

NOTA TÉCNICA

Informes de la Construcción
Vol. 60, 511, 75-86,
julio-septiembre 2008
ISSN: 0020-0883
eISSN: 1988-3234

II Jornadas de Investigación en la Construcción (IETcc-CSIC). Conclusiones

2nd Conference on Construction Research

(IETcc - CSIC). Conclusions

J. Monjo*, V. Azorín**, L.Oteiza***, M Ponce****

RESUMEN

Se presentan las conclusiones de las II JORNADAS DE INVESTIGACIÓN EN CONSTRUCCIÓN que se llevaron a cabo entre los días 22 y 24 de mayo del 2008, en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. El objetivo de las Jornadas fue el de constituir un nuevo encuentro que permitiera el intercambio de opinión entre todas los organismos de investigación que trabajan en el sector, tanto públicos como privados, así como con los industriales y profesionales del mismo y permitir un debate sobre las necesidades de investigación e innovación en el área de la construcción. Por otra parte las Jornadas permitieron la difusión y la discusión de los trabajos de investigación en marcha o en preparación, para incentivar el desarrollo de nuevos proyectos de investigación, y coordinar sus logros.

Se lleva a cabo un análisis de los trabajos presentados, primero de forma global, con indicación de los porcentajes de trabajos en los distintos temas y comparación con las I Jornadas de 2005, y después de forma independiente para cada uno de los temas, incluyendo las conclusiones de los mismos.

070-25

Palabras Clave: Investigación, Construcción, Instituto Ciencias de la Construcción E. Torroja, Edificación, Materiales.

1. INTRODUCCIÓN

En junio de 2005 (los días 2, 3 y 4) se celebraron las 1^{as} Jornadas de investigación en construcción (1), en el Instituto de Ciencias

SUMMARY

The article discusses the conclusions reached during the 2nd CONGRESS ON CONSTRUCTION RESEARCH held on 22 and 24 May 2008 at the Eduardo Torroja Institute for Construction Science, a Spanish National Research Council body. The Congress was designed to be a new encounter for the exchange of opinions among all the public and private research institutions, as well as the companies and professionals, working in the field and a forum for debate on research and innovation needs in the construction industry. The Congress also constituted an opportunity for disseminating and discussing research underway or in the planning, both to encourage new research endeavours and coordinate the advances made.

The text analyzes the papers submitted, first globally, indicating the percentage addressing each subject area compared to the first (2005) edition of the Congress, and then separately, with a list of the respective conclusions.

Keywords: Research, Construction, Eduardo Torroja Institute for Construction Science, Building, Materials.

de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). El éxito de las mismas llevó a los organizadores a comprometerse en repetir el evento de una manera periódica. Por ello, a mediados de 2007 el IETcc inició la organización

*Presidente de las II Jornadas. Universidad Politécnica de Madrid. **Secretaria de las II Jornadas- IETcc-CSIC, ***Miembro de la Comisión Científico Técnica- IETcc-CSIC. ****Miembro de la Comisión Científico Técnica- Universidad de Sevilla. España.

Persona de contacto/Corresponding author: ioteiza@ietcc.csic.es (L.Oteiza)

de las II JORNADAS DE INVESTIGACIÓN EN CONSTRUCCIÓN, con el objeto de que constituyeran un nuevo encuentro que permitiera, por una parte, el intercambio de opinión entre todas los organismos de investigación que trabajan en el sector, tanto públicos como privados, así como con los industriales y profesionales del mismo, y, por otra, la difusión y la discusión sobre los trabajos de investigación en marcha o en preparación, para incentivar el desarrollo de nuevos proyectos de investigación, y coordinar sus logros. Ello ha concluido con la celebración de dichas jornadas los días 22, 23 y 24 de mayo pasado, con un nuevo éxito. Al igual que se hizo en la pasada ocasión, consideramos útil analizar ahora el desarrollo de estas jornadas, así como los contenidos de los trabajos que se presentaron, y destacar sus logros más importantes.

En primer lugar, cabe recordar que durante los años 2006 y 2007 la construcción en España siguió en alza y, al mismo tiempo, se llevaron a cabo numerosas actividades de investigación en busca de innovación, con apoyos claros desde la Administración y una voluntad decidida por parte de las propias empresas del sector.

Como consecuencia, durante este periodo se generaron nuevas estructuras de investigación en el sector, principalmente a partir de la labor de la Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC) además del empeño de los centros de investigación específicos, como el propio IETcc y las universidades politécnicas, y se formaron importantes grupos de investigadores orientados a mejorar los proyectos y los resultados de sus trabajos, aumentándose la inversión general en innovación en más de un 20%. Sin embargo, y a pesar de la labor llevada a cabo, siguen siendo necesarios nuevos esfuerzos orientados hacia la divulgación y transparencia de las actividades investigadoras, así como la difusión general de las metas establecidas y de los logros alcanzados.

Por otra parte, siguen existiendo carencias en la inversión económica para la mejora de resultados, lo que se percibe en la insuficiente incorporación de nuevos materiales y sistemas que permitan mejorar la funcionalidad de los edificios y obras civiles, así como la sostenibilidad de los procesos, desde la obtención de materiales, hasta la reutilización de los componentes, pasando por el uso de las propias obras. Resulta necesario prestar un continuo apoyo a los investigadores noveles, con sus ideas propias y métodos novedosos y que tienen las inevitables dificultades para su incorporación en los grupos consolidados, necesitando hacerse oír en los foros apropiados.

Junto a todo ello, hay que tener en cuenta que a partir de la segunda mitad de 2007 y durante la primera de 2008, el sector se ha visto claramente afectado por la crisis económica que, en gran parte y especialmente en nuestro país, ha sido una crisis inmobiliaria. En efecto, según el INE, el número de contratos de compraventa de viviendas se había reducido en un 30% en enero de 2008, con respecto al mismo mes de 2007. Ello trae como consecuencia un estancamiento general en el sector que, entre otras cosas, puede ocasionar, según ASPRIMA, una destrucción de unos 700.000 puestos de trabajo.

Pero a nuestros efectos, también es inevitable su repercusión en el subsector de fabricantes de materiales y productos, una de los grandes focos de investigación. Como muestra de ello y según datos de OFICEMEN, el consumo de cemento se estancó en 2007 con 56,08 M de toneladas, sólo un 0,3% más que en 2006, lo que rompe con 10 años consecutivos de record en el consumo y producción de este material. Estos datos refuerzan la necesidad de aumentar la pre-ocupación por la investigación en el sector, que procure un aumento de la innovación en técnicas y productos, que permitan reducir tiempos y costes en los procesos.

En este sentido, una de las acciones a mejorar es el diálogo permanente de fabricantes, constructores y promotores con los centros de investigación y con las administraciones públicas, para asegurar que los trabajos y proyectos de investigación y desarrollo que se llevan a cabo son los que realmente demandan el sector y la sociedad, estableciendo foros donde se puedan desarrollar esos encuentros que permitan el debate sobre las necesidades reales de investigación y facilite los logros de innovación que la sociedad está demandando. En efecto, la inversión económica en el sector no siempre va aparejada con la aplicación de las innovaciones en las obras, ni en una mejora de calidad de las mismas. Una de las causas puede ser la falta de investigación en el sector, sobre todo de la aplicada, o, por lo menos, de su coordinación. Ello es especialmente relevante en la edificación de viviendas, que tiende a mantener sistemas y materiales ya conocidos (los así llamados "tradicionales") sin un afán evidente de innovación.

Además, las iniciativas de investigación (I) en el sector todavía están muy dispersas y parten muchas veces de grupos pequeños de investigadores que, en algunos casos, no tienen una relación directa con la industria, por lo que sus resultados no acaban en el necesario desarrollo (D) ni mucho menos en la fructífera innovación (i).

La organización de encuentros a nivel nacional, puede paliar, en cierto modo, este problema, ya que permiten establecer un intercambio de opiniones entre los organismos de investigación que trabajan en el sector, tanto público como privado, así como con los industriales y profesionales del mismo.

Por otra parte, la amplia difusión y la discusión sobre los trabajos de investigación en marcha o en preparación, puede incentivar el desarrollo de nuevos proyectos de investigación y desarrollo. Todo ello, en definitiva, posibilita la sinergia de esfuerzos e intenciones que puede acabar alcanzando el logro de las tres fases del proceso (I+D+i). A ello han estado orientadas, entre otras, estas II Jornadas.

Por último, en 2008 el IETcc celebra el LX aniversario de la creación de la revista Informes de la Construcción, pionera en España de las publicaciones técnicas periódicas del sector y promotora de numerosas innovaciones en la construcción (2). Por ello, consideramos muy adecuado el haber podido conjugar ambos eventos, dedicando parte de las Jornadas a analizar la influencia de las revistas técnicas del sector en la mejora e innovación en el mismo. Por su parte, el Comité de Dirección de la Revista Informes de la Construcción ha creído conveniente difundir los resultados de estas Jornadas a través de este importante órgano de transferencia del conocimiento como es esta revista, que recientemente ha sido incorporada al índice de revistas científicas (SCI).

2. LOS TRABAJOS PRESENTADOS

En términos generales puede afirmarse que las Jornadas han tenido una buena acogida por la comunidad científica, como lo prueba el alto número de trabajos presentados (comunicaciones y paneles) que asciende a 130. Los trabajos se agruparon en los siguientes temas:

- A. Revistas técnicas
- B. Arquitectura
- C. Ingeniería Civil
- D. Técnicas y procesos constructivos
- E. Patrimonio construido
- F. Acondicionamiento y sostenibilidad
- G. Calidad y seguridad
- H. Materiales

Los trabajos fueron analizados por el Comité Científico para su aprobación, y se presentan en esta publicación una serie de conclusiones que permiten conocer el estado actual de la investigación y desarrollo en construcción en España así como las líneas que se



1. - Díptico de las II Jornadas.

deberían seguir en el futuro. La distribución de las comunicaciones por áreas temáticas aparece recogida en el cuadro 1, mientras que en el cuadro 2 se refleja la agrupación correspondiente a las I jornadas, con las que podemos hacer algunas comparaciones (3).

En primer lugar se comprueba un significativo aumento de trabajos presentados en las II Jornadas (4) con respecto a las I (1) (de 94 a 139, un 38%) con algunas excepciones, lo que supone una muestra evidente del aumento del interés en la investigación en el sector, además del prestigio que han adquirido las propias jornadas.

Aparece una reducción en los temas de Obra Civil (7 a 2) lo que puede ser indicio del menor interés que este tema plantea entre los investigadores jóvenes, y en el de Patrimonio (21 a 20), este último poco significativo.

En Acondicionamiento y sostenibilidad (Medio ambiente) aparece un aumento muy significativo (de 15 a 23, más de un 65%) lo que es un claro indicio del interés creciente en el tema, auspiciado sin duda, por la preocupación global por el entorno, y el apoyo que todas las administraciones dan a los problemas asociados que aparecen.

Cuadro 1
Agrupación de comunicaciones y paneles por temas

Tema	Nº de trabajos
Revistas técnicas	11
Arquitectura	13
Ingeniería Civil	2
Técnicas y procesos constructivos	17
Patrimonio construido	20
Acondicionamiento y sostenibilidad	23
Calidad y seguridad	11
Materiales	33
TOTAL	130

Cuadro 2
Agrupación de comunicaciones por temas en las primeras jornadas

<i>Temas en las I Jornadas</i>	<i>Nº de trabajos</i>
Obras pública	7
Medio ambiente	15
Materiales	21
Patrimonio	21
Edificación	30
TOTAL	94

En Materiales, el aumento también es importante (de 21 a 33, un 57%) superior al 38% de crecimiento general de trabajos indicado para las jornadas.

Por último, también aparece un importante aumento en los trabajos relacionados con Edificación, que ahora se han repartido en tres temas distintos (Arquitectura, Técnicas y procesos y Calidad y seguridad) que han pasado de los 30 de las primeras jornadas a 41 (13 + 17 + 11) en las actuales, teniendo en cuenta que de los 18 de Técnicas y procesos, sólo uno es de Obra civil, y que los 11 de Calidad y seguridad se refieren todos a Edificación. Ello se puede considerar como un claro aumento de la preocupación de los técnicos de edificación (tanto arquitectos, como arquitectos técnicos e ingenieros) en la innovación en sus procesos, que probablemente sean los más “tradicionales” dentro del sector de la construcción. Esperemos que las administraciones sean conscientes de esta preocupación, que no hace sino reflejar una necesidad evidente, sobre todo en este momento actual de clara recesión en el subsector de la edificación.

3. LAS PRINCIPALES CONCLUSIONES DE LAS JORNADAS

Veamos ahora las conclusiones que pueden deducirse de los trabajos y las discusiones provocadas en las jornadas, agrupadas en los ocho grandes temas de las mismas y extractadas por los miembros del Comité Científico que se indican.

A. Revistas técnicas (I. Oteiza)

Con motivo del XL aniversario de la revista *Informes de la Construcción* del Instituto de Ciencias de la Construcción E. Torroja, se propuso en esta II Jornada de Investigación en la Construcción (4), introducir un nuevo tema relacionado con el área: las revistas técnicas en la construcción. Se presentaron 11 ponencias y hubo una importante asistencia en esta mesa de discusión por parte de los participantes en las Jornadas.

Muchos de los profesionales de la construcción que trabajan en temas de investigación necesitan difundir los avances a través de

este tipo de revistas y en el área de la edificación y obra civil son pocas las revistas reconocidas, tanto a nivel nacional como internacional.

El título de las ponencias presentadas en este tema son las siguientes:

- o 60 años de la revista *Informes de la Construcción*.
- o La memoria histórica: 60 años de *Informes de la Construcción*.
- o El papel de informes de la construcción en la difusión de la arquitectura moderna extranjera (1948-1968).
- o La revista *Informes de la Construcción*: crisol de innovación tecnológica de la modernidad.
- o Edición electrónica de *Informes de la Construcción* y materiales de construcción. Datos preliminares visibilidad y difusión.
- o La revista “*Materiales de Construcción*”. Historia, situación actual y perspectivas.
- o La innovación arquitectónica en las revistas técnicas de construcción. Lecciones del pasado y oportunidades de futuro.
- o El diente de león. Vanguardia y técnica en las revistas especializadas.
- o Las publicaciones periódicas de construcción en España y su importancia en la transferencia de conocimientos.
- o El rol de la publicidad de los medios de comunicación escritos en la difusión de las innovaciones tecnológicas: Las revistas profesionales de arquitectura en el siglo XX en Italia, México y España.
- o Retos planteados por las publicaciones electrónicas: Terminología de construcción y arquitectura histórica del español al inglés.

Cuatro de las ponencias se centraron en la propia revista *Informes de la Construcción*, 60 años de información sobre los avances de la construcción en el mundo y en España en la segunda mitad del siglo XX. En estos 60 años, la revista ha pasado por diferentes etapas, destacando la primera etapa (1948-1980) donde *Informes de la Construcción* jugó un papel de ventana al mundo de la construcción internacional, en una época de poca apertura nacional. El rol actual de informes es diferente, ya que se trata de una revista Científico-Técnica donde los avances tecnológicos y la innovación en la construcción es lo más importante a publicar. Se presentaron ponencias relacionadas con otras revistas, destaca la ponencia sobre *Materiales de Construcción*, también del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja y, como indica su nombre, el tema fundamental es el de los materiales.

Dos ponencias están relacionadas con la edición electrónica de las revistas, una de ellas analiza lo que ha significado la

difusión de las dos revistas del Instituto Eduardo Torroja, desde su incorporación en el portal de revistas técnicas del CSIC en internet. La difusión nacional e internacional de las revistas que se logra con estas nuevas tecnologías es de gran importancia, además de poder acceder desde cualquier parte del mundo a través de la dirección <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>. El trabajo relacionado con el rol de la publicidad, en las revistas técnicas, plantea la necesidad de continuar y reforzar los temas publicitarios relacionados con la construcción.

Otro de los temas tratados fue lo que significa para una revista técnica estar indexada en una importante base de datos como el SCI (Science Citation Index), el caso de la revista de Materiales, ya que la demanda de publicación de artículos es mucho mayor, lo que permite ser más selectivo y asegurar la continuidad de la revista. Se informó que la revista Informes de la Construcción ha solicitado desde enero del 2007 ser incluida en la base de datos del SCI, para lo que debe de cumplir con las exigencias típicas de las revistas científicas.

B. Arquitectura (J. Monjo)

Los trabajos presentados a este tema (13 trabajos) se pueden agrupar en cuatro líneas diferentes,

- La revisión histórica del trabajo de autores reconocidos, haciendo hincapié, sobre todo, en su capacidad de innovación en los procesos y técnicas
- El análisis del funcionamiento técnico/constructivo de soluciones más o menos innovadoras ya ejecutadas, con vistas a su posible generalización
- Las propuestas de innovación más o menos concretas, tanto en diseño arquitectónico global, como en soluciones de elementos constructivos
- El análisis crítico de normativa técnica

La primera línea, de revisión histórica, es la que recoge un mayor número de trabajos (6) incluyendo los siguientes:

- La ESCUELA de EDUARDO TORROJA: Entendimiento y promoción de la innovación en la construcción arquitectónica; que destaca el espíritu de dicha escuela y su autor, mencionando la "caja de elementos de construcción" como un conjunto de soluciones innovadoras.
- La innovadora aportación de Félix Candela al desarrollo de las láminas de hormigón de la arquitectura moderna.
- La viga hueca: una especie extinguida;

como un repaso histórico/crítico a las patentes de soluciones constructivas de Miguel Fisac, en base a elementos prefabricados de hormigón armado.

- La vinculación entre el diseño arquitectónico y las estructuras; con un breve repaso de la obra de una serie de ingenieros y arquitectos de finales del XIX y principios del XX, en los que se ha dado una buena correlación entre el diseño arquitectónico y la solución estructural (entre arquitectura e ingeniería).
- Arquitectura y representación: Modelos innovadores de vivienda burguesa en la Viena "Fin de siècle"; en el que se realiza un análisis histórico/crítico de la arquitectura y urbanismo aportados por la solución de la Ringstrasse de Viena, como nacimiento de la ciudad moderna en el siglo XIX.
- Bilbao: La industrialización de la construcción de viviendas; con un resumen histórico/técnico de la evolución de la industrialización de viviendas (especialmente en Bilbao y su entorno) en las décadas de 1960 y 1970.

La segunda línea, de análisis técnico/constructivo, incluye los tres siguientes trabajos:

- Vivienda. La conciliación de lo espacial con lo material; en el que se establece una discusión teórica de cuatro soluciones arquitectónicas recientes de los propios autores para edificios de viviendas de protección oficial.
- Las cuatro torres. Estudio sobre el comportamiento frente al viento, con las correspondientes conclusiones sobre las soluciones adoptadas en cada caso.
- Impacto estructural de paneles solares térmicos; con un breve análisis y su incidencia en las consideraciones estructurales de los mismos.

La tercera línea, de propuestas de innovación, recoge dos trabajos:

- Nuevos conceptos en elementos estructurales de vidrio: vigas pretensadas; que aporta un interesante trabajo de investigación para mejorar la eficiencia estructural de vigas de vidrio mediante el pretensado de su cordón inferior.
- Mallas y entramados para la arquitectura; con una descripción esquemática para grandes cubiertas en base a mallas plegables.

La cuarta línea, de análisis de normativa técnica, recoge otros dos trabajos, a saber:

- Resistencia a esfuerzo cortante en forjados de viguetas pretensadas según la nueva Instrucción EHE; un análisis crítico del cálculo del esfuerzo cortante, a partir de

- numerosos casos de estudio derivados del sello CIETAN.
- CTEAE3, implementación efectiva y armonizada del CTE, EAE y EC3 para el proyecto de estructuras de acero; en el que se lleva a cabo un análisis comparativo de las 3 normas mencionadas, proponiendo una serie de Documentos Guía para su armonización.

A la vista de todo ello, se pueden avanzar las siguientes conclusiones.

Existe un claro interés en el análisis histórico de las aportaciones de los profesionales que han marcado un hito en la historia de la construcción de edificios, para aprender de su espíritu y de las innovaciones que aportaron. En nuestro caso aparecen como profesionales innovadores tres destacados (Torroja, Candela y Fisac) además de un conjunto de ingenieros y arquitectos que trabajaron en la zona de Cataluña a finales del XIX.

Por otra parte, también destaca el interés por el análisis de las innovaciones en el diseño arquitectónico y urbanístico aportadas asimismo en la segunda mitad del siglo XIX, así como la preocupación por la industrialización de la construcción de viviendas que apareció en la posguerra (años 50, 60 y hasta 70 del siglo XX).

Por último, aparece un principio de análisis crítico de normas técnicas, que se percibe como muy necesario en una época de claro interés normativo, para asegurar una aplicación ajustada de las prescripciones que esas normas contienen, basado en la experiencia constructora, y mejorando su contenido. Confiamos en que esta línea se mantenga, y asegure una correcta aplicación de las normas recientes y las que puedan ir apareciendo en el futuro.

C. Ingeniería Civil (J. Monjo)

Sólo aparecen dos trabajos específicos de este tema, aunque se pueda añadir uno más que se localiza en el tema siguiente (Técnicas y procesos constructivos) que trata de una solución para la ejecución de puentes. De los dos trabajos, uno se refiere a las técnicas de ejecución, y el otro a las de cálculo:

- Utilización de residuos de demolición y construcción en la ejecución y reparación de caminos rurales; donde se describen los ensayos realizados con distintos residuos para la reparación de caminos rurales en la zona de Madrid, con estudio de su comportamiento mecánico y de su idoneidad económica y medioambiental, diferenciando los distintos productos y sus posibilidades.

- Aplicación del método de los elementos finitos al cálculo de encofrados; con la propuesta del uso de este sistema de cálculo para los grandes encofrados, algo que no se considera lo suficiente en la EHE, y desarrollando dos modelos alternativos, utilizando el programa ANSYS 8.1 para pared rígida y pared flexible, ambos adecuados para los diferentes casos.

Las propuestas que se recogen resultan muy válidas y útiles para la necesaria innovación en los procesos, en este caso, tanto en la producción y realización en obra, como en el cálculo previo.

En efecto, por una parte sugiere el uso de materiales reciclados, lo que supone una buena aportación desde el punto de vista de la sostenibilidad. Por otra, trata de resolver un problema debido a la ausencia de contemplación del cálculo de los encofrados en la normativa actual (EHE) lo que puede ser origen de conflictos de seguridad en las obras.

Confiamos en que se invierta la tendencia observada y en las próximas ediciones de estas jornadas se produzca un aumento significativo de trabajos en el ámbito de la Ingeniería Civil.

D. Técnicas y procesos constructivos

(J. Monjo)

Se trata de un tema que completa a los de Arquitectura y de Ingeniería civil, en el que se presentan trabajos de análisis e investigación sobre técnicas y procesos constructivos de los dos ámbitos, aunque domina el de la edificación, pues sólo uno se refiere a ingeniería civil. Podemos agruparlos en tres grandes líneas:

- Análisis del estado actual en distintos aspectos
- La industrialización de los procesos constructivos
- Propuestas de nuevas técnicas y procesos

Dentro de la primera línea, de análisis del estado actual, incluimos cuatro trabajos que analizan distintos aspectos generales (3 de ellos) y uno particular, que afectan a las técnicas y procesos constructivos:

- Innovar sobre la tradición: un camino seguro hacia la excelencia; en el que los autores llevan a cabo un repaso esquemático de diversos profesionales de la arquitectura del siglo XX, haciendo hincapié en la necesidad de la excelencia para asegurar la innovación.
- Zoomorfismo y bio-arquitectura. Entre la analogía formal y la aplicación de los principios de la Naturaleza; un análisis

comparativo de soluciones que presenta la Naturaleza, que pueden ser inspiración para las soluciones arquitectónicas, especialmente en lo que a sostenibilidad se refiere.

- Los materiales de construcción ante las ingentes necesidades de hábitat en el tercer mundo (carencias de una investigación necesaria); en el que se realiza un análisis de la situación de los materiales utilizados para la autoconstrucción en el tercer mundo.
- Análisis de los métodos de unión por soldadura de un acero inoxidable estructural según los Códigos Estructurales; con una descripción general de los diferentes métodos de soldadura del acero inoxidable estructural, y propuestas de uso.

En la segunda línea, sobre el paradigma de la industrialización, aparecen seis trabajos que insisten en la necesidad clara de industrializar los procesos constructivos de edificios, especialmente los de vivienda:

- I+D+i para la industrialización de la edificación mediante nuevas soluciones constructivas basadas en acero; donde se describe la Actividad nº 3 (“Componentes constructivos industrializados”) del proyecto CENIT “CETICA - La ciudad Eco Tecno Lógica. Edificación en base acero para un hábitat urbano más sostenible”.
- Enfoque alternativo en el planteamiento urbano de la edificación residencial para la mejora de la industrialización; en el que los autores llevan a cabo un análisis más de aproximación al problema de la industrialización de la construcción de viviendas, proponiendo proyectos adecuados de ensamblaje, de forma similar a otras industrias de producción, como la de automóviles o de embarcaciones, como única solución real al problema.
- Open Building Manufacturing System; descripción del proyecto europeo MANUBUILD, que persigue la industrialización de la construcción de edificios, incorporando un cambio de mentalidad en los agentes del proceso, analizando la situación real de la industria europea de la edificación y aportando soluciones para sistemas abiertos de industrialización, fábricas móviles, etc.
- Industrialización y sostenibilidad en vivienda: aplicación de la construcción modular ligera a casa solares; análisis de las propuestas presentadas a los concursos internacionales de “Solar Decathlon”, incluidas las españolas, y estableciendo una clasificación tipológica de soluciones.
- La industrialización del proceso constructivo, una nueva forma de edificar; donde se incorporan una serie de propuestas para industrializar la construcción de edificios mediante paneles prefabricados de

fachada (diferentes opciones) resolviendo el proceso “planta a planta”.

- La creación de una base de datos de sistemas y componentes industrializados en España: primeras conclusiones; en que los autores realizan una breve descripción del subproyecto SP3, del proyecto singular estratégico INVISIO (Industrialización de vivienda sostenible) subproyecto en el que se crea una base de datos de elementos y sistemas industrializados existentes actualmente en nuestro país, con homogeneización de sus datos, para conseguir un apoyo a la industrialización del proceso constructivo a partir de un diseño adecuado.

La tercera línea, en fin, recoge el mayor número de trabajos con ocho propuestas de nuevas técnicas y procesos:

- Ensayos de dinteles de fábrica de ladrillo atirantada, sobre los nuevos apoyos Pi, distanciados 6 m entre sí; donde se describen los ensayos llevados a cabo para comprobar el funcionamiento de los mencionados apoyos Pi, con armadura incorporadas en tendeles, para resolver la construcción de muros de cerramiento de pie de ladrillo en fachadas.
- Innovar sobre la tradición: las modernas estructuras de ladrillo; trabajo en el que los autores reclaman la recuperación de las estructuras de muros de fábrica en edificios actuales, y proponen su diseño y cálculo por el método de los “planos de rigidez”, aportando una serie de ejemplos concretos.
- La gestión de la edificación por procesos: nuevo modelo de presupuestación; donde se realiza una descripción del llamado “modelo de procesos” como método óptimo para la realización y mejora de los presupuestos de obras, indicando las distintas fases a acometer, desde la planificación de la obra hasta la obtención del presupuesto de ejecución.
- Nuevo tipo de cimbras autolanzables con pretensado orgánico; único trabajo de ingeniería civil en este tema, que describe las ventajas del “pretensado orgánico” en las cimbras autolanzables para la ejecución de tableros de puente, con presentación de distintos tipos, y con ejemplos para todos ellos, confirmando su versatilidad.
- La necesidad de conocer las técnicas de intervención en la cimentación: la inyección armada; donde se lleva a cabo un recordatorio de los sistemas de consolidación de suelos por inyección, con descripción específica del sistema de “inyección armada”, concretando sus ventajas.
- Solución patentada para garantizar la eficacia de un sistema de contención alternativo a los convencionales en vaciados de terrenos; con descripción de una patente para la unión de los tubos de inyección mediante manguitos especiales.

- Utilización del sistema TECOWOB en la ejecución de las estructuras del "Proyecto de interés regional Mirador del Cerro Gordo" en Badajoz; en el que los autores describen un nuevo sistema de forjado aligerado con EPS en bovedillas y placas inferiores, explicando sus excelencias en ligereza y absorción acústica, a partir de un complejo de edificios en Badajoz.

Vistos los trabajos presentados y su agrupación, podemos apuntar una serie de hechos.

Parece claro que existe una creciente preocupación por alcanzar la tan deseada **industrialización** en los procesos constructivos, preocupación que se recupera de un cierto letargo desde los años 70 en que se produjeron algunos avances, y que ahora se ha concentrado en una serie de proyectos de investigación de gran escala, desde el europeo MANUBUILD, del 6º Programa Marco, hasta intentos más concretos, como los del Solar Decathlon, pasando por proyectos tipo CENIT o el Singular Estratégico INVISO, que tuvo, además, una presentación específica adicional en las jornadas.

En casi todos los intentos, se hace hincapié en la necesidad de un nuevo planteamiento de sistemas de industrialización abierta, o en módulos tridimensionales ligeros, pasando necesariamente por un planteamiento específico en el proyecto, donde se contemple la ejecución por ensamblaje y se considere claramente la solución técnica desde el anteproyecto y el proyecto básico.

Confiemos en que esta nueva escalada de preocupación acabe dando soluciones aplicables y convenza a los promotores y proyectistas a la introducción definitiva de estas soluciones industrializadas para los procesos constructivos, así como a las administraciones a la necesidad de financiar este tipo de estudios.

Sigue también el interés en la **revisión** de lo ya hecho, tanto en la obra de profesionales reconocidos, para aprender de nuestros antepasados, como, en este caso, el aprendizaje desde los ejemplos que nos ofrece la propia Naturaleza. Asimismo, siguen adelante los estudios globales, especialmente para la solución de los problemas de vivienda que plantea el tercer mundo.

Por último, es de destacar el gran número y variedad de **nuevas soluciones técnicas**, tanto para elementos como para procesos, lo que es un indicio claro del espíritu de innovación que albergan nuestros profesionales. Así, aparecen propuestas bien estudiadas para las tradicionales soluciones de muros de fábrica de ladrillo, tanto usados como elementos portantes, como para los de cerramiento

que, especialmente en España, tienen una notable significación y una clara necesidad de mejora.

También aparecen soluciones para mejoras en trabajos geotécnicos y en elementos estructurales horizontales, y sólo uno en ingeniería civil, lo que confirma lo mencionado en párrafos anteriores de que la innovación en ese ámbito no tiene tanto atractivo para los profesionales jóvenes.

E. Patrimonio construido (V. Azorín)

De los 130 trabajos presentados en las II Jornadas de Investigación en Construcción (4), un 26% están dedicadas al Patrimonio Construido. El objetivo principal de las comunicaciones ha sido la exposición de nuevas investigaciones desarrolladas a lo largo de estos tres últimos años en nuestro país, con el objeto de ampliar los conocimientos para una mayor eficiencia en las intervenciones de edificios, tengan o no carácter histórico.

Para llevar a cabo una somera aproximación sobre el contenido de los trabajos presentados se han agrupado en función de la temática. Las comunicaciones no son monotemáticas sino que abordan varios aspectos a la vez. El resultado arroja las siguientes cifras: Técnicas de intervención (17), Diagnóstico (15), Estudios de casos (10), Estudios patológicos (9), Propuestas metodológicas (8) y Patrimonio Histórico (10). Destacan las comunicaciones dedicadas a técnicas de intervención y la mayoría de las veces ligadas a soluciones de diagnóstico. Es normal que los trabajos expuestos comiencen con el diagnóstico de lesiones o defectos en las edificaciones, para proponer a continuación los métodos de intervención más idóneos a cada caso. Prácticamente el 50% de las comunicaciones son producto de intervenciones en edificios de carácter histórico-artístico. En su mayor parte adjuntan abundantes fuentes documentales, por lo que contribuyen de manera eficiente al conocimiento de la historia de la arquitectura española. Dentro de los casos estudiados, se abordan casi todos los elementos que componen las edificaciones: estructuras (de madera, hormigón, acero y materiales compuestos), muros, forjados, bóvedas, fábricas de tapial, pilares, refuerzos de hormigón, cimentaciones, iluminación, fachadas, cubiertas, medianerías, cerramientos etc., y que contribuyen al aumento del conocimiento sobre las nuevas metodologías y técnicas de intervención en el patrimonio construido

Las Redes Temáticas y Grupos de Investigación

Se han presentado cinco trabajos ligados a redes temáticas y grupos de investigación

especializados en diagnóstico en intervención del patrimonio construido español. En primer lugar hay que mencionar la Red Temática del Patrimonio Histórico Artístico del CSIC que constituye por sí misma un área científica dentro de la Institución. Como es lógico el IETcc se encuentra integrado en esta Red Temática y ha colaborado en estas Jornadas con dos comunicaciones y que han sido fruto de contratos de Asistencia Científico-Técnica.

Por otro lado, en el seno de las Universidades y especialmente al amparo de las Escuelas de Arquitectura se han ido creando grupos de investigación especializados en patrimonio arquitectónico.

El grupo denominado Análisis e intervención en el Patrimonio Arquitectónico (AIPA) de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid ha contribuido a las Jornadas con dos comunicaciones centradas en el estudio de estructura y patologías de las iglesias de Guadalajara de los siglos XVI al XVIII, mientras que el grupo Intervención en el Patrimonio y Arquitectura Sostenible de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Alcalá de Henares de Madrid ha presentado un estudio sobre el análisis de varias intervenciones fallidas usadas como fuentes de información.

A pesar de no haberse presentado bajo la denominación de grupo de investigación en Patrimonio Histórico Arquitectónico, sí es de destacar la labor a este respecto que viene desarrollando en la ETSA de Valladolid por Camino Olea, León Vallejo, Ramón-Cueto, Basterra, Acuña, Casado y López; en la Universidad de Sevilla bajo el liderazgo de Graciano y Canivell; en la Universidad Politécnica de Cataluña por Zamora y Mestre y García Hernández y en la Universidad Politécnica de Valencia, en la que destaca la labor de Palaia Pérez.

Proyectos de Investigación

El Programa de Investigación en construcción y Conservación del Patrimonio de 200-2003 continuado por el de Construcción de 2004-2007 (5) comienza a aportar resultados a la comunidad científica, algunos de los cuales se han presentado a estas Jornadas en forma de comunicación como son: "Identificación de insectos xilófagos en madera de construcción mediante el análisis morfológico de detritus"; "Aplicación de métodos no destructivos para inspección y diagnóstico de materiales y sistemas constructivos en edificios históricos para su conservación"; "Metodología para el análisis e intervención del Patrimonio Arquitectónico.

Aplicación al caso de las iglesias barrocas de Guadalajara"; "Propuestas de mantenimiento, evaluación y restauración para la rehabilitación de edificios e infraestructuras urbanas con fábricas históricas de tapial en la provincia de Sevilla.

La investigación en el Sector Científico-Técnico

Se han presentado cuatro comunicaciones producto de solicitudes de Asistencia Científico-Técnica por parte de instituciones a centros científico-tecnológicos como son INTEMAC y el Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja del CSIC. Los aportados por INTEMAC se refieren a casos concretos de fallos en los sistemas constructivos de edificaciones sin carácter histórico (Rotura de un forjado de un centro comercial en Tenerife y Hundimiento de un muro en la calle Pancho Guerra de las Palmas de Gran Canaria), mientras que en el presentado por el IETcc-CSIC, en procesos patológicos frecuentes en edificación. La comunicación titulada: Color y composición de enfoscados originales del Palacio de la Granja (Segovia), tiene por objeto la restauración de una de las fachadas del Palacio de La Granja con una base científica.

F. Acondicionamiento y sostenibilidad

(I. Oteiza)

En estas II Jornadas de Investigación en la Construcción (4), se recibieron 23 comunicaciones relacionadas con el tema del Acondicionamiento de edificios y la Sostenibilidad, 8 comunicaciones más que la I Jornada del año 2005 (1), fue el segundo tema que tuvo mayor participación de ponencias.

El aumento del interés por parte de los profesionales y empresas vinculadas con la construcción en estos temas, está relacionado con la incorporación de las nuevas exigencias del Código Técnico de la Edificación (aprobado en marzo 2007), en especial por las Normativas sobre el Ahorro Energético (DB-HE: Ahorro de energía) y sobre el Confort Acústico (DB-HR: Protección frente al ruido) en las edificaciones, así como por la creciente preocupación y difusión de los problemas relacionados con la sostenibilidad del planeta (cambio climático, contaminación atmosférica, reducción de los recursos naturales).

Las ponencias sobre ACONDICIONAMIENTO Y SOSTENIBILIDAD se dividieron en cinco diferentes líneas, cuyos títulos se distribuyeron de la siguiente manera:

Confort higrotérmico (4 ponencias)

- Asimetrías radiantes. La causa de desconfort térmico con mayor incidencia en la arquitectura moderna.
- Criterios de climatización y ventilación en habitaciones de hospitalización.
- Confort interior mediante materiales de cambio de fase (pcms).
- Mejora de las propiedades térmicas de piedra natural tratada con pcms.

Confort acústico (3 ponencias)

- Análisis acústico de soluciones constructivas con hojas compuestas de entramado autoportante.
- Diseño y medida del coeficiente de absorción acústica en estructuras complejas realizadas en materiales de construcción.
- Algunas consideraciones sobre la protección frente al ruido exterior en los recintos protegidos.

Ahorro energético (5 ponencias)

- Auzener. Modelo de simulación virtual del balance energético de barrios orientado a la optimización energética y económica de los mismos.
- Eficiencia energética de la utilización de vidrios especiales en viviendas sostenibles.
- Nuevos métodos de investigación para estudiar el funcionamiento de casas solares: el trabajo con modelos a escala para comprobar la eficiencia energética, los conceptos estructurales y los procesos de montaje/desmontaje.
- Certificación energética de un edificio utilizando diferentes programas de simulación: Calener y Energyplus.
- La búsqueda de la eficiencia energética en la rehabilitación de fachadas.

Bioclimatismo (5 ponencias)

- Pautas para el estudio de la eficiencia de ventilación en aberturas de admisión de viviendas.
- Proyecto vivienda experimental en Cáceres "EDEA".
- Cerramientos multicapa ligeros en el concurso solar decathlon 2007.
- Diseño bioclimático de "la casa solar".
- Tecnologías e impactos positivos de "la casa solar".

Sostenibilidad (6 ponencias)

- Rehabilitación: alternativa sostenible de desarrollo y construcción urbana.
- La guía Suspurpol sobre construcción sostenible.
- Mezclas bituminosas templadas, una apuesta por la sostenibilidad.

- Análisis y revisión de herramientas para la evaluación de la sostenibilidad de la construcción.
- Eramauzoa. Diseño sostenible de barrios y ciudades.
- Una contribución a la sostenibilidad en fase de materialización a partir de la gestión de residuos y su reutilización en obra.

En la línea del **confort higrotérmico**, destaca el interés por las investigaciones sobre los materiales de cambio de fase (PMCs). La línea del **confort acústico**, se presentaron tres trabajos. En las líneas de ahorro **energético y bioclimatismo**, se puede afirmar que las líneas están muy relacionadas y a veces es difícil encajar determinada ponencia en alguna de las dos líneas, en ambas uno de los temas que más se estudia está relacionado con la eficiencia energética. Otro tema analizado en tres ponencias tiene que ver con "la casa solar" donde se presentan estudios relacionados con la vivienda presentada al concurso Solar Decathlon en Washington DC (USA, septiembre 2008), donde participaron diferentes Escuelas y Departamentos de la Universidad Politécnica de Madrid. En la última línea de **sostenibilidad** se presentaron 6 trabajos, dos de ellos relacionados con los temas urbanos, otros dos sobre herramientas de evaluación de la sostenibilidad en la edificación y los otros son aportes de empresas privadas, uno de ellos trata sobre las estrategias de la gestión y minimización de los residuos generados en la construcción.

G. Calidad y seguridad (M. Ponce)

A pesar de ser un aspecto importante en el cumplimiento normativo europeo y la adaptación al código técnico, la investigación desarrollada en este campo no ha conseguido su máxima repercusión; tan sólo un 8% de las aportaciones realizadas fueron recogidas en este apartado y todas ellas con repercusión en la construcción arquitectónica frente a la ingeniería.

Los agentes que participamos en el proceso constructivo somos responsables del resultado final de la construcción: desde la definición del proyecto a su puesta en obra, es obligada la identificación y descripción exhaustiva, tanto de materiales como de proceso de puesta en obra, de manera que exista un mínima interpretación del documento a ejecutar para conseguir el resultado deseado.

El director de la ejecución de la obra verifica la recepción de los productos de construcción y la correcta ejecución y disposición de elementos constructivos. Pero, ¿qué ocurre si en la redacción del proyecto, acorde con la normativa vigente, existen imprecisiones o falta de especificación acompañada de un vacío normativo que puede ser aprovechado para permitir oportunas modificaciones o

alteraciones del proyecto redactado? No constarán como modificaciones puesto que no existió especificación que determinara la solución finalmente ejecutada.

El Código Técnico de la Edificación establece un marco de requisitos básicos dejando al margen la funcionalidad del edificio que debe estar recogida en otra normativa, y que expuso García Erviti. La posibilidad de esta normativa de incorporar al proceso constructivo soluciones novedosas provenientes de los resultados de investigación de los numerosos grupos I+D+I existentes en la actualidad abre una ventana a la innovación en la imagen de nuestro entorno más inmediato y de nuestra calidad de vida a largo plazo.

Por el contrario, impone un riesgo añadido en la responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso constructivo a los que se añaden la necesidad de obtener marcas, sellos y certificaciones de calidad con reconocimiento oficial sobre los productos utilizados.

De los trabajos presentados se pudo observar la fuerte repercusión que tiene en la construcción internacional la producción española de productos pétreos que, por ausencia de una compatibilización y caracterización, conforme a normalización internacional, ve reducida sus posibilidades en el mercado internacional. Así fue expuesto por el equipo de Bastida, que mostró algunos datos de interés relevante sobre las limitaciones de la exportación de la piedra natural.

Sin salir de nuestras fronteras, el conocimiento de la vida de un edificio, los procesos patológicos y la optimización en la contratación de seguros nos lleva a establecer una especificación del material en el documento de proyecto en base a su uso y aplicación en un sistema constructivo que permitiría, según Pacheco, la prevención y minimización de procesos patológicos, para lo cual se hace necesario articular protocolos de conocimiento de los materiales y su especificación, y una buena práctica constructiva a través del control de ejecución de obra, tanto elementos horizontales como verticales, interiores o exteriores, como recoge Lahoz.

El control de calidad debe ser adaptado y revisado para cada obra. Las investigaciones llevadas a cabo desde el INTEMAC fueron expuestas por Ibáñez en el comportamiento de la retracción sobre un edificio sin juntas, donde la organización del proceso constructivo y el control de calidad de los materiales y su puesta en obra resultan de vital importancia ante las determinaciones de la actual EHE y la definición específica

del encuentro de elementos estructurales verticales y horizontales.

Otro de los aspectos abordados en este apartado es la seguridad, pero, fundamentalmente, seguridad del usuario en caso de incendio y la evolución del comportamiento de las construcciones en el proceso de evacuación de sus ocupantes, donde la repercusión de la degradación de elementos resistentes está vinculada a la aportación añadida de revestimientos y recubrimientos, cada vez más sofisticados como la escayola y su comportamiento microestructural.

La incorporación de nuevos materiales y los proyectos de grandes espacios abiertos de difícil sectorización establecen una problemática singular en la que Capote y su equipo mostraron modelos computacionales para el control de humos en caso de incendio. Finalmente, se recogieron las consecuencias de las innovaciones de las técnicas constructivas en un afán de aligerar la edificación donde la repercusión sobre los elementos resistentes de fábrica de ladrillo genera una serie de procesos patológicos que fueron expuestas por Gutiérrez y su equipo.

H. Materiales (M. Ponce)

En el campo de los materiales de construcción, las aportaciones en estas II Jornadas han recogido las investigaciones en curso como consecuencia de la repercusión del Marco Normativo Europeo en materia de medioambiente y la obligación de reducir, minimizar y reutilizar los residuos generados por nuestra sociedad de consumo. El incremento de los procesos industrializados conlleva la generación de un mayor porcentaje de residuos que es necesario tratar y el aprovechamiento normativo lleva implícito el valorización de los residuos de los procesos industriales, en los que el sector de la construcción ofrece una oportunidad de valorización en la producción de sus materiales con un amplio abanico de posibilidades de reutilizar los residuos.

Las aportaciones recogidas tienen dentro de este campo la incorporación a los procesos de fabricación del producto estrella del siglo XX, producto con base cemento, y las posibilidades de intervención en obras de rehabilitación con la aportación de nuevos materiales, sin que por ello se distinga la obra de edificación de la de ingeniería.

Las aportaciones vinculadas a productos con base cemento nos hacen constatar que a pesar del conocimiento consolidado de pastas, morteros y hormigones, aún existen valiosos aspectos a investigar y que permitirán

un mejor comportamiento del material, en algunos casos adaptándose a las exigencias del actual Código Técnico de la Edificación, en condiciones de seguridad estructural y de comportamiento en caso de incendio, así como mejoras de las propiedades de aislamiento acústico y térmico. Entre las aportaciones sobre productos con base cemento, encontramos el trabajo de los equipos de Frías sobre adiciones de puzolanas y puzolanas naturales, de Rahhal; el de Guerrero, sobre cenizas volantes y el de Sabador sobre residuos de refino de petróleo en la producción de morteros de cemento.

La industria del cemento requiere un consumo energético que es necesario optimizar y se ofrece a otros sectores constructivos para la valorización de sus residuos según se pudo comprobar por los trabajos presentados por el equipo de Ordóñez sobre las cenizas de cáscara de arroz y el equipo de Ballester sobre los residuos de plantas de cogeneración de biomasa en el diseño de morteros con base cemento. Asimismo, las posibilidades del hormigón como producto industrial de construcción ofrece nuevas líneas de investigación en la aportación de residuos de otros procesos de transformación: la dosificación, el tamaño de las partículas y su clasificación para la incorporación de productos de caucho de neumáticos, del equipo de Hernández Olivares, han sido muestra de ello. La incorporación de los compuestos con base cemento en obras de intervención ya como refuerzo o como rehabilitación de una construcción propone otras líneas de investigación encaminadas a la mejora de la durabilidad de los productos y a la compatibilidad de los mismos con los componentes de la obra a rehabilitar.

Las aportaciones sobre investigaciones llevadas a cabo en productos pétreos artificiales estuvieron acompañadas, aunque en menor cuantía, por algunos trabajos llevados a cabo sobre materiales cerámicos desde el Instituto de CCET, y su repercusión en los sistemas constructivos de edificación, lo que intuye el potencial del hormigón frente a la cerámica. La madera ha sido otro de los grandes protagonistas en las sesiones sobre investigación de materiales de construcción. Desde los

trabajos llevados a cabo para caracterizar de forma objetiva el pino pinaster, por Carballo, o el pino gallego por el equipo de Rodríguez, a las investigaciones aportadas sobre la compatibilidad de este material y sus anomalías con la aportación de hormigones piezas resistentes realizado por Basterra y su equipo de investigación, o la incorporación de barnices sintéticos para su protección. Todos ellos con inmediata repercusión e innovación en las técnicas de intervención del patrimonio construido.

Siendo el objetivo final de la investigación sobre materiales su incorporación al proceso constructivo, son objeto preferente de investigación las modificaciones y mejoras del aislamiento térmico, acústico y la seguridad en caso de incendio que han tenido como farolillo los trabajos del equipo de Schlaich a partir de estudios sobre la densidad seca de determinados hormigones; la radiación electromagnética por la reciente incorporación de la telefonía móvil fue planteado por Peña y su equipo; el comportamiento ante el fuego de morteros epoxídicos con compuestos ignifugantes presentado por Lacasta y su equipo. En esta última línea se han aportado nuevas investigaciones sobre productos sintéticos y materiales compuestos con base polimérica aplicados a la construcción de puentes por Arteaga, incorporación de nanopartículas en el trabajo de Lloris, y combinación de los mismos con productos tradicionales como la cal, en los trabajos de Rosell, o con partículas de aluminio para el control acústico, según el trabajo del equipo de Navacerrada.

En síntesis, el hormigón sigue siendo producto de construcción estrella y aún existen aspectos por conocer y estudiar, ofreciéndose a los investigadores como materia de investigación con múltiples posibilidades y superando las expectativas de los productos cerámicos pero compartiendo campo de investigación con las líneas de trabajo abiertas en torno a la madera. Esta última, con fuerte repercusión en la rehabilitación arquitectónica, viene acompañada de la incorporación de productos sintéticos que protejan e incluso mejoren sus propiedades constructivas, aún en fase de desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) IETcc-CSIC. Actas de las Jornadas. Tomo I y II. I Jornadas de Investigación en Construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. CSIC. Madrid, 2-4 de junio 2005.
- (2) Ponce, M.; Sánchez, J. "Difusión de la construcción moderna a través de Informes de la Construcción". *Rev. Informes de la Construcción*. Vol. 57, nº 499-500 (2005), pp. 97-109.
- (3) Azorín, V.; Monjo, J. "La investigación en la Construcción. Conclusiones de las I Jornadas de Investigación en Construcción". *Rev. Informes de la Construcción*. Vol. 57, nº 498 (2005), pp. 3-15.
- (4) IETcc-CSIC. Actas de las Jornadas. II Jornadas de Investigación en Construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. CSIC. Madrid, 22-24 de mayo 2008.
- (5) Monjo, J. "El papel de los Centros de Investigación. La innovación en las técnicas, los sistemas y los materiales de construcción (Seminario 1. Innovación y desarrollo tecnológico en el sector. Fomento de la calidad y la sostenibilidad)". XVII Curso de Estudios Mayores de la Construcción (2006).

* * *