

NUEVOS SISTEMAS BASADOS EN ACERO PARA CONSTRUCCIÓN RESIDENCIAL

Recibido: 29/05/06

Aceptado: 26/06/06



Miguel Ángel Bretones Gallardo, Ingeniero de Caminos C y P Secretario Técnico de LSK AISL



José A. Chica Páez, Ingeniero Industrial Responsable de Sistemas de acero para la Construcción Labein-Tecnalia



Francisco Rey Peula, Ingeniero Industrial Investigador Labein - Tecnalia

RESUMEN

Las nuevas exigencias normativas a escala europea en cuanto a eficiencia energética y sobre sostenibilidad en la Edificación, junto con la actual demanda de nueva vivienda, el costo creciente de los sistemas de construcción tradicionales y la previsión de rehabilitaciones para los próximos años, hacen necesario proporcionar nuevas soluciones para edificación residencial que cumplan dichos requisitos. Este artículo presenta brevemente el estado del arte a escala europea en cuanto a nuevas soluciones industrializadas basadas en acero para construcción residencial. Finalmente, se reflexiona sobre la implantación de estos sistemas en España.

Palabras clave: Eficiencia energética, sostenibilidad, reciclaje, edificación.

ABSTRACT

New european standards regarding energy efficiency and sustainability in Buildings, together with the current demand for new housing, the increasing cost of the traditional building systems and the forecast of refurbishment works for the upcoming years, makes it necessary to provide new solutions for housing which fulfil those regulatory requirements. This paper briefly presents the european state of the art regarding new steel-intensive industrialised solutions for housing. Finally, a reflection is made on the implementation of these systems in Spain.

Keywords: Efficiency, sustainability, housing, steel, building.

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación, a finales de 2002, de la *Directiva Europea de Eficiencia Energética en Edificación 2002/91/CE* [1] y su trasposición a la legislación española mediante el *Código Técnico de la Edificación (CTE)* [2] es la respuesta a los nuevos requisitos y exigencias para la Eficiencia Energética en la Edificación (EEE).

A las funciones tradicionales de los cerramientos se deben añadir las consideraciones que puedan mejorar la EEE y la sostenibilidad del edificio tanto mediante soluciones pasivas basadas en los propios materiales constituyentes de los cerramientos como mediante la integración de instalaciones y sistemas activos (paneles fotovoltaicos y paneles solares para Agua Caliente sanitaria, ACS).

Otros aspectos que se deben tener en cuenta al hablar de sostenibilidad son los relacionados con el eco-diseño, el medio ambiente, la aceptación social y la competitividad económica.

En la actualidad existe una creciente sensibilización de la Administración hacia la sostenibilidad, [3] y [4].

Estas nuevas necesidades (EEE + Sostenibilidad) no sólo se limitan a las viviendas de nueva construcción sino también a las obras de rehabilitación. Durante los próximos años se estima que será necesario reemplazar anualmente entre 120.000 y 250.000 viviendas debido a la antigüedad del parque de residencias principales. Además, se estima que unos 2,6 millones de viviendas generadas entre

1921 y 1960 probablemente necesitarán reformas sustantivas [5].

El planteamiento anterior demuestra la necesidad de proporcionar al mercado residencial soluciones innovadoras capaces de dar respuesta a las nuevas necesidades. Estas soluciones podrían basarse en los siguientes conceptos:

- **Métodos Modernos de Construcción (MMC):** Son procesos de gestión de proyectos para proporcionar mayor cantidad de producto, de mejor calidad y en menos tiempo. Este artículo se centra en los MMC basados en el acero como material principal y que, además, contemplan la prefabricación de componentes en taller (*Off-Site Manufacturing - OSM*).

- **Sistemas industrializados:** se refiere a la fabricación en taller de productos para la construcción con un alto nivel de pre-fabricación y empleando procesos eficientes en cuanto al consumo de materiales. Un proyecto de referencia en este campo a nivel europeo es *Manubuild* [6].

El acero, como material sostenible, reciclable y compatible de manera natural con las técnicas de construcción *off-site*, constituye un aliado para los sistemas industrializados de cerramiento para fachadas y cubiertas, y lo ha demostrado ya en países como Reino Unido, Bélgica o Finlandia.

Los MMC donde el acero tiene un papel primordial son:

- **OSM volumétricos o construcción modular:** El edificio se construye con módulos prefabricados en taller que posteriormente se montan en obra.

- *OSM con paneles*: Se fabrican paneles bidimensionales en taller y se montan en obra dando lugar a la estructura tridimensional.

- *OSM híbridos o semi-volumétricos*: Combinan las unidades modulares con los paneles. Generalmente, se emplean módulos en zonas de gran concentración de instalaciones como cocinas y baños, mientras que el resto del edificio se construye empleando paneles. Para edificios de cierta altura, también se puede hacer uso de perfiles laminados en caliente.

Por regla general, la estructura de todos estos sistemas está constituida por perfiles de acero galvanizado conformados en frío y la razón hay que buscarla en el óptimo compromiso entre capacidad resistente y ligereza que presentan estos perfiles. El *Light Weight Steel Framing (LWSF)*, concepto del cual deriva su uso, es una tecnología constructiva desarrollada en EEUU hacia mediados del siglo pasado. Para edificios de cierta altura, también se pueden emplear perfiles laminados en caliente o combinaciones de ambos.

Todos estos sistemas se basan, además, en el concepto de solución multi-material, empleando cada uno de los materiales que forman parte de la construcción para la función en la que son más eficientes.

Las principales **ventajas** de estos sistemas constructivos son:



Figura 1. Hotel construido en 32 semanas en Portsmouth, Reino Unido (Fuente: Caledonian Building Systems)

- Minimización de la utilización de materiales dando lugar a un menor peso de la estructura y, por tanto, cimentaciones más reducidas, menor gasto en transporte y elevación, y menor impacto medioambiental

- Mayor velocidad de construcción debido al mayor nivel de prefabricación

- Certidumbre sobre los plazos y la calidad final debido al proceso de fabricación controlado en taller. Sistemas de construcción "en seco".

- Mejores condiciones de seguridad en obra: reducción de la siniestralidad laboral.

- Facilidad de su demolición para una posterior reutilización o reciclaje.

A continuación describiremos cada uno de estos Métodos Modernos de Construcción (MMC) en los que el acero juega un papel clave.

2.- SISTEMAS OSM VOLUMÉTRICOS

Se basan en unidades modulares fabricadas en taller, en condiciones controladas y con un alto nivel de integración de instalaciones, aislamiento, acabados interiores y cerramientos exteriores. Son especialmente adecuados para edificios donde existe cierta repetitividad y es posible fabricar un mayor número de módulos similares, resultando en menores costes de fabricación (Figs. 1 a 3)

3.- SISTEMAS OSM CON PANELES

Los paneles pueden ser portantes o no portantes. Mientras que con los primeros es posible completar la estructura del edificio, los paneles no portantes pueden emplearse como elementos de cerramiento si bien requieren la existencia de una estructura principal que proporcione la función portante al edificio. El nivel de integración de instalaciones que puede alcanzarse no es, en general, tan elevado como en los sistemas modulares. Por el contrario, las dificultades de transporte y manipulación son



Figura 2. Viviendas sociales construidas en 50 semanas en Londres (Fuente: Yorkon)



Figura 3. Proceso de montaje de módulos (Fuente: Yorkon)

menores que en los sistemas volumétricos.

El rango de aplicación de los paneles portantes se limita, en general, a edificios de hasta seis plantas aproximadamente, mientras que los paneles no portantes pueden aplicarse sin límite de altura y anclarse a cualquier tipo de estructura no sólo de acero (Figs. 4 y 5).

4.- SISTEMAS OSM HÍBRIDOS O SEMI-VOLUMÉTRICOS

La filosofía de estos sistemas consiste en optimizar las ventajas proporcionadas por los dos tipos de sistemas anteriores. De esta manera es posible obtener la solución más ajustada en términos de prefabricación y flexibilidad en el diseño del edificio. Por ejemplo, diseñando una estructura principal de perfiles de acero laminados en caliente y forjados de hormigón, combinados con paneles prefabricados para la fachada y las particiones interiores a partir de perfiles conformados en frío.

5.- ESTADO DE IMPLANTACIÓN EN ESPAÑA

El pasado 11 de abril tuvo lugar en la sede de **Labein**, en Derio, la Jornada técnica titulada “Sistemas innovado-

res para la edificación basados en acero - Reflexión sobre su implantación en España”. El evento reunió a representantes de la industria siderúrgica, estructuristas y empresas especializadas en la construcción con perfiles conformados en frío, entidades de promoción del acero, Ingenierías y estudios de Arquitectura, la Universidad, Constructoras y la Administración. Las reflexiones expuestas en este artículo son fruto del debate mantenido entre dichos agentes.

El objetivo de la Jornada era doble: en primer lugar, constatar el nivel actual de implantación en España y, por otra parte, conocer la opinión de los principales agentes sobre las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades de estos sistemas innovadores.

Los datos proporcionados por los fabricantes y entidades de promoción dibujan el siguiente escenario:

- La utilización de estos sistemas innovadores en España es baja siendo aún menor en el caso de la construcción modular.

- El número de empresas que ofrecen estas soluciones industrializadas modulares no es superior a media docena en el conjunto del Estado.

La situación de España en el contexto internacional queda definida tras analizar los siguientes datos sobre el porcentaje de viviendas residenciales construidas con estructura de perfiles de acero galvanizado conformados en frío, correspondientes a 2005 [7]: Japón, 15%; Suecia, 15 %; EEUU, 6%; Reino Unido, 3%; Francia, 2%; Alemania, 1%, mientras que en España el porcentaje es inapreciable.

No obstante, los Concursos públicos que comienzan a promoverse desde la Administración, donde las



Figura 4. Edificio construido en 17 meses en Helsinki (Fuente: Ruukki - Proyecto STEEL)

exigencias de plazos reducidos y calidad garantizada obvian los prejuicios, están ofreciendo una oportunidad para demostrar las ventajas competitivas de estos sistemas frente a las soluciones tradicionales. Algunos ejemplos son los Concursos para la construcción de escuelas para la Consejería de Educación de la Generalitat de Catalunya o de Centros de Salud de la Comunidades de Castilla y León, y de Madrid.

6.- DEBILIDADES

El análisis de las debilidades de estos sistemas revela que la principal es la percepción social de estas soluciones, debidas a causas tales como:

- La consideración de España como un país con “cultura de hormigón”. Los usuarios asocian solidez de los materiales con calidad final.

- Aplicaciones pasadas no satisfactorias de la industrialización y prefabricación en edificación residencial y en equipamiento social.

7.- FORTALEZAS

Sin embargo, las fortalezas asociadas a estas soluciones, compartidas por todos los agentes, son:

- Plazos de ejecución más reducidos.



Figura 5. Instalación de los paneles portantes (Fuente: Ruukki - Proyecto STEEL)

- Ventajas relacionadas con las consideraciones de eco-diseño y aspectos medioambientales.

- Presupuesto no sujeto a variaciones.

- Involucrar al cliente/usuario en el diseño desde el principio y proporcionar una solución flexible frente a cambios y adaptaciones en la evolución de sus necesidades.

- Modelo constructivo idóneo para mantener una imagen corporativa: multinacionales de restauración, estaciones de servicio,...

8.- AMENAZAS

En el ámbito de las amenazas, existen actitudes y deficiencias del mercado que pueden constituirse en claras barreras para la Innovación frente a las soluciones tradicionales:



Figura 6. Centro Educación infantil en Catalunya (Fuente: Modultec / Nogue, Ozain y Roig Arquitectos)

- Normativa y procesos para la obtención del DITE (Documento de Idoneidad Técnica) en productos modulares.

- Tratamiento estructural idéntico a sistemas estructurales tradicionales.

- Dirección de Obra, lo mismo pero en fábrica.

- Control de calidad, lo mismo pero en fábrica.

- Aseguramiento de la calidad del resultado final mediante el Libro del edificio.

En definitiva, no existe una aproximación consensuada y por ello muchos fabricantes han de improvisar y tratar de trabajar en coordinación con las aseguradoras, OCTs (Organismos de Control Técnico) para adaptar los procedimientos tradicionales a esos sistemas innovadores.

También hay amenazas asociadas al coste de adaptación de los profesionales, arquitectos, promotores: desconocimiento de las tipologías estructurales basadas en LWSF (*Light Weight Steel Framing*), lenguaje desconocido para arquitectos y cálculo estructural posible gracias a la nueva normativa ([8] y [9]) pero es necesaria la Formación.

9.- OPORTUNIDADES

En cuanto a las oportunidades, la más clara se relaciona con la reducción de plazos y costes de ejecución. Las constructoras tradicionales estiman los costes debidos al equipo humano y material inmovilizado en las obras en un 20% de los gastos generales, porcentaje que podría verse muy reducido.

Los paneles no portantes constituyen una alternativa a la rehabilitación tradicional de fachadas pero, además, proporcionan el valor añadido de mejorar prestaciones y reducir el espacio y el tiempo de ocupación del espacio público.

Además, los costes de la no calidad siempre han sido inadmisibles pero siguen existiendo y las soluciones MMC constituyen una ventaja competitiva para aseguradoras, constructoras, promotoras... ya que reducirán estos costes.

Por otro lado, estas soluciones plantean la utilización de los materia-

les de forma eficiente con lo cual, aunque basadas en acero, constituyen una apuesta multimaterial y convierten al hormigón, productos cerámicos, yeso, materiales de aislamiento... en aliados para una nueva forma de construir de forma más sostenible.

Para finalizar, y lo que es más importante, el compromiso social, económico y político con la sostenibilidad exige: reducción de utilización de energía y materias primas, reciclabilidad, construcción basada en criterios de eco-diseño, minimización de los

3. Guía de Edificación sostenible para la vivienda en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

http://www.gizaetxe.ejgv.euskadi.net/r40-2168/es/contenidos/informacion/guia_edificacion/

4. <http://www.solardecathlon.upm.es/>

http://eere.energy.gov/solar_decathlon/teams.html

5. Caixa Catalunya - Informe sobre la coyuntura económica nº104 - Noviembre 2005 http://www.caixacatalunya.es/caixacat/es/ccpublic/particulars/publica/pb_hom.htm



Figura 7. Instalación de las unidades modulares (Fuente: Modultec / Nogue, Ozain y Roig Arquitectos)

residuos de demolición de la construcción, reducción de la siniestralidad... En definitiva, construir de manera sostenible. Las soluciones presentadas contribuyen de forma importante, sin duda alguna, a estos aspectos.

10.- REFERENCIAS

1. Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios

http://europa.eu.int/eur-lex/pri/es/oj/dat/2003/l_001/l_00120030104es00650071.pdf

2. Código Técnico de la Edificación www.codigotecnico.org

6. Manubuild - Open Building Manufacturing (www.manubuild.iao.fraunhofer.de)

7. European Lightweight Steel-framed Construction, LSK-AIBSL, Bruselas, Noviembre 2005. www.lsk-eu.com

8. ENV 1993-1-3, Eurocode 3: Design of Steel Structures - Part 1-3: General rules - Supplementary rules for cold formed thin gauge members and sheeting.

9. Instrucción de Acero Estructural (EAE) (http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/ORGANOS_COLEGIADOS/CPA/EAE/). ■