

CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS MEDIANTE CONTENEDORES DE OBRA

Pablo Bris (1), Silvia Nuere (1), Félix Bendito (1), Muriel Saint-Supery (2)

*1: Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (Universidad Politécnica de Madrid),
Departamento de Ingeniería de Diseño y Producto, Madrid, España.*

2: Universidad Jaume I, Castellón, España.

La actual crisis económica ha supuesto, especialmente para España, un receso en la construcción de nuevos edificios.

Después de hacer una evaluación de la evolución del concepto de vivienda, analizamos la influencia que ello ha tenido en la arquitectura (tipología de vivienda, métodos constructivos, etc.) para ofrecer alternativas arquitectónicas a la presente crisis a través de la universidad.

El proyecto "Construcción de viviendas mediante contenedores de obra", es una parte de una investigación más amplia dentro de la línea "Arquitectura Modular" desarrollada por el Grupo de Investigación "Diseño y Fabricación Industrial" de la UPM cuyo objetivo es responder a las necesidades de fabricación de viviendas a un precio asequible, ofreciendo a través de internet los planos así como los detalles técnicos necesarios para la auto-construcción. Las casas propuestas se construirían combinando los contenedores de obra ya prefabricados, subsistemas prefabricados así como otros componentes disponibles en el mercado.

Palabras Clave: Reciclaje, vivienda asequible, prefabricación, auto-construcción, crisis

HOUSES BUILT FROM ACCOMODATING CABINS

The current economic crisis has meant, particularly in Spain, the almost cessation of new buildings construction.

After focusing on the Spanish property boom and examining its impact on the concept of housing, we analyse the influence that this transformation has had on architecture (housing typology, building methods, etc.) and offers architectural alternatives –through the university– to the present crisis.

The project "Houses built from accommodating cabins" is part of a larger research within the line "Modular Architecture" developed by the Research Group "Design and Industrial Production", belonging to the Technical University of Madrid, which aims to respond to the need for decent housing at an affordable price, by offering through Internet the plans and other technical details required to build a house oneself.

The proposed houses are built from the combination of industrially made modules (accommodation cabins, which are prefabricated modules), prefabricated subsystems and other catalogue components available on the market, all they set together by dry joints

Key words: Recycling, affordable housing, prefabricated, self-construction, crisis

Introducción

La actual crisis económica europea ha supuesto, en el caso concreto de España, la casi total paralización de la construcción de obra nueva.

Naredo (2010) ha analizado la génesis del modelo inmobiliario español, su consolidación, su boom, y las consecuencias que este modelo ha generado desde el punto de vista urbano y territorial, económico, ecológico y social.

Este artículo se centra en el boom inmobiliario español y examina sus consecuencias sobre el concepto de vivienda. En pocos años la vivienda ha pasado de ser contemplada exclusivamente como bien de uso a ser vista, también, como un bien de inversión. Analizaremos la influencia que esta transformación ha tenido sobre la arquitectura, y en concreto, sobre la tipología de las viviendas, los sistemas constructivos, la profesión de arquitecto y la formación de dichos profesionales. Pretendemos, asimismo, ofrecer alternativas –desde el ámbito de la arquitectura y a través de la universidad- a algunos de los problemas generados por nuestro actual modelo inmobiliario.

La vivienda: de bien de uso a bien de inversión

El modelo inmobiliario español ha pasado, en sólo 60 años, del total predominio de la vivienda en alquiler al claro predominio de la vivienda en propiedad (Rodríguez López, 1999; CECODHAS, 2006; Ayuso & Restoy, 2003, 2006; Alfaro y Andrés, 2007; y Inurrieta, 2007): a mediados del siglo XX el porcentaje de viviendas en propiedad de Madrid y Barcelona era del 6 y el 5 % respectivamente (Naredo, 2004); actualmente España es uno de los países de la Comunidad Europea con mayor porcentaje de vivienda en propiedad (83.2%).

Las instituciones políticas de nuestro país, primero del franquismo y después de la democracia -y ambas apoyadas por un mismo poder económico- han venido promoviendo: en primer lugar, la vivienda en

propiedad como modo de inversión directa de los hogares; en segundo lugar, medidas de desincentivación del alquiler; y, en tercer lugar, una mínima inversión en vivienda social (Inurrieta, 2007). Todas estas medidas han provocado el estallido de dos burbujas inmobiliarias.

La importancia del sector inmobiliario en la economía española se vio acrecentada tras la adhesión de nuestro país a la Comunidad Económica Europea, pues ésta supuso el desmantelamiento de los sectores industrial y agrario (Naredo, 2004). Al amparo de los eventos de 1992 (Olimpiadas en Barcelona, Exposición Universal en Sevilla y Capitalidad Cultural de Madrid) se produjo una primera burbuja inmobiliaria (1986-1992), de carácter más especulativo que constructivo¹. Hasta la llegada de aquella burbuja los precios de la vivienda crecían en porcentajes similares a los precios al consumo. A partir de ese momento empezarían a crecer en paralelo a las cotizaciones bursátiles. La vivienda pasó a ser contemplada desde una doble perspectiva: por una parte, como objeto de primera necesidad, incluso como derecho -reconocido en su artículo 47 por la Constitución Española; por otra, como bien de inversión en sus distintas vertientes: 1) como generador de riqueza -las siempre crecientes plusvalías inmobiliarias (hasta el 2007) suponían un aumento desproporcionado en el tiempo del patrimonio de su propietario; 2) como reserva de valor -a medio o largo plazo-; o 3) como producto especulativo a corto plazo -compra y venta en márgenes menores de dos años (de acuerdo con el Colegio de Registradores de la Propiedad, en 2007 una de cada cinco viviendas cambiaba de dueño antes de 24 meses).

La segunda burbuja inmobiliaria se ha forjado en los últimos años, entre 1997 y 2007, alrededor de una altísima demanda -promovida por el poder político-económico- y por una financiación barata y abundante. Durante esta segunda burbuja (que, en esta ocasión, sí ha tenido carácter constructivo²) se ha mantenido y reforzado el concepto de vivienda como bien de inversión. Algunos de los autores que han estudiado el carácter especulativo del mercado inmobiliario español son: Balmaseda et al. (2002); Ayuso y Restoy (2003, 2006); Martínez y Maza (2003); García-Montalbo (2004); y Bellod (2007, 2011).

El hecho de que la vivienda se haya convertido en una alternativa de inversión para muchos -aunque muchos otros españoles la hayan considerado exclusivamente como bien de uso- ha tenido consecuencias, no sólo sobre su precio (y su desproporcionado aumento / revalorización³), sino también, y en lo que se refiere a la vivienda de nueva construcción, sobre su tipología, sobre las tecnologías con las que se construía, sobre los profesionales que las proyectaban y sobre la formación de dichos profesionales.

a) Consecuencias sobre la tipología de viviendas.

Desde un punto de vista tipológico existe una enorme desproporción entre la limitada oferta que se pone a disposición de los usuarios y la creciente y cambiante demanda que generan los nuevos modos de vida⁴. En realidad, es un eufemismo hablar de oferta limitada. Existe una única tipología (hall de entrada, cuarto de estar y cocina, pasillo distribuido a 1, 2 o 3 dormitorios y 1 o 2 baños). Las únicas variaciones son, por tanto, cuantitativas, tanto en número de baños y dormitorios como de metros cuadrados.

La demanda, aunque difícil de definir, exige respuestas diferentes, variables y flexibles. No parece razonable obviar la evolución que ha experimentado la familia en los últimos años (familias monoparentales, aumento de las familias mononucleares, incorporación y reconocimiento de parejas homosexuales, etc.); o el envejecimiento de la población. Aunque España comparte todos estos cambios con los países occidentales, los subsiguientes cambios tipológicos desarrollados en esos países (Schneider y Hill, 2007 y Friedman, 2001 y 2002) no encuentran paralelismo en nuestro país.

Desde nuestro punto de vista, el hecho de que la oferta tipológica de vivienda en España siga siendo monolítica está directamente relacionado con la consideración preponderante de la vivienda como bien de inversión: las viviendas deben ser bienes intercambiables, homogéneos. La vivienda-acción bursátil se entiende a partir del precio de su metro cuadrado. Podrá variar su tamaño o su localización, pero para que sea un valor efectivo deberá variar lo menos posible, tanto desde el punto de vista tipológico -que acabamos de analizar-, como desde el punto de vista constructivo.

b) Consecuencias sobre los métodos constructivos.

En España mantenemos el mismo modelo constructivo desde los años 60. La construcción es in situ. El edificio se construye por partes: primero cimentación y estructura lineal (vigas y pilares, de hormigón -lo más habitual- o acero), después la cubierta, el cerramiento exterior, divisiones interiores e instalaciones. Es un tipo de construcción húmeda (hormigón, cemento y yeso) y pesada, que exige dilatados plazos de obra.

¹ En este periodo los precios se dispararon (IMF, 2004 y Banco de España, 2005), pero el aumento del número de viviendas fue relativamente modesto, Bellod (2005) estima un incremento anual de 236.761 viviendas.

² Desde 1999 a 2007, se han construido una media de 612.800 viviendas anuales.

³ Entre 1997 y 2004 el precio de las viviendas se ha incrementado un 149% en España (UN, 2012).

⁴ Algunos trabajos relevantes sobre la evolución de la demanda de viviendas en distintas áreas geográficas son: Lee y Trost (1978); Rosen (1979); King (1980); Jaén y Molina (1994); Ermisch et al. (1996); Colom y Molés (1998 y 2004); Colom et al. (2002) y Naredo (2004).

Este sistema está basado en la sucesiva entrada de los distintos oficios en la obra. Es un tipo de construcción artesanal, cuyo éxito se basa en la capacidad y formación de los distintos oficios.

Al margen de algunos problemas tecnológicos derivados de la incorrecta disposición de las distintas capas de los cerramientos, este sistema funcionó razonablemente bien hasta la llegada de la primera burbuja inmobiliaria, la de los años 86-92. Sin embargo, bastó un modesto aumento en la demanda, para echar abajo el sistema artesanal basado en los antiguos gremios: no había suficientes profesionales para absorber la demanda⁵. El problema se vio agravado con el brutal aumento del parque inmobiliario español entre los años 1997 y 2007, realizado, casi al 100%, con el modelo constructivo descrito: se siguió construyendo de forma artesanal, pero sin artesanos cualificados (Ruíz-Larrea, Prieto y Gómez, 2009; Pich-Aguilera, Battle, 2008). A los problemas de ejecución se sumaron los de siniestralidad: inversamente proporcionales a la cualificación de la mano de obra no especializada característica de estos años. En este último periodo se ha producido, paradójicamente, una enorme mejora en la calidad de los materiales constructivos, así como un enorme desarrollo en los distintos subsistemas que forman parte de las edificaciones (sistemas de encofrados, carpinterías, sistemas completos de fachadas, de particiones interiores, mejora y desarrollo de instalaciones, etc.). Resulta desoladora, en muchas ocasiones, la combinación de estos subsistemas -algunos con un algo grado de prefabricación- con el sistema artesanal con el que se ponen en obra.

La ausencia de alternativas a este modelo constructivo se puede explicar, en parte, a la inercia del sector de la construcción, sobre todo en periodos expansivos, que les hace especialmente renuentes a cualquier tipo de cambio. No obstante, creemos que esto no es suficiente para explicar este inmovilismo.

En España las viviendas industrializadas o con un alto grado de prefabricación representan un porcentaje despreciable. Sin embargo, en España no se rechaza la prefabricación per se. En nuestro país la construcción prefabricada se ha impuesto con éxito, y en la misma época, en otros sectores de la edificación. Por ejemplo, en las naves industriales. O en sectores constructivos muy diferentes al de la edificación, como el de la construcción de líneas aéreas de transporte de energía eléctrica, o en la construcción de carreteras (cuyo boom, gracias a las subvenciones europeas, puede ser comparable al de las viviendas -luego la inercia no puede justificar en exclusiva el inmovilismo).

Desde nuestro punto de vista, una de las principales causas del voluntario inmovilismo del modelo de construcción de viviendas en España está relacionada, como en el punto anterior, con la concepción predominante de la vivienda como bien de inversión.

c) Consecuencias sobre la profesión de arquitecto.

La mayor parte de la historiografía sobre la arquitectura moderna (Panoyotis, 2001) nos ha presentado una visión heroica del arquitecto: un profesional independiente con una clara conciencia social, al servicio de sus conciudadanos y con cierta capacidad de transformación de la sociedad en la que vive. El arquitecto, según esta visión, tendría una labor de mediación entre la iniciativa privada -promotores y constructores de viviendas- y los ciudadanos -futuros usuarios de esas viviendas. Su utópica labor consistiría en defender los intereses del usuario final frente a los intereses -ya sean legítimos y razonables o claramente abusivos- de su verdadero cliente: el promotor -quien le encarga el proyecto y le paga. Se consideraba, asimismo, que el arquitecto tenía un compromiso directo con la propia obra -independientemente de usuario y promotor y frente a los legítimos intereses del constructor. El compromiso y la defensa de la obra se entendían tanto desde un punto de vista estético como, también, desde el punto de vista de la corrección y la calidad constructiva.

Esta visión utópica de la profesión de arquitecto hace tiempo que entró en crisis.

En España el arquitecto ha sido incapaz de contrarrestar la voracidad constructiva de los promotores. No ha podido potenciar el que se implanten nuevas tipologías de vivienda, ni ha sido capaz de introducir alternativas a la metodología constructiva tradicional/artesanal. Esta constatación no pretende ser crítica, desde nuestro punto de vista, no tenía ninguna opción de servir de contrapeso a los intereses convergentes del poder económico y del político.

No obstante, los arquitectos tenemos nuestra parte de responsabilidad en la locura constructiva -e irracional tecnológicamente hablando- que ha vivido nuestro país. Hemos sido un colectivo al servicio del mercado -y no de los usuarios-, incapaces de invertir, o suavizar la situación.

d) Consecuencias sobre la formación del arquitecto.

La formación de los arquitectos en España no ha cambiado sustancialmente en los últimos 100 años. A diferencia de lo que ocurre en otros países de nuestro entorno, la formación tiene una vocación integral, es decir, se aúna la formación estética con una amplia formación técnica (cálculo de estructuras e instalaciones). No obstante, ambos tipos de formación no son equiparables. La estética, en este modelo, es

⁵ Sirva como ejemplo que, desde aquellos años, en Madrid -una ciudad con enorme tradición de fachadas de ladrillo visto- es difícil ver una fachada de este tipo que esté correctamente ejecutada.

prioritaria. El edificio se diseña desde un punto de vista casi exclusivamente formal. Sólo entonces se procede a resolver los problemas técnicos –estructurales y de instalaciones. La educación que se da en las escuelas se exporta al mundo laboral: el arquitecto encabeza una estructura jerárquica piramidal cuyo primer requisito es formal. El resto de profesionales, calculistas de todo tipo –ingenieros, generalmente- trabajan a posteriori para adaptar sus estructuras e instalaciones al servicio del proyecto arquitectónico –estético / formal.

Este tipo de visión de la arquitectura que se enseña en nuestras escuelas está en perfecta sintonía con la forma de construcción tradicional/artesanal. En este modelo constructivo las estructuras y las instalaciones tienden a ocultarse tras los espacios arquitectónicos. Los pilares de las estructuras se mueven en la dirección de sus pórticos para escamotearse tras los tabiques; las vigas son planas y se escamotean en los forjados; el resto de las instalaciones se empotran en los tabiques (antes de fábrica y ahora trasdosados de cartón yeso) o los falsos techos.

En las escuelas españolas está completamente descuidada la formación en arquitectura industrializada y prefabricación –o bien su presencia es testimonial. Los arquitectos hemos cedido este campo a los ingenieros de caminos. Esta dejación ha sido voluntaria y explica, en parte, el escaso desarrollo y la ausencia de investigación de métodos constructivos alternativos a la construcción tradicional.

La crisis: el momento de cambiar nuestro modelo inmobiliario.

La crisis de nuestro modelo inmobiliario está afectando, fundamentalmente, a aquellos propietarios que compraron su vivienda como bien de uso, y sin voluntad de especular (motivado, en muchos casos, por el alto precio de los alquileres, los cuales eran iguales e incluso más altos que las letras mensuales de los créditos), pero pagaron un precio hinchado por la burbuja especulativa. Además, el drástico aumento del paro en los últimos años ha provocado que un número creciente de españoles estén siendo desahuciados⁶, por lo que corren un altísimo riesgo de exclusión social.

No existen, desde la administración central, soluciones para todas estas familias. En España, como en otros países mediterráneos, la inacción institucional se compensa con la ayuda familiar: familias completas vuelven a vivir a la casa de sus padres, sin otros ingresos, en muchas ocasiones, que las pensiones de éstos. Paradójicamente, y pese a los problemas de vivienda a los que se enfrentan cada vez más españoles, según el Instituto Nacional de Estadística, en Diciembre de 2012, en España había 3,4 millones de viviendas vacías.

Las soluciones a estos serios problemas deberían pasar por la reutilización y la rehabilitación de nuestro sobredimensionado parque de viviendas, puesto que no tiene sentido tratar de reactivar el sector de la construcción de viviendas nuevas en un momento como este, y menos aún, hacerlo con el mismo modelo inmobiliario que nos ha llevado a esta situación. Sin embargo, las alternativas que maneja nuestro gobierno están lejos de promover la transformación de parte del excedente de viviendas actual en viviendas sociales (Inurruieta, 2007), o de incentivar el régimen de alquiler.

A pesar de la ausencia de medidas a corto plazo que solucionen el problema social que tenemos actualmente planteado –y que sólo pueden ser solucionadas desde la política-, creemos que es preciso aprovechar este periodo de inactividad constructiva para, a medio y largo plazo, reflexionar y ofrecer alternativas que puedan modificar y reconducir nuestro modelo inmobiliario. Desde nuestro punto de vista, desde algunas instituciones –en particular desde la universidad pública- tenemos la obligación de ofrecer soluciones –en la medida de nuestras posibilidades- al actual problema de la vivienda en España.

Soluciones que se proponen: fines y medios.

El proyecto que aquí se expone –“Construcción de viviendas mediante contenedores de obra” - forma parte de los trabajos de la Línea de investigación “Arquitectura modulada”, perteneciente al grupo de investigación de la Universidad Politécnica de Madrid “Diseño y Fabricación Industrial”.

El objetivo general de los trabajos de la Línea de Investigación “Arquitectura Modulada” es el de proponer alternativas de vivienda industrializada o altamente prefabricada, que permitan facilitar el acceso de los ciudadanos a una vivienda digna: desde el punto de vista arquitectónico –espacialmente, tipológicamente, estéticamente, etc.-, y desde el punto de vista constructivo –calidad constructiva, eficiencia energética, durabilidad, etc.

La prefabricación parece una alternativa que, desde el punto de vista lógico, tenía que haberse desarrollado –al igual que en otros países de nuestro entorno (Davies, 2005; Kieran & Timberlake, 2004; Ryan, 2010)- en la construcción de viviendas. La mejora de la calidad constructiva, la reducción de los tiempos de ejecución, el aumento de la seguridad en el trabajo, etc., justificarían que una parte significativa de la construcción de viviendas actualmente se realizara con este sistema.

⁶ Desde el principio de la crisis ha habido más de 350.000 desahucios (Colau y Alemany, 2012).

Las alternativas o soluciones que proponemos desde nuestro grupo de investigación comparten una serie de puntos:

- a) Desarrollar la investigación sobre tipologías arquitectónicas;
- b) Abandonar el sistema de construcción convencional / artesanal, pesado y húmedo, y sustituirlo paulatinamente por métodos constructivos industrializados y/o montajes de sistemas y subsistemas altamente prefabricados. Potenciar, asimismo, la reutilización de la edificación existente, ya sea a través de la rehabilitación o del reciclaje –como en el proyecto que exponemos en este artículo.
- c) Repensar la forma en la que se gestan los proyectos, pasar de un esquema jerárquico piramidal -en cuya cúspide se sitúa el arquitecto y cuyo objetivo fundamental es el de preservar una forma- a un esquema matricial, en el que el arquitecto forma parte de un equipo de técnicos y calculistas -aunque con la importante labor de mediación entre los distintos técnicos y profesionales- y cuyo objetivo fundamental es construir / fabricar un edificio que satisfaga, simultáneamente, exigencias de tipo estético –sin duda-, pero también de eficiencia en el montaje (en términos económicos y temporales) técnicos (funcionamiento de las distintas instalaciones), energéticos, medio ambientales, etc.
- d) Ofrecer soluciones de contenido social. Sin pretender recuperar la visión heroica que el Movimiento Moderno tenía del arquitecto, desde la arquitectura se podría dar respuesta a las necesidades de la población –y no exclusivamente a las de la iniciativa privada.
- e) Incorporar la investigación a la práctica profesional. Con el sistema de construcción tradicional en cada proyecto se parte prácticamente de cero. Se gana experiencia en la ejecución de la obra, pero no hay posibilidad de un saber acumulativo en el proyecto, ni en las tecnologías empleadas. La arquitectura industrializada permite investigar con cada proyecto, mejorar y afinar los distintos sistemas. Permite, además, intercambiar y difundir los conocimientos.
- f) Repensar la formación de los futuros arquitectos. La modificación o reestructuración de los estudios conducentes al título de arquitecto en España excede, con mucho, nuestras posibilidades. Sin embargo, nos gustaría constatar que si en los estudios del arquitecto se sigue, por una parte, descuidando y despreciando la formación en prefabricación e industrialización; y, por otra, se sigue priorizando –secuencial y jerárquicamente- la parte estética sobre la técnica, la arquitectura, en breve, se hará sin arquitectos.

Descripción del proyecto

El proyecto “Construcción de viviendas mediante contenedores de obra” es un proyecto coyuntural, en cierto modo de urgencia. No pretende ser una solución general para los problemas de vivienda que tiene nuestro país, sino que busca ser parte de una serie de alternativas que permitan dar respuesta a los problemas planteados –empleando los medios descritos en el punto anterior.

El objetivo del proyecto es el de poner a disposición de todos los ciudadanos que lo necesiten –y de forma gratuita- los planos, recursos e informaciones necesarias para que se puedan construir su propia vivienda unifamiliar.

Las viviendas propuestas se basan en la reutilización de casetas de obra: módulos fabricados industrialmente y habitualmente empleados como construcciones provisionales –oficinas y servicios- en las obras tradicionales.

Las viviendas deben ser económicas, flexibles desde el punto de vista tipológico (personalizables en función del futuro usuario), construidas a partir de la combinación de módulos fabricados industrialmente (casetas de obra), subsistemas prefabricados y componentes de catálogo existentes en el mercado, todos ellos montados mediante uniones de junta seca. Deben ser eficientes desde el punto de vista energético. Es decir, deben ser viviendas dignas, espacialmente, constructivamente y –sin lugar a dudas- estéticamente.

El componente fundamental de la vivienda es la caseta de obra. Se diferencia del resto de componentes desde distintos puntos de vista. En primer lugar, es el único de los componentes que se reutiliza, es decir, en principio las casetas que se emplean son de segunda mano, mientras que el resto de componentes son nuevos. En segundo lugar, es el único componente tridimensional e industrializado, el resto son subsistemas prefabricados o componentes de catálogo. En tercer lugar, el módulo tridimensional industrializado, al tener un tamaño normalizado fijo, por una parte, condiciona las posibles distribuciones y, por otra, obliga al resto de componentes a modularse ajustando sus dimensiones a las de la caseta.

¿Qué es una caseta de obra?

Las casetas de obra son construcciones prefabricadas ligeras –manipulables por la grúa de un camión-, de pequeñas dimensiones (longitud: 3, 4, 6, 8m; anchura: 2.44m; altura: 2.59m) –ajustadas para su transporte en camión sin necesidad de permisos de circulación especiales..

Constan de una estructura metálica resistente tipo *frame*. Las uniones entre los pilares y los bastidores se suponen empotradas, es decir, el cerramiento vertical de la caseta (paneles de sandwich con aislamiento en su interior) no tiene función estructural (de arriostamiento).

a) Ventajas de utilizar una caseta de obra como base de la construcción:

- Facilidad de los elementos modulares para obtener distintas distribuciones y tipologías. (Ver figura 1). Las viviendas se obtienen como suma de un número de casetas variable, en función del tamaño de la vivienda proyectada. En cada proyecto es recomendable emplear un mismo tipo de caseta. El modelo más habitual es de 6 metros. Los ejemplos que aquí exponemos son con este modelo. No obstante, es posible utilizar cualquier otro. La forma en que se unen las casetas es variable en planta, pero no en altura (las casetas se fijan mediante uniones atornilladas a la altura de las vigas horizontales –tanto en la superior como en la inferior).

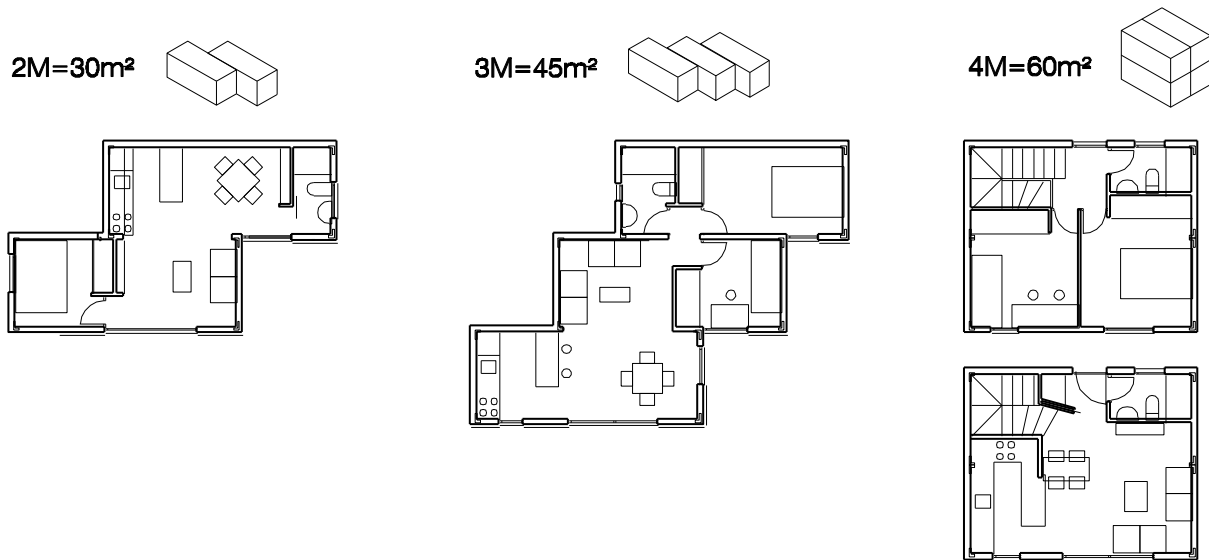


Figura 1: Ejemplos de plantas de viviendas de 2, 3 y 4 módulos.

- Calidad constructiva. Las casetas son construidas industrialmente, con un alto nivel de calidad en los acabados. La estructura es, como se ha dicho, tipo *frame*, es decir, estructuralmente no se debilita al abrir huecos en cualquiera de sus caras. No ocurre lo mismo, por ejemplo, con los contenedores marítimos –reciclados de forma muy habitual como base de algunas construcciones (Kotnik, 2008)- pues al tener las paredes resistentes (no tienen vigas, o la viga tiene la dimensión de las caras) la apertura de huecos supone el debilitamiento de la estructura, con lo que queda limitado el tamaño del hueco y obliga, en ocasiones, a reforzar la pared perforada.

Por otra parte, y a diferencia de lo que ocurre con los contenedores marítimos, las casetas de obra están, por lo general, aisladas (no sólo las verticales, también suelo y techo). Aunque insuficiente, es una buena base para la posterior mejora.

- Economía. Hasta hace unos pocos años el precio de las casetas de obra y de los contenedores marítimos –de aproximadamente el mismo tamaño: contenedor de 20 pies y caseta de 6 metros- era muy similar. De segunda mano y en un estado razonable, tenían un precio en torno a los 2000 euros. La crisis ha modificado este equilibrio. La ausencia de obra nueva hace que las casetas de obra hayan bajado muchísimo de precio: por ejemplo, las de 6 metros están entre 300 y 800 euros –en función del estado y las posibles ofertas. El precio de los contenedores marítimos se mantiene estable –por el valor residual del acero.

b) Inconvenientes de utilizar una caseta de obra como base de la construcción:

- Estéticos. Su aspecto se asocia, irremisiblemente con su función de construcción temporal. Cuando son utilizadas sin ningún tipo de modificación para viviendas su aspecto, generalmente, deja mucho que desear.

- Espaciales. Los espacios interiores de cada módulo son pequeños, limitados siempre por el ancho de 2.44 (interior de 2.35). Por tanto, es necesario combinar varias casetas para obtener espacios mayores.

- Térmicos e higrotérmicos. Pese a ser un espacio aislado, el *frame* es un puente térmico continuo. Además, la estructura metálica del *frame* y la chapa de la cubierta hacen que el espacio sea inhabitable en verano, salvo si se emplean unidades climatizadoras.

Subsistemas que se incorporan a la caseta.

Para evitar los problemas descritos se incorporan varios subsistemas constructivos sobre la caseta. Los fundamentales, tanto desde un punto de vista constructivo como estético –modificación del aspecto exterior de las casetas- son dos: la incorporación de una nueva fachada y de una nueva cubierta.

Hay varios motivos por los que se incorpora una nueva envolvente: en primer lugar, para eliminar los puentes térmicos existentes a través del *frame*; en segundo lugar, para eliminar las condensaciones; en tercer lugar, por motivos estéticos, se pretende que sea irreconocible la vivienda como suma de casetas.

La nueva envolvente –tanto fachada como cubierta- tiene que cumplir varias condiciones: ser lo más barata posible; ser ligera (que pueda ser montada con facilidad por dos personas); ser transventilada (para evitar las condensaciones); estar unida al *frame* mediante uniones desmontables (atornilladas); eliminar los puentes térmicos, para ello se debe garantizar que el aislamiento térmico recubra todo el *frame* –con un espesor mínimo de 3 centímetros (Ver figura 2).

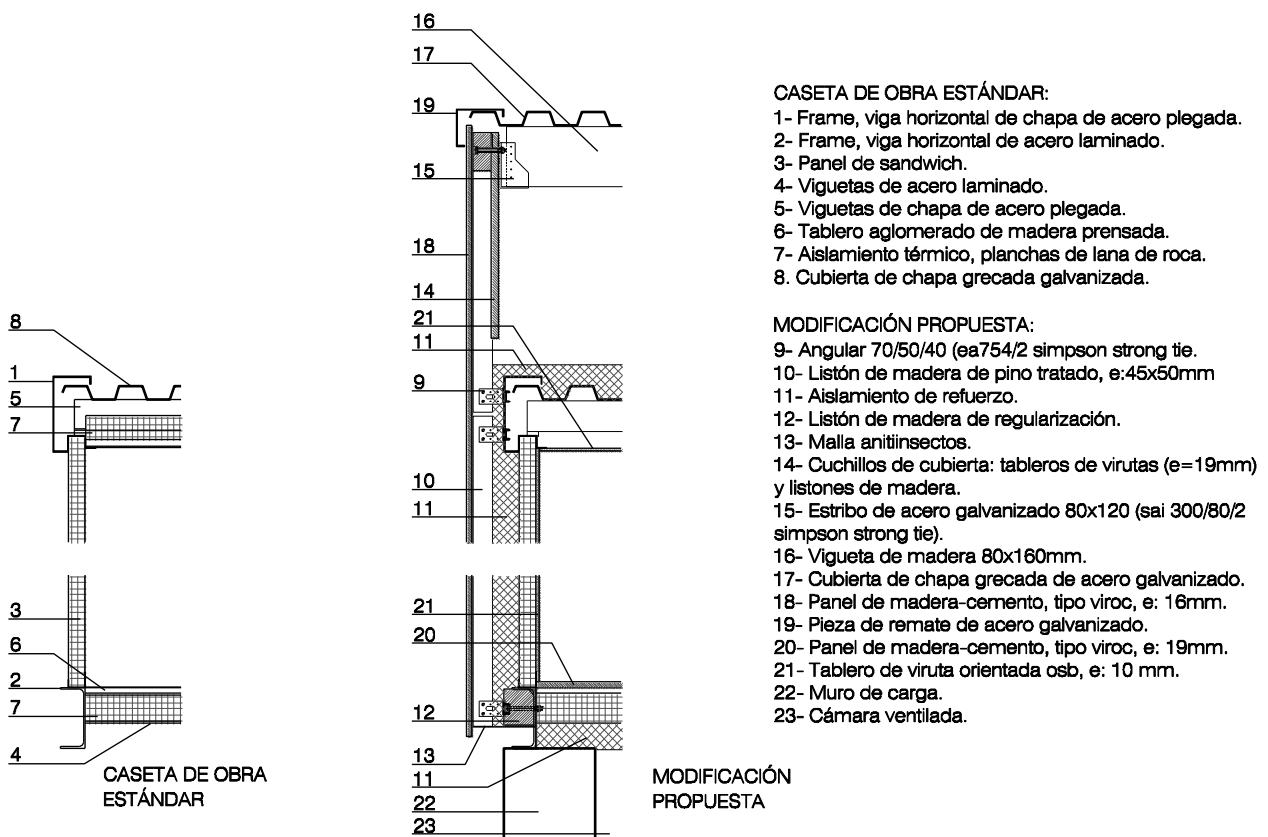


Figura 2: Sección constructiva.

a) Nuevo cerramiento horizontal exterior: incorporación de una fachada transventilada.

La nueva fachada se realiza mediante paneles de cemento-madera atornillados sobre una estructura soporte auxiliar realizada con listones de madera de pino tratado (para evitar los puentes térmicos). Los listones permiten separar los paneles de la caseta y crear una cámara ventilada. El aislamiento térmico de refuerzo se fija o proyecta sobre los paneles de sandwich de la caseta.

El despiece de los paneles es función del tamaño de los mismos. El criterio general es el de minimizar el material sobrante.

b) Nuevo cerramiento “vertical”: incorporación de una nueva cubierta.

La cubierta, que pasa de ser plana a inclinada, tiene una doble misión. Primero, modificar su forma de funcionamiento: de cubierta caliente, sin ventilación, a cubierta fría -con el aislamiento sobre la antigua cubierta-, y ventilada. Segundo, modificar la geometría paralelepípedica de las casetas.

Los faldones desaguan hacia el interior; de esta forma, primero, se evitan los aleros; segundo, los tableros de madera-cemento de la fachada sirven para rigidizar el conjunto y unir la cubierta al *frame*; tercero, la nueva cobertura –uno de cuyos requisitos principales es el precio- no se apreciará prácticamente desde el exterior (ver figura 3); y cuarto, permite la fácil recogida y posterior reutilización del agua de lluvia.

Aunque los subsistemas más importantes empleados son los que afectan a la envolvente, todo el interior de la vivienda, desde las particiones interiores, hasta las instalaciones, se resuelve mediante componentes de catálogo o sistemas o subsistemas constructivos prefabricados existentes en el mercado.

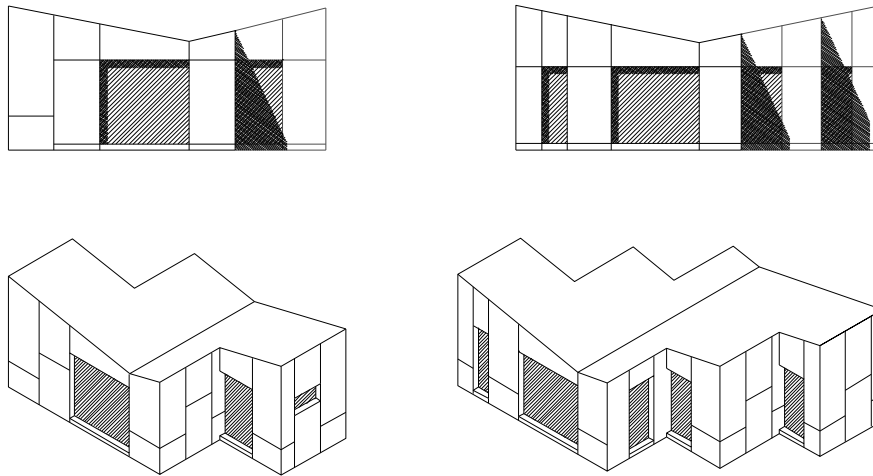


Figura 3: Aspecto exterior de algunos ejemplos (2 y 3 módulos).

Construir con casetas: un proyecto abierto

Como ya se ha dicho, está en construcción una página web que permitirá disponer a todos los ciudadanos⁷ que lo necesiten de la documentación necesaria para poder construir una vivienda.

Se pretende divulgar:

- Distintas tipologías y modelos de viviendas (en la línea de algunas de las tipologías expuestas).
- La documentación necesaria para la comprensión y ejecución del sistema constructivo que, en parte, aquí se ha expuesto.
- Distintas formas de construir las viviendas, entre las que se encuentran:
 - a) la autoconstrucción: posibilidad de construirla / montarlas entre dos personas (generalmente in situ).
 - b) la construcción pseudo industrializada: la posibilidad de ejecutarla bajo cubierta -cada uno de los módulos terminado al máximo para montarlos in situ. Aunque esta segunda posibilidad de construcción es altamente recomendable, por razones obvias no siempre será posible.
- Los cálculos de aislamientos, instalaciones, etc.
- Los subsistemas y componentes recomendados, indicando el lugar donde poder adquirirlos -generalmente on line- y el precio.

El proyecto, aunque inicialmente acotado, tiene la voluntad de ser abierto y retroalimentarse mediante las experiencias de los que participen en el mismo -quienes construyan utilizando la documentación que se divulga a través de la web.

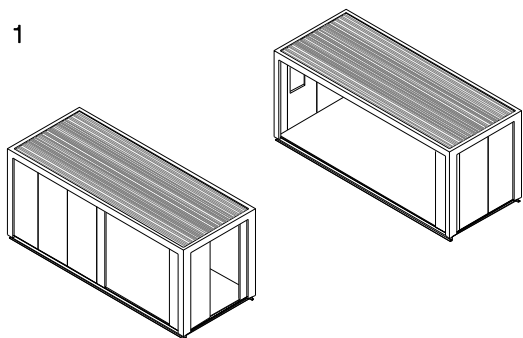
Bibliography

- Alfaro, J.L. & Andrés, M^a E. (2007). *Un análisis interregional del mercado inmobiliario en España*, CIm.economía (Revista económica de Castilla - La Mancha), Num. 11, pp. 111-138.
- Ayuso, J. & Restoy, F. (2003). *House prices and rents: an equilibrium asset pricing approach*, Journal of Empirical Finance, N^o 13, págs. 371-388.
- Ayuso, J. & Restoy, F. (2006). *House Prices and Rents in Spain: Does the Discount Factor Matter?*, Documento de Trabajo N^o 0609, Banco de España, Madrid.
- Balmaseda, M.; San Martín, I.; & Sebastián, M. (2002). *Una Aproximación Cuantitativa a la Burbuja Inmobiliaria*; en *Situación Inmobiliaria*, Servicio de Estudios- BBVA, Diciembre.
- Banco de España (2005). *Informe Anual 2005*, Madrid.
- Bellod, J.F. (2007). *Crecimiento y especulación inmobiliaria en la economía española*, Revista Principios: estudios de economía política, N^o 8, 2007, pp. 59-84.
- Bellod, J.F. (2011). *Detección de burbujas inmobiliarias: el caso español*, Contribuciones a la Economía, mayo 2011. Disponible en: <http://www.eumed.net/ce/2011a/>

⁷ De todo el mundo, la página estará, al menos, en dos idiomas: español e inglés.

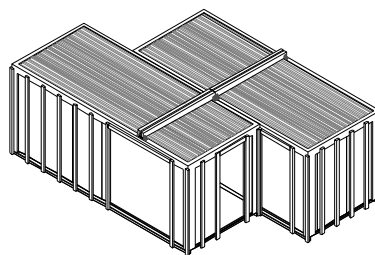
- CECODHAS, Observatorio Europeo de la vivienda social (2006). *Vivienda Social en la UE 2005. Estadísticas y políticas clave por países*, Asociación española de promotores públicos de vivienda y suelo, Boletín Informativo Nº 84, Febrero 2006.
- CECODHAS, European Social Housing Observatory (2008), *Housing Europe 2007. Review of social, cooperative and public housing*. In: BSHF, Building and Social Housing Foundation (2008) *the 27 EU Member States*. Octubre 2008.
- Colau, A. & Alemany, A. *Vidas Hipotecadas*. Barcelona, Angle Editoriál-Cuadrilátero Libros, 2012. pp. 21-22.
- Colom, M.C. & Molés, M.C. (1998), *Un Análisis sobre el Gasto en Servicios de Vivienda en España*, Estadística Española, Nº 143, pp. 147-166.
- Colom, M.C.; Martínez, R.; & Molés, M.C. (2002). *Un Análisis de las Decisiones de Formación de Hogar, Tenencia y Demanda de Servicios de Vivienda de los Jóvenes Españoles*. Moneda y Crédito, Nº 215, pp. 199-223.
- Colom, M.C. & Molés, M.C. (2004). *Movilidad, tenencia y demanda de vivienda en España*. Estadística española, Vol. 46, Núm. 157, pp. 511 a 533.
- Davies, C. (2005). *The Prefabricated Home*. Reaktion Books, London.
- Ermisch, J.F.; Findlay, J.; & Gibb, K. (1996). *The Price Elasticity of Housing in Britain: Issues of Sample Selection*, Journal of Housing Economics, Nº 5, pp. 64-86.
- Fabra Garcés, L.A. (2009). *Reconversión del mercado inmobiliario y la vivienda como bien de uso*, Libertad digital Opinión (2009-01-19). Disponible en: <http://www.libertaddigital.com/opinion/autores-invitados/>
- García-Montalvo, J. (2004). *Políticas públicas y precio de la vivienda*, Cuadernos de Información Económica, Nº 178, pp. 65-70.
- IMF (2004), *World Economic Outlook*, September, Washington.
- Inurrieta, A. (2007). *Mercado de vivienda en alquiler en España: más vivienda social y más mercado profesional*. Documento 113/2007, Fundación Alternativas. Disponible en: <http://www.falternativas.org/laboratorio/documentos/documentos-de-trabajo>
- Jaén, M. y Molina, A. (1994). *Un Análisis Empírico de la Tenencia y Demanda de Vivienda en Andalucía*, Investigaciones Económicas. Nº 18, pp. 143-164.
- Friedman, A. (2001). *The grow home*. McGill-Queen's University Press, Montreal,.
- Friedman, A. (2002). *The adaptable house: Designing homes for change*. McGraw-Hill, New York.
- Kieran, S. & Timberlake, J. (2004). *Prefabricating architecture: How manufacturing methodologies are poised to transform building construction*. McGraw-Hill, New York.
- King, M.A. (1980). *An Econometric Model of Tenure Choice and Demand for Housing as a Joint Decision*, Journal of Public Economics, Nº 14, pp. 357-382.
- Kotnik, J. (2008). *Container architecture*. Links books, Barcelona.
- Lee, L-F. & Trost, R.P. (1978). *Estimation of Some Limited Dependent Variable Models with Application to Housing Demand*, Journal of Econometrics, 8, 357- 382.
- Martínez, J. & Maza, L.A. (2003). *Análisis del Precio de la Vivienda en España*; Documento de Trabajo Nº 0307, Banco de España, Madrid.
- Naredo, J. M. (1996). *La burbuja inmobiliario-financiera en la coyuntura económica reciente (1985-1995)*. Siglo XXI de España, Madrid,
- Naredo, J.M. (2004). *Perspectivas de la vivienda*. Revista ICE nº 815 "Consecuencias de la evolución demográfica en la economía", mayo-junio, 2004, pp. 143-154.
- Naredo, J.M. (2010). *El modelo inmobiliario español y sus consecuencias*. Comunicación al *Coloquio sobre urbanismo, democracia y mercado: una experiencia española (1970-2010)*, Université Paris 12 Val-de-Marne.
- Panayotis, T. (2001). *La historiografía de la arquitectura moderna*, Ed. Mairea/Celeste, Madrid.
- Pich-Aguilera, T; Battle, T. *La arquitectura residencial como una realidad industrial. Tres ejemplos recientes*. Informes de la construcción, nº 60, octubre-diciembre 2008, pp. 47-60.
- Rodríguez López, J. (1999). *Un análisis del mercado inmobiliario en España. Perspectivas*. Análisis local, Nº 27, 1999, pp. 19-34.
- Rosen, H.S. (1979). *Housing Decisions and the U.S. Income Tax: An Econometric Analysis*, Journal of Public Economics, Nº 11, pp. 1-23.
- Ruíz Larrea, C; Prieto, E; Gómez, A; Bugueño, H. *El proyecto Manubuild: una propuesta de aplicación de sistemas industrializados a la vivienda colectiva en España*. Informes de la construcción, nº 61, enero-marzo 2009, pp. 47-58.
- Smith, Ryan E. (2010). *Prefab Architecture (A Guide to Modular Design and Construction)*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- UN (201). *Special Rapporteur on adequate housing as a component of the right to an adequate standard of living, and on the right to non-discrimination in this context*. A/67/286, 10 August 2012.

1



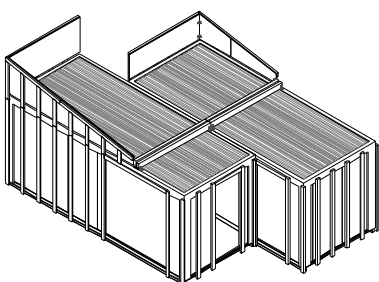
1- Paneles de sandwich: corte y recolocación.

2



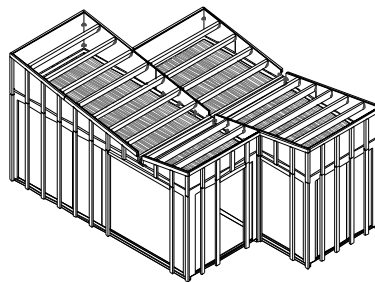
2- Estructura auxiliar de la fachada ventilada: enlistonado.

3



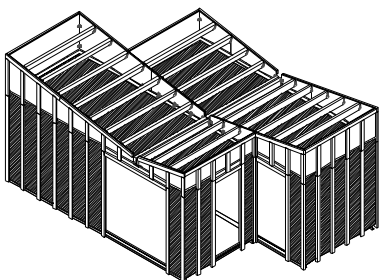
3- Montaje de la cubierta por partes.

4



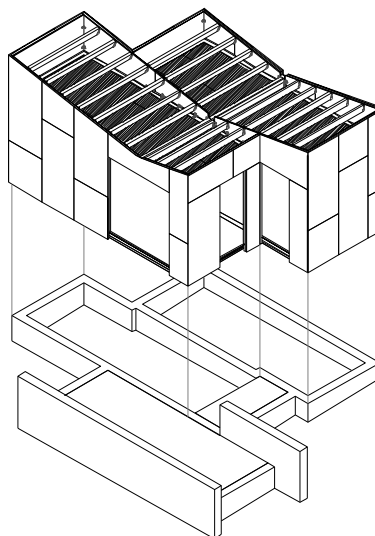
4- Montaje de las viguetas.

5

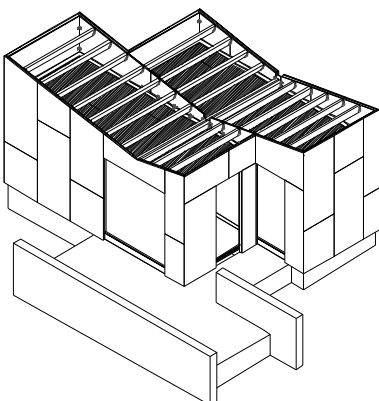


5- Aislamiento térmico de refuerzo.
6, 7- Montaje de los paneles de fachada de madera-cemento.
Módulos sobre cámara de aire sanitaria.
8- Montaje de la cubierta.

6



7



8

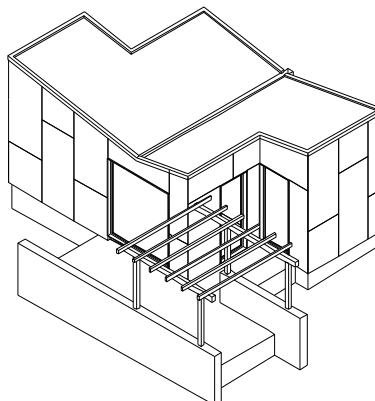


Figura 4: Montaje de una vivienda de 2 módulos.