

INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

CIVIL ENGINEERING RESEARCH

JUAN MANUEL MORÓN GARCÍA. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

RESUMEN: Se comentan y resumen en este artículo los resultados de un trabajo sobre la Investigación en Ingeniería Civil en nuestro país desarrollado por impulso de la Comisión de Docencia e Investigación del Colegio de Ingenieros de Caminos, así como las conclusiones de la Jornada celebrada sobre este tema el pasado 6 de junio. Se resalta el bajo nivel de gasto por este concepto si lo referimos al PIB de los sectores más afines a la Ingeniería Civil, a pesar de haber detectado cerca de mil proyectos vivos en el período 1998-2000; se señala también el escaso apoyo que recibe la investigación en Ingeniería Civil por parte de la Administración. Se resumen las posibles líneas de investigación que se considera necesario seguir de acuerdo con las Necesidades de Investigación recogidas previamente y durante la mencionada Jornada.

PALABRAS CLAVE: INVESTIGACIÓN, INGENIERÍA CIVIL, CONSTRUCCIÓN

ABSTRACT: The article discusses and summarizes the results of an enquiry into civil Engineering Research in Spain made under the auspices of the Education and Research Committee at the Spanish College of Civil Engineers, and goes on to indicate the conclusions of the conference held on 6 June 2002 into the subject. The article underlines the low level of expenditure in research when considering the GDP level of those sectors more closely associated with the field of civil engineering. Mention is also made of the diminished backing by the public administration for civil engineering research, this in spite of the fact that some one thousand projects were underway over 1998-2000. The article concludes by indicating possible lines of research that should be followed according to the previously established Research Requirements and that indicated in the said conference.

KEYWORDS: RESEARCH, CIVIL ENGINEERING, CONSTRUCTION

1. INTRODUCCIÓN

Recogemos a continuación un resumen del trabajo que impulsó la Comisión de Docencia e Investigación del Colegio de Ingenieros de Caminos sobre la *Situación de la investigación en Ingeniería Civil*, así como las conclusiones de la Jornada celebrada el pasado 6 de junio sobre *Investigación en Ingeniería Civil y Construcción*, orientada esencialmente a la detección de *Necesidades de Investigación* en esta rama de la Ingeniería.

2. ESTUDIO SOBRE LA SITUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

En la línea de contribuir a una definición de las acciones que debieran acometerse para mejorar la investigación en Ingeniería Civil, la Comisión de Docencia e Investigación del Colegio de Ingenieros de Caminos inició a comienzos de 2001 un estudio con el fin de conocer la *situación de la in-*

vestigación sobre Ingeniería Civil y deducir de dicho estudio recomendaciones sobre posibles actuaciones.

2.1. Análisis cuantitativo de la situación

Uno de los resultados del estudio fue la localización de cerca de *mil proyectos o iniciativas de investigación* desarrolladas o en desarrollo en el período 1998-2000, la mitad de los cuales se estaban llevando a cabo en Centros de Investigación de las Universidades. Una valoración del esfuerzo hecho entre los diversos Centros y las empresas dio como resultado que el conjunto de esfuerzos de investigación de la cadena de agentes y usuarios de la Ingeniería Civil viene a suponer unos *4.000 millones de pesetas por año*, según la información recogida, cifra insuficiente en relación con otros sectores industriales.

Según diversas estimaciones, el porcentaje que supone la Investigación en Ingeniería Civil no llega al *0,2% del PIB* que puede asociarse a los sectores económicos afines a esta rama de la Ingeniería. Esta cifra es 1/5 de la media nacional. Por

otra parte, otras estimaciones indican que el esfuerzo público en Investigación en Ingeniería Civil está en el entorno del 2% del esfuerzo total del sector público. Podemos recordar aquí el resultado del informe Cotec sobre *Innovación en Construcción* (1), que revela una estrategia de innovación de las empresas del sector de construcción fuertemente apoyada en las innovaciones de otros sectores industriales:

	Construcción	Industria	Relación
Investigación	0,122%	0,90%	7,4
Innovación	0,694%	1,64%	2,4

Las cifras en el ámbito europeo no son tampoco mucho mejores comparadas con otros sectores del mismo país.

2.2. Análisis cualitativo de la situación

El diagnóstico cualitativo sobre la situación recogido en el citado estudio puede resumirse del siguiente modo:

- El país tiene suficiente capacidad humana y de equipos para abordar los problemas planteados en Ingeniería Civil, aunque en algunos temas podamos estar algo anticuados.
- Se están desarrollando numerosas iniciativas y proyectos, pero de una forma dispersa e inconexa, sin responder a una línea matriz.
- Los centros en los que se desarrolla la investigación (Universidades, OPIs, Centros Tecnológicos...) están poco conectados con el mundo empresarial, por lo que la aplicación de las investigaciones se dilatarán en la mayor parte de los casos.
- Igualmente, la conexión entre esos centros es mínima: apenas se conocen los trabajos de investigación que están haciendo los demás centros.
- No hay un apoyo oficial específico a la Investigación en Ingeniería Civil.

y un largo etcétera que incluye una falta generalizada de clima favorable a la investigación, una deficiente estructura de difusión de resultados... Y, sobre todo, unas nuevas exigencias de la sociedad en relación con las infraestructuras y servicios que proporciona la Ingeniería Civil.

Ampliamos a continuación algunas ideas recogidas sobre estos puntos.

Nuevas Exigencias de la sociedad

La Ingeniería Civil es una Ciencia aplicada aparentemente madura y que, por tanto, no parece necesitar especiales esfuerzos en investigación y desarrollo. No siendo cierto lo anterior, además el entorno social actual está demandando de las

infraestructuras y servicios que se apoyan en la Ingeniería Civil unas prestaciones complementarias cada vez más definidas orientadas a mejorar diferentes aspectos como la *seguridad y calidad* de las infraestructuras y servicios, así como la *adecuación a su entorno* a lo largo de su vida útil.

Y a estos factores deberán responder tanto las nuevas infraestructuras que se construyan como, progresivamente, las actuales.

En la actualidad, no basta con proyectar y construir una infraestructura estable, sino que es necesario que sea duradera y segura para el usuario final; y además, es necesario conocer y valorar su entorno físico y biológico antes, durante y después de su construcción, así como los procesos ambientales que se desarrollan como consecuencia de la obra proyectada. Todo ello sin olvidar, además, repercusiones sociales, económicas... y sin abandonar las líneas tradicionales de conocimiento de los materiales, de la gestión de los recursos naturales.

Estas nuevas demandas de la sociedad exigen una renovación de la Ingeniería Civil, que repercuta en las necesidades de investigación.

Apoyo oficial a la Investigación

En relación con el apoyo oficial, es necesario señalar que en noviembre de 1999 se aprobó el *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación (2000-2003)* (2) en el que se lograron introducir con bastante detalle unas líneas directoras de lo que debe investigarse en Construcción, Materiales, Medio Ambiente, Transportes y Ordenación del Territorio, Energía y Recursos Naturales, es decir prácticamente toda la Ingeniería Civil.

Todo ello despertó bastantes esperanzas, puesto que era en este Plan Nacional cuando aparecía mencionada por primera vez y de un modo concreto la *Construcción Civil* y la *Conservación del Patrimonio Histórico Cultural* como una de las Áreas Sectoriales del Plan.

Sin embargo, como tantas veces sucede, los buenos propósitos se quedaron pegados al papel, pero no salieron de él. Así, ha ocurrido que las dotaciones a ese capítulo del Plan han sido 200 millones de pesetas en el año 2000, nada en el 2001 y 500 millones de pesetas para el año actual, todavía no asignadas. Es evidente que estamos lejos de materializar lo previsto en el Plan.

Por su parte el *Programa de Transportes* (3), gestionado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y por el Ministerio de Medio Ambiente no estimula en absoluto la investigación en Construcción.

2.3. Recomendaciones

Del análisis realizado se dedujeron recomendaciones que permitirían mejorar la situación actual de la investigación en

el campo de la Ingeniería Civil. Así, se adivinaban como posibles las siguientes:

- *Mejorar el intercambio de comunicación* entre los agentes y usuarios de la Ingeniería Civil, sin que ello suponga transferencia gratuita de conocimientos. Sería suficiente que cualquiera pudiera saber en qué está trabajando cada cual, qué problemas está tratando de resolver, etcétera. Ello podría resolverse manteniendo viva una *Base de Datos accesible desde Internet* y alimentada con información procedente de agentes y usuarios de Ingeniería Civil.
- *Fomentar el mejor conocimiento mutuo* entre los Centros Públicos, privados, Escuelas, departamentos de Universidades y empresas de todo tipo. Ello puede lograrse con Jornadas de puertas abiertas, reuniones específicas entre los Centros y Asociaciones de empresas, Seminarios específicos, etcétera.
- *Identificar problemas de las diversas áreas de Ingeniería Civil* y hacer un Inventario de carencias en ellas para deducir de él unas líneas básicas para los próximos años.
- *Promover un apoyo más explícito de la Administración*, bien potenciando los Programas actuales del Plan Nacional que afectan a la Ingeniería Civil (de manera que los Ministerios de Fomento y de Medio Ambiente promuevan las necesarias convocatorias públicas y las doten económicamente de una manera adecuada), bien con programas específicos o aprovechando el lanzamiento de acciones singulares en infraestructuras (Alta Velocidad, Plan Hidrológico, etc.).
- Hacer más evidente a la Administración y a las empresas los peligros de abandonar nuestra *presencia en los foros europeos de normalización* y conseguir que haya una partida presupuestaria para los gastos que supone estar presente.
- Promover que la investigación y la innovación tengan un cierto protagonismo en los criterios de calificación de las empresas para ejecutar, al menos, determinadas obras. Si la investigación es un valor incuestionable y es importante para el país, debe quedar evidenciada en la actividad comercial de las empresas.

3. PROSPECCIÓN DE NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

La recomendación de más fácil cumplimiento para la Comisión era la de hacer un *Inventario de Necesidades de Investigación* que pudiera ofrecerse a la Administración como primer borrador de un programa de investigación y desarrollo en el que deberían comprometerse todos los agentes y usuarios de la Ingeniería Civil, con el apoyo de la propia Administración.

No era ésta la primera vez que se abordaba la redacción de un programa de necesidades de investigación, ni en nues-

tro país (4,5,6,7) ,ni en la UE (8,9,10) ,ni en USA (11-15); por ello, y con este fin, se reunió información existente sobre necesidades de investigación y se contactó con un número significativo de profesionales situados en los diferentes ámbitos del proyecto, construcción y gestión de infraestructuras; ello permitió poder definir unos primeros rasgos de un Inventario de Necesidades de Investigación.

4. JORNADA SOBRE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

Finalmente, toda la documentación reunida se sometió al crisol de una *Jornada dedicada a la Investigación en Ingeniería Civil y Construcción*, celebrada el 6 de junio de este año en la sede del Colegio a la que asistieron 120 profesionales.

Como consecuencia de todo ello, se ha podido confeccionar una lista de *ciento cincuenta iniciativas de investigación* a partir de los informes de la Comisión de Docencia e Investigación, de los trabajos externos y de la Jornada celebrada con ese título.

Las necesidades de investigación detectadas se han estructurado bajo unas *líneas básicas* que sugieren la realización de acciones coordinadas para el logro de unos objetivos concretos de progreso en cada una de ellas. Las líneas son las siguientes:

- Acciones que tienen por objeto el *mejor conocimiento del medio natural*
- Acciones encaminadas a la *gestión y conservación de los recursos naturales*
- Acciones orientadas a *facilitar la integración de las infraestructuras* en su entorno
- Acciones para *mejorar la calidad de los servicios públicos*
- Acciones para garantizar la *Seguridad* entendida en su sentido más amplio
- Acciones tendentes a *reducir los costes de mantenimiento de las infraestructuras*

Aunque es susceptible de mejoras con nuevas aportaciones, *este documento es un razonable consenso sobre las líneas básicas de desarrollo futuro de la Ingeniería Civil*, es decir, sobre las líneas directrices que debería seguir la investigación en los próximos años evitando esfuerzos en direcciones poco productivas y reduciendo las duplicidades de esos esfuerzos. *Este paquete de iniciativas de investigación es una demostración de la conveniencia y la necesidad de apoyar la investigación en Ingeniería Civil desde la Administración para el logro de objetivos de interés nacional como los mencionados.*

En resumen, las iniciativas se agrupan del siguiente modo, de acuerdo con los objetivos mencionados más arriba:

Objetivo**Número
de iniciativas**

Mejorar el Conocimiento del medio natural.....	33
Mejorar la gestión de los recursos naturales	18
Mejorar la integración de las infraestructuras en su entorno	12
Mejorar la Calidad de los servicios públicos	26
Garantizar la Seguridad de uso	25
Reducir los costes de mantenimiento de las infraestructuras	36

Por su parte, en relación con las áreas a las que afectan, el resultado es el siguiente:

Área	Núm.	Área	Núm.	Área	Núm.
Patrimonio hidráulico	34	Estructuras	1	Presas	7
Costas	3	Túneles	6	Abastecimientos	16
Energía	6	Materiales	7	Puertos	10
Transporte	5	Carreteras	12	Alm. Radiactivos	11
Protección Civil	6	Ferrocarriles	20	Construcción	6

La lista ordenada por objetivos se recoge al final del texto como anejo.

5. OTRAS CONCLUSIONES DE LA JORNADA

Sin embargo, no ha sido la mencionada lista de Necesidades de Investigación el único fruto de la Jornada, ya que

en las ponencias y en los coloquios se plantearon temas de interés relacionados con la Investigación en Ingeniería Civil que comentamos a continuación. Se insistió en señalar el bajo nivel de gasto en relación con el PIB y el escaso apoyo de la Administración a la investigación en Ingeniería Civil, asuntos ya comentados más arriba.

Se planteó la necesidad de revisar los Planes de Estudios de Ingeniería Civil con la perspectiva de las nuevas necesidades que la sociedad demanda a esta especialidad de la Ingeniería y se señaló la escasez de *maestros* que puedan impulsar el desarrollo moderno de la Ingeniería Civil.

Se comentó el peligro de abandonar nuestra *presencia en los foros europeos de normalización* y la necesidad de conseguir que haya una partida presupuestaria para los gastos que supone estar presente. También se señaló la *carencia de un clima y condiciones adecuadas* para la investigación, así como una *deficiente estructura de difusión de resultados*.

6. AGRADECIMIENTOS

Todo el trabajo desarrollado en estos dieciocho meses no hubiera sido posible sin la colaboración de numerosas entidades públicas y privadas, así como de numerosos profesionales que han aportado valiosa información. También ha sido decisiva la participación de los ingenieros de Caminos, Álvaro García Meseguer, Benjamín Suárez Arroyo, Jesús Rodríguez Santiago y Alberto Pastor Alonso de Prado, así como el apoyo del Presidente de la Comisión, Edelmiro Rúa Álvarez. ■

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Innovación en Construcción. COTEC. 2000. Págs 116 y 127.
- [2] Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003). CICYT. 1999.
- [3] Propuesta de Estrategia de I+D+I en Transportes. Ministerio de Fomento. Abril 2001.
- [4] Documento de avance para el establecimiento de un Programa específico de investigación y desarrollo en Ingeniería Civil y Construcción. CEDEX. Mayo 1992.
- [5] Retos y oportunidades del sector Construcción y Materiales. F. Martínez. Mayo 1993.
- [6] Documento básico para la redacción del "Libro Blanco" sobre Innovación e Investigación en la Construcción. SEOPAN. Abril 1995.
- [7] Identificación de las Necesidades de I+D de las empresas españolas. Estudio Sectorial de Construcción. COTEC. Mayo 1999.
- [8] Defining priorities for R&D in the Construction Industry. DG XII-C1. Agosto 1991.
- [9] Perspectives for the future Research for the Construction Industry. J.M. Morón. Diciembre 1994.
- [10] Environmental friendly Construction Technologies. ECCREDI. 1998
- [11] Materials for tomorrow's infrastructure. CERF. 1994.
- [12] Construction Industry. Research Perspectives for the 21st Century. CERF. 1996.
- [13] Deploying Design an Construction Innovation. CERF. 1996.
- [14] Creating the 21st Century through Innovation. CERF. 1996.
- [15] Assessing Global Research Needs. CERF. 1996.