posible por la existencia de nuevas tuneladoras; la elevación de grandes cargas o el montaje de piezas a gran altura es posible por el desarrollo constante en el diseño y fabricación de grúas cada vez más potentes....

Las últimas tendencias en la fabricación de maquinaria para construcción se orientan hacia máquinas cada vez más potentes, más automatizadas, más sensorizadas e inteligentes y más ergonómicas. Para seguir estas tendencias dentro de una economía de escala es necesaria una fabricación en serie y, en consecuencia, una cartera de pedidos con una cierta masa crítica. Ello, permite dedicar equipos de técnicos al desarrollo de esas mejoras tecnológicas comentadas más arriba. Por desgracia, estas circunstancias no se producen en buena parte de nuestros fabricantes, lo que les está obligando a ir cediendo parte de la cuota de mercado que

mantenían en el pasado. A ello se une la implantación en nuestro país de agentes de venta de fabricantes extranjeros, directamente o a través de agencias comerciales, lo que facilita el contacto de los constructores españoles a las máquinas de los grandes fabricantes extranjeros. Por ello, a pesar de la importancia de este factor de producción, la incidencia que el esfuerzo innovador de los fabricantes españoles pueda tener en la innovación del hipersector de construcción queda reducida por las circunstancias mencionadas.

En la actualidad nuestro país mantiene un nivel competitivo en la fabricación de plantas de aglomerado asfáltico, en equipos de compactación, algunos tipos de grúas.... De entrevistas individuales con diversos fabricantes españoles, se puede deducir que un alto porcentaje de sus departamentos técnicos están dedicados a la mejora de los modelos que fabrican, por lo que sus costes pueden considerarse esfuerzo innovador: la estimación realizada nos da una cifra próxima al 0,8% de su facturación.

La Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo (SERCOBE) acoge las empresas fabricantes de maquinaria para construcción conjuntamente con los fabricantes de equipos para minería. ANMOPYC es otra asociación significada en la integración de los esfuerzos sectoriales de estas empresas; celebran periódicamente una Feria en Zaragoza, SMOPYC.

	1997	1998
<i>Cifra de negocios (millones)</i>	92.891	87.550
<i>Exportaciones (millones)</i>	34.020	31.500
<i>Empresas</i>	90	90
<i>Empleo</i>	6.500	6.500

Cuadro 2.19.
Maquinaria para la construcción, obras públicas

Fuente: ANMOPYC.

2.2. El Sistema Público de I+D

Se entiende por Sistema Público de I+D el conjunto de todas las instituciones y organismos de titularidad pública dedicados a la generación de conocimiento mediante actuaciones de investigación científica y desarrollo tecnológico. En este conjunto de actuaciones cabe distinguir entre actividades de investigación básica y actividades de investigación aplicada o de desarrollo tecnológico dirigidas a satisfacer las necesidades tecnológicas del mundo empresarial.

Los principales componentes del Sistema Público de I+D son los Organismos Públicos de Investigación y las Universidades de titularidad pública. Sus principales activos han sido su personal y su equipamiento tecnológico, y en algunos campos de la ciencia y la tecnología el sistema ha sido capaz de crear grupos de excelencia. Los organismos del Sistema Público de I+D crean actualmente ciencia, cuya calidad e interés es bien evaluada por la propia comunidad científica, mientras que su potencial tecnológico no ha sido suficientemente conocido por el tejido productivo español.

Resulta que, al margen de la calidad del conocimiento generado por el Sistema Público de I+D, su utilidad para la innovación depende principalmente del modo en que se articule con el tejido empresarial. Pero esta articulación falla bien porque el Sistema Público de I+D elige sus líneas de investigación sin considerar las necesidades de investigación de la empresa, bien porque el sector empresarial no dedica los suficientes recursos financieros y humanos a mejorar su capacidad tecnológica y tiende más a invertir en sus proveedores de equipos y materias primas que a recurrir al conocimiento tecnológico existente o a emprender tareas de investigación o desarrollo. En las estadísticas del INE sobre actividades de I+D de 1997 se censan 183 organismos públicos no universitarios, de los cuales 59 pertenecen a la Administración General del Estado (AGE), 110 a las administraciones autonómicas y 14 a la administración local.

Cuadro 2.20.
Gasto en I+D
por organismo

TIPO CENTRO	Número	GASTO EN I+D millones de ptas.	GASTO MEDIO EN I+D POR CENTRO
GRANDES CENTROS ESTATALES	10	86.617	8.612
RESTO ORGANISMOS DE LA AGE	49	12.293	251
AUTONÓMICOS	110	20.845	189,5
LOCALES	14	1.955	140
TOTALES	183	121.710	

Fuente: Elaboración propia.

De la revisión de estos datos se deduce que la mayor parte del gasto en I+D se concentra en los grandes centros estatales, en los que también se concentra el mayor número de investigadores; sin embargo, no existe una apreciable despro-

porción entre los valores medios del gasto en I+D por investigador entre los centros públicos de investigación y el resto de los centros.

TIPO CENTRO	TOTAL	TOTAL	GASTO MEDIO POR INVESTIGADOR	
	PERSONAS EDP	INVESTIGADORES INVESTIGADORES EDP POR CENTRO		
GRANDES CENTROS ESTATALES	13.340	7.350	735	11,78
RESTO ORGANISMOS DE LA AGE		1.029	21	11,94
AUTONÓMICOS	3.813,5	1.896,8	17,24	10,99
LOCALES	333,5	201,1	14,36	9,72
TOTALES	19.189,1	10.490,1		

Cuadro 2.21.
Gasto medio por
investigador

Fuente: Elaboración propia.

La Ley de la Ciencia de 1986 estableció un marco común para los Centros Públicos de Investigación e importantes reformas en su funcionamiento, flexibilizando sus estructuras de gestión. Son los siguientes:

NOMBRE DEL ORGANISMO	SIGLAS	MINISTERIO AL QUE PERTENECEN
Consejo Superior de Investigaciones Científicas	CSIC	Ciencia y Tecnología
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas	CIEMAT	Ciencia y Tecnología
Instituto Tecnológico y Geominero de España	ITGE	Ciencia y Tecnología
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial	INTA	Defensa
Instituto Español de Oceanografía	IEO	Ciencia y Tecnología
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria	INIA	Ciencia y Tecnología
Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas	CEDEX	Fomento (y dependencia funcional conjunta con el de Medio Ambiente)
Instituto de Salud Carlos III	ISCIII	Sanidad y Consumo
Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo	CEHIPAR	Defensa

Cuadro 2.22.
Centros Públicos
de I+D

Fuente: Elaboración propia.

En los Presupuestos Generales del Estado de 1997 se asignaron a los Centros Públicos de Investigación cerca de 86.000 millones de pesetas, a los que se añadieron otros ingresos que estos organismos generaron a partir de contratos o convenios suscritos con otras entidades públicas o privadas. En el siguiente cuadro se señalan los recursos generados y el porcentaje de autofinanciación de estos organismos (cifras en miles de pesetas).

Cuadro 2.23.
Recursos generados
por organismos
(miles de pesetas)

<i>ORGANISMO</i>	<i>APORTACIÓN PGE</i>	<i>RECURSOS GENERADOS</i>	<i>PRESUPUESTO TOTAL</i>	<i>% AUTO- FINANCIACIÓN</i>
CSIC	34.033.782	20.859.415	54.893.197	38,0
CIEMAT	6.941.066	3.972.560	10.913.626	36,4
ITGE	2.963.481	1.192.874	4.156.355	28,7
INTA	10.912.000	3.737.000	14.649.000	25,5
IEO	3.284.433	1.124.202	4.408.635	25,5
INIA	4.930.641	967.255	5.897.896	16,4
CEDEX	1.327.310	3.538.508	4.865.818	72,7
ISCI	13.357.548	852.609	14.210.157	6,0
CEHIPAR	744.582	131.397	875.979	15,0
TOTAL	78.494.843	36.375.820	114.870.663	

Fuente: *Elaboración propia.*

De estos Centros Públicos de Investigación, sólo unos pocos realizan actuaciones relacionadas con el hipersector de la Construcción. Fundamentalmente estas se concentran en el CEDEX y en algunos centros del CSIC, y en muy pequeña proporción en otros, como por ejemplo el CIEMAT.

Durante los años 1996-1999 correspondientes al periodo del III Plan Nacional de I+D, las áreas de investigación no incluían programas específicos de construcción, y sólo los estudios con relación a los materiales de construcción tuvieron acceso a los fondos públicos del Plan Nacional a través de los programas siguientes:

- *Programa de Promoción General del Conocimiento*
- *Programa de Formación de Personal Investigador*
- *Programa de Investigación Agrícola*
- *Programa de Nuevos Materiales*
- *Programa de Patrimonio Histórico*
- *Programa de Recursos Geológicos*
- *Programa de Recursos Hidráulicos*

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas

La actividad científica del CSIC se programa y desarrolla a través de ocho grandes áreas científico-técnicas, cuyos gastos se repartieron en 1998 como se indica en el cuadro que sigue.

Cuadro 2.24.
Distribución del
gasto por áreas
(miles de pesetas)

ÁREA CIENTÍFICO-TÉCNICA	1998	
	GASTO	%
<i>Humanidades y Ciencias Sociales</i>	4.380.345	7,79
<i>Biología y Biomedicina</i>	10.098.972	17,96
<i>Recursos Naturales</i>	8.957.496	15,93
<i>Ciencias Agrarias</i>	6.528.345	11,61
<i>Ciencia y Tecnologías Físicas</i>	5.589.297	9,94
<i>Ciencia y Tecnología de Materiales</i>	6.247.193	11,11
<i>Ciencia y Tecnología de los Alimentos</i>	3.148.900	5,60
<i>Ciencia y Tecnologías Químicas</i>	5.909.811	10,51
<i>Administración, gastos generales y otros</i>	5.369.999	9,55
TOTAL	56.230.359	100

Fuente: CSIC.

La principal actividad del CSIC en el hipersector de la Construcción se desarrolla dentro del Área de *Ciencia y Tecnología de Materiales*, que tiene por objetivo diseñar y preparar nuevos materiales que satisfagan aplicaciones predeterminadas. De carácter claramente interdisciplinar implica la interacción de científicos provenientes de Física de la Materia Condensada, Química del Estado Sólido, Metalurgia, Física de Polímeros, etc., siendo muy destacada la participación del personal investigador del área en proyectos europeos.

Los Centros del CSIC con actividad significativa en el hipersector de la Construcción son el Instituto Eduardo Torroja (85%), el *Instituto de Cerámica y Vidrio* (10%) y el *Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas* (3%), con la dedicación al sector indicada en los paréntesis. Los presupuestos de cada uno de estos centros están en el entorno de los mil millones anuales. La distribución del personal en estos centros es la siguiente:

	<i>Instituto Eduardo Torroja</i>	<i>Instituto Cerámica y Vidrio</i>	<i>Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas</i>
<i>Profesores de Investigación</i>	5	4	6
<i>Investigadores</i>	6	6	12
<i>Colaboradores Científicos</i>	19	15	24
<i>Titulados Superiores Especializados</i>	8	3	9
<i>Doctores y Licenciados Contratados</i>	13	6	4
<i>Titulados Técnicos Especializados</i>	9	3	8
<i>Personal Auxiliar</i>	36	43	79
<i>Resto Personal</i>	94	33	74
Total	190	113	216

Fuente: ITCCET, ICV, CENIM.

Cuadro 2.25.
Distribución
del personal

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas

El Ministerio de Fomento dispone de una notable capacidad investigadora, especialmente en lo que se refiere a desarrollos e investigación aplicada, a través de sus diferentes centros, y muy en especial desde el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), con suficiente masa crítica para poder abordar desarrollos tecnológicos de envergadura.

La permanente demanda de nuevas obras, en cantidad y calidad, en explotación y construcción, bajo responsabilidad del Ministerio de Fomento, constituye un inigualable banco de ensayo para la investigación, con independencia de la existencia de determinadas grandes instalaciones para experimentación a escala real, algunas punteras y únicas que permiten la realización de trabajos extraordinarios de desarrollo tecnológico. Dichas instalaciones representan una herramienta preciosa para los investigadores susceptible de ofrecerse a la comunidad científica y técnica del sector.

Como resultado de la labor investigadora, la transferencia de tecnología, en la que la formación ocupa un puesto preferente, es un aspecto que se debe seguir atendiendo dentro de los planes de I+D y a la que el Ministerio de Fomento viene prestando especial atención por medio de los trabajos de cooperación y asistencia con instituciones de otros países, especialmente iberoamericanos, lo que a su vez facilita la penetración generalizada de tecnología española en estos países.

El CEDEX, en consonancia con sus fines establecidos por el Real Decreto 2558/1985, orienta su actividad hacia los Ministerios de Fomento y Medio Ambiente y hacia las diversas administraciones públicas y, en menor medida, colabora con otras entidades públicas y privadas. Dedicando aproximadamente un 65% de su trabajo a tareas de asistencia técnica de alto nivel y el resto a labores de investigación aplicada, desarrollo tecnológico, y transferencia de tecnología.

La actividad del CEDEX se desarrolla a través de sus centros y laboratorios, alguno con cien años de experiencia, especializados en las siguientes ramas de la ingeniería: obras públicas, medio ambiente, transportes y construcción. Dedicando su atención a los nuevos problemas de la ingeniería civil y se apoya en un experto equipo humano y unas instalaciones relevantes que comprenden naves de ensayo y experimentación, laboratorios y equipos, muchos de ellos únicos en España y algunos en Europa.

Las modalidades de actuación son muy diversas, incluyendo el estudio y la experimentación a escala real y sobre prototipos, la realización de ensayos de materiales y estructuras y la simulación sobre modelos reducidos y con modelos matemáticos, el control de calidad de la obra pública, la auscultación de obras, elementos y sistemas, y la mejora de las técnicas de planificación y la elaboración de normativa para los departamentos de los que depende. El presupuesto del CEDEX fue en 1998 de 5.583 millones de pesetas.

El personal asignado en 1998 era de 744 personas, con una disminución de unas veinte personas desde 1996, cuya distribución por centros se recoge en el cuadro 2.26. Por otra parte, la distribución de titulaciones profesionales del personal aparece en el cuadro 2.27. El número total de investigadores es 112.

CENTROS Y LABORATORIOS DEL CEDEX	Personal 1998
<i>Centro de Estudios de Puertos y Costas</i>	103
<i>Centro de Estudios Hidrográficos</i>	177
<i>Centro de Estudios de Carreteras</i>	98
<i>Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas</i>	102
<i>Laboratorio Central de Estructuras y Materiales</i>	95
<i>Laboratorio de Geotecnia</i>	77
<i>Subdirección de Programación Técnica y Científica</i>	60
<i>Unidad de Apoyo</i>	34
TOTAL	744

Cuadro 2.26.
Distribución de personal por centros del CEDEX

Fuente: CEDEX.

	Número
<i>Titulados superiores</i>	196
<i>Titulados de grado medio</i>	90
<i>Otro personal técnico</i>	140
<i>Personal no técnico</i>	318
TOTAL	744

Cuadro 2.27.
Distribución de titulaciones entre el personal del CEDEX

Fuente: CEDEX.

En el siguiente cuadro se presenta una estimación de la actividad en I+D realizada en los diferentes centros y laboratorios del CEDEX durante 1998 para el gran Sector de la Construcción. El gasto se expresa en miles de pesetas.

CENTROS y LABORATORIOS del CEDEX con ACTIVIDAD de I+D en el SECTOR de la CONSTRUCCIÓN	% del GASTO en I+D en ACTIVIDADES del SECTOR de la CONSTRUCCIÓN	GASTO ESTIMADO en I+D en el SECTOR de la CONSTRUCCIÓN
<i>Centro de Estudios de Puertos y Costas</i>	42,0	116.800
<i>Centro de Estudios Hidrográficos</i>	26,1	91.135
<i>Centro de Estudios de Carreteras</i>	70,0	167.660
<i>Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas</i>	11,2	20.811
<i>Laboratorio Central de Estructuras y Materiales</i>	94,9	156.348
<i>Laboratorio de Geotecnia</i>	75,5	140.071
TOTAL	49,4	692.825

Cuadro 2.28.
Gasto en I+D para el gran Sector de la Construcción (1998)

Fuente: CEDEX.

El Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

El Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas es un organismo público de investigación y desarrollo tecnológico adscrito ahora al nuevo Ministerio de Ciencia y Tecnología, que tiene como objetivos principales aportar soluciones para mejorar la utilización de los recursos y sistemas de generación de la energía, desarrollar fuentes energéticas alternativas y resolver los problemas de las empresas españolas en el ámbito de la energía y su repercusión en el medio ambiente.

El CIEMAT, además de actuar como asesor de las autoridades nacionales en temas de tecnología y estrategia energética, tiene por misión promover y llevar a cabo proyectos de investigación y desarrollos tecnológicos en el campo de la energía. Sus principales líneas de actuación se estructuran en la mejora de la eficiencia y calidad ambiental de los combustibles fósiles, en el estudio de la viabilidad de las energías de fisión y fusión nuclear como alternativas energéticas de futuro, en aumentar la competitividad en el mercado de las energías renovables y en contribuir a la implantación de objetivos de calidad ambiental industrialmente compatibles y de las soluciones técnicas necesarias.

El CIEMAT contaba en 1998 con 222 personas, de las cuales 114 son titulados superiores, y con un presupuesto total de 10.118 millones de pesetas, de los que 2.511 millones correspondían al Departamento de Energías Renovables.

La actividad investigadora del CIEMAT en el Sector de la Construcción se concentra principalmente en el Proyecto sobre Energía Solar en Edificación (ESE), desarrollado dentro del Departamento de Energías Renovables, orientado hacia el acondicionamiento de edificios, considerando el clima, el emplazamiento y sus componentes, con vistas a reducir la demanda energética en calefacción, refrigeración e iluminación. El mencionado proyecto está dividido en tres sub-proyectos:

- Ensayo y caracterización de componentes y técnicas de acondicionamiento: actividades del Laboratorio de Ensayos energéticos para Componentes de la Edificación (LECE).
- Análisis energético y confort en edificios. Estudio de la influencia del emplazamiento del edificio.
- Integración arquitectónica de los sistemas solares activos: colectores solares y módulos fotovoltaicos.

Además, están llevando a cabo más diez proyectos con apoyo de la UE y en colaboración con otras entidades europeas.

Las Universidades

La universidad española, en la actualidad, es consciente de que debe dirigir su capacidad tecnológica hacia la empresa, como se demuestra por el aumento del número de contratos suscritos entre la universidad y la empresa producido desde finales de la década de los ochenta. Prescindiendo de las universidades de carácter privado, estos contratos de investigación representan el 6,5% de los recursos totales de la universidad, equivalente al 21% de los recursos propios generados por la universidad. Aunque el aumento de contratos ha sido espectacular, aún no se puede considerar satisfactorio dado el elevado potencial investigador de la universidad.

Los efectivos con que cuenta la Universidad a esta fecha en las Áreas de Conocimiento más afines al hipersector son los siguientes:

<i>Áreas de Conocimiento</i>	<i>Catedráticos</i>	<i>Titulares</i>
<i>Ciencia de los Materiales</i>	48	110
<i>Composición Arquitectónica</i>	24	66
<i>Construcciones Arquitectónicas</i>	47	64
<i>Expresión gráfica Arquitectónica</i>	18	64
<i>Expresión gráfica en la Ingeniería</i>	19	73
<i>Ingeniería Cartográfica</i>	11	21
<i>Ingeniería de la Construcción</i>	23	42
<i>Ingeniería del Terreno</i>	19	31
<i>Ingeniería e Infraestructuras de los Transportes</i>	15	21
<i>Ingeniería Hidráulica</i>	21	36
<i>Ingeniería Mecánica</i>	33	71
<i>Mecánica del Medio Continuo y Teoría de Estructuras</i>	64	109
<i>Organización de Empresas</i>	97	192
<i>Proyectos Arquitectónicos</i>	29	88
<i>Proyectos de Ingeniería</i>	13	35
<i>Tecnologías del Medio Ambiente</i>	16	38
<i>Urbanística y Ordenación del Territorio</i>	20	68
TOTAL	517	1.129

Cuadro 2.29.
Efectivos
de la Universidad

Fuente: Consejo de Universidades.

Determinados Departamentos de las Escuelas Técnicas Superiores más relacionadas con la Construcción (como las de Caminos de Madrid, Barcelona, Santander y Valencia) se manifiestan particularmente activos en proyectos de investigación dentro de programas tanto nacionales como europeos. Apoyando estas actividades se han creado varias fundaciones que agilizan la colaboración de los docentes con las empresas y otros organismos.

2.3. Las infraestructuras de soporte a la innovación

2.3.1. Naturaleza y funciones

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

Las infraestructuras constituyen un poderoso instrumento de articulación del sistema de innovación, al situarse como interfaces entre las empresas, por una parte, y las administraciones y los centros públicos o privados dedicados a la investigación científica y tecnológica, por la otra.

Las infraestructuras de innovación son particularmente importantes en el caso de las PYME. El reconocimiento de esta importancia ha conducido a que tanto Japón como EE.UU. o los países de la UE cuenten con redes de infraestructuras de innovación, que constituyen elementos clave en sus sistemas nacionales de innovación y en el desarrollo de sus tejidos industriales.

2.3.2. Las infraestructuras en España

En España las infraestructuras de innovación se han desarrollado fundamentalmente en la última década. En este desarrollo, el mayor protagonismo ha correspondido a las administraciones autonómicas, que con frecuencia han recurrido a las infraestructuras como instrumentos de apoyo a la modernización del tejido productivo regional y, en general, como una manifestación de sus políticas industriales. Existen diferentes tipologías de infraestructuras de soporte a la innovación que se describen a continuación.

2.3.3. Centros Tecnológicos

Los Centros Tecnológicos son, según el criterio usado en este documento, organismos cuyo objetivo es la prestación de servicios de carácter tecnológico, como la realización de I+D bajo contrato, la transferencia y difusión de tecnología, la información y asesoría en materia de gestión de la innovación o, incluso, la formación. Su objetivo último debería ser facilitar la implantación en las empresas de la

cultura de la innovación y demostrar que es posible para ellos la necesidad de innovar.

El origen de estos centros es diverso. Algunos de ellos superan los cuarenta años de existencia. Una característica frecuente es la interdisciplinariedad de sus equipos humanos, así como su cercanía a las empresas y al mercado en general, aspectos ambos muy bien valorados por sus clientes. Su tamaño y sus presupuestos son también variados, pues algunos llegan a alcanzar, actualmente, plantillas superiores a las 200 personas e ingresos que rondan los 2.000 millones de pesetas anuales. Los porcentajes de autofinanciación de estos centros son notables, llegando a superar el 75 % (incluyendo los gastos de personal).

Según el antiguo IMPI, en España existían en 1993 alrededor de 130 centros en el conjunto del territorio nacional (IMPI, 1993), que podrían considerarse comprendidos en la anterior definición. En 1996 se produjeron dos hechos que ayudan a clarificar, por lo menos desde el punto de vista administrativo, la situación de estas infraestructuras.

Por una parte, la creación el 28 de marzo de 1996 de la Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología (FEDIT), por fusión de las antiguas Federación Española de Asociaciones de Investigación Industrial (FEDIN) y Federación Española de Organismos de Innovación y Tecnología (FEIT), con unos estatutos que establecen los criterios de afiliación que caracterizan a este colectivo. Por otra parte, el 20 de diciembre del mismo año se publicó el Real Decreto 2609/1996, que define el concepto de centro de innovación y tecnología (CIT) y crea un registro oficial que confiere naturaleza administrativa a las organizaciones que se incorporen al mismo.

Se da la circunstancia de que los dos criterios citados no son coincidentes. Así, la pertenencia a FEDIT implica que el organismo es privado, sin ánimo de lucro, con participación empresarial, cuya actividad se orienta a las empresas y con una gestión independiente de las administraciones.

El citado Real Decreto exige a los centros de innovación y tecnología (CIT) que tengan personalidad jurídica propia sin fines de lucro, que desarrollen actividades en España de investigación y desarrollo con medios adecuados para ello, y que estos servicios a empresas se hayan prestado de forma ininterrumpida durante los dos años inmediatamente anteriores a su inscripción en el registro.

De los 59 CIT registrados en abril de 2000, 47 son miembros de FEDIT, por lo que existe una correlación notoria entre ambos colectivos. El resto no está incorporado a FEDIT por decisión propia o porque son mayoritariamente públicos, lo que les impide incorporarse como miembros numerarios.

La presencia de estos centros tecnológicos en los programas europeos de I+D es importante, llegando, en algún caso, a participar en un centenar de proyectos subvencionados por la Comisión Europea. Fruto de esa intensa actividad internacional es la existencia de redes de contactos con empresas y centros de investigación

Europeos, de indudable valor a la hora de formar consorcios para el desarrollo de proyectos de gran entidad y volumen económico.

La capacidad de estos centros no se limita a las disciplinas esencialmente ligadas a la construcción en sí, tales como desarrollo de materiales, cálculo y diseño, patología, geotecnia, certificación y ensayo de productos y componentes, calibración, etc., sino que además incluye otras actividades, como mecánica computacional, aplicaciones de las tecnologías de la información y comunicación, realidad virtual, medio ambiente, acústica, fuego, gestión del conocimiento, calidad, etc., que son de indudable interés y aplicabilidad al sector.

Es de destacar el importante papel que van a jugar los CIT por la modificación del artículo 33 de la Ley 43/1995 de 27 de diciembre (Ley 55/1999 de 29 de diciembre) del impuesto de sociedades, referente a la deducción por actividades de investigación científica e innovación tecnológica, habida cuenta de la expresada desgravación por trabajos de investigación y desarrollo contratados con estos centros (punto 1 de dicha modificación) y los de diagnóstico tecnológico realizados por los CIT (punto 3).

Igualmente se debe resaltar el protagonismo de los CIT como entidades de soporte a las empresas en la mayor parte de las actividades horizontales definidas en el Plan Nacional 2000-2003.

Los CIT relacionados con construcción son, al menos, los siguientes:

- *Instituto de Tecnología de la Construcción de Catalunya (ITEC)*
- *Centro de Investigación Tecnológica (CIDEMCO)*
- *Asociación de Investigación Metalúrgica del País Vasco (INASMET)*
- *Instituto Tecnológico de la Construcción (AIDICO)*
- *Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE)*
- *Laboratorio de Ensayos e Investigación (LBEIN)*
- *Centro Tecnológico de la Arcilla Cocida (AITEMIN)*
- *Centro Tecnológico GAIKER*

2.3.4. Parques Tecnológicos

Los Parques Tecnológicos son nuevas tipologías de suelo industrial, nacidas para tratar de replicar el éxito de modelos como el de asentamiento de industrias de alta tecnología en el *Silicon Valley* en California.

En general, los parques son iniciativas urbanísticas de ámbito local o regional, destinadas a estimular la inversión en actividades de alta tecnología, fomentar la comunicación entre los sectores investigador e industrial y crear empleo mediante la concentración física de empresas con base tecnológica. Los parques pretenden crear un medio en el que se produzca un fenómeno de difusión de innovaciones y transferencia de tecnología, que debiera culminar con el nacimiento, en el parque y sus inme-

diciaciones, de un tejido de PYME innovadoras. La consecución de este fin supone la presencia en el parque, o en su entorno, de universidades o centros de investigación que generen un flujo de conocimiento útil para las empresas y de entidades dispuestas a financiar la creación de PYME innovadoras, asumiendo este riesgo.

La Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE), que en este momento tiene 15 miembros repartidos por ocho comunidades autónomas, trata de mantener una diferenciación frente a otros asentamientos industriales, basada precisamente en su papel como infraestructura de innovación. Con este objetivo, procura que estén próximos a una universidad o centro de investigación, que las empresas que acogen tengan un perfil innovador y que sus estándares urbanísticos e infraestructuras logísticas y de comunicaciones tengan un elevado nivel.

De la consulta a los Parques Tecnológicos que son miembros de la Asociación y a las empresas de cada uno de ellos, se desprende que sólo en los de Málaga y Valencia existen centros que desarrollan actividades directamente relacionadas con la innovación en el Sector de la Construcción: el Instituto de Desarrollo y Control de la Calidad en la Edificación (INDYCE) en el PT de Málaga y la Asociación de Investigación de la Industria de la Construcción (AIDICO) en el PT de Valencia.

2.3.5. Laboratorios y entidades de acreditación

El Ente Nacional de Acreditación (ENAC) es la organización que acredita a las entidades que ofrecen servicios de certificación a las empresas españolas, entre las que están los laboratorios, de los que hay diversos tipos y categorías. Los más comunes relacionados con construcción realizan el control de calidad de las construcciones y de los materiales empleados en ellas. Otro tipo de laboratorios pueden actuar como agentes de certificación u homologación exclusivamente del producto o de los productos en los que están acreditados por ENAC (por ejemplo, el cemento o el acero para armar); en el resto de sus actividades son, en general, laboratorios de control del primer tipo citado más arriba. La mayoría de los casi sesenta existentes se encuentran en Madrid y en Cataluña. Con capacidad de dar servicio al hipersector de Construcción hay unos veinte laboratorios.

Otro tipo son los *Organismos Notificados de la Directiva de Productos de la Construcción*, que, de acuerdo con el artículo 13 de la Directiva de Productos de Construcción, han sido designados por los Estados miembros para realizar labores de certificación, inspección o ensayo de productos de construcción, para su evaluación de conformidad, en relación a las determinaciones de la citada Directiva.

Finalmente existen otras entidades que, de acuerdo con el artículo 10 de la Directiva de Productos de la Construcción, han sido designadas por los Estados miembros para la concesión de los DITE (*Documento de Idoneidad Técnica Europea*). Al mismo tiempo, estas entidades pertenecen a la *European Organisation for Technical Approvals* (EOTA), encargada de la elaboración de los citados DITE. Las entidades españolas son:

- *Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITEC)*
- *Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción (IETCC)*

La creciente importancia del cumplimiento de las correspondientes normativas, derivada de la integración europea y de la necesidad de buscar mercados de exportación, ha mantenido una demanda creciente de estos servicios en los últimos años.

La naturaleza sectorial de la actividad de los laboratorios de ensayo (las normas son definidas y aplicadas en el seno de comités sectoriales) y la centralización impuesta por la necesaria homogeneidad de las medidas, han aislado la actividad normalizadora de la dinámica regional de los centros y parques tecnológicos

2.3.6. Centros de Empresas e Innovación

Los Centros de Empresas e Innovación (CEI) son organismos cuyo objetivo es favorecer la creación de empresas innovadoras o potenciar las existentes. Toman formas muy diferentes, de las que no se excluyen los denominados semilleros o incubadoras de empresas y generalmente extienden sus servicios al asesoramiento sobre innovaciones y a la formación de empresarios.

Estos centros han sido fuertemente promovidos y financiados, desde 1984, por la Dirección General XVI de Política Regional de la Comisión Europea, y están integrados en la asociación *European Business Centers Network* (EBN), financiada por la Unión Europea. En España se han unido en la Asociación Nacional de CEI Españoles (ANCES), que cuenta con una veintena de miembros y desarrolla proyectos en cooperación tendentes a la creación de nuevas empresas desde ámbitos universitarios y empresariales y a la detección de oportunidades de negocio.

La figura jurídica y la financiación de cada centro siguen fórmulas muy diversas, aunque en su mayoría son sociedades con capital público, contando a lo sumo con participaciones simbólicas de asociaciones empresariales o grandes empresas presentes en la zona. El hecho de que los CEI procedan de la iniciativa pública revela, por una parte, la inexistencia en España de oferta privada suficiente de capital semilla y, por otra, la debilidad de una demanda potencial que pudiera estimular dicha oferta.

2.3.7. Fundaciones Universidad-Empresa

En España existen, desde hace 26 años, Fundaciones Universidad-Empresa que han sido creadas por una o varias universidades y algún tipo de organización empresarial, frecuentemente Cámaras de Comercio. Actualmente hay más de una veintena que actúan como centros de información y coordinación para las empre-

sas en sus relaciones con las universidades, contribuyendo de esta manera a un mejor conocimiento de la universidad en su contexto socioeconómico.

Las actividades principales de estas fundaciones son la gestión y administración de proyectos, la organización de actividades de formación, la promoción de prácticas en empresas y la difusión de publicaciones técnicas. Más recientemente, muchas de ellas han acogido oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI), que se describen a continuación.

Cabe señalar que estas fundaciones se encuentran agrupadas en una Red de Fundaciones Universidad-Empresa, la cual actúa como una organización de promoción y coordinación al servicio de las fundaciones asociadas. En 1998 han gestionado 1.746 de los 2.092 contratos de transferencia de tecnología.

2.3.8. Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)

En 1989, la CICYT creó la figura de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) para activar las relaciones de los Centros Públicos de Investigación con otros elementos del Sistema Español de Innovación. Desde entonces, se han creado pequeñas oficinas en muchas Universidades y Organismos Públicos de Investigación, que han asumido la misión de identificar resultados capaces de ser transferidos a la empresa, difundir la oferta tecnológica de sus creadores, ayudar en la negociación de contratos y en la protección de la tecnología generada y, en menor medida, identificar necesidades de I+D en su entorno.

Las OTRI disponen de bases de datos de conocimiento que les permiten identificar la oferta y la capacidad tecnológica de sus grupos de investigación activos y de difundir los resultados transferibles entre el sector empresarial. Parte importante de su actividad es informar tanto a la comunidad investigadora como a las empresas, sobre las diferentes ayudas existentes para promover la realización de los proyectos de investigación, asesorar en los aspectos administrativos de la elaboración de propuestas y facilitar la búsqueda de socios científicos y empresariales.

Más recientemente, en febrero de 1996, se hizo posible que las entidades privadas sin fines de lucro (Asociaciones Empresariales, Fundaciones Universidad-Empresa, ...) obtuvieran fondos de la CICYT para crear este tipo de oficinas, previa inscripción en un registro creado al efecto y gestionado por la propia CICYT. Su objetivo sería activar la demanda de los resultados de investigación como complemento de las acciones de oferta que principalmente desarrollan las primeras OTRI.

Ni la dimensión de las distintas oficinas, ni sus modos de actuación son parecidos. En los primeros años, las OTRI comenzaron a desarrollar más actividad, principalmente de tipo administrativo, pero recientemente están evolucionando hacia actividades más comerciales. La función administrativa ha sido, sin embargo, bien

asumida por las OTRI, pues mientras existe el convencimiento de su escasa dedicación a la promoción de las acciones de transferencia, es un hecho que han gestionado contratos por importes anuales significativos. Así, en 1995, su facturación total fue de unos 35.000 millones de pesetas, de los cuales, más de 18.500 correspondían a contratos con empresas. Para lograr una mejor coordinación entre las OTRI, la CICYT, a través de su Unidad de Apoyo a la Innovación, ha potenciado el agrupamiento de estas oficinas en cuatro subredes correspondientes a instituciones afines.

El CSIC tiene una OTRI para la generalidad de los temas y ha creado una asociación, la Asociación de Miembros del Instituto Eduardo Torroja (AMIET), para impulsar la transferencia de tecnología. En el siguiente cuadro, se ve la distribución de la red OTRI con el número total de oficinas registradas hasta 1999 según el tipo de institución al que pertenecen:

Cuadro 2.30.
OTRI registradas
en 1999

<i>Tipo Institución</i>	<i>Número</i>
<i>Centros Públicos de Investigación</i>	<i>16</i>
<i>Universidades</i>	<i>51</i>
<i>Fundaciones Universidad-Empresa</i>	<i>24</i>
<i>Centros Tecnológicos</i>	<i>51</i>
TOTAL	142

Fuente: Ministerio de Educación y Cultura.

La red OTRI es, pues, una estructura de interfaces constituida por las oficinas, cuya misión consiste en interrelacionar los elementos operativos del Sistema Ciencia-Tecnología-Industria.

2.4. Las administraciones

La entrada en vigor casi simultánea del V Programa Marco, del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica, junto con las nuevas medidas fiscales para el año 2000, supone un paquete de medidas que deben impulsar la innovación empresarial de un modo significativo.

Por otra parte, el hecho de que tanto el V Programa Marco como el Plan Nacional contengan capítulos específicos relativos a la Construcción nos permite albergar la esperanza de que ese impulso general se notará aún más en este hipersector. Sin embargo, el ya anunciado *Programa de Trabajo para el año 2000 del Plan Nacional sólo tiene una partida de 100 millones de pesetas para el hipersector*, lo que deja en suspenso estas favorables expectativas.

Hay que señalar que, en el pasado, los programas a los que podían acogerse algunos proyectos de investigación de este sector no estaban adaptados a sus características, ya que en él se exigen soluciones rápidas a problemas que aparecen en las obras contratadas y que difícilmente se pueden anticipar.

2.4.1. Promoción de la Innovación en la UE

El V Programa Marco de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Demostración 1998/2002 es el instrumento de la política tecnológica y científica de la UE: en él se establecen las líneas de investigación y desarrollo tecnológico financiadas por la UE, fijando las cuantías para cada una de ellas con el propósito de fortalecer la base científica y tecnológica de la industria comunitaria e incrementar así su competitividad internacional, y también mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

La dotación presupuestaria del V Programa Marco es de quince mil millones de euros. Este Programa supone una ruptura con respecto a los anteriores, pues pierde peso la investigación orientada a la producción de conocimientos a favor de planteamientos orientados a la resolución de problemas. Ello se justifica por los motivos siguientes:

- la UE no puede ser competitiva en los próximos años a menos que se acelere y concluya en breve plazo el proceso de adaptación de la industria, los servicios y la administración pública a las necesidades del mercado y de los ciudadanos.
- La necesidad de introducir en la cultura europea el concepto de desarrollo sostenible

Así se pretende responder a las expectativas de los ciudadanos que desean que los fondos públicos invertidos en actividades de investigación produzcan resultados tangibles.

Otra novedad del Programa es su articulación en acciones clave, es decir, en grandes objetivos estratégicos, para cuyo desarrollo hacen falta tecnologías y disciplinas diferentes. Además de las acciones clave, los programas temáticos contemplan el apoyo a actividades de investigación genérica, que pretender complementar y dar apoyo a las acciones clave en temas de interés general.

El Programa se estructura en siete programas específicos: cuatro temáticos y tres horizontales con los siguientes presupuestos:

Cuadro 2.31.
Presupuesto del V
Programa Marco

Programas	MEuros	%
<i>TP1: Calidad de vida y recursos vivos</i>	2.413	16
<i>TP2: Sociedad de la información amigable</i>	3.600	24
<i>TP3: Crecimiento competitivo y sostenible</i>	2.705	18
<i>TP4: Energía, ambiente y desarrollo sostenible</i>	2.125	14
<i>Energía nuclear</i>	979	7
<i>HP A: Papel internacional de la investigación comunitaria</i>	475	3
<i>HP B: Innovación y participación de las PYMES</i>	363	2
<i>HP C: Potencial humano e investigación socio-económica</i>	1.280	9
<i>Centro Común de Investigación (JRC)</i>	1.020	7
TOTAL	14.960	100

Fuente: Comisión UE.

Este Programa ofrece oportunidades a la Construcción en los programas temáticos 3 y 4 (TP3 y TP4), que tratan de promover el crecimiento competitivo y sostenible y preservar el ecosistema, respectivamente. También el programa 2 sobre tecnologías de la Sociedad de la Información ofrece oportunidades, ya que el sector es un gran usuario de estas tecnologías.

En el TP3 la acción clave es «Productos, procesos y organización innovadores», que incluye los temas sobre:

- diseño y construcción eficaces,
- construcción inteligente,
- productos y procesos eco-eficaces,
- organización de los proceso y el trabajo,

y actividades para la investigación y el desarrollo de tecnologías que incluyen

- materiales nuevos y mejorados y su producción, transformación y utilización,
- nuevos materiales y tecnologías de producción en el campo del acero,
- medidas y ensayos.

En el TP4 las áreas de mayor interés para la Construcción son las acciones clave sobre

- la ciudad del mañana y la preservación del patrimonio cultural,
- energía económica y eficiente para una EU competitiva,
- gestión sostenible y calidad del agua.

La primera pretende mejorar la calidad de la vida urbana, promover vitalidad económica y cohesión social de la comunidad urbana; la segunda se centra en necesidades energéticas de una EU competitiva; la tercera trata de asegurar una utilización sostenible de los recursos hidráulicos.

En conjunto y en resumen, se puede decir que, al dedicar este Programa tres cuartas partes de los recursos a la búsqueda de soluciones a los múltiples problemas sociales y económicos, está dando paso al sector de Construcción para participar en muchos de esos problemas, como las infraestructuras necesarias, el transporte y la movilidad, la gestión y calidad del agua, la ciudad del mañana, el tratamiento ambiental, sistemas y materiales inteligentes, durabilidad, seguridad, reutilización de materiales, reciclado...

2.4.2. Promoción de la innovación en nuestro país

Durante los dos primeros Planes Nacionales de I+D (1989-1991) y (1991-1995), se confirmó el carácter marginal otorgado por la I+D a la temática de referencia, dada su orientación hacia la *big science* y los «sectores con futuro», en lógica isomorfía con los programas europeos. Sin embargo, el carácter deslizante del Plan, con las posibilidades de modificar sobre la marcha determinadas acciones e introducir nuevos proyectos, ofrecía una perspectiva de mayor alcance para la integración en el Plan, por fases, del conjunto de temas que comprende el hipersector de la Construcción. Así, desde comienzos de los años noventa, el entonces Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, a través del CEDEX, inició las bases para la definición de un programa nacional de I+D en ingeniería civil, pero no fue hasta el III Plan Nacional de I+D cuando se produce, si no un cambio, sí al menos una inflexión en la tendencia de la política nacional de I+D, por cuanto contiene de adaptación a la realidad social y económica y a los problemas menos teóricos. Sin embargo los temas elegidos para los programas verticales todavía están lejos de dar cabida a la investigación en las áreas del hipersector de la Construcción, a excepción del programa de materiales o, en menor medida, el de tecnologías avanzadas de la producción.

Sin embargo, el gasto en I+D dedicado a construcción dentro de los Presupuestos Generales del Estado siempre ha estado muy por debajo de la financiación de otros sectores de interés. La dotación presupuestaria para la financiación de la I+D con cargo a la Función 54 distribuida por programas, correspondiente a 1999, sólo

asigna al Ministerio de Fomento para la investigación en los ámbitos de su competencia 605 millones de pesetas anuales, lo que representa el 0,13% de la inversión nacional en Investigación Científica, Técnica y Aplicada (460.003 millones de pesetas).

Fijándonos en la política de inversiones del Ministerio de Fomento, orientada a la realización de cuantiosas obras de infraestructuras, las cuales se contemplan en las diferentes planificaciones nacionales, a las que habría que añadir las inversiones que efectuarían por las demás administraciones públicas, se totaliza en conjunto unas cifras de inversión próximo al 8% del PIB, lo que viene a reforzar la idea de que es necesario un mayor esfuerzo en investigación —ya contemplado en el Plan Nacional de Infraestructuras— para reducir costes, optimizar resultados y resolver los problemas tecnológicos del sector.

El 12 de noviembre de 1999 se aprueba el *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica para el periodo 2000-2003*, que se convierte en el nuevo instrumento de política científica y tecnológica de la Administración General del Estado. Orientado a impulsar el desarrollo del Sistema Español de Ciencia-Tecnología-Empresa, apuesta por extender el ámbito de actuación hasta la innovación tecnológica, impulsa la coordinación con las Comunidades Autónomas (en el marco de la Ley 13/86) y busca la sinergia con las actuaciones del V Programa Marco y de los Fondos Estructurales de la Unión Europea. En nuestro entorno, el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2000-2003 nace con unos objetivos muy coincidentes con los planteamientos del V Programa Marco:

- *Incrementar el nivel de la ciencia y la tecnología españolas.*
- *Elevar la competitividad de las empresas y su carácter innovador.*
- *Mejorar el aprovechamiento de los resultados de I+D por las empresas y la sociedad española en su conjunto.*
- *Fortalecer el proceso de internacionalización de la ciencia y la tecnología españolas.*
- *Incrementar los recursos humanos cualificados.*
- *Aumentar el nivel de conocimientos científicos y tecnológicos de la sociedad.*
- *Mejorar los procedimientos de coordinación, evaluación y seguimiento técnico del Plan Nacional.*

En el cuadro siguiente se pueden ver las diferentes Áreas Sectoriales y las Áreas Científico-Tecnológicas propuestas en el Plan Nacional de I+D+I y la relación entre ellas:

Cuadro 2.32.
Relación entre Áreas
del Plan Nacional

		ÁREAS SECTORIALES											
		Aeronáutica	Alimentación	Automoción	Construcción Civil y Conservación del Patrimonio Histórico y Cultural	Defensa	Energía	Espacio	Medio ambiente	Sociedad de la Información	Sociosanitaria	Transportes y Ordenación del Territorio	Turismo, Ocio y Deporte
ÁREAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS	<i>Biomedicina</i>		••			•	•	•		••	•••		•
	<i>Biotechnología</i>		••							•			
	<i>Diseño y Producción Industrial</i>	•••		•••	•	•	••	•••	••	••		•	
	<i>Materiales</i>	••		••	•••	••	••	••			•	•	•
	<i>Procesos y Productos Químicos</i>	••				••	•••		•••		•	•	
	<i>Recursos Naturales</i>						•	•	••				
	<i>Recursos y Tecnologías Agroalimentarias</i>		•••						••	•	•		
	<i>Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i>	••		••	•	••	•	•••	•	•••	•	••	•
	<i>Socioeconomía</i>		•		•		••		•	•••	••	••	••

Fuente: OCYT.

No es sino hasta la aprobación del reciente Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003) cuando se establece de manera específica la *Construcción Civil y la Conservación del Patrimonio Histórico Cultural* como una de las Áreas Sectoriales del Plan, aunque todavía es pronto para apreciar el esfuerzo inversor en el sector ni la respuesta del mismo. Dentro de esta Área se han propuesto tres Acciones Estratégicas:

Nuevas tecnologías y sistemas constructivos.

Mantenimiento y evaluación del estado de obras y edificios.

Conservación de bienes inmuebles y rehabilitación del Patrimonio.

La **Acción estratégica sobre Nuevas Tecnologías y Sistemas Constructivos** pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Mejorar la competitividad del Sector de la Construcción mediante una modernización y tecnificación de la industria de la construcción, así como una reducción de la dependencia tecnológica exterior.
- Impulsar el incremento de la cualificación del empleo y mejora de las condiciones de trabajo y seguridad en las obras.
- Desarrollo de nuevos sistemas constructivos o mejoras de los existentes que impliquen avances en los procesos y aprovechamiento de materiales no tradicionales: residuos, materiales reciclados, desechos y subproductos, o mejoras de rendimientos de los materiales usuales.
- Concepción integrada de todo el proceso, haciendo hincapié en las interfases, en aras a conseguir construcciones respetuosas con el entorno (en todas las etapas) y que satisfagan las necesidades de los usuarios, dentro del ciclo de vida de la construcción, en la que se optimicen los recursos utilizados, así como la energía de todo el proceso.

La Acción estratégica sobre mantenimiento y evaluación del estado de obras y edificios tiene como objetivos:

- *Desarrollar modelos de gestión integral de estructuras (*) construidas, adaptados a las condiciones de nuestro país y conectados con las otras etapas del proceso constructivo.*
- *Incrementar el desarrollo de tecnología nacional para la evaluación y predicción del estado de nuestras estructuras, así como para la reparación de las mismas.*
- *Aumentar la seguridad, durabilidad, confortabilidad y rentabilidad económica de las estructuras.*
- *Avanzar en la incorporación, en proyecto, de la vida útil de las estructuras y de los requisitos precisos para garantizarla.*

Los objetivos de la Acción estratégica sobre conservación de bienes inmuebles y rehabilitación del patrimonio son los siguientes:

- *Evaluación de la situación actual del patrimonio histórico cultural.*
- *Creación de un sistema de gestión permanente de dicho patrimonio.*
- *Promoción de técnicas, materiales, procesos y sistemas para la conservación y rehabilitación del patrimonio.*

Hay además otras áreas que tienen relación más o menos directa con la construcción como las de Medio Ambiente, Transportes y Ordenación del Territorio.

Así mismo se plantean otras acciones como la creación de un Centro Virtual del Sector de la Construcción, la incorporación de las tecnologías de la información y de la comunicación a este sector y los encuentros transversales entre centros de investigación y las empresas de Construcción.

En el área de Medio Ambiente hay acciones estratégicas relacionadas con construcción, como el tratamiento y depuración del agua.

En el área de Transportes y Ordenación del territorio se cita la seguridad en el transporte, en lo que puede contribuir la construcción

En las áreas científico-tecnológicas hay acciones relacionadas con este sector en las de diseño y producción industrial, materiales y recursos naturales.

La financiación del Plan Nacional está prevista en modalidades diversas, como subvenciones, créditos reembolsables, reafianzamiento de créditos, participación en el capital o fondos de coinversión.

La experiencia del pasado sobre la mecánica de concesión de ayudas ha puesto de manifiesto que el sistema es complejo y hasta disuasorio, por lo que sería necesario que la Administración diseñase unas convocatorias atractivas para las empresas, previendo oficinas de apoyo.

Paralela y simultáneamente con el Plan, la *Ley de presupuestos Generales del Estado para el año 2000* ya incorpora las siguientes medidas de tipo fiscal:

(*) El concepto de estructura debe ser entendido en un sentido muy amplio, es decir, se incluyen todas las posibles, entre otras: obras de edificación, puentes, firmes de carreteras, etc.

- Mejoras en el régimen general de I+D:
 - elevación de los porcentajes de deducción,
 - deducción adicional del 10% por gastos de investigador y por proyectos contratados con Universidades, Centros Públicos de Investigación y Centros Tecnológicos,
 - ampliación del límite conjunto de las deducciones el 45% de la cuota del ejercicio, cuando la deducción por I+D exceda del 10% de dicha cuota,
 - posibilidad de alcanzar acuerdos previos con el Ministerio de Hacienda.

- Nuevos incentivos a la innovación tecnológica:
 - deducción del 15% por proyectos de innovación tecnológica en colaboración con Universidades, Centros Públicos de Investigación y Centros Tecnológicos,
 - deducción del 10% por gastos de diseño industrial e ingeniería de procesos de producción,
 - deducción del 10% por adquisición de tecnología avanzada que permita a la empresa alcanzar una especial ventaja competitiva,
 - deducción del 10% por gastos de certificación de normas de calidad.

No obstante, la aplicación de estas medidas está sujeta a consultas vinculantes previas con organismos diferentes del Ministerio de Hacienda.

Por otra parte, varias administraciones autonómicas incluyen en sus planes de investigación programas apoyando actividades en relación con la construcción:

- El II Pla de Recerca de Catalunya 1997/2000 incluye un área temática de *Ordenación del Territorio, Tecnologías de las Obras Públicas y de la Construcción*.
- El Plan Galego de Investigación e Desenvolvemento Tecnolóxico para a Innovación (1999-2001) incluye un programa tecnológico sectorial de *Conservación del Patrimonio Cultural y Desarrollo Turístico* y diversos instrumentos de participación para las empresas (proyectos de investigación empresarial, proyectos de innovación empresarial, contactos investigadores-empresarios, inserción de personal de I+D en empresas, etc.).
- El Plan de Ciencia y Tecnología 1997-2000 incluye, entre sus programas tecnológicos específicos, el de *Tecnologías de la Construcción*. Asimismo, prevé diversos tipos de instrumentos que se agrupan en cuatro categorías: infraestructura, proyectos de I+D, innovación tecnológica y formación.
- El I Plan Riojano de Investigación y Desarrollo Tecnológico 1999-2002 incluye, en el área de *Tecnologías Industriales y Energía*, un apartado de *Tecnologías de la Construcción*.

2.5. El entorno

2.5.1. El sistema educativo

La promulgación de la Ley 11/1983 de 25 de agosto de Reforma Universitaria consolidó un nuevo modelo de universidad española basado en la autonomía de gestión, en una organización por departamentos universitarios independientes y con una personalidad no exclusivamente académica, sino marcada con una nueva tendencia hacia la investigación.

Este marco legal unido al proceso de desarrollo del estado de las autonomías propició además la creación de nuevas universidades y la paulatina cesión de competencias en materia de educación superior a las diferentes administraciones autonómicas. De las 63 universidades existentes en España en el año 1998, 27 se crearon posteriormente a 1989, y algunas de ellas, especialmente las nuevas radicadas en Madrid y Cataluña, con carácter privado.

En el siguiente cuadro se puede apreciar la actual dispersión geográfica de las universidades a lo largo del territorio español.

Cuadro 2.33.
Número
de universidades
por autonomías

	Andalucía	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria	Castilla y León	Castilla - La Mancha	Cataluña	Comunidad Valenciana	Extremadura	Galicia	Madrid	Murcia	Navarra	Pais Vasco	La Rioja	TOTAL
Número de Universidades	10	1	1	1	2	1	6	1	11	5	1	3	13	1	2	3	1	63

Fuente: Ministerio de Educación y Cultura.

Fruto de esta tendencia de aumento de personal investigador y de consolidación de la investigación universitaria ha sido el aumento relativo del gasto público en I+D de la universidad con relación a los Organismos Públicos de Investigación.

Las carreras que más afectan a este sector son las de Arquitectura, Arquitectura Técnica, Ingeniería Industrial, Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos e Ingeniería Técnica de Obras Públicas. La disponibilidad de Escuelas para estas carreras en sus niveles superior y medio ha crecido notablemente en los últimos años, quizás como consecuencia de la descentralización que produjo la última Ley de Enseñanza Universitaria. Así, en la actualidad existen las siguientes Escuelas para cada una de las carreras citadas:

Ingeniería Técnica de Obras Públicas	Ingeniería Técnica de Obras Públicas
	Construcciones Civiles:
Las Palmas de Gran Canaria	Alicante
Politécnica de Cataluña	Burgos
Politécnica de Madrid	Cádiz
	Extremadura
	Politécnica de Valencia
	Salamanca
Ingeniería Técnica de Obras Públicas	Ingeniería Técnica de Obras Públicas
Hidrología:	Transportes y Servicios Urbanos
Alicante	Alicante
Extremadura	Burgos
Politécnica de Valencia	Extremadura
Salamanca	Politécnica de Valencia

Fuente: Ministerio de Educación Y Cultura.

Arquitectura	Arquitectura Técnica	Ingeniería de Caminos Canales y Puertos
Alfonso X el Sabio	Alfonso X el Sabio	Alfonso X el Sabio
Camilo José Cela	Camilo José Cela	Burgos
Europea de Madrid	Ramón Lull	Cantabria
Internacional de Cataluña	SEK	Castilla-La Mancha
Ramón Lull	Navarra	Coruña
SEK	Alcalá	Granada
Navarra	Alicante	Politécnica de Cataluña
Alicante	Burgos	Politécnica de Madrid
Coruña	Castilla-La Mancha	Politécnica de Valencia
Granada	Coruña	
Las Palmas de Gran Canaria	Extremadura	
País Vasco	Girona	
Politécnica de Cataluña	Granada	
Politécnica de Madrid	La Laguna	
Politécnica de Valencia	Politécnica de Cartagena	
Sevilla	Politécnica de Cataluña	
Valladolid	Politécnica de Madrid	
	Politécnica de Valencia	
	Pompeu Fabra	
	Salamanca	
	Sevilla	

Fuente: Ministerio de Educación y Cultura.

Ingeniería Industrial

<i>Alfonso X el Sabio</i>	<i>Nacional de Educación a Distancia</i>
<i>Antonio de Nebrija</i>	<i>Oviedo</i>
<i>Europea de Madrid</i>	<i>País Vasco</i>
<i>Navarra</i>	<i>Politécnica de Cartagena</i>
<i>Potificia Comillas de Madrid</i>	<i>Politécnica de Cataluña</i>
<i>Cantabria</i>	<i>Politécnica de Madrid</i>
<i>Carlos III de Madrid</i>	<i>Politécnica de Valencia</i>
<i>Castilla-La Mancha</i>	<i>Pública de Navarra</i>
<i>Coruña</i>	<i>Sevilla</i>
<i>Extremadura</i>	<i>Valladolid</i>
<i>Girona</i>	<i>Vigo</i>
<i>Jaume I de Castellón</i>	<i>Zaragoza</i>
<i>Las Palmas de Gran Canaria</i>	<i>Cádiz (2.º ciclo)</i>
<i>Málaga</i>	<i>La Rioja (2.º ciclo)</i>
<i>Miguel Hernández de Elche</i>	<i>Salamanca (2.º ciclo)</i>

Fuente: Ministerio de Educación Y Cultura.

Hay un cierto retraso en las estadísticas del número de graduados por ser necesaria la integración de datos desde varias universidades y escuelas. Los datos disponibles presentan un número de graduados en las titulaciones superiores de unos mil por año; en los Arquitectos Técnicos dos mil quinientos, y cerca de quinientos para Obras Públicas.

El esquema de carreras descrito más arriba, con una división entre titulaciones superiores y técnicas, procede de una reminiscencia histórica que no tiene paralelo en Europa y que no se corresponde a las demandas de la sociedad actual.

En la mayor parte de los países de la UE, la estructura de las carreras técnicas es la siguiente:

- Título de Ingeniero (Bachiller en Ciencias, Ingeniero de Construcción, etc.), con cuatro años.
- Título de Maestría (o Máster, Magister, etc.), que suele realizarse, solo por algunos, en uno o dos años y que incorpora una tesis o trabajo de investigación aplicada.
- Título de Doctor (*Philosophical Doctor, Bau Doctor, etc.*), obtenido por una estricta minoría y que comprende cursos de tesis doctoral de investigación, que puede durar entre año y medio y tres años.

Las titulaciones mencionadas se adquieren sucesivamente por quienes desean obtener grados superiores.

Sin embargo, la enseñanza actual en las ingenierías superiores españolas está dividida en tres ciclos independientes de los de las ingenierías técnicas:

- Uno inicial de dos o tres años de duración, o de formación más básica, con predominio de créditos dedicados a Matemáticas y Física. No da derecho a ninguna titulación profesional.
- Uno intermedio, dedicado a la enseñanza de las tecnologías propias de cada carrera y cuya culminación permite obtener la titulación profesional superior correspondiente. Este ciclo incluye la realización de un Proyecto «Fin de Carrera», como una asignatura específica más, en que se pretende que el alumno plasme su primera realización profesional completa. En alguna escuela como la de Barcelona, además del proyecto se realiza una tesina o proyecto de semiinvestigación, dada la inspiración que en diversos departamentos de dicha Escuela tiene las universidades norteamericanas y británicas. La duración de este ciclo, actualmente suele ser de dos años, pero en la Escuela de Madrid, sigue siendo de tres años y en Burgos también será de tres.
- Un tercero o complementario, que agrupa los estudios de Doctorado y la realización de una Memoria o Tesis Doctoral destinado a alcanzar al grado de Doctor Ingeniero. Actualmente, en España, este título sólo es legalmente exigible para la carrera docente, ya que los puestos de funcionario (Profesor Titular o Catedrático) exigen tener dicho título.

Usualmente al ingeniero superior español, cuando va a otros países (con los que no haya tratados específicos de colaboración), se le permite realizar un «máster», aunque en algunas universidades norteamericanas hace ya treinta años que se permite a los titulados de Caminos acceder directamente al Doctorado (como en la *Northwestern University*, en la que algunos españoles hicieron el doctorado entre 18 y 24 meses).

Por otra parte, en el momento presente, no está resuelta todavía la incorporación de los ingenieros técnicos a una titulación superior, ya que en cada Universidad se ha resuelto de un modo diferente (2+3, 3+2), lo que produce una heterogeneidad en la formación de los graduados.

EL PASADO DE LA CARRERA DE INGENIERO DE CAMINOS

En 1802 se crea la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, impartíendose el 19 de noviembre, en los jardines de Nuestra Señora del Buen Retiro, la primera clase a alumnos admitidos tras un examen de ingreso celebrado el 20 de octubre de ese año. Su finalidad era formar funcionarios para dotar de efectivos al Cuerpo Facultativo que debía servir a la Inspección General de Caminos Canales, creado el 12 de junio de 1799, como consecuencia de una «Memoria sobre los medios que facilitan el comercio interior», remitida por Bethencourt y López de Peñalver al Conde de Floridablanca. Desde entonces han salido cerca de 190 promociones en la Escuela de Caminos de Madrid y alrededor de 70 en las otras escuelas, que se fundaron después de 1966. Ello supone que, desde su origen, se han graduado en la Carrera de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (como hoy se llama) algo más de quince mil personas (como indica Fernando Sáenz), obteniendo ese título la primera mujer el año 1973.

Durante bastantes años del siglo XIX el ingreso —y parte de los cursos posteriores— eran prácticamente comunes en los estudios de Ingeniero de Caminos y de Minas, hasta que se separaron, definitivamente hacia 1900. Esta separación quedó clara cuando diversos profesores vieron la necesidad de formar prácticamente a los alumnos en el conocimiento de materiales y de investigar los nuevos que iban surgiendo (el hormigón armado, por ejemplo), por lo que se crea en 1898 el Laboratorio Central de Materiales, línea que años después cristaliza con la creación del Laboratorio de Electromecánica (1919) y de otros posteriormente (Hidráulica, Puertos, Mecánica del Suelo, etc.). Los principales pasaron a formar parte del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) en 1957, al pasar la Escuela a depender —desde el Ministerio de Obras Públicas— del de Educación Nacional, tras la Ley de Enseñanzas Técnicas.

Queda, así, separada la enseñanza de unas instalaciones experimentales de renombre, que tienen gran actividad y gran relación con la función pública y la empresa privada. Años después, en 1968, al trasladarse la Escuela a la Ciudad Universitaria, se empiezan a crear nuevos Laboratorios, con espacio adecuado y financiados (en cuanto a compra de equipos), poco a poco, por el Ministerio de Educación, aunque con escasa dotación de personal y aun menor para su mantenimiento. Se pierde, así, a lo largo de un periodo de unos veinte años, el contacto de los laboratorios de la Escuela con la realidad, salvo en contadísimas excepciones.

EL PRESENTE

En 1963 se crea el llamado «Plan 64» como solución a la necesidad de ingenieros civiles que el desarrollo del país tenía, desapareciendo cursos «iniciáticos» y pasando el alumno directamente a «primero de carrera» (como en otras titulaciones superiores) tras el preuniversitario o actual COU. El aumento del número de alumnos es, entonces, enorme.

Resulta así que, en la actualidad, las Escuelas de Caminos de mayor alumnado son las de Madrid, Valencia, Granada y Barcelona, por ese orden, aunque destaca Granada al tener un importantísimo número de alumnos y unas instalaciones totalmente fuera de contexto (al parecer, en el próximo curso 2000-2001 puede inaugurarse la nueva Escuela, tras siete promociones masificadas, sin biblioteca, y con solo un laboratorio).

Actualmente todas las Escuelas de Caminos, al amparo de las leyes vigentes, realizan investigación y trabajos al exterior, con ciertas relaciones con empresas, a través de la Fundación Agustín de Betancourt de Madrid, de la Fundación Leonardo Torres Quevedo de Santander, etcétera, aunque parte de estas actividades son una consultoría especializada más que un trabajo de investigación. Esto, consideramos, resulta conveniente para poner en contacto a los docentes con la realidad de la de la profesión. Todo ello es posible gracias al artículo 11 de la Ley de Reforma Universitaria. En el curso 1998-1999 el monto de todos estos trabajos realizados en las Escuelas de Caminos puede evaluarse en algo más de tres mil millones de pesetas.

La formación profesional y ocupacional

No se puede señalar como satisfactoria la formación profesional para operarios de la construcción. En efecto, habiendo algunos programas de formación

reglada aplicables al Sector de la Construcción, no parecen tener el suficiente atractivo. Por su parte, la formación ocupacional se imparte de un modo muy teórico, ya que no hay centros adecuados para impartir las necesarias clases prácticas, que requieren unas condiciones especiales: grandes espacios disponibles, aire libre..., lo que dificulta su existencia al revés de lo que puede ocurrir para otras profesiones. A ello se añade el hecho de estarse impartiendo las clases teóricas en muchas ocasiones con poca intensidad horaria, lo que reduce su eficacia.

Una organización dedicada a la formación profesional para construcción es la Fundación Laboral de la Construcción, creada en 1992 por La Confederación Nacional de la Construcción, la rama sindical del Metal, Construcción y afines de UGT y la Federación Estatal de Construcción, Madera y Afines de CC.OO. Tiene ámbito estatal y su finalidad básica es prestar servicios encaminados a profesionalizar y dignificar los distintos oficios y empleos en el Sector de la Construcción. Para el cumplimiento de sus fines, la Fundación ha establecido una cuota del 0,05% de la masa salarial, de las cuotas a la Seguridad Social.

En la actualidad, la Fundación está constituida por 17 comisiones territoriales que cubren el territorio nacional, excepto Asturias que tiene su propia Fundación. La Fundación dispone de una serie de centros homologados por el INEM o por las Consejerías de Trabajo con capacidades reconocidas en formación profesional. En total hay 40 centros de este tipo. Por otra parte, con el fin de formar a los trabajadores cerca de su lugar de trabajo o residencia, tiene establecidos acuerdos con 310 entidades repartidas en todo el territorio nacional. Se imparten 85 cursos diferentes homologados y se editan textos para garantizar la eficacia de los cursos.

El Instituto Gaudí de Barcelona y la Fundación Laboral del Principado de Asturias son Centros de formación profesional equivalentes a la FLC.

2.5.2. El mercado público y privado

Una valoración del tamaño del mercado público puede hacerse utilizando las cifras de licitación pública de los últimos años. El Informe Anual 1998 de SEOPAN nos facilita datos sobre este segmento del mercado que se resume en los cuadros que siguen:

	1996	1997	1998
<i>Millones de pesetas corrientes</i>	1.748.557	1.769.540	2.801.883
<i>Variación real (%)</i>	22,9	-1,5	55,8
<i>Millones de pesetas constantes de 1980</i>	520.559	512.956	799.422

Fuente: SEOPAN.

Cuadro 2.34.
Evolución de la
licitación pública

Cuadro 2.35.
Parámetros indicativos
de la concurrencia
en las licitaciones
públicas

	1996	1997	1998
<i>Promedio de licitadores</i>	17,8	11,6	9,8
<i>Promedio de bajas en las adjudicaciones (%)</i>	24,3	19,5	12,6

Fuente: SEOPAN.

Puede observarse la relación entre el número medio de licitadores en cada licitación y el promedio de bajas resultantes y, a su vez, su relación con la variación (crecimiento y retracción) del mercado público.

Durante 1999 la tendencia de crecimiento del mercado se ha visto confirmada. Esta tendencia se va a ver reforzada por el Plan de Infraestructuras 2000-2007 anunciado por el Gobierno para los próximos siete años. El Plan hace una previsión de inversión de 19 billones de pesetas procedentes de:

Fondos comunitarios	5,5 billones
Presupuestos del Estado	10,0 billones
Financiación privada	3,5 billones
Total	19,0 billones

El objetivo de este Plan es:

- completar una red de carreteras de alta capacidad,
- modernizar las comunicaciones ferroviarias y la extensión de corredores ferroviarios de altas prestaciones,
- creación de nuevas infraestructuras aeroportuarias capaces de dar respuesta al vertiginoso crecimiento del tráfico aéreo,
- nuevas inversiones en los puertos del Estado que aumenten la capacidad de sus instalaciones y mejoren su competitividad,
- extensión de las más avanzadas redes de telecomunicaciones y la implantación de servicios avanzados en todo el territorio nacional.

En cuanto a la construcción de viviendas, la evolución reciente de este mercado ha sido la siguiente, según datos de SEOPAN:

Cuadro 2.36.
Evolución del número
de viviendas
terminadas

	1996	1997	1998
<i>Viviendas protegidas</i>	46.977	48.592	45.890
<i>Viviendas libres</i>	194.871	224.332	226.631
<i>Total promoción privada</i>	241.848	272.924	272.521
<i>Promoción pública</i>	32.451	26.134	25.407
<i>Total terminadas</i>	274.299	299.058	297.928

Fuente: SEOPAN.

Por otra parte, las viviendas iniciadas han sido las siguientes:

Cuadro 2.37.
Evolución del número
de viviendas iniciadas

	1996	1997	1998
Viviendas protegidas	41.511	39.966	40.175
Viviendas libres	224.252	258.337	351.377
Total promoción privada	265.763	298.303	391.552
Promoción pública	21.349	24.429	15.828
Total iniciadas	287.112	322.732	407.380

Fuente: SEOPAN.

Este tono de actividad se mantiene igualmente en otros productos inmobiliarios como hoteles, oficinas, centros comerciales, parques de ocio, inmuebles industriales... y favorece el clima innovador: especialmente, la citada inversión en infraestructuras va a exigir desarrollos tecnológicos a las empresas del sector porque, entre otras razones, va a ser necesario incrementar los ritmos de producción de forma competitiva.

LAS CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES

Las décadas de los años sesenta, setenta y ochenta fueron en España el periodo en el cual se produjo la gran industrialización del país, para convertirlo en una potencia económica, con un nivel tecnológico equivalente a los países más avanzados de Europa. Se dio un fuerte impulso a la Industria Petroquímica, se modernizó la Siderurgia, se construyeron fábricas de automóviles de alta capacidad de producción y se puso en marcha un buen número de centrales térmicas y nucleares. Estos grandes sectores dieron lugar a la creación de una auténtica malla de industria auxiliar, que transformó el país, pasando de ser fundamentalmente agrícola, a uno industrializado. La capacidad de aprendizaje de los ingenieros españoles se demostró que era muy alta, pues en pocos años las nuevas tecnologías fueron absorbidas y dominadas totalmente.

La construcción de centrales nucleares, en las que se aplicaron por primera vez sistemas de garantía de calidad, sirvió para que grandes sectores del país, relacionados con la construcción, avanzaran de forma notable en sus métodos y procedimientos para alcanzar altos grados de calidad. En otras industrias, relacionadas con la construcción, como el vidrio, el cemento, el acero, el aluminio, los plásticos y el de materiales se produjeron los mismos avances. El Sector de la Ingeniería Industrial, que comenzó, en muchos casos, de la mano de empresas extranjeras, se ha independizado, habiendo alcanzado un alto nivel tecnológico.

Esta es la historia reciente, pero ¿dónde estamos ahora? En un país industrializado, con necesidad de competir con otros igualmente avanzados o más, en una economía globalizada, donde la subsistencia está basada en la tecnología y la competitividad. Las construcciones industriales hoy van por el camino de la incorporación continua de nuevas tecnologías, reducción de los consumos energéticos (plantas de cogeneración), incorporación de nueva instrumentación y sistemas de automatización de las plantas, incorporación de la informática para el control y gestión de las unidades de producción y gestión de almacenes, fabricación de productos a costes iguales o menores que los competidores europeos y con una calidad adaptada a la normativa internacional. No es previsible que se construyan demasiadas nuevas plantas industriales, salvo en el Sector Energético. El déficit de producción de energía eléctrica, que se va a producir en los próximos años, obligará a construir nuevas plantas de producción de electricidad, bien replanteándose la moratoria nuclear, poco contaminante, si se

resuelve el problema de los residuos, o bien construyendo nuevas centrales térmicas de ciclo combinado, utilizando como combustible el gas natural, de origen foráneo.

En tecnologías, tanto de diseño, como de construcción industrial y, sobre todo, en procesos de fabricación se está avanzando en el desarrollo de tecnologías propias donde la innovación será una herramienta indispensable.

2.5.3. La regulación

La actividad de construcción está muy regulada con revisiones y actualizaciones periódicas de lo regulado. Es ese afán regulador un índice del esfuerzo innovador, toda vez que lo que pretende es la mejora de calidades y prestaciones finales; es, desde luego, un esfuerzo colectivo que no se concentra en ninguna empresa particular. En todo caso son las asociaciones empresariales las que solicitan, impulsan o apoyan las regulaciones necesarias a las administraciones. Y es siempre la Administración, o sus órganos, quien dirige y, finalmente, aprueba las normas reguladoras.

Existe normativa de ámbito nacional y otras de ámbito autonómico, que a su vez pueden ser obligatorias (reglamentos técnicos como las instrucciones técnicas, los pliegos de prescripciones técnicas generales, la normativa básica de edificación...) o voluntarias (como las Normas elaboradas por la Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR, los documentos de idoneidad técnica, las normas tecnológicas de edificación, los documentos europeos armonizados,...). Existe confusión con algunas normas voluntarias que algunas administraciones hacen obligatorias.

Una disposición de aplicación general es el RD 1630/1992, en el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción en aplicación de la *Directiva de Productos de Construcción*. Esta Directiva obliga a una armonización de la normativa de los países europeos y a una puesta al día de lo regulado para los productos de este hipersector (materiales y productos finales). Este esfuerzo, tanto nacional como comunitario, está impulsando la investigación pre-normativa, desarrollada por lo general en centros oficiales. La certificación de producto que exige la Directiva tiene hasta el momento un proceso lento que será necesario acelerar.

El proceso de definición de un reglamento técnico de la Administración General del Estado es muy complejo y varía con su rango; pueden intervenir a lo largo del proceso el órgano legislador, la comisión interministerial si procede, la oficina presupuestaria del departamento, la Junta Consultiva de Contratación Administrativa y el Consejo de Estado si es preceptivo; es necesario remitir el proyecto a la Comisión de las Comunidades Europeas y a la Organización Mundial de Comercio si afecta a especificaciones de productos; la Secretaría General Técnica com-

petente elabora un informe para su aprobación y publicación en el BOE; finalmente se remite a la Comisión europea el texto publicado.

Al margen de estas líneas específicas del hipersector, el uso casi generalizado de las Normas ISO 9000 y 14000 ha impulsado también en las empresas la revisión de sus procesos, su mejora y, en definitiva, su innovación. Estos esfuerzos, como tantos otros de este hipersector, tampoco quedan registrados.

Todas las actuaciones relacionadas con la regulación que necesariamente habrá que poner a punto van a favorecer la innovación, especialmente la investigación prenormativa seguida de los correspondientes desarrollos tecnológicos en las empresas para su cumplimiento. También las recientes disposiciones fiscales mencionadas en otro capítulo afectarán directamente a la innovación de un modo positivo. En cualquier caso, la normativa debe establecerse de modo que no impida ni coarte la innovación.

3

Las características funcionales de la innovación de la construcción



3.1. Inputs

3.1.1. El gasto empresarial en I+D

Disponemos de información reciente correspondiente a este concepto, facilitada por el INE para 1998. La relativa a fabricación de materiales es la siguiente:

<i>Rama de actividad</i>	<i>I+D (%)</i>	<i>Ventas (Mpts)</i>	<i>Gasto I+D (Mpts)</i>
Áridos	0,000	109.691	0
Vidrio	0,848	199.048	1.688
Cerámica Sanitaria	0,750	129.778	973
Cerámica Plana	0,299	395.739	1.183
Ladrillos	0,195	112.552	219
Cemento	0,078	310.695	242
Cal	2,534	14.267	361
Yeso	0,594	65.626	390
Elementos de Hormigón	0,150	337.834	507
Hormigón Fresco	0,017	376.086	64
Fibrocemento	0,962	60.833	585
Elementos Metálicos	0,152	981.158	1.491
		3.093.307	7.705
		% sobre Ventas	0,249%

Cuadro 3.1.
Gasto en I+D
de los fabricantes
de materiales. 1998

Fuente: INE.

En la información análoga del Sector de Fabricantes de Maquinaria para las industrias extractivas y la construcción (CNAE 2952) para ese mismo año de 1998, el gasto empresarial en I+D asciende a 0,641% de la cifra de negocios de ese sector.

Por su parte, la Construcción (CNAE 45) ha tenido unos gastos en I+D sobre la cifra de negocios de 1997 del 0,010%. El gasto para 1998 podría estimarse extrapolando el gasto de 1997 en proporción al incremento global del gasto en I+D. Así, tendríamos:

$$0,010\% * 0,95\% / 0,90\% = 0,011\%$$

para el gasto en I+D de las empresas del Sector Construcción (CNAE 45) en 1998.

En relación con los materiales se puede admitir que el porcentaje es el obtenido anteriormente para el grupo citado, que supone un porcentaje significativo de todos ellos. Con estas hipótesis se puede estimar el gasto en I+D del hipersector de la Construcción:

Cuadro 3.2.
Gasto en I+D
de las empresas
del hipersector

<i>Empresas</i>	<i>% parcial</i>	<i>Peso</i>	<i>Factor de corrección</i>	<i>% del Hipersectr</i>
<i>Constructoras</i>	0,011	0,54	1	0,006
<i>Fabricantes de materiales</i>	0,249	0,43	1	0,107
<i>Fabricantes de maquinaria</i>	0,641	0,03	0,5	0,009
TOTAL del HIPERSECTOR				0,122

Fuente: Elaboración propia.

La columna de peso es una estimación del peso relativo de la contribución media de cada sector; el 3% de la maquinaria es un valor medio para los diferentes tipos de obra. El factor de corrección que se aplica a los fabricantes de maquinaria proviene de la consideración de que sólo aproximadamente el 50% de la maquinaria empleada es nacional de acuerdo con los datos disponibles. Quiere esto decir *que el esfuerzo conjunto del hipersector de la Construcción es del 0,122%*.

Aparte de los indicadores generales del esfuerzo en I+D de cada grupo de agentes, se ha realizado una búsqueda en los listados de subvenciones concedidas por el Ministerio de Industria entre 1996 y 1998 a empresas del hipersector que estudiamos, apoyadas en diferentes programas de ese Ministerio. El análisis ha sido laborioso por no estar la Construcción como atributo reconocible en las bases de datos que recogen estas ayudas. El resultado de la búsqueda se recoge a continuación.

Cuadro 3.3.
Número de proyectos
subvencionados
e importes
de las subvenciones
(entre 1996 y 1998)

<i>Tipo de solicitante</i>	<i>Ensayos</i>	<i>Técnicas Procesos de constuc- tivos</i>		<i>Fabricación de mate- riales</i>		<i>TOTAL</i>
		<i>proyecto</i>		<i>Mate- riales</i>	<i>de mate- riales</i>	
<i>Institución oficial o Asociación</i>	10	3	1	5	24	43
<i>Ingeniería</i>	2	5	3	0	1	11
<i>Empresa constructora</i>	2	4	17	5	0	28
<i>Fabricante de materiales</i>	1	0	0	22	31	54
<i>Laboratorio de control</i>	8	1	1	5	1	16
TOTAL	23	13	22	37	57	152

<i>Tipo de solicitante</i>	<i>Ensayos</i>	<i>Técnicas Procesos de constuc- tivos</i>		<i>Fabricación de mate- riales</i>		<i>TOTAL</i>
		<i>proyecto</i>		<i>Mate- riales</i>	<i>de mate- riales</i>	
<i>Institución oficial o Asociación</i>	45,8	20,8	10,3	24,7	128,7	230,3
<i>Ingeniería</i>	12	47,1	22,7	0	2	83,8
<i>Empresa constructora</i>	17,8	38,2	158,5	64,4	0	278,9
<i>Fabricante de materiales</i>	5,5	0	0	258,5	277	541
<i>Laboratorio de control</i>	37,4	8,8	4,3	33	11,1	94,6
TOTAL	118,5	114,9	195,8	380,6	418,8	1228,6

Fuente: Elaboración propia.

Si se admite que las empresas han aportado unas cuantías equivalentes a las aportadas por el Ministerio, se deduce que en el conjunto de los proyectos subvencionados se ha realizado un esfuerzo en I+D de unos 2.500 millones de pesetas para el conjunto de empresas constructoras y fabricantes de materiales en esos tres años.

Igualmente se han detectado 7 proyectos financiados en 1997 por el Programa Nacional de Materiales del Plan Nacional de I+D por un importe de 174,2 millones de pesetas.

Por otra parte, una serie de consultas en las bases de datos de la Unión Europea nos ha permitido detectar un grupo de proyectos relacionados con construcción y subvencionados por diversos programas comunitarios de apoyo a la investigación, en los que han intervenido o intervienen aún empresas españolas. De estos 39 proyectos, aunque no se dispone de sus cuantías económicas individuales, hay cifras del conjunto facilitadas por CDTI:

<i>Tipo de Proyectos</i>	<i>Importe total de la subvención de los proyectos</i>	<i>Importe de la subvención recibida por la parte española</i>
<i>Brite-Euram</i>	<i>39,0 M euros</i>	<i>7,7 M euros</i>
<i>Craft</i>	<i>5,5 M euros</i>	<i>0,3 M euros</i>
<i>Total</i>	<i>44,5 M euros</i>	<i>8,0 M euros</i>

Cuadro 3.4.
Proyectos subvencionados por la UE

Fuente: *Elaboración propia.*

Estos proyectos que subvenciona la UE, todavía dentro del IV Programa Marco, tienen relación en una buena parte con los materiales. Varios de los proyectos señalados en los que participan empresas españolas están dentro del macroproyecto denominado *Environmentally Friendly Construction Technologies* que lidera ECCREDI, asociación europea en el ámbito de la innovación de la construcción.

3.1.2. Uso y destino de I+D en las empresas del hipersector de la Construcción

El sistema nacional de innovación es la síntesis de un conjunto de sistemas sectoriales de innovación que actúan dentro de cada uno de ellos e interactúan entre ellos mismos. Por tanto, el análisis de un sistema sectorial de innovación, como el de la construcción, no quedaría completo si no presentara una visión de cómo interacciona dicho sistema con el resto de sistemas sectoriales de innovación para lograr los objetivos marcados en el sistema en cuestión.

Para una aproximación a la interacción entre sistemas, se dispone como fuente de información la Estadística sobre las actividades en investigación científica y desa-

rollo tecnológico (I+D), elaborada por el Instituto Nacional de Estadística (INE), ya que en esta encuesta se pregunta a las empresas cuáles son las ramas de actividad que utilizan la investigación que ellas realizan y se les pide que distribuyan sus gastos corrientes en I+D según las ramas usuarias de su investigación (utilización de la I+D). Esta información se puede integrar en una tabla de doble entrada de recursos-empleos, cuyas filas serían las diferentes ramas de actividad que realizan I+D y las columnas, los distintos sectores que utilizan esa investigación. Sin embargo, para el análisis concreto del hipersector de la construcción se considera conveniente, para tener una visión de conjunto del sector, que en caso contrario quedaría difuminada en una matriz de 44x44 sectores (los publicados por el INE), más las marginales, en total, una matriz de 45x45 celdas, el extraer las ramas que componen el hipersector de la construcción y organizar la información en dos cuadros, uno de utilización de I+D por el hipersector de la construcción según la rama de actividad que se la facilita y otro de destino de la I+D realizada por el hipersector de la construcción (véanse cuadros 3.5 y 3.6). Lógicamente, las celdas en las que coinciden los mismos sectores tienen el mismo resultado porque es la información extraída de una tabla de doble entrada, en concreto, de las celdas de la diagonal principal. Los resultados contenidos en estas celdas, cruce de los mismos sectores, representan el autoconsumo de cada sector.

Las ramas de actividad que componen el Sector de la Construcción han sido elegidas a partir de los sectores publicados por el INE:

- Productos minerales no metálicos CNAE 26
- Construcción CNAE 45

El grado de coincidencia con el hipersector de la Construcción definido al inicio de este estudio es bastante elevado.

Los datos están referidos al año 1997 y, antes de pasar a comentar los resultados obtenidos, conviene también resaltar que los resultados de este análisis, en cuanto a gastos corrientes en I+D realizados por las diferentes ramas de actividad, no coinciden con los publicados por el INE. La razón estriba en que este organismo sigue en su publicación la metodología utilizada por la OCDE, que recomienda que la I+D realizada por las asociaciones de investigación al servicio de un determinado grupo de empresas y la realizada por empresas de I+D creadas por otras empresas específicas para que realicen sus actividades de investigación, debe asignarse al sector que utiliza esa investigación como si la hubiera realizado él mismo. Sin embargo, si para este estudio se utilizara el criterio de la OCDE, los resultados quedarían distorsionados, porque lo que realmente se quiere medir es quién realiza la I+D y quién la utiliza.

El hipersector de la Construcción autoconsume, en su conjunto, 2.078 millones de pesetas de gastos en I+D. Esta cifra representa el 41% del gasto realizado en I+D

o, lo que es lo mismo, el otro 59% restante de la I+D del hipersector es utilizada por otras ramas de actividad diferentes a las del hipersector. Además, la I+D realizada por el Sector de la Construcción se encuentra muy distribuida entre estas ramas usuarias de su investigación, entre las que destacan la de fabricación de productos metálicos, que utiliza el 9% del total de la I+D del hipersector y la de otras manufacturas, con el 5%. El resto se encuentra muy distribuido en porcentajes pequeños entre otras ramas de actividad.

Por el lado de la utilización, el Sector de la Construcción aprovecha para sí misma el 39% de la I+D y el 61% restante de otras ramas diferentes a las que componen el hipersector. Dentro de este grupo de empresas que realizan I+D para ser utilizada por el hipersector de la construcción destacan las de extractivas (6%), fabricación de productos metálicos (8%) y especialmente las empresas de servicios de I+D, de las que se llevan el 13% de la I+D utilizada por el hipersector. Este último porcentaje se refiere básicamente al grado en que las empresas del sector utilizan I+D realizada por sus propias asociaciones de investigación y, en su caso, por las empresas creadas por ellas mismas para que realicen su investigación.

Por destino de la I+D realizada por todo el hipersector de la Construcción, se observa que la rama de productos minerales no metálicos es la principal usuaria de sus actividades, con el 32% del total, seguida por las ramas de construcción, con el 31% y, ya lo hemos señalado antes, de fabricación de productos metálicos, con el 9%.

Por procedencia de la I+D utilizada por el hipersector, la rama de productos minerales no metálicos es la principal suministradora (50% del total de la I+D utilizada) y, a continuación, ya se ha mencionado anteriormente, las empresas de servicios de I+D (13%).

Vamos a analizar ahora rama por rama, de entre las que componen el hipersector de la Construcción, a dónde va su I+D realizada y de dónde procede la I+D que utiliza.

La rama de productos minerales no metálicos, que destina para sus propios fines el 38% de su I+D realizada, tiene como principales clientes de su actividad investigadora a las empresas de la construcción (25% del total), a las de fabricación de productos metálicos (10%) y a las empresas englobadas en el epígrafe de otras manufacturas (6%). Por el contrario, de toda la I+D utilizada por las empresas de productos minerales no metálicos, casi las dos terceras partes proceden de ellas mismas, un 14% de las industrias extractivas y otro 10% de las empresas de servicios de I+D.

Cuadro 3.5.
I+D utilizada
por el hipersector
de la Construcción,
según la rama
de actividad que
la realiza
(miles de pesetas)

	Utilización de I+D					
	TOTAL		Construcción		Minerales no metálicos	
	(miles ptas.)	(%)	(miles ptas.)	(%)	(miles ptas.)	(%)
<i>Extractivas</i>	340.504	6,33	0	0,00	340.504	13,66
<i>Química (excepto farmacia)</i>	254.049	4,72	156.194	5,42	97.855	3,92
<i>Caucho y plástico</i>	41.030	0,76	14.830	0,51	26.200	1,05
<i>Minerales no metálicos</i>	2.699.264	50,20	1.082.359	37,53	1.616.905	64,85
<i>Metales férricos</i>	34.167	0,64	34.167	1,18	0	0,00
<i>Productos metálicos</i>	412.836	7,68	412.836	14,31	0	0,00
<i>Maquinaria y equipo mecánico</i>	62.412	1,16	62.412	2,16	0	0,00
<i>Material eléctrico</i>	73.667	1,37	0	0,00	73.667	2,95
<i>Aparatos RTV y comunicaciones</i>	11.070	0,21	11.070	0,38	0	0,00
<i>Instrumentos</i>	28.331	0,53	28.331	0,98	0	0,00
<i>Automóviles</i>	19.000	0,35	0	0,00	19.000	0,76
<i>Electricidad, gas y agua</i>	8.798	0,16	8.798	0,31	0	0,00
<i>Construcción</i>	461.130	8,58	461.130	15,99	0	0,00
<i>Software</i>	45.275	0,84	45.275	1,57	0	0,00
<i>Otras actividades informáticas</i>	10.094	0,19	9.247	0,32	847	0,03
<i>Servicios de I+D</i>	707.806	13,16	446.273	15,47	261.533	10,49
<i>Servicios a empresas</i>	167.967	3,12	111.301	3,86	56.666	2,27
TOTAL	5.377.401	100,00	2.884.223	100,00	2.493.178	100,00

Fuente: INE.

La rama de la construcción destina a sus propias empresas el 60% de la I+D realizada por ellas mismas y un 14% al sector de fabricación de instrumentos de precisión. Por el enfoque de la utilización, las empresas de la construcción utilizan la I+D realizada por las empresas de fabricación de productos minerales no metálicos (38% del total utilizado), autoconsumen un 16% y se nutren también de la I+D de las empresas de servicios de I+D (15%) y de las de fabricación de productos metálicos (14%).

Cuadro 3.6.
I+D realizada por
el hipersector
de la construcción,
según la rama
de actividad
a la que va destinada
(miles de pesetas)

	<i>Destino de I+D</i>					
	<i>TOTAL</i>		<i>Construcción</i>		<i>Minerales no metálicos</i>	
	<i>(miles ptas.)</i>	<i>(%)</i>	<i>(miles ptas.)</i>	<i>(%)</i>	<i>(miles ptas.)</i>	<i>(%)</i>
<i>Agricultura</i>	13.831	0,27	10.531	1,37	3.300	0,08
<i>Textil</i>	9.249	0,18	0	0,00	9.249	0,22
<i>Cartón y papel</i>	6.925	0,14	0	0,00	6.925	0,16
<i>Refino de petróleo</i>	82.890	1,65	0	0,00	82.890	1,94
<i>Química (excepto farmacia)</i>	157.528	3,13	0	0,00	157.528	3,69
<i>Productos farmacéuticos</i>	17.200	0,34	0	0,00	17.200	0,40
<i>Caucho y plástico</i>	132.138	2,62	0	0,00	132.138	3,10
<i>Minerales no metálicos</i>	1.616.905	32,12	0	0,00	1.616.905	37,90
<i>Metales féreos</i>	4.950	0,10	0	0,00	4.950	0,12
<i>Productos metálicos</i>	455.898	9,06	13.000	1,69	442.898	10,38
<i>Maquinaria y equipo mecánico</i>	18.296	0,36	0	0,00	18.296	0,43
<i>Componentes electrónicos</i>	10.531	0,21	10.531	1,37	0	0,00
<i>Aparatos RTV y comunicaciones</i>	138.136	2,74	17.907	2,33	120.229	2,82
<i>Instrumentos</i>	107.444	2,13	107.444	13,99	0	0,00
<i>Automóviles</i>	150.429	2,99	0	0,00	150.429	3,53
<i>Otro material de transporte</i>	1.650	0,03	0	0,00	1.650	0,04
<i>Otras manufacturas</i>	274.172	5,45	0	0,00	274.172	6,43
<i>Reciclaje</i>	84.326	1,68	5.266	0,69	79.060	1,85
<i>Electricidad, gas y agua</i>	85.516	1,70	58.270	7,59	27.246	0,64
<i>Construcción</i>	1.543.489	30,66	461.130	60,06	1.082.359	25,37
<i>Telecomunicaciones</i>	14.950	0,30	0	0,00	14.950	0,35
<i>Software</i>	29.966	0,60	15.000	1,95	14.966	0,35
<i>Otras actividades informáticas</i>	68.722	1,37	68.722	8,95	0	0,00
<i>Servicios de I+D</i>	8.850	0,18	0	0,00	8.850	0,21
TOTAL	5.033.992	100,00	767.802	100,00	4.266.190	100,00

Fuente: INE.

3.1.3. La adquisición de tecnología no incorporada

En relación con la tecnología no incorporada (patentes, royalties, etc.), disponemos de información del INE procedente de una consulta específica para 1998. Para los fabricantes de materiales el resultado es el siguiente:

Cuadro 3.7.
Adquisición
de inmovilizado
inmaterial
de los fabricantes
de materiales

<i>Rama de actividad</i>	<i>% Adq. Patentes</i>	<i>Ventas (Mpts)</i>	<i>Gasto Innovación (Mpts)</i>
<i>Áridos</i>	<i>0,000</i>	<i>109.691</i>	<i>0</i>
<i>Vidrio</i>	<i>0,092</i>	<i>199.048</i>	<i>183</i>
<i>Cerámica Sanitaria</i>	<i>0,200</i>	<i>129.778</i>	<i>260</i>
<i>Cerámica Plana</i>	<i>0,017</i>	<i>395.739</i>	<i>67</i>
<i>Ladrillos</i>	<i>0,108</i>	<i>112.552</i>	<i>122</i>
<i>Cemento</i>	<i>0,008</i>	<i>310.695</i>	<i>25</i>
<i>Cal</i>	<i>0,000</i>	<i>14.267</i>	<i>0</i>
<i>Yeso</i>	<i>0,000</i>	<i>65.626</i>	<i>0</i>
<i>Elementos de Hormigón</i>	<i>0,032</i>	<i>337.834</i>	<i>108</i>
<i>Hormigón Fresco</i>	<i>0,000</i>	<i>376.086</i>	<i>0</i>
<i>Fibro cemento</i>	<i>0,011</i>	<i>60.833</i>	<i>7</i>
<i>Elementos Metálicos</i>	<i>0,014</i>	<i>981.158</i>	<i>137</i>
		3.093.307	909
		% sobre ventas	0,029%

Fuente: INE.

La cifra correspondiente a los fabricantes de maquinaria de construcción es cero para 1998, cuando en 1996 había sido del 0,030%. No hay cifras disponibles de las empresas constructoras.

Según la Central de Balances del Banco de España, los pagos al extranjero por transferencia de tecnología del sector de la Construcción sólo representó en 1996 un 0,3% del total de pagos efectuados.

3.1.4. Adquisición de inmovilizado material y otros gastos en innovación

La adquisición de inmovilizado material (equipos de maquinaria para procesos innovadores, etcétera) y otros gastos en innovación suponen un *0,961% de la cifra de negocio de los fabricantes de materiales*, según la mencionada consulta específica al INE (cuadro 3.8). En la cifra obtenida tiene una gran influencia la inversión del sector de la cerámica de ladrillos que, al parecer, hizo ese año inversiones fuertes en modernización de los hornos.

La cifra equivalente para los *fabricantes de maquinaria* es de *0,381%* para 1998. No se dispone de cifras para las constructoras.

De los Servicios Técnicos no hay datos, pero es evidente la adquisición de equipos informáticos, de dibujo y de reproducción con que se han equipado estas empresas en los últimos años.

Cuadro 3.8.
Adquisición
de inmovilizado
material y otros gastos
de los fabricantes
de materiales

<i>Rama de actividad</i>	<i>Gasto en maquinaria (%)</i>	<i>Otros gastos de innovación (%)</i>	<i>Maquinaria y otros gastos (%)</i>	<i>Ventas (Mpts)</i>	<i>Gasto en adquisición de maquinaria y otros gastos en innovación. (Mpts)</i>
Áridos	0,041	0,000	0,041	109.691	45
Vidrio	0,540	0,412	0,952	199.048	1.895
Cerámica Sanitaria	0,007	0,002	0,009	129.778	12
Cerámica Plana	1,015	0,524	1,539	395.739	6.090
Ladrillos	8,468	0,140	8,608	112.552	9.688
Cemento	0,304	0,037	0,341	310.695	1.059
Cal	1,277	0,977	2,254	14.267	322
Yeso	0,022	0,480	0,502	65.626	329
Elementos de Hormigón	1,357	0,119	1,476	337.834	4.986
Hormigón Fresco	0,427	0,062	0,489	376.086	1.839
Fibrocemento	0,598	0,274	0,872	60.833	530
Elementos Metálicos	0,247	0,053	0,300	981.158	2.943
				3.093.307	29.740
				% sobre Ventas	0,961%

Fuente: INE.

3.1.5. Patrones de incorporación de personal tecnológico

No hay datos fiables de este concepto. En las grandes constructoras se ha producido en los últimos años un flujo más intenso de lo habitual, inducido por los procesos de concentración, que han producido una destecnificación por la salida de los más veteranos, aunque se ha mantenido un razonable ritmo de entradas de ingenieros jóvenes en el último año.

Las constructoras medianas y pequeñas no incorporan personal titulado con los mismos criterios, al tratarse en muchos casos de empresas familiares o con una estructura muy centrada en su dueño.

Los grandes fabricantes de materiales tienen unas estructuras estables y las incorporaciones no suponen un flujo significativo. Los pequeños son empresas familiares con poco acceso a personal titulado. Esta tónica se mantiene en los fabricantes de maquinaria en menor medida. Entre los fabricantes de ladrillos, recientemente y debido a las necesidades derivadas de la implantación de sistemas de aseguramiento de la calidad (ISO 9002), se ha producido un cambio en la tendencia, que comienza a paliar la escasez endémica de técnicos en este sector. Se puede estimar la incorporación de 25 técnicos/año, durante los últimos tres

años. En la UE, el porcentaje de técnicos sobre el total del personal empleado es muy superior al español. Los Servicios Técnicos sí están absorbiendo personal titulado por el crecimiento del sector.

3.1.6. Esfuerzo innovador

La Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las empresas del INE no abarca la rama de la Construcción (CNAE 45). La única fuente disponible es la estadística de I+D, pero el problema es que esta encuesta se dirige sólo a las empresas que realizan I+D sistemática. Por este motivo, sólo se dispone de información de la innovación realizada por estas empresas (11 en total), aunque por la estructura del sector, por el ámbito abarcado por las empresas encuestadas y por las características de la innovación en estas empresas de I+D, se puede considerar que el análisis de la innovación en las empresas con I+D sistemática es una aproximación válida para el análisis del fenómeno de la innovación en todas las empresas constructoras. No obstante, el lector deberá tener en cuenta estas limitaciones a la hora de obtener conclusiones de los resultados que ahora se presentan.

Los gastos en innovación de las empresas de I+D de la rama de la Construcción (véase cuadro 3.9) alcanzaron 1.193 millones de pesetas en 1997, de las cuales el 53% corresponde al grupo de las pequeñas y medianas empresas, básicamente formado por asociaciones de investigación y empresas muy especializadas, y el resto, a las grandes empresas constructoras.

Cuadro 3.9.
Intensidad
de innovación y de I+D
en las empresas de
I+D de la construcción.
Año 1997

	<i>Cifra de negocios (miles de pesetas)</i>	<i>Gastos en innovación (miles de pesetas)</i>	<i>Intensidad de innovación (%)</i>	<i>Intensidad de I+D (%)</i>
<250 empleados	7.421.561	628.407	8,47	6,49
>250 empleados	819.175.000	564.960	0,07	0,07
Total	826.596.561	1.193.367	0,14	0,13

Fuente: INE.

En cuanto al esfuerzo innovador que estos gastos suponen o intensidad de innovación, los gastos en innovación en porcentaje de la cifra de negocios de las empresas de I+D de la rama de la Construcción es de 0,14, que es un resultado bastante bajo y en el que influye el peso en la cifra de negocios de las grandes empresas constructoras, ya que su intensidad innovadora es 0.07, mientras que el de las pequeñas y medianas empresas alcanza el 8,5. Por otra parte, el esfuerzo en I+D de ambos grupos de empresas, medido por los gastos internos en I+D sistemática respecto de la cifra de negocios de las empresas de I+D, denominado intensidad de I+D, es 6,5 en las pequeñas y medianas empresas y 0,07 en las

empresas con 250 y más empleados, por lo que en el conjunto de las empresas de I+D, sus gastos en I+D sólo suponen el 0,13% de su cifra de negocios.

El proceso de innovación de estas empresas de I+D está casi exclusivamente centrado en la realización o compra de actividades de I+D (más del 95% del gasto total en innovación) en detrimento del resto de actividades innovadoras. La realización de actividades internas de I+D supone el 88% del gasto en innovación y la compra de servicios externos de I+D, el 7% restante (véase cuadro 3.9). El importante sesgo hacia la actividad de I+D en el proceso de innovación tiene como consecuencia que el resto de actividades innovadoras apenas tenga influencia en el gasto total en innovación. Sólo la compra de maquinaria y equipo (casi el 5% del total) tiene alguna transcendencia.

Es de resaltar el hecho de que no se ha detectado ningún gasto en las siguientes actividades innovadoras: diseño e ingeniería industrial y producción experimental, formación y comercialización de innovaciones. Lógicamente, parte de este fenómeno queda explicado porque, en la Construcción, la innovación está orientada fundamentalmente a los procesos y técnicas de construcción, en vez de como sucede en otros sectores, que se orienta a los productos. La adquisición de tecnología inmaterial sólo representa el 0,2% de los gastos totales en innovación. No obstante, en estos resultados cabe distinguir, por un lado, la innovación en las pequeñas y medianas empresas y, por el otro, en las grandes empresas.

	<i>Gastos innovación</i>	<i>I+D interna</i>	<i>I+D externa</i>	<i>Tecno- logía inmaterial</i>	<i>Maqui- naria y equipo</i>	<i>Diseño y prepro- ducción</i>	<i>Comercia- lización</i>	<i>Forma- ción</i>
<250 empleados	628.407	76,59	14,14	0,35	8,91	0,00	0,00	0,00
>250 empleados	564.690	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1.193.367	87,67	7,45	0,19	4,69	0,00	0,00	0,00

Fuente: INE.

En el estrato de las pequeñas y medianas empresas, que, como ya se ha señalado anteriormente, no está formado por PYMES de la Construcción en general, sino por empresas de servicios de I+D de la Construcción y por otras empresas muy especializadas en determinados aspectos de esta actividad, su proceso de innovación, sin duda muy sesgado a la I+D, presenta, al menos, un 10% de gastos de innovación en compra de maquinaria y equipo y utilizan una pequeña parte de esos gastos (0,4%) en la compra de tecnología inmaterial (patentes, licencias, *know-how*, etc.).

Sin embargo, en las grandes empresas de la construcción el 100% de sus gastos en innovación corresponden a actividades internas de I+D, un porcentaje excesivamente alto para un sector considerado de baja intensidad tecnológica. Es muy

Cuadro 3.10.
Gastos totales (miles de pesetas) en innovación y su distribución por actividades innovadoras de las empresas de I+D. Año 1997 (en porcentaje de los gastos totales en innovación)

probable que las empresas constructoras no vean reflejada su actividad innovadora en el cuestionario de innovación basado en la metodología de la OCDE y, al final, incluyan en investigación todos sus gastos en actividades innovadoras o, por el contrario, excluyan el resto de sus actividades innovadoras al no encontrar una correspondencia clara entre sus actividades y las correspondientes a las del manual de Oslo de la OCDE. Esta segunda posibilidad se considera la más plausible, dado lo específica que es la actividad constructora.

Con los datos anteriores, se puede adelantar un valor indicativo del esfuerzo innovador del hipersector para el año 1998: si se admite que los gastos de innovación de las constructoras es un 1,10 veces los gastos en I+D, tendremos que los gastos de innovación para 1998 serán $0,011\% * 1,10 = 0,012\%$. Como integración de todos los datos manejados hasta aquí, tenemos para 1998:

Cuadro 3.11. Gastos de innovación del hipersector

<i>Empresas</i>	<i>% Gastos I+D</i>	<i>% Adquisición inmovilizado inmaterial</i>	<i>% Adquisición inmovilizado material</i>	<i>% Gastos innovación</i>
<i>Constructoras</i>				<i>0,012</i>
<i>Fabricantes de Materiales</i>	<i>0,249</i>	<i>0,029</i>	<i>0,961</i>	<i>1,236</i>
<i>Fabricantes de Maquinaria</i>	<i>0,641</i>	<i>0</i>	<i>0,381</i>	<i>1,022</i>

Fuente: INE.

Teniendo en cuenta la contribución de cada sector al esfuerzo conjunto, tendremos finalmente:

Cuadro 3.12. Gastos en innovación del hipersector

<i>Empresas</i>	<i>% Gastos innovación</i>	<i>Peso</i>	<i>Factor de corrección</i>	<i>% Integrado</i>
<i>Constructoras</i>	<i>0,012</i>	<i>0,54</i>	<i>1</i>	<i>0,006</i>
<i>Fabricantes de Materiales</i>	<i>1,239</i>	<i>0,43</i>	<i>1</i>	<i>0,533</i>
<i>Fabricantes de Maquinaria</i>	<i>1,022</i>	<i>0,03</i>	<i>0,5</i>	<i>0,015</i>
<i>HIPERSECTOR</i>				<i>0,554</i>

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, *el esfuerzo conjunto en innovación del hipersector asciende a un 0,554% de la cifra de negocio, siendo su esfuerzo conjunto en I+D de 0,122% en todo el mundo industrial*

Al porcentaje obtenido habría que agregar, de acuerdo con la definición admitida de innovación, los gastos de definición del producto que pueden deducirse de la actividad de los Servicios Técnicos en una cuantía que se puede acotar. El conjunto de la actividad de la ingeniería civil como la de arquitectura vienen a suponer un 5% de la producción en construcción como se deduce a continuación.

<i>Actividad de la Ingeniería Civil (apartado 2.1.3)</i>	<i>121.000 millones</i>
<i>Obra Civil (cuadro 1.1)</i>	<i>2.387.100 millones</i>
<i>% que supone la Ingeniería Civil sobre la Obra Civil</i>	<i>5,07%</i>
<i>Actividad de los Servicios Técnicos de Arquitectura (Cuadro 2.15)</i>	<i>453.070 millones</i>
<i>Edificación (cuadro 1.1)</i>	<i>8.884.200 millones</i>
<i>% que supone la Arquitectura sobre la Edificación</i>	<i>5,10%</i>

Los gastos de proyecto (definición del producto «construcción») vienen a ser un 40% de la cifra anterior, correspondiendo el resto a la actividad de dirección técnica de obras y estudios diversos. Si admitimos, como dice el INE, que sólo el 7% de los productos de construcción son innovadores, *el gasto de innovación asimilable a la definición del producto*, tal y como se utiliza en otros sectores industriales, *será un 0,140%*. En consecuencia, se puede admitir que *en Construcción se realiza un esfuerzo conjunto en innovación que asciende al 0,694%*. Hay que recordar que en todo el mundo industrial el gasto en innovación es un *1,64%*.

3.2. Outputs

3.2.1. Publicaciones

El Sector de la Construcción es un sector tradicional, no puntero en investigación, en el cual se lleva a cabo poca investigación básica en España. Predominan las publicaciones en revistas españolas (ICYT, 94%) frente a las de circulación internacional (SCI, 6%), dato acorde con el carácter aplicado y de interés eminentemente local del sector. Hay que señalar que las publicaciones españolas en tecnologías de la construcción suponen un 2% del total de las publicaciones españolas en tecnología en la base de datos SCI, frente al 20% de las publicaciones tecnológicas de ICYT, lo que hace pensar en un área de escasa actividad relativa en su vertiente internacional. La actividad científica, analizada a través de las publicaciones se muestra prácticamente estable a lo largo del período estudiado, tanto en su vertiente internacional como en la española.

El distinto carácter de la investigación difundida a través de revistas SCI e ICYT se pone también de manifiesto en los distintos sectores institucionales implicados en cada caso. La universidad es el sector más activo en la base de datos SCI (70%), seguido por el CSIC (28%), y con baja participación empresarial (6%). Resulta llamativo que en la base de datos ICYT las actividades relativas de la universidad y del CSIC descienden (34% y 5%, respectivamente), mientras que ascienden las participaciones de las empresas y de la administración. Este último dato relativo a la Administración se relaciona con la alta concentración de publicaciones en revistas españolas en Madrid (60%), que probablemente se explica por la cobertura que hace ICYT de revistas editadas por los centros de la Administración Central y de los Ministerios, que incluyen gran número de informes técnicos.

La baja actividad relativa de España en la base de datos SCI no parece exclusiva de nuestro país, sino que otros países desarrollados del marco europeo, como Alemania y Francia, también la muestran. Si bien es cierto que el Sector de la Construcción es un área tradicional, en principio no intensiva en tecnología, también lo es que incluye algunos temas cuyo desarrollo sería interesante potenciar. En el *Second European Report on S&T Indicators 1997* de la Unión Europea, se presentan los resultados de un estudio de prospectiva realizado por el «método Delphi» en Francia, Japón, Alemania y Reino Unido sobre los temas de interés futuro en cuanto a la Construcción, en sus aspectos de desarrollo urbano.

Hay publicaciones especializadas en todos los sectores de la Construcción, generalmente editadas por las asociaciones correspondientes, como es el caso de *Cemento-Hormigón*, *Grandes Obras de Hormigón en España*, *Cerámica Información*, *Técnica Cerámica*, *Rutas*, *Carreteras*, *Euroadoquín*, *Arte y Cemento*, *Cemento y Hormigón*, *Hormigón Preparado*, *Cepco*, *Hormigón y Acero...*

Por otra parte, se editan revistas más generales como la decana de la prensa no diaria española (editada por vez primera en 1853): *Revista de Obras Públicas*, los

Informes de la Construcción del Instituto Eduardo Torroja, *OP, Montajes e Instalaciones, Ingeniería Civil, El Instalador, Revista de Edificación...* Cada vez es más frecuente encontrar «papers» de ingenieros españoles en revistas cotizadas (*Science Citation Index*) de carácter internacional.

La publicación de libros es abundante, no llegando a los niveles de la UE; sin embargo, durante la última Bienal de la Ingeniería y Arquitectura Iberoamericana se comprobó el interés que nuestra literatura técnica tiene para los países de habla española.

Un capítulo especial de las publicaciones es el de la edición de la *Normativa técnica* que regula este hipersector. La actividad normativa es constante y se ha intensificado en los últimos años en el esfuerzo conjunto hacia una armonización con el resto de países de la UE. La colaboración de las distintas asociaciones en el esfuerzo normativo es muy importante en el ámbito nacional y en el europeo. Esto ocurre tanto en los materiales de uso más general como el cemento y el acero, como en los de menor uso; en la normalización en el campo del hormigón, técnicos de este sector han trabajado en los comités técnicos de AENOR para dar a la luz numerosas normas nacionales relativas a este material. En esta línea se ha editado recientemente la nueva instrucción aplicable al hormigón estructural, EHE.

La Construcción se beneficia de los esfuerzos innovadores del Sector Siderúrgico y ello resulta apreciable por las nuevas normas editadas o actualizadas (UNE, UNE-EN, UNE-EN-ISO) que han sido *más de cien* entre los años 1996 a 1998.

El ámbito europeo se despliega gran actividad como la presidencia y secretaría de diversos comités técnicos de normalización. Hay también una importante serie de cursos, seminarios y conferencias con carácter periódico sobre asuntos del hipersector.

3.2.2. Patentes

Se ha realizado una lectura detenida de las 3.025 patentes publicadas entre 1996 a 1998. Ello ha sido necesario porque la clasificación CNAE solicitada o asignada no coincide exactamente con los propósitos de este estudio. En ese análisis se han localizado 179 patentes que agrupamos en tres capítulos:

- Fabricación de materiales.
- Productos de construcción.
- Procesos de construcción.

La clasificación de las patentes entre estos tres grupos se ha realizado con los criterios siguientes:

- Asignar a Procesos de construcción los encofrados, las máquinas y los propios procesos.
- Asignar a Fabricación de materiales sus procesos de fabricación.
- Asignar a Productos de construcción los nuevos materiales, incluyendo todos los prefabricados, aunque sean con materiales conocidos.

Como consecuencia de ello, resulta la distribución del cuadro 3.13. Por otra parte, un análisis de los solicitantes de esas 179 patentes permite ordenarlas como se aprecia en el cuadro 3.14.

Cuadro 3.13.
Evolución del número
de patentes

	1996	1997	1998	Total
<i>Fabricación de materiales,</i>	11	6	21	38
<i>Productos de construcción</i>	16	9	40	65
<i>Procesos de construcción</i>	26	13	37	76
Total	53	28	98	179

Fuente: *Elaboración propia.*

Cuadro 3.14.-Tipos de
agentes de las
patentes

<i>Tipo de solicitante</i>	<i>Número de patentes</i>
<i>Instituciones</i>	10
<i>Empresas</i>	85
<i>Particulares</i>	84
Total	179

Fuente: *Elaboración propia.*

3.2.3. Contratos de transferencia de tecnología

El intercambio transnacional de bienes intangibles, en este caso tecnología, ha resultado tradicionalmente problemático a la hora de presentar información, con cierto nivel de calidad, que permita conocer los procesos que están teniendo lugar. Si a esto le añadimos el hecho de que el hipersector de la Construcción, al incorporar un elevado valor añadido en su desarrollo, arrastra y genera actividades de transferencia internacional de tecnología en multitud de áreas económicas: desde análisis previos de viabilidad emplazamiento, coordinación y ejecución en empresas consultoras y de ingeniería hasta actividades en áreas industriales relacionadas con bienes de equipo y maquinaria pasando por sectores como obra civil y montajes, nos encontramos ante una situación en la que es preciso establecer ciertos límites a la hora de valorar la cifras que los distintos estamentos oficiales ofrecen.

La enorme dispersión de áreas económicas afectadas a las que antes se ha hecho referencia, el efecto añadido del proceso de globalización empresarial que ha tenido lugar durante los últimos años en este hipersector y los cambios metodológicos que en el campo de las estadísticas de intercambio de intangibles se viene produciendo desde 1992 (Real Decreto 1816/1991 de 20 de diciembre; V Manual FMI), nos permite establecer que sólo es posible obtener una visión parcial del proceso que está teniendo lugar.

Como indicador ya clásico en este tipo de estudios, tenemos la Balanza de Pagos del Banco de España, la cual, elaborada de acuerdo con las directrices del V Manual del FMI, nos suministra la rúbrica relativa a Servicios de la Construcción, que con algunas puntualizaciones puede resultar útil. Por otra parte y con un con-

tenido más tecnológico, la Encuesta de Transferencia de Tecnología en la Empresa que actualmente realiza el Ministerio de Industria y Energía permite, también con limitaciones, obtener una visión del proceso que esta teniendo lugar.

Tras la liberalización del proceso de movimiento de divisas que se produjo en Europa a partir de 1992, el Banco de España procedió tan solo a contabilizar transacciones superiores a 500.000 pesetas, perdiendo información en lo relativo a la diferenciación entre el país donde se gestiona el cobro/pago y donde se realiza la transacción. Asimismo los datos relativos a la Balanza de Servicios de la Construcción (BSC, ver cuadro 3.14) están distorsionados por la definición del concepto de residencia de la empresa en cuestión. En este caso y con objeto de delimitar el concepto de inversión directa que el proceso de globalización ha potenciado durante los últimos años, los ingresos de esta BSC son los prestados por empresas residentes mientras que los pagos son los realizados por no residentes cuando no hay una sucursal o filial en el país donde se realiza la obra. Dadas las dificultades de establecer con precisión el concepto de establecimiento permanente es preciso tener presente que la separación entre la BSC y la de inversiones directas no esta muy clara, por lo que es conveniente ser cauto en cuanto a la interpretación de los datos.

Aun con todas estas limitaciones, la BSC resulta en el periodo 1995-1998 con un saldo bastante favorable para España (ver cuadro 3.14), aunque se aprecia una disminución significativa del coeficiente de cobertura (relación entre ingresos/pagos) en el año 1998 con respecto al alcanzado en 1997.

Si establecemos, por otra parte, una comparación con el resto de los países (ver cuadro 3.15), las cifras que maneja España son particularmente bajas tanto en cuanto a ingresos como a pagos. En realidad tan solo Portugal, si consideramos la magnitud de dichas cifras, presenta unos valores menores.

En cualquier caso la información parcial que nos brinda este indicador, debido a las limitaciones antes indicadas, no nos permite establecer conclusiones definitivas respecto al hipersector en cuestión.

Utilizando los datos de la Encuesta de Transferencia de Tecnología desarrollada por el Ministerio de Industria y Energía a partir del año 1992 con objeto de solucionar en parte el problema que se planteaba, con la liberalización de las transacciones, en la medida de los intangibles tecnológicos, se puede obtener una visión más precisa desde el punto de vista técnico, aunque también afectada por el hecho, antes comentado, de las diferencias que es preciso establecer, al considerar unas partidas como transferencias y otras como vínculos de inversión, lo cual a veces no se puede definir con precisión, por lo que viene a distorsionar bastante la visión del proceso.

Las últimas cifras disponibles de los ingresos/pagos por tecnología de la construcción hacen referencia al año 1997. En dicho periodo, del total de 389 empresas que realizaron 961 operaciones de transferencia de tecnología desincorporada, aproximadamente un 3% de las mismas estuvieron relacionadas con tecnología de la construcción con un volumen del 2,3% sobre el total de las transferencias contabilizadas dicho año. Las empresas antes mencionadas se agrupaban básicamente

camente en los sectores K (Servicios Empresariales) con un 45%, D (Industria Manufacturera) con un 27%, F (Construcción) con un 19% y G (Comercio) con un 9%. Asimismo se definían como pertenecientes a grupo industrial un 55% de las mismas teniendo participación de capital extranjero un 36% de las mismas.

Durante 1997 las operaciones de transferencia de exportación tecnológica detectadas a través de la encuesta y relacionadas con la Construcción representaron el 68% del total, mientras que las relativas a importación alcanzaron el 32%. Si se realiza un análisis por modalidades, se observa que las transferencias de importación relacionadas con servicios técnicos han representado el 86%, mientras que las relacionadas con regalías alcanzaron una cuota porcentual del 14%. Respecto a las exportaciones detectadas a través de dicha encuesta, la mayoría, el 74%, también se corresponde con servicios técnicos, mientras que tan solo un 26% están relacionadas con rentas de la propiedad industrial.

Por otro lado, el 33% de las transferencias de exportación se realizaron a Suiza seguida de USA con un 13%, Alemania y Países Árabes con un 7%. Las transferencias de importación provienen a partes iguales de USA, Alemania y Países Árabes con cuotas porcentuales del 14%, concentrándose el 58% restante en el apartado de otros, donde figuran de forma dispersa países como Portugal, Sudáfrica, Dinamarca, etc.

Cuadro 3.15.
Balanza de Servicios de la Construcción en España (millardos de pesetas corrientes)

	1996	1997	1998
<i>Ingresos</i>	57,4	77,4	71,5
<i>Pagos</i>	25,5	33,3	44,4

Fuente: Banco de España.

Cuadro 3.16.
Servicios de Construcción transferidos en 1997 (millardos de pesetas)

<i>País</i>	<i>Ingresos</i>	<i>Pagos</i>
<i>USA</i>	597,3	51,2
<i>Japón</i>	1150,7	799,3
<i>Alemania</i>	688,0	890,1
<i>Francia</i>	578,3	269,4
<i>Italia</i>	490,0	182,6
<i>España</i>	77,4	33,3
<i>Holanda</i>	481,4	257,2
<i>Austria</i>	109,8	70,0
<i>Portugal</i>	32,4	22,4

Fuente: Fondo Monetario Internacional.

En general y como conclusión, se puede indicar que las cifras que se manejan en este hipersector son relativamente bajas y han descendido significativamente durante los últimos años, debido no solo al carácter cíclico de esta área económica, sino también debido al hecho de que los contratos de transferencia se concentran en el área de servicios. Esto hace que la duración de los contratos y, por tanto, la facturación que se realiza a través de los mismos esté ligada a una duración limitada temporalmente y sin continuidad. Dicha continuidad si suele existir en

el caso de exportar a través de intangibles tecnológicos ligados a títulos de propiedad industrial, que debería ser el camino que en el futuro deberían seguir nuestras empresas, con objeto de asegurarse mercados más duraderos.

3.2.4. Nuevos productos y procesos

Disponemos de datos facilitados por el INE en relación con la proporción que suponen los nuevos productos en la cifra de negocios de diferentes sectores.

Las siguientes cifras son porcentajes sobre la cifra de negocios de cada sector:

El porcentaje de la cifra de negocios debida a productos innovados introducidos en

Cuadro 3.17.
Nuevos productos

<i>Rama actividad</i>	<i>%</i>
<i>Áridos</i>	<i>27,38</i>
<i>Vidrio</i>	<i>68,23</i>
<i>Cerámica Sanitaria</i>	<i>36,06</i>
<i>Cerámica Plana</i>	<i>34,80</i>
<i>Ladrillos</i>	<i>43,48</i>
<i>Cemento</i>	<i>4,29</i>
<i>Cal</i>	<i>18,80</i>
<i>Yeso</i>	<i>25,46</i>
<i>Elementos de Hormigón</i>	<i>37,07</i>
<i>Hormigón Fresco</i>	<i>36,57</i>
<i>Fibro cemento</i>	<i>25,34</i>
<i>Elementos Metálicos</i>	<i>39,77</i>
<i>Maquinaria de Construcción</i>	<i>25,33</i>

Fuente: INE.

el mercado en los últimos tres años no puede considerarse, en este sector, un buen indicador del *output* del proceso de innovación, ya que, como se ha comentado antes, la innovación de las empresas constructoras no se orienta hacia el producto fundamentalmente, sino al proceso o a las técnicas de la construcción. Por este motivo, sólo el 7% de la cifra de negocios se debe a productos innovados.

Dada la composición de las pequeñas y medianas empresas de I+D en construcción, el impacto económico de su innovación es muy diferente del de las grandes empresas constructoras, cuya influencia es, no obstante, decisiva en el resultado global del sector.

Así, en el cuadro 3.18 se observa que las PYMES de la Construcción deben casi la tercera parte de su cifra de negocios a productos innovados, el 17% corresponde a productos nuevos y el 14% a productos mejorados, mientras que las grandes empresas sólo consideran que el 7% de su cifra de negocios se deba a productos nuevos o mejorados. Debido a su peso en el total de empresas de I+D de la Construcción, sus resultados se trasladan casi completamente al impacto económico del conjunto del sector de las empresas de I+D de la Construcción.

Cuadro 3.18.
 Tipo de innovación
 de producto de las
 empresas de I+D.
 Año 1997
 (en porcentaje de la
 cifra de negocios)

	<i>Cifra de negocios (miles de pesetas)</i>	<i>% cifra de negocios debida a innovaciones</i>	<i>Productos nuevos</i>	<i>Productos mejorados</i>
<i><250 empleados</i>	<i>7.421.561</i>	<i>31,24</i>	<i>17,37</i>	<i>13,87</i>
<i>>250 empleados</i>	<i>819.175.000</i>	<i>6,69</i>	<i>1,18</i>	<i>5,51</i>
<i>Total</i>	<i>826.596.561</i>	<i>6,91</i>	<i>1,33</i>	<i>5,58</i>

Fuente: INE.

Aparte de los datos estadísticos, se deben aquí señalar una serie de movimientos que están dando una orientación diferente al hipersector; nos referimos a los siguientes:

- Los nuevos Sistemas Informáticos de gestión apoyados en los desarrollos de la informática (*software* y *hardware*).
- El comercio electrónico apoyado en la Informática y las Comunicaciones y que desembocará en el *just-in-time*.
- La integración de todo el proceso de creación y explotación de lo construido utilizando un soporte informático único a lo largo de todo el proceso: el plano y la información generada en la fase de proyecto se va transmitiendo sucesivamente a todos los agentes hasta el explotador final de la obra.
- La gestión ambiental de todo el proceso desde el proyecto construcción.
- Los tratamientos ambientales (descontaminación de suelos...).
- Las notables mejoras de operación por la utilización de la tecnología láser, de las comunicaciones por satélite (GPS), de sensores de pesaje...
- La maquinaria cada vez más potente y ergonómica; equipos flexibles y, a la vez, más especializados para operaciones concretas: tuneladoras...
- El desarrollo de tecnologías de tratamiento del terreno.
- Materiales con mayores prestaciones (hormigones especiales...).
- Prefabricación creciente.
- Tendencia a industrializar los procesos *in situ* (cimbras autolanzables...).
- Incipientes pasos en robótica y automática.
- El *partnering*, movimiento ya iniciado en USA, como fórmula de lograr un ambiente colaborativo durante la realización de proyectos complejos.
- Integración bajo una responsabilidad única del proyecto y la construcción, etcétera.

Con respecto a nuevos productos y procesos concretos sería difícil señalar los más significativos. Quizás la ejecución de obras subterráneas con modernas tuneladoras sea uno de los mayores logros por la reducción de accidentes y de incertidumbres.

4

Diagnósticos y recomendaciones



4.1. Diagnósticos y recomendaciones sobre las empresas

Las peculiaridades de la construcción hacen que cada obra sea un prototipo ejecutado por una empresa que ha conseguido el contrato en una licitación pública o privada. Su realización presenta problemas que han de resolverse de una forma rápida. Por esta razón, las empresas constructoras, en general, apoyan su estrategia innovadora más en la solución de los problemas concretos que se van presentando, que en el desarrollo de proyectos de I+D; sin embargo, las soluciones innovadoras a los problemas surgidos no suelen quedar registradas ni difundidas.

La mecánica de los programas nacionales o comunitarios no está, pues, adaptada para resolver los problemas del sector. No obstante, las grandes empresas y las especializadas vienen participando en proyectos de esta naturaleza, solas o en colaboración con otras entidades nacionales o extranjeras, lo que no es fácil para las muchas empresas de menor tamaño que componen este sector.

Los fabricantes de productos de construcción pueden plantearse una estrategia diferente más apoyada en proyectos de I+D, aunque el tamaño de muchas de estas empresas no lo hace viable.

Todo ello conduce a una escasa colaboración con el sistema público, suministradores y clientes e incluso a una desinformación sobre las posibilidades de ventajosa participación en programas de I+D. Los escasos esfuerzos en I+D se suelen realizar con recursos propios. Tampoco las asociaciones empresariales han sido particularmente sensibles a una orientación novedosa que no solicitaban sus asociados.

Un estudio reciente, que analiza 17 empresas europeas innovadoras de este sector, concluye recomendando la colaboración entre los constructores y los proveedores de materiales y empresas especializadas, implicándolos más en los procesos constructivos. Su recomendación no deja de ser una extensión, fuera de la propia empresa, de la teoría de la Calidad Total de participación de los operarios en las decisiones operativas habida cuenta de que nadie mejor que ellos para mejorar su trabajo.

Diagnósticos

Salvo las grandes empresas y muchas de las especializadas, las empresas no consideran la innovación como un factor determinante de su estrategia.

En muchas ocasiones, los procesos innovadores no se registran ni se explotan adecuadamente.

La mayor parte de las empresas de este sector tiene escasa experiencia en I+D y no participan en proyectos de programas nacionales y europeos, ni colaboran con el Sistema Público de I+D ni entre ellas.

Las asociaciones empresariales no impulsan suficientemente la innovación.

Las empresas constructoras raramente implican a sus suministradores y clientes en sus procesos de innovación.

Recomendaciones

Para que la innovación quede integrada en la política empresarial, se debe involucrar la dirección y difundir luego en el personal de las empresas el concepto de innovación, fomentando ésta a través de estímulos económicos o de cualquier tipo.

El acercamiento de las empresas al Sistema Público de I+D facilitaría la adquisición de experiencia y la participación en proyectos nacionales e internacionales, así como la colaboración mutua.

Las asociaciones empresariales deben colaborar con la Administración para diseñar las políticas tecnológicas (proyectos conjuntos, medidas fiscales, subvenciones...) destinadas al sector.

Las asociaciones empresariales deben hacer una campaña de difusión del concepto y de las ventajas de considerarlo en la definición de la política y estrategias de las empresas.

Las asociaciones de materiales deben preocuparse de que los proyectistas reciban suficiente información y apoyo sobre sus nuevos productos.

Se deberían establecer acuerdos de *partnering* con empresas colaboradoras en la búsqueda de soluciones innovadoras benefi-

4.2. Diagnósticos y recomendaciones sobre el Sistema Público de I+D

Ciertamente no sólo no se ha producido sintonía entre el Sistema Público de I+D y la mayor parte del hipersector, sino que, de hecho, han caminado paralelamente. El conocimiento de las posibilidades y problemática de uno y otro es imprescindible para conseguir una colaboración fructífera. En este sentido, las asociaciones empresariales y profesionales pueden ser el vehículo que aproxime las posiciones actuales.

Diagnósticos

El Sistema Público de I+D es desconocido por buena parte del Sector de la Construcción y éste cree que está trabajando alejado de sus problemas y necesidades.

No se utilizan los mecanismos que acercan el Sistema Público de I+D al mundo empresarial.

El número de proyectos de investigación en el Sector de la Construcción financiados por el Plan Nacional de I+D es muy redu-

Recomendaciones

El Sistema Público debe difundir sus capacidades a través de las asociaciones empresariales mediante reuniones específicas en las que se expresen las necesidades tecnológicas del sector.

El Sistema Público de I+D debe esforzarse en lograr un mayor conocimiento de las necesidades tecnológicas del Sector de la Construcción y hacerlas explícitas a los centros que lo componen y adaptar sus programas de investigación a aquéllas.

4.3. Diagnósticos y recomendaciones sobre las infraestructuras de soporte a la innovación

La situación señalada respecto al sector público es aún más acusada para las infraestructuras, por lo que resulta preciso y urgente un contacto para debatir el papel que en el hipersector pueden y deben asumir las infraestructuras.

Diagnósticos

La actividad de colaboración de las infraestructuras de soporte de la innovación con las empresas es escasa.

El tejido empresarial no conoce el papel que pueden jugar las infraestructuras en el desarrollo de sus procesos innovadores.

Recomendaciones

Debe debatirse el papel que deberían asumir las infraestructuras para apoyar los procesos innovadores del sector.

Las infraestructuras deben difundir sus capacidades a través de las asociaciones empresariales mediante reuniones específicas en las que se expresen las necesidades tecnológicas del sector.

4.4. Diagnósticos y recomendaciones sobre las administraciones

En la realización de este estudio nos hemos encontrado con una carencia de datos generalizada en casi todos los sectores; carencia no sólo relativa a los esfuerzos de innovación, sino también —y lo que es más grave en algunos casos— a los datos elementales de producción, valor añadido, número de técnicos empleados en un sector, etc. En muchos casos, las asociaciones empresariales carecen de datos comprensivos de sus sectores respectivos y, en otros, las asociaciones no existen.

Los datos presentados, pues, tienen el riesgo de no ser exactos. Sin embargo, es un principio básico de la mejora y de la innovación el que *no es posible mejorar lo que no se mide o no se conoce*. Por ello, es muy importante poner en marcha fórmulas que permitan conocer nuestra situación real en cuanto a innovación como paso previo a establecer los mecanismos para mejorar esa situación.

Diagnósticos

Hay una carencia de los datos de los esfuerzos en innovación de este sector. La Encuesta sobre innovación tecnológica del INE no incluye a este sector, aunque sí la de I+D.

Recomendaciones

La Administración debería incluir a este sector en la Encuesta de innovación.

La Administración no ha dedicado a la Construcción suficiente atención en el terreno de la innovación. El hecho de no haber existido hasta el reciente Plan Nacional de I+D+I ningún programa específico para construcción y la no inclusión del sector en la Encuesta sobre innovación tecnológica del INE, son datos reveladores del enunciado inicial.

Las empresas constructoras no han acudido de forma significativa a las ayudas económicas de la Administración, pues han venido echando en falta un programa específico de ayuda al sector tanto en el ámbito nacional como en el europeo. El

nuevo Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003) resuelve esos deseos en el ámbito nacional, a la vez que una de las líneas del V Programa Marco de la UE, *City of tomorrow*, también abre las posibilidades a este sector. Ha sido con el reciente Plan Nacional cuando la palabra «construcción» ha aparecido con letra impresa en un programa de I+D. Sin embargo, aparece con una consideración parcial (Conservación del Patrimonio) y en su primer año (2000) sólo se destina una partida mínima a ese capítulo.

En definitiva, este sector no se está beneficiando de las ayudas establecidas en los programas nacionales por la falta de adecuación de éstos a los problemas reales del sector. Por otra parte, hasta ahora el sistema era complejo y, en algún momento, hasta disuasorio.

Las inversiones de 19 billones que tiene previstas el Gobierno deben emplearse con eficacia y nunca habrá un mejor momento que éste para dar un impulso definitivo a la innovación de este sector. Por ello, creemos que dedicar un pequeño porcentaje de esas inversiones a ayudas a la innovación supondrá recuperarlo con creces. Sugerimos, pues, un programa de ayudas a las empresas del sector no sólo para proyectos desarrollados en Centros de Investigación del Sistema Público (siempre que estén dentro de unas líneas de investigación que recogen las necesidades reales previamente discutidas entre el Ministerio de Fomento y las empresas del sector), sino también para el desarrollo de innovaciones en obras concretas, que sirvan para resolver problemas de interés general para el sector.

Diagnósticos

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 a todos los agentes involucrados.

No ha habido ningún programa de investigación específico para el sector de la Construcción hasta el reciente Plan Nacional de I+D+I (2000-2003), y éste empieza careciendo de dotación presupuestaria en el año 2000 para este sector. Anteriormente sólo los programas del MINER permitían recibir ayudas en competencia con empresas de otros sectores.

Los Programas Marco de la Unión Europea no han incorporado programas específicos para la Construcción hasta en el vigente V Programa Marco (1999-2002). Hasta entonces sólo el programa BRITE-EURAM amparaba proyectos de esta naturaleza en competencia con muchos otros sectores.

Recomendaciones

La Administración debe diseñar políticas tecnológicas específicas para este sector dentro del programa de inversiones billonarias que está previsto para infraestructuras. Estos programas deben responder a los siguientes fines:

- normalización y certificación de materiales,
- desarrollo de proyectos dentro del Plan Nacional de I+D+I.

La Administración debe definir un programa de ayudas para el desarrollo de innovaciones en obras concretas que permitan resolver problemas de interés general del sector.

En cualquier caso, la Administración, junto con las asociaciones del sector, deben hacer un esfuerzo más intenso de difusión de los programas disponibles, acercándolos a todas las empresas.

La Administración debe fomentar el que las empresas se integren en sus asociaciones respectivas, especialmente en sectores muy atomizados, de modo que se incremente su capacidad de acción en aspectos diversos, entre los que están el desarrollo y la innovación.

4.5. Diagnósticos y recomendaciones sobre el entorno

4.5.1. El sistema educativo

Dentro de la compleja problemática del sistema educativo en general, en la construcción se plantea, específicamente, una falta de correspondencia entre sus titulaciones con las de buena parte de los países europeos. La respuesta del sistema educativo a los requerimientos de la sociedad se ve aquí urgida por una necesaria armonización que facilite las relaciones en los contratos internacionales. Por otra parte, la existencia de graduados con la misma titulación, pero procedentes de diferentes universidades está conduciendo a una cierta heterogeneidad de su formación.

En cualquier caso, existe una opinión generalizada que considera que la vocación innovadora debe estar apoyada en una sólida formación de base que permita abordar los retos con una visión amplia.

Por otra parte, las características propias de los trabajos de construcción hacen que las instalaciones para prácticas tengan un tamaño y condiciones a los de otras profesiones. Sin embargo, no hay centros de formación profesional en nuestro país adecuadamente dotados para enseñar de un modo práctico los oficios más habituales este sector (albañilería, solados...). Ello provoca un sesgo excesivamente teórico a la formación profesional, por lo que hay que buscar cauces que fomenten la formación profesional, que hasta el momento no ha tenido éxito, dado que las escasas realizaciones presentan un sesgo excesivamente teórico dejando en el autoaprendizaje posterior un riesgo de adquisición de prácticas inadecuadas.

Diagnósticos

Existen recelos en relación con el número de escuelas y el número de graduados anuales, así como de la formación no uniforme impartida.

Las titulaciones universitarias actuales no tienen una clara correspondencia con las europeas, lo que dificulta la competitividad de los propios profesionales y de las empresas.

No se ha progresado en la formación profesional reglada para este sector, al no existir instalaciones adecuadas para impartirla con eficacia.

Recomendaciones

Es necesario y urgente responder, con uniformidad y en número adecuado, a las necesidades de formación de los graduados universitarios a los que da empleo el sector.

Es necesario armonizar los títulos españoles con los de la UE.

Hay que facilitar una formación de base sólida que proporcione una potencialidad innovadora en los niveles universitarios más selectivos.

La Administración y los agentes sociales deben colaborar para resolver las necesidades de la formación profesional de los trabajadores de este sector.

4.5.2. El mercado

Una parte significativa del mercado de construcción procede de las administraciones, entendidas aquí como cliente. La competitividad de los concursos públicos desde el punto de vista económico limita la introducción de la innovación, a pesar de que en muchos pliegos de cláusulas administrativas de los concursos se indica que la decisión de adjudicación dependerá más de la calidad técnica de la oferta que de la oferta económica.

Sin embargo, una idea básica es que la calidad promueve la competencia y el interés por la mejora: y ésta genera la innovación. Por ello, los diagnósticos y recomendaciones en este capítulo deben estar orientados hacia una mejora de la calidad y de su exigencia como fuente generadora de la innovación.

Diagnósticos

Las decisiones de los concursos públicos no favorecen, en general, la introducción de innovaciones.

La calidad no es un factor determinante en las compras de productos de construcción.

Hay una falta de información de los usuarios sobre las calidades exigibles.

Recomendaciones

Los concursos públicos deberían valorar con más peso las propuestas de soluciones innovadoras, los sistemas de ejecución novedosos, la introducción de nuevas tecnologías...

Las administraciones deben asumir que determinadas obras son experimentales, en su totalidad o en alguna de sus partes, como medio de fomentar la innovación y el progreso tecnológico.

La Administración y las asociaciones empresariales deben desarrollar campañas de información a los usuarios finales sobre las características y la calidad de los productos que permitan sensibilizar hacia su exigencia.

4.5.3. La regulación

Si bien es cierto que nuestro país cuenta con un volumen y calidad normativa técnica muy notable y no inferior a otros sectores industriales, parece aconsejable resolver problemas derivados de su estructura, que producen situaciones anómalas en su aplicación.

El cumplimiento de los requisitos exigidos por la Directiva sobre Productos de Construcción 89/106 permitirá que los productos obtengan la marca CE, lo que indicará que son aptos para su comercialización en todos los países de la UE.

El reto de armonización de mercados y productos lanzado por la UE y que afecta no sólo a los materiales, sino a la construcción en su conjunto, está todavía en estado embrionario. No obstante, hay ya actuaciones concretas como las disposiciones sobre reacción y resistencia al fuego, que tanto afectan al sector de materiales aislantes. También hay diversas comunicaciones recientes de la Comisión relacionadas con el sector de materiales de construcción: Informe sobre la Directiva relativa a los productos de construcción (1995), Informe SLIM (1996)...

En este proceso europeo de armonización, nuestro país no está teniendo una involucración clara aportando personal experto en las reuniones de los diferentes comités técnicos que se celebran en Bruselas. La escasa respuesta de las empresas se puede deber al coste excesivo de los desplazamientos para el tamaño medio de las empresas de este sector. Todo ello acaba produciendo una desinformación en las empresas afectadas o, al menos, un retraso en el conocimiento de lo que se está decidiendo fuera de nuestras fronteras y que podrá acabar afectándonos.

Diagnósticos

Existe una normativa bastante completa, pero compleja por la diversidad de administraciones que la emiten.

Existen todavía en nuestro país pocos productos de construcción con certificación de producto, lo que limita su competitividad.

Recomendaciones

La Administración, como órgano regulador, debe definir con mayor precisión las competencias normativas de los órganos que la tienen.

La normativa necesaria debe dejar las puertas abiertas a la innovación.

Anexo 1

Participantes en la elaboración
de este documento



Equipo de Trabajo

Juan Manuel Morón García (coordinador)

José María Sanz Saracho

Carlos Angulo

Manuel Burón Maestro

Rafael Fernández Sánchez

Pedro González-Haba González

Juan José Mangas

Julián Martín de Eugenio

María José Montejo

Jorge Mora Alberola

Carlos Oteo Mazo

Alberto Pastor Alonso de Prado

José Polimón López

Manuel Zahera

Contribuciones solicitadas

M.^a Carmen Andrade

Ricardo Aroca

José Alfonso Asenjo

Vicente Ausín

Carlos Bosch Cantallops

Alfonso Bravo

Serafin de la Concha

Manuel Chaure

Antón Checa

Pilar Delgado Martínez

Carlos Durán

Félix Escrig

Carlos Feliú

José Flórez

Ricardo Fombella

Isabel Gómez Caridad

Antonio Gómez Rey

Alfonso Gracia

Charo Heras

Juan Carlos Mampaso

Pedro Mora

Elisa Navas

Miguel Ángel Pérez del Notario

Santiago Pérez

Jesús Serrano

Alfonso Tulla

Javier Urreta

Miguel Ángel del Val

Anexo 2

Expertos participantes en el debate



Expertos participantes en el debate

Moderador: Juan Manuel Morón García

José Luis Alonso Alonso

M.^a Carmen Andrade

Carlos Agelet de Saracibar Bosch

Ricardo Aroca Hernández-Ros

Javier Asencio Marchante

José Alfonso Asenjo

Rafael Astudillo Pastor

José Enrique Bofill de la Cierva

Carmen de Andrés Conde

Rafael Chueca

Andrés Doñate Megías

José Manuel Guinea Pérez

David Jiménez Sancho

José Luis Juan-Aracil López

Julián López Babier

Juan Carlos Mampaso Martín-Buitrago

Pablo Montejo Cristóbal

Jorge Mora Alberola

Pedro Mora Peris

Alberto Pastor Alonso de Prado

Ángel Pérez Sáiz

José Polimón López

Luis Rodulfo Zabala

José María Sanz Saracho

Javier Urreta

Manuel Zahera

Bibliografía consultada

Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003). CICYT. 1999.

Memoria 1998. CDTI. 1999.

Plan de Infraestructuras 2000-2007. Ministerio de Fomento. 1999.

Informe sobre la Industria española 1997-1998. MINER. 1999.

Encuesta de Servicios Técnicos 1997. INE. 1999.

Anuario Estadístico 1998. INE. 1999.

Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas 1998. INE. 1999.

Estadística sobre Actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D) 1997. INE. 1998.

Panorama de l'Industrie Communautaire 1997. Commission Européen. 1997.

Libro Verde de la Innovación. Comisión de las Comunidades Europeas. 1995.

Una Política de Competitividad Industrial para la Unión Europea. Comisión de las Comunidades Europeas. 1994.

La Competitividad de la Industria de la Construcción. Comunicación de la Comisión de las Comunidades Europeas. 1997

WS Atkins: *SECTEUR-Strategic Study on the Construction Sector*. European Commission. 1993.

Brian Atkin. *Innovation in the Construction Sector*. 1999.

RTD in the Construction Industry. A Challenge for Europe. ENCORD. 1994.

Job Creation and Competitiveness through Innovation. ERT. 1998.

Environmentally Friendly Construction Technologies: TRA. *Annual Review 1997-98*. ECCREDI. 1999.

Environmentally Friendly Construction Technologies: TRA. *2nd Annual Workshop. Technical Contributions*. ECCREDI. November 1998.

Environmentally Friendly Construction Technologies: TRA. *3rd Annual Workshop. Technical Contributions*. ECCREDI. October 1999.

Research and technological Development Activities of the European Union. *1998 Annual Report*. Commission of the European Communities.

RTD Strategies for European Construction. Future Construct. 1997.

Technology Foresight. Progress through Partnership. *Construction*. 1995. Office of Science and Technology.

Creating the 21th Century Through Innovation. *Engineering and Construction for Sustainable Development*. CERF. 1996.

Bibliografía consultada

Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003). CICYT. 1999.

Memoria 1998. CDTI. 1999.

Plan de Infraestructuras 2000-2007. Ministerio de Fomento. 1999.

Informe sobre la Industria española 1997-1998. MINER. 1999.

Encuesta de Servicios Técnicos 1997. INE. 1999.

Anuario Estadístico 1998. INE. 1999.

Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas 1998. INE. 1999.

Estadística sobre Actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D) 1997. INE. 1998.

Panorama de l'Industrie Communautaire 1997. Commission Européen. 1997.

Libro Verde de la Innovación. Comisión de las Comunidades Europeas. 1995.

Una Política de Competitividad Industrial para la Unión Europea. Comisión de las Comunidades Europeas. 1994.

La Competitividad de la Industria de la Construcción. Comunicación de la Comisión de las Comunidades Europeas. 1997

WS Atkins: *SECTEUR-Strategic Study on the Construction Sector*. European Commission. 1993.

Brian Atkin. *Innovation in the Construction Sector*. 1999.

RTD in the Construction Industry. A Challenge for Europe. ENCORD. 1994.

Job Creation and Competitiveness through Innovation. ERT. 1998.

Environmentally Friendly Construction Technologies: TRA. *Annual Review 1997-98*. ECCREDI. 1999.

Environmentally Friendly Construction Technologies: TRA. *2nd Annual Workshop. Technical Contributions*. ECCREDI. November 1998.

Environmentally Friendly Construction Technologies: TRA. *3rd Annual Workshop. Technical Contributions*. ECCREDI. October 1999.

Research and technological Development Activities of the European Union. *1998 Annual Report*. Commission of the European Communities.

RTD Strategies for European Construction. Future Construct. 1997.

Technology Foresight. Progress through Partnership. *Construction*. 1995. Office of Science and Technology.

Creating the 21th Century Through Innovation. *Engineering and Construction for Sustainable Development*. CERF. 1996.

Se trata de un nuevo Informe Cotec sobre los procesos innovadores de los sectores empresariales españoles, en este caso dedicado a la Construcción. La enorme importancia de esta actividad en el PIB español aconsejó prestar atención a su innovación, sobre la cual existen muy pocos estudios. Después de una detallada descripción, para la cual ha sido necesaria una trabajosa búsqueda y contraste de datos, la mayoría inéditos, concluye, como es habitual en este tipo de Informes, con un conjunto de "diagnósticos y recomendaciones", consensuadas en un debate mantenido por un amplio grupo de expertos empresariales, investigadores y responsables de las administraciones públicas.

Cotec es una fundación de origen empresarial que tiene como misión contribuir al desarrollo del país mediante el fomento de la innovación tecnológica en la empresa y en la sociedad españolas.

AUE (CASTILLA Y LEÓN)	GRUPO ANTOLIN IRAUSA, S.A.
ADER (LA RIOJA)	GRUPO DRAGADOS, S.A.
ALGATEL	GRUPO DURO FELGUERA
ANDERSEN CONSULTING	GRUPO LECHE PASCUAL
ARTILLER ANDERSEN	GRUPO PRISA
AYUNTAMIENTO DE GILÓN	GRUPO SPRI
BANCO SANTANDER CENTRAL HISPANO	HIDROELECTRICA DEL CANTÁBRICO
BILBAO BIZKAIA KUTXA	IBERDRÓLA
CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD DE MADRID	IFRRIA
CÁMARA DE COMERCIO E INDUSTRIA DE MADRID	IGAPE
CENTRO DE CÁLCULO DE SABADELL	IMPVA
CETENASA (NAVARRA)	INDRA
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (JUNTA DE ANDALUCÍA)	INSTITUTO DE FOMENTO DE LA REGIÓN DE MURCIA
D.G. INVESTIGACIÓN C.A. MADRID	INSTITUTO DE FOMENTO REGIONAL (PRINCIPADO DE ASTURIAS)
ENDESA	MERCAPITAL
ENRESA	NELSON
ERICSSON	PATENTES TALGO
FREIXENET	REPOL
FUNDACIÓ CATALANA PER A LA RECERCA	SENASA
FUNDACIÓN AIRTEL MÓVIL	SEPEE
FUNDACIÓN BEVA	SOCINTEC
FUNDACIÓN BARRIE DE LA MAZA	SINDIFRAN (CANTABRIA)
FUNDACIÓN FOCUS	SOFESA (CANARIAS)
FUNDACIÓN RAMÓN ARECES	TÉCNICAS REUNIDAS
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA	TELEFÓNICA
FUNDECYT (EXTREMADURA)	TGI (TECNOLOGÍA Y GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN)
GAS NATURAL SDG	TRW DIRECCIONES DE VEHÍCULOS
	UNION RENOSA

Cotec ■

Marqués de Urquijo 25, 1º - 2 / 1

28008 Madrid

Tel. (34) 91 542 01 86

Fax. (34) 91 559 36 74

ht.p://www.cotec.es

ISSN 84-95336-11-1



9 788496 336118