

Curso FIDAS “Proyectar y construir con prefabricados”. Noviembre 2011

PREFABRICACIÓN LIGERA DE VIVIENDAS

Javier Terrados Cepeda

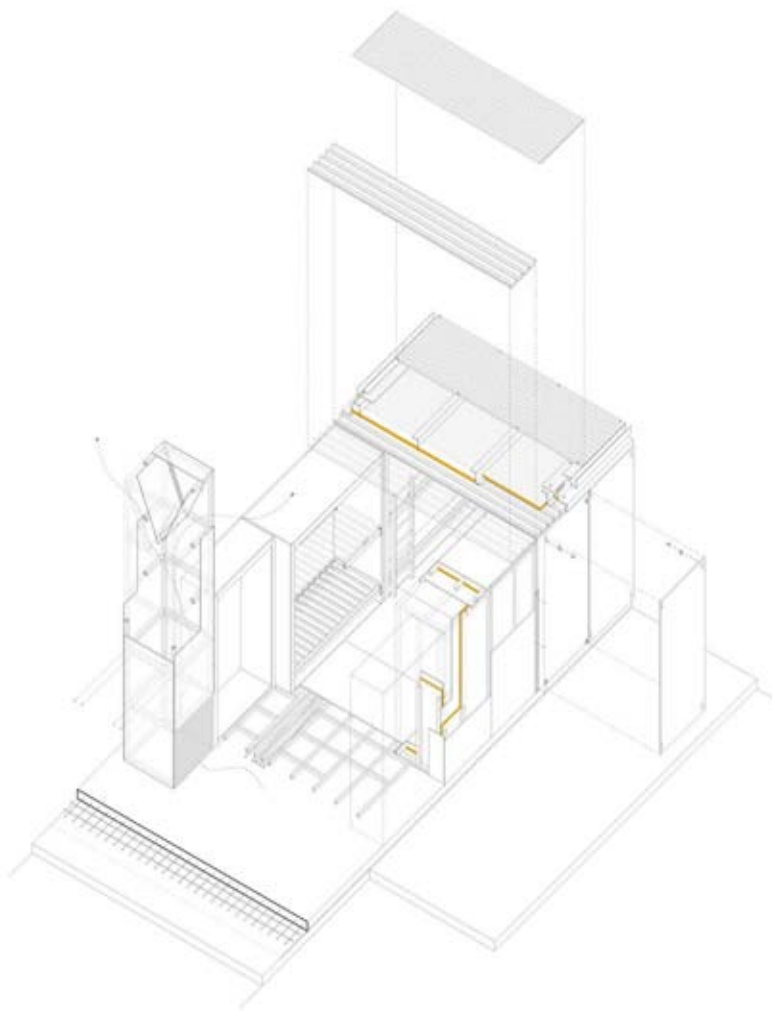
Las notas que siguen se plantean como una introducción al estudio de los precedentes históricos y a las posibilidades reales de la prefabricación ligera de las viviendas en el entorno del sur de Europa. La búsqueda de la vivienda industrializada es uno de las tareas centrales del período llamado “heroico” de la arquitectura moderna, empeñada en trasladar a la construcción residencial las prestaciones tecnológicas que sus referentes arquetípicos, el coche, el avión y el barco, mostraban como paradigmas de la eficiencia material, la eficiencia espacial y la eficiencia funcional.

Más allá de apetencias estilísticas o de respuestas a la fascinación por las máquinas que dominó la conciencia arquitectónica en la primera mitad del siglo XX, la investigación sobre las posibilidades que la industria ofrecía a la producción de un bien escaso como la vivienda integraba un germen de conciencia social, de resolución de necesidades básicas, de dotar de asequibilidad a este bien. La realidad de las experiencias materializadas muestra un panorama no especialmente fructífero, enfrentado a las inercias artesanales de la forma convencional de producir la arquitectura, pero esta realidad no ha hecho decrecer el número y la profundidad de las propuestas, que se renuevan década a década.

De hecho, la industrialización de la vivienda es ya un hecho consumado en muchos de sus subsistemas: carpinterías metálicas y de madera, instalaciones, determinados tipos de fachada, etc. Está aún pendiente la consecución de sistemas globales que se midan eficientemente con la demanda, y que puedan competir con los sistemas convencionales de construcción. Algunos autores se enfrentan a la cuestión con evidente pesimismo, aunque éste se contradice con la realidad en muchos ámbitos: véase el éxito de la prefabricación más o menos completa de las viviendas unifamiliares de madera en Norteamérica, Escandinavia o Japón. En nuestro entorno del Sur de Europa, la posibilidad de emular estos ejemplos está lastrada la poca disponibilidad de la madera como material asequible y por el tipo habitual de agregación residencial, que no es extensiva unifamiliar, sino habitualmente integrada en tejidos urbanos más o menos densos.

Sin embargo, sí nos encontramos con posibles demandas de industrialización que justifiquen un trabajo de innovación en este campo. Todavía hay necesidad de vivienda barata construida rápidamente. Dentro de los tipos posibles de prefabricación, nuestra propia experiencia y el sentido del presente guion de referencias se orientan hacia la prefabricación llamada ligera, aquella donde la reducción del peso de los componentes y la eficiencia material es un dato de partida. En un momento cultural ya definitivamente condicionado por los criterios de ahorro energético y huella ecológica, la reducción de los materiales empleados es una premisa coherente.

Esta elección de la ligereza tiene por otra parte unas implicaciones en la amplitud de las aplicaciones posibles de los sistemas: la vivienda prefabricada ligera puede también dar respuesta a necesidades de alojamientos desmontables, retirables sin huella en el paisaje. Es el caso de las viviendas para trabajadores temporeros del sector agrícola, cuya vida útil puede ser estacional y variable, o los alojamientos turísticos en parajes naturales protegidos. Elementos prefabricados ligeros pueden también actuar como complementos insertados en estructuras residenciales obsoletas para reciclarlas, actualizando sus prestaciones.



El presente guión de referencias quiere servir de primera aproximación a los referentes históricos más destacados en prefabricación ligera de viviendas, ofreciendo una selección de éstos. En una segunda parte, se ofrecen datos e ilustraciones de las principales realizaciones del autor en este campo, prácticamente virgen en el ámbito andaluz hasta la aparición de los prototipos Arkit y Solarkit.

RESEÑA HISTÓRICA. SELECCIÓN DE EJEMPLOS.

1. Casa Colonial Portátil. H. John Manning. (1833-1840)

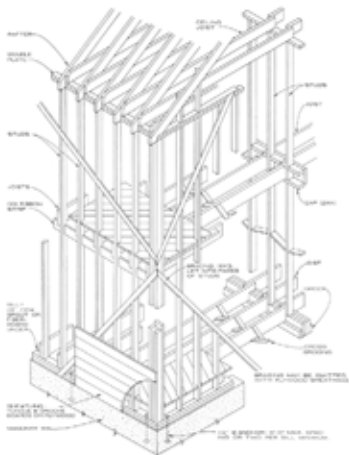
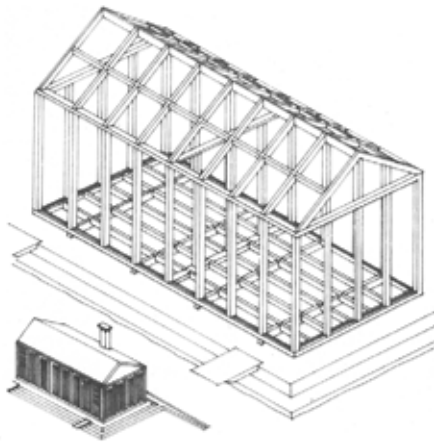
El "Portable Colonial Cottage" fue concebido por el carpintero londinense H. John Manning en 1830. Manning construyó la primera de estas casas para su hijo, que emigraba a la zona oeste de Australia, y pronto el producto se convirtió en un éxito comercial, con varios modelos de diferente tamaño y coste. El prólogo del panfleto publicitario, redactado por el propio Manning siete años después, comenzaba: "Los caballeros que emigran al nuevo asentamiento en el río Swam, en la costa oeste de Australia, encontrarán grandes ventajas en tener una vivienda confortable que pueda erigirse en unas pocas horas después del desembarco, con ventanas, puertas acristaladas y cerraduras, bisagras y el conjunto pintado de forma buena y segura, cuidadosamente empaquetada y enviada a los muelles".

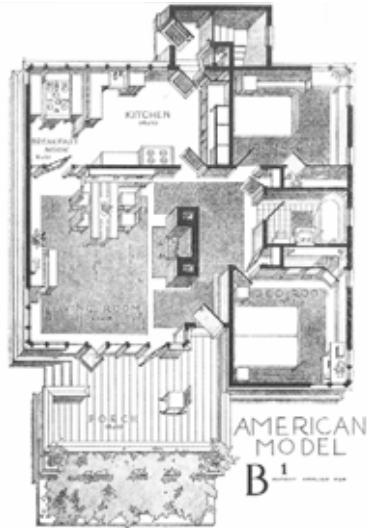
2. Sistema estructural "Balloon Frame". Augustine Taylor. (De 1833 a la actualidad)

Sigfried Gideon consideraba al "balloon frame" la "gran invención americana". Se trata probablemente del primer sistema de prefabricación abierta de viviendas, en el que una serie reducida de piezas precortadas en taller se podía ensamblar en diferentes configuraciones rápida y económicamente. Se atribuye la invención del método al constructor de Chicago Augustine Taylor, que desarrolló el sistema en respuesta a la carestía de viviendas de la ciudad, aunque su primera obra construida con este método fue la Iglesia de Santa María construida en 1833 en Fort Deaborn, Illinois. El sistema es todavía uno de los más habituales en la construcción de viviendas, no sólo en Estados Unidos sino también en otras zonas madereras, como Canadá y Escandinavia.

3. Casas por correo. Compañías Sears, Roebuck and Co., Gordon van Tine, Aladdin, Bennet y otras. 1908 – 1940.

Durante casi treinta y dos años, la empresa Sears, Roebuck and Co, de Chicago fue el diseñador y productor más prolífico de viviendas prefabricadas del mundo. En esos años llegó a vender unas 100.000 viviendas a través de su catálogo "Modern Homes" de pedidos por correo. Un pequeño equipo de diseñadores crearon unos 447 modelos diferentes, desde cabañas de una habitación a mansiones de dos plantas. Los modelos usaban mayoritariamente la estructura tipo "balloon frame". Sears fue pionera en el uso del cartón-yeso en las particiones y de las tejas asfálticas, así como en la introducción de la calefacción central en el uso residencial. Un conjunto de empresas de más reducida escala pero no menos capacidad técnica, como Gordon Van Tine, Aladdin o Bennett, acompañaron a Sears en la Edad de Oro de las casas por correo.





4. "American System-Built Houses". Frank Lloyd Wright. 1911-1917

Entre 1911 y 1917, Frank Lloyd Wright se asoció a la empresa constructora Richards Company de Milwaukee y produjo cerca de novecientos dibujos de un sistema de viviendas en las que la estructura de madera, los revestimientos, las vigas, las viguetas, el tejado, las molduras, las ventanas y las puertas estarían cortadas con precisión en taller de forma que no requirieran labores carpintería in situ, salvo el ensamblaje de piezas. Wright aplicó a los modelos su propio estilo de "casas de la pradera". No había ningún proyecto igual a otro ya que el concepto era diferente al de Sears, que presentaba un reducido número de variantes. Los componentes son iguales pero se ensamblan de forma personalizada para cada cliente. A pesar de una intensa campaña de marketing, el proyecto no captó clientes privados y pronto Wright lo abandonó ante la llegada de encargos más lucrativos.

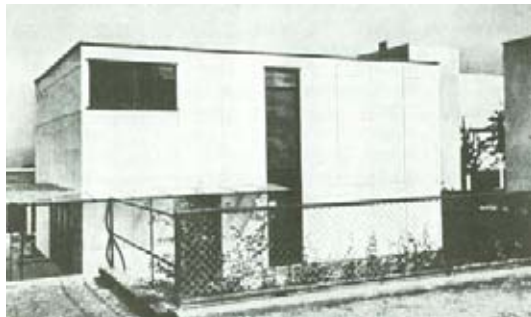
5. Casa de acero Muche-Paulick. Georg Muche y Richard Paulick. 1926.

Coincidiendo con la inauguración del edificio para la sede de la Bauhaus en Dessau, en 1926 se presentó un prototipo de vivienda prefabricada metálica diseñada por Georg Muche y Richard Paulick. La casa fue materializada por la empresa Carl Kästner de Leipzig, dedicada a la maquinaria especial y a las cajas fuertes. La casa se construye con una estructura ligera de montantes en I o en T. Dicha estructura se reviste con planchas metálicas Siemens-Martins de 3 mm de espesor, selladas con pletinas metálicas en las uniones, que se impermeabilizan con juntas de goma. Una cámara de aire de 60 mm separa el revestimiento interior de la cara interior: un panel aislante de lana de roca sobre una base de fibras que se termina con un enlucido. El módulo geométrico es de 1.5 m, demasiado ancho para puertas y ventanas, que no lo ocupan completamente.



6. Casa prefabricada en la Weissenhof Siedlung de Stuttgart. Walter Gropius. 1927.

Walter Gropius diseñó dos casas para el Weissenhof Siedlung, el barrio modelo de la Deutscher Werkbund de Stuttgart, desarrollado entre 1926 y 1929. De estas dos viviendas, sólo una fue totalmente prefabricada y tuvo una amplia difusión. Se trataba de una edificación de dos plantas, cuya disposición es la de un prisma elemental sin accidentes. Por primera vez Gropius utiliza el término Trockenmontage (montaje en seco) para describir el sistema. Sobre una cimentación de hormigón in situ (la única excepción a la regla "seca"), se erigió una estructura metálica con postes de perfiles en Z, y vigas en I para los forjados. Los cerramientos se construyeron con un panel exterior de fibrocemento, un panel interior de fibra celulósica y aislamiento central de 80 mm de panel de corcho, separado de los paneles exteriores por sendas cámaras de aire. Una retícula de 1.06 (el mismo ancho de los marcos de las puertas) gobierna todo el trazado.





7. Casa Dymaxion. R. Buckminster Fuller. 1927.

R. Buckminster Fuller sostenía que una buena casa se podría construir tan sistemáticamente como un buen coche y a esa idea corresponde el proyecto teórico de la casa Dymaxion, desarrollado a partir de 1927 y presentado al público en los almacenes Marshall Field de Chicago en 1929. El término que la nombra fue concebido por el departamento de relaciones públicas de los almacenes, enlazando las palabras más utilizadas por Fuller en sus explicaciones: dynamics, maximum y tension. Inspirada en los silos de grano de Siberia y en las tiendas nómadas de Asia Central, toda la estructura de esta casa hexagonal cuelga de un único poste de acero inoxidable central, con vigas radiales. El revestimiento se conforma con planchas de aluminio. Se construyeron únicamente dos prototipos de la vivienda, que nunca fueron habitados, y que fueron adquiridos por el inversor William Graham. En 1948 Graham construyó una tercera versión en la que llegó a vivir con su familia hasta la década de los 70.



8. Casas de cobre de la compañía Hirsch. Walter Gropius y otros. 1931-1942.

A raíz de la crisis de la vivienda en la Alemania de la década de los 20, la firma Aron Hirsch e Hijo, dedicada al latón y al cobre se interesó por el negocio de la vivienda en masa. Adquirió una patente de paredes metálicas aisladas y transportables, desarrollada por los arquitectos Förster y Krafft en 1924, y creó una división de casas prefabricadas de cobre. Las paredes exteriores y los tejados se revestían de láminas de cobre; el aislamiento con papel de aluminio y papel impermeabilizante de asbesto; la estructura de postes de madera. Los elementos constitutivos de la vivienda eran muy fácilmente transportables, pudiéndose construir algunos de los modelos en 24 horas. En 1931, las casas de cobre recibieron el Grand Prix de la Exposición Colonial de París. En 1932 la empresa quebró pero tuvo un resurgimiento al año siguiente cuando empezó a emerger un nuevo mercado para los emigrados alemanes judíos en Palestina. Al menos catorce viviendas fueron exportadas a Palestina, de las cuales sobreviven todavía algunas.



9. "Crystal House" (Century of Progress Exposition). George Fred Keck. 1933-1934.

La exposición "Siglo de Progreso" de 1933 capitalizó sobre Chicago la reputación de ser la ciudad más avanzada arquitectónicamente de la época, al dedicar una gran parte sus contenidos a la arquitectura contemporánea. La exposición se caracterizó por presentar varios prototipos de vivienda industrializada de estética moderna, forzando la utilización de nuevos materiales. Por primera vez se presenta el nuevo paradigma arquitectónico de la "casa de cristal", a raíz del audaz proyecto de George Fred Keck llamado "Crystal House", allí construida. Completamente acristalada en todas sus caras, los tres niveles de la casa se soportan por una estructura de cerchas exteriores que permitían plantas completamente diáfanos. Por primera vez empieza a haber una referencia explícita al diseño solar pasivo, de que luego los dos hermanos Keck (George Fred y William) se hicieron maestros. La casa fue una de las cinco de la Exposición que se reconstruyó en Beverly Shores, Indiana, donde aún permanece.



10. "Good Housekeeping Stran-Steel House" (Century of Progress Exposition). H. August O'Dell y Wirt C. Rowland. 1933-34.

La revista "Good Housekeeping" se asoció con la empresa Strand-Steel Corporation y los arquitectos de Detroit O'Dell y Rowland para construir uno de los prototipos más innovadores de la Exposición "Siglo de Progreso" de Chicago. Los paneles vitrificados del revestimiento sobre un esqueleto metálico constituían un sistema insólito para la época. Las vigas ligeras de la estructura fueron especialmente diseñadas para la casa y se fijaban con pasadores metálicos en lugar de usar soldaduras. El coste por que vendían las casas era de unos 7.500 dólares (110.000 del años 2008). Fue prácticamente la única de la exposición que tuvo una venta comercial posterior. Con sus esquinas redondeadas y su friso exterior, la casa emparentaba estilísticamente con el Art Deco más convencional de la época pero su paleta material era estrictamente industrial. La casa fue también reconstruida en Berverly Shores, Indiana, donde aún permanece.

11. Casas Usonianas. Frank Lloyd Wright. (a partir de 1936)

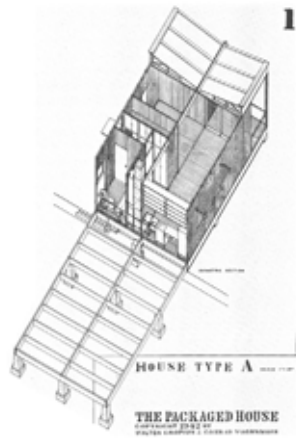


La casa Jacobs es el ejemplo más reconocido de una serie de más de cincuenta casas pequeñas que Wright diseñó en la última parte de su carrera, conocidas como las Casas Usonianas. El término Usonianas procede de una expresión del escritor James Duff Law que así nombraba el especial carácter del paisaje norteamericano, libre de influencias de cualquier lenguaje arquitectónico anterior. Con las Casas Usonianas vuelve Wright a una de sus grandes preocupaciones: la casa barata. El sistema ideado por Wright utiliza paredes delgadas de tableros contrachapados normalizados con juntas de listones que se prefabrican en taller. Únicamente se construyen in situ algunos elementos volumétricos de fábrica de ladrillo, que arriostran la edificación. Una refícula rectangular de 2 x 4 pulgadas permite modular la planta y los alzados. Un sistema de suelo radiante basado en la circulación de vapor por conductos en la losa de base (inspirado en los sistemas japoneses que conoció Wright) permitía prescindir de los radiadores y reducir los costes de las instalaciones. El coste de la casa Jacobs fue de 5.500 dólares (80.000 de 2008).

12. "Quonset Hut". Otto Brandenberger para la Compañía de George A. Fuller. 1941 a la actualidad.



El barracón "Quonset" es la más exitosa construcción militar de la historia. No tanto una innovación como la evolución de un sistema anterior (el barracón británico Nissen, de la Primera Guerra Mundial), el Quonset Hut fue construido por primera vez en la base de Quonset Point, Rhode Island, durante la Segunda Guerra Mundial. El ejército norteamericano había contratado a la compañía George A. Fuller, uno de los mayores constructores de Estados Unidos para desarrollar una edificación muy simple y barata que pudiera alojar a las tropas en las campañas del Atlántico y del Pacífico. El diseño original era una construcción semicilíndrica 16 por 36 pies con un radio de 8 pies, sustentada por arcos metálicos y revestida de planchas de acero corrugado. Los extremos del barracón se cierran con paneles de madera contrachapada horadados por las puertas y las ventanas. El coste de cada barracón era en la Segunda Guerra Mundial de 800 dólares de la época (12.000 de 2008).



13. "Packaged House". Konrad Wachsmann y Walter Gropius. 1941-1952.

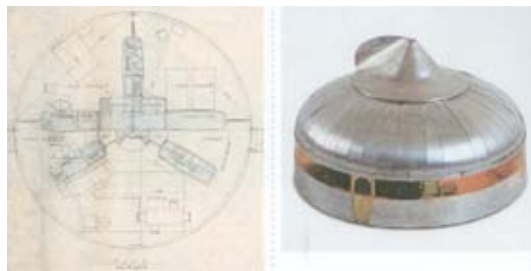
La experiencia previa de Konrad Wachsmann en Alemania (había construido la casa para Albert Einstein en Postdam en 1929, usando el sistema de prefabricación Christoph y Unmack, y algunas casas para la Exposición de la Construcción de Berlín de 1931) sirvió de base para la ideación de la "Packaged House", tras su asociación con Gropius a su llegada a los Estados Unidos en 1941. El llamado "General Panel System" no consiguió una patente general en Estados Unidos, aunque sí su principal ingrediente: el conector en forma de X para ensamblar los paneles del cerramiento de la casa. A punto de la bancarrota, Wachsmann encontró inversores para fabricar un prototipo en Somerville, Massachussets, en 1943. Más tarde, en 1946, la compañía Celotex de California adquirió el diseño y una antigua fábrica de aviones, formando la General Panel Corporation. El plan era producir 8500 viviendas al año, pero en su aplicación real, el sistema se demostró demasiado rígido para asumir las tolerancias de su puesta en obra por lo que tras vender un reducido número de viviendas, la compañía se disolvió.

14. Casa Plas-2-Point. Marcel Breuer. 1943



Con este proyecto, Marcel Breuer continuaba sus investigaciones sobre la prefabricación de viviendas que había comenzado un año antes con el proyecto "Yankees Portable". La subestructura sería de contrachapado, a la que la empresa química Monsanto iba a aplicar un acabado plástico, que la haría más duradera y fácil de limpiar. La estructura iba a tocar el suelo en sólo dos puntos, transmitiéndose las cargas a través de una viga central y vigas perpendiculares de sección variable. A pesar de la difusión que proporcionó Monsanto, que llegó a presentar el modelo al ejército norteamericano, no tuvo desarrollo comercial haciendo perder la fe de Breuer en el campo de la prefabricación doméstica, según él en manos de "fabricantes comerciales que no se preocupan por la arquitectura".

15. Casa Wichita. R. Buckminster Fuller. 1944-46.



Fuller vislumbró las posibilidades de desarrollar las ideas de su casa Dymaxion en la economía floreciente de postguerra. Ante sus fracasos anteriores, tuvo que convencer a los inversores, la compañía aeronáutica Beech de Wichita, Kansas, que esta no era de hecho una casa prefabricada. Consiguió un préstamo para dos años de trabajo incluyendo material e instalaciones. A causa de la caída de la producción aeronáutica, Beech buscaba irrumpir en el mercado de la vivienda, esperando producir 50 o 60 mil viviendas al año a 6.500 dólares (75.000 de hoy) por vivienda o, como Fuller gustaba de tasar sus viviendas, a 50 céntimos la libra, la primera vez que las casas se hubieran vendido "al peso". La casa se suministraba completa, como un coche (ejemplificando la tendencia contraria a la del "paquete plano", que representaba la "Packaged House" de Gropius y Wachsmann). La casa ya no era hexagonal y el mástil central ya no contenía un ascensor (no estaba tan alta) ni lavandería. Junto con la casa, Fuller patentó un baño monolítico. No se llegó a construir en serie: finalmente el fabricante desconfiaba de que el público quisiera vivir en ella.



16. Levitt Homes. Levittown, Nueva York. 1947.

La empresa constructora Levitt and Sons, dirigida por Abraham Levitt y sus dos hijos, William y Alfred, promovió cuatro barrios de vivienda semi prefabricada, llamados Levittown, de los cuales el más destacado fue el primero, en Nueva York, donde en 1947 se construyeron 2000 viviendas de un único modelo, el llamado "Cape Cod", a razón de cerca de treinta viviendas por día en algunos momentos. El promotor Levitt fundamentó su sorprendente productividad en el desarrollo de métodos rápidos de construcción para mano de obra no especializada, basados en su experiencia con los Seabees en la 2ª Guerra Mundial: consiguió utilizar mano de obra no sindicada ni especializada, requiriendo únicamente unas mínimas habilidades en las cuadrillas. Las casas se entregaban con zonas por terminar usuario, como la planta de buhardilla. Creía Levitt que las actividades de "hágalo usted mismo" del hombre de la casa serían tan importantes como la labor de los arquitectos, y declaraba con satisfacción: "Los propietarios han vestido sus casas con toques individuales como porches apantallados, miradores, garajes, zaguanes, vestíbulos, toldos, patios, farolas, celosías, cercas, etc."



17. Eichler Homes. California, 1950-74. Norte de California.

La producción a gran escala de vivienda asequible semi prefabricada tuvo otro hito en manos del promotor Eichler y de la oficina de los arquitectos A. Quincy Jones y Frederick Emmons, entre otros. Entre 1950 y 1974 se construyeron más de 11.000 Eichler Homes en el entorno californiano. El mérito de Eichler fue conjugar los sistemas de gestión constructiva que habían hecho particularmente exitosa la producción de las viviendas del promotor Levitt de la década anterior (de diseño sencillo pero tradicional) con los sistemas espaciales y lingüísticos derivados de la experiencia de las Case Study Houses de Los Angeles. Las viviendas usaban el sistema estructural llamado "post and beam" (pórticos de madera) y cerramientos de paneles de contrachapado. Los panelados ligeros (el cerramiento no era más que un doble panel con un núcleo de aislamiento de fibra de vidrio con lámina reflectante) eran muy fáciles de manipular, lo que hacía muy sencillas las remodelaciones y las adaptaciones por el propio usuario. Algunos autores sugieren que ésta pudiera ser la razón por la que muchos arquitectos figuraban entre los compradores de las primeras casas.



18. Casa Modelo Westchester. Carl G. Strandlund para Lustron Corporation, Inc. 1948-50.

En 1945, cuando millones de soldados vuelven a EEUU, gran escasez de vivienda hace que muchos empresarios exploren el potencial del mercado de viviendas prefabricadas, en la estela de Sears y de las otras empresas de casas por correo. Carl Strandlund era un inventor de origen sueco con más de 150 patentes registradas cuando en 1948 consiguió una subvención gubernamental para un nuevo tipo de vivienda prefabricada: enteramente de acero. Su empresa, Chicago Vitreous Enamel era ya conocida por su trayectoria en la construcción de gasolineras. Strandlund pensaba que la casa enteramente de acero podría llegar a los precios de Levitt. "Deja la sierra y el martillo y coge la llave inglesa", era su lema. Su primer prototipo fue el "Westchester Two Bedroom" en 1948: una planta cuadrada sobre losa de hormigón con estructura metálica y cerchas, con cerramientos de chapa revestida de porcelana.



vitrificada. Los muebles también se servían prefabricados. Lo más singular de la propuesta era la garantía de montaje en tan solo ocho días desde el pedido. Era claramente un producto industrial que comenzó a venderse con un cierto éxito. En 1949 disminuyeron las ventas y las viviendas se encarecieron 30 o 50 por ciento más. En vez de cien al día, se producían veinte. Otro revés vino de la revista Time, cuando arremetió contra la vivienda llamándola "bañera" y "kiosco de perritos calientes". En 1949 tras producir 2500 viviendas, la empresa se declaró en bancarota.

19. "Maison Tropicale". Jean Prouvé. 1949-51.

La Maison Tropicale de Jean Prouvé no es propiamente una casa. Las tres edificaciones realizadas eran prototipos de un ambicioso sistema de construcción metálica ligera adaptable a diferentes situaciones que nunca fue puesto en producción. Fabricadas en Francia se enviaron a África como parte de una estrategia de marketing: la primera de ella para el alojamiento del director de una escuela secundaria en Niamey, Níger (1949) y las otras dos como el despacho y la residencia del director comercial de la oficina regional de información de una empresa de aluminio en Brazzaville, Congo (1951). No hubo pedidos del sistema en el mercado. La Maison Tropicale se proyecta con una malla geométrica de 1 x 1 m y se diseña de forma que ningún elemento constructivo tenga más de cuatro metros de longitud ni más de cien kilogramos de peso. Lo más singular del prototipo eran sin embargo los sistemas de protección climática que incorporaba: un parasol de lamas exterior atenúa la radiación solar, la casa se separa del suelo y una doble piel la envuelve para generar corrientes de ventilación, combinándose con una chimenea solar dispuesta en el eje longitudinal de la cubierta, a través de la cual se refuerzan las corrientes de aire.

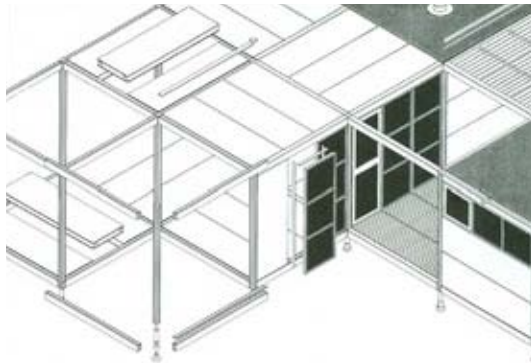
20. Casas Meudon. Jean Prouvé. 1950 -1952. Suburbio parisino de Meudon.

Por una petición personal del Ministro francés de Desarrollo Urbano y Reconstrucción, Jean Prouvé recibió el encargo de catorce viviendas unifamiliares en el suburbio parisino de Meudon. Las casas continuaban el riguroso estudio de Prouvé del aluminio como material primario de construcción, experimentado previamente en la Maison Tropicale. Elevadas sobre el terreno con un basamento de mampostería, cada una de las catorce casas se sustentaba con un pórtico central de aluminio en forma de "tenedor" como el de la Casa Tropical sobre el que apoyan cerchas prefabricadas. El cerramiento se compone de nueve tipos posibles de paneles, que podían incluir puertas, celosías, paredes opacas, etc, y que se podrían combinar a elección del usuario. La distribución diáfana admitía diferentes distribuciones. La construcción in situ de cada vivienda podía hacerse en la mayor parte de los casos en tres días.

21. Torre de cápsulas Nakagin. Kisho Kurokawa. 1968-1972.

La torre de cápsulas Nakagin es la obra más emblemática del movimiento metabolista japonés. Se compone de un infraestructura fija central, un núcleo de hormigón, al que se enchufan numerosas unidades prefabricadas. Construida en el distrito Ginza de Tokio, la torre se diseñó originariamente como un hotel para proporcionar alojamientos asequibles para hombres de negocios solteros sin tiempo para

pasar la noche en casa. Cada casa es una caja con estructura triangulada de acero de 2.40 x 3.00 metros, revestida de acero galvanizado pintado. Cada cápsula contiene una cama empotrada y un baño prefabricado. El edificio ha evolucionado hacia otros usos a lo largo de sus casi cuarenta años de vida, alternando habitaciones de hotel, viviendas y oficinas. La torre Ginza muestra un camino de uso de la prefabricación ligera de elementos residenciales, que, combinadas con infraestructuras "pesadas" (como el núcleo de hormigón) pueden resolver una construcción residencial en altura.



22. Moduli 255. Kristian Gullichsen y Juhani Pallasmaa. 1969 – 1971.

El proyecto Moduli 225 suponía una puesta al día de la tradición de vivienda prefabricada de madera en los países nórdicos, usando un lenguaje cercano al de las vanguardias modernas. Toma su nombre de la dimensión básica del módulo geométrico que lo organiza: 225 cms. El módulo cúbico forma las aristas de la estructura y cada uno de estos marcos se divide en tres partes de 75 cms, que pueden alojar paneles de esta dimensión: estos paneles pueden contener pared maciza, puertas, ventanas, etc. Los paneles se fijan atornillándose. La cimentación se resuelve con soportes regulables metálicos, de forma que se evita la necesidad de obra in situ para el apoyo de la vivienda. Los soportes regulables pueden absorber diferencias topográficas de hasta 1.5 m. El tiempo de montaje de la vivienda más básica era de dos días y el precio se mostró asequible. Aunque el diseño se destinó inicialmente para casa de campo de verano, la casa ha sido usada ampliamente como primera residencia.



23. "Oriental Masonic Gardens". Paul Rudolph 1970.

En 1970, Paul Rudolph bautizó a la vivienda-remolque como "el ladrillo del siglo XX". Esta afirmación es muy sugerente no por lo que supone de considerar el módulo habitable como una unidad constructiva y estructural sino también por su apelación a su agregación para formar contextos densos, arracimados, alternativos a las extensiones suburbanas de vivienda unifamiliar aislada. El proyecto de "Oriental Masonic Gardens" en New Haven, Connecticut es el quinto intento de Rudolph, y el único construido, de usar la "mobile house" como unidad constructiva. Las viviendas se organizan en racimos de cuatro unidades organizadas en esvástica, cada una de ellas con su propia entrada y espacio exterior privado. Cada vivienda podía incluir dos o tres unidades de "vivienda-remolque" conectadas que se enviaban por autopista y por lo tanto no superaban el máximo ancho permitido de 3,60 metros. La unidad de dos dormitorios se vendía a 16.000 dólares (90.000 de 2008).



24. Casas con troncos de papel. Sigheer Ban. 1995.

La imagen de modernidad, la viabilidad de mercado o la imagen de marca pueden estar en la base de la búsqueda de la rapidez constructiva, pero es en la producción de hábitats de urgencia (para realojos en situaciones de superpoblación insalubre o en situación de catástrofe sobrevenida) donde la construcción rápida se hace imperativa. Un ejemplo afortunado fue la propuesta de Sigheer Ban para las víctimas del terremoto de Kobe de 1995. Las casas de tubos de cartón en Nagata-Ku combinaron la ligereza de sus componentes con el ingenio en la utilización de materiales reciclados, como en la



cimentación a base de cajas de botellas de cerveza lastradas con sacos de arena. El sistema tenía que ser también especialmente sencillo e intuitivo, teniendo en cuenta una mano de obra sin experiencia previa, trabajando en una estructura de voluntariado.

25. Viviendas transportables "Su-Si" y "Fred". Kaufmann 96 Architectur.1996

El tipo de viviendas prefabricadas del tamaño de un contenedor para el transporte en carretera es una especie con numerosos ejemplos más o menos afortunados. De entre los más divulgados de las últimas décadas destacan los prototipos "Su-Si" y "Fred" de los arquitectos austriacos Oskar Leo y Johannes Kaufmann. Se trata de dos viviendas contenedor de 30 y 18 m² respectivamente. El prototipo "Fred" se expande automáticamente desde los 6 a los 18 m² mediante paredes deslizantes (una caja se mueve en el interior de otra para ampliarse o contraerse). El prototipo "Su-Si" puede colocarse sobre postes arriostrados de una planta de altura, lo cual permite generar un espacio de aparcamiento inferior. Ambos prototipos incorporan una cocina, un baño, una zona de estar y una zona de dormitorio.



2. EJEMPLOS ANDALUCES. LA CASA COMO "KIT DE MUEBLES"

Antecedentes arquitectónicos como los hasta aquí enumerados funcionaron como base conceptual para la formulación del concepto del kit de muebles como nuevo sistema de producción de viviendas prefabricadas ligeras para el ámbito del Sur de España que desde la Escuela de Arquitectura de Sevilla se empezó a formular a partir de 2003. El concepto se podía enunciar así: "si en vez de pensar la vivienda prefabricada como la suma de paredes más techo o como un conjunto de habitaciones o recintos más o menos prefijados, la descomponemos en las funciones menudas que la vida diaria desempeña, tales como comer, dormir, ver la televisión, lavarse, almacenar ropa... (todas las que imaginemos) y asociamos a cada una de ellas a un mueble, el cual se construye con dimensiones compatibles para su ensamblaje con otros, podemos concebir la vivienda industrializada como una asociación de muebles más que como un contenedor arquitectónico y podemos imaginarla como algo confortable, atractivo y participativo, incluso divertido".

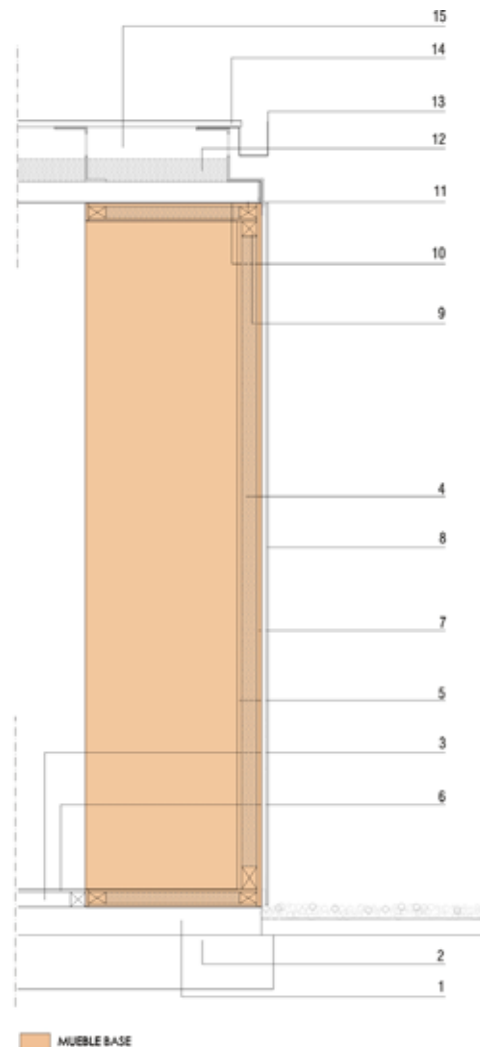


"Algunos muebles desmontables que adquirimos en las grandes superficies comerciales tienen casi el tamaño de la pared de una habitación. Compramos tableros precortados y conectores, seguimos las instrucciones y armamos piezas de una considerable dimensión: casi habitaciones. En el otro extremo, la vivienda industrializada ligera suele ser de una planta, como mucho de dos. Con alturas de techo que casi se tocan con la mano: casi muebles".

Entre enero y diciembre de 2003 tuvieron lugar las primeras fases de diseño del sistema. La primera operación fue conceptual: se trataba de llevar a cabo materialmente la premisa del concepto, asociar a las diferentes actividades de la vivienda un mueble y dimensionarlo con medidas compatibles para su asociación. Se establecieron unas reglas para el "juego": los muebles tendrían una única medida en vertical: la altura libre de una vivienda social (2,40 m) y se conformarían sobre la base geométrica de una caja con costados perpendiculares a su fondo, para conseguir su asociación por adición contigua.







1. SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO DE 15 CM DE ESPESOR
2. COMPACTACIÓN Y PREPARACIÓN DEL TERRENO
3. AISLAMIENTO DE SUELO DE PLANCHAS DE POLIESTIRENO EXTRUIDO
4. AISLAMIENTO DE MUEBLE BASE DE PLANCHAS DE POLIESTIRENO EXTRUIDO
5. TABLERO MELAMINADO DE 16MM DE ESPESOR PARA ACABADO INTERIOR DEL MUEBLE
6. PAVIMENTO FLOTANTE DE TABLEROS CONGLOMERADOS CON ACABADO VINÍLICO 20MM DE ESPESOR SOBRE RASTRELES DE MADERA DE PINO
7. TABLERO CONTRACHAPADO HIDRÓFUGO INTEMPERIE 16MM DE ESPESOR PARA ACABADO EXTERIOR DEL MUEBLE
8. REVESTIMIENTO DE TABLEROS FENÓLICOS BAKELIZADOS 10MM ESPESOR SOBRE RASTRELES DE ACERO GALVANIZADO

9. ESTRUCTURA INTERIOR DEL MUEBLE BASE DE ENTAMADO DE MADERA DE PINO
10. BASE DE CUBIERTA CON CHAPA DE ACERO GRECADA PL-63/137 DE ACERIALIA
11. PIEZA DE REMATE DE CHAPA GALVANIZADA PLEGADA 1.5MM DE ESPESOR CON ORIFICIOS PARA VENTILACIÓN
12. AISLAMIENTO DE CUBIERTA CON PLANCHAS DE POLIESTIRENO 80MM DE ESPESOR
13. CANALÓN DE ACERO GALVANIZADO DE 1MM DE ESPESOR
14. CUBIERTA TIPO MINIENDA DE CHAPA DE ACERO GALVANIZADO 1MM DE ESPESOR
15. CÁMARA DE AIRE VENTILADA

- El proyecto Arkit

El proyecto Campohermoso no se materializó pero sí dio un respaldo a la presentación de la propuesta de construcción de un prototipo en la 1ª convocatoria de subvenciones para actividades de investigación en materia de arquitectura y vivienda (junio de 2005) de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía. La provincia de Huelva es uno de los principales focos de atracción de trabajadores agrícolas temporeros, en su caso vinculados a la recolección de la fresa, y el problema del alojamiento temporal de los trabajadores resulta especialmente acuciante entre marzo y junio de cada temporada. Para que la propuesta presentada pudiera tener una ubicación real, se habían realizado gestiones previas con el Ayuntamiento de Cartaya (Huelva) a través de la asociación Huelva Acoge, con las que se consiguió disponer de los terrenos anexos al Albergue "Casa del Gato", de propiedad municipal, para construir en ellos el prototipo.

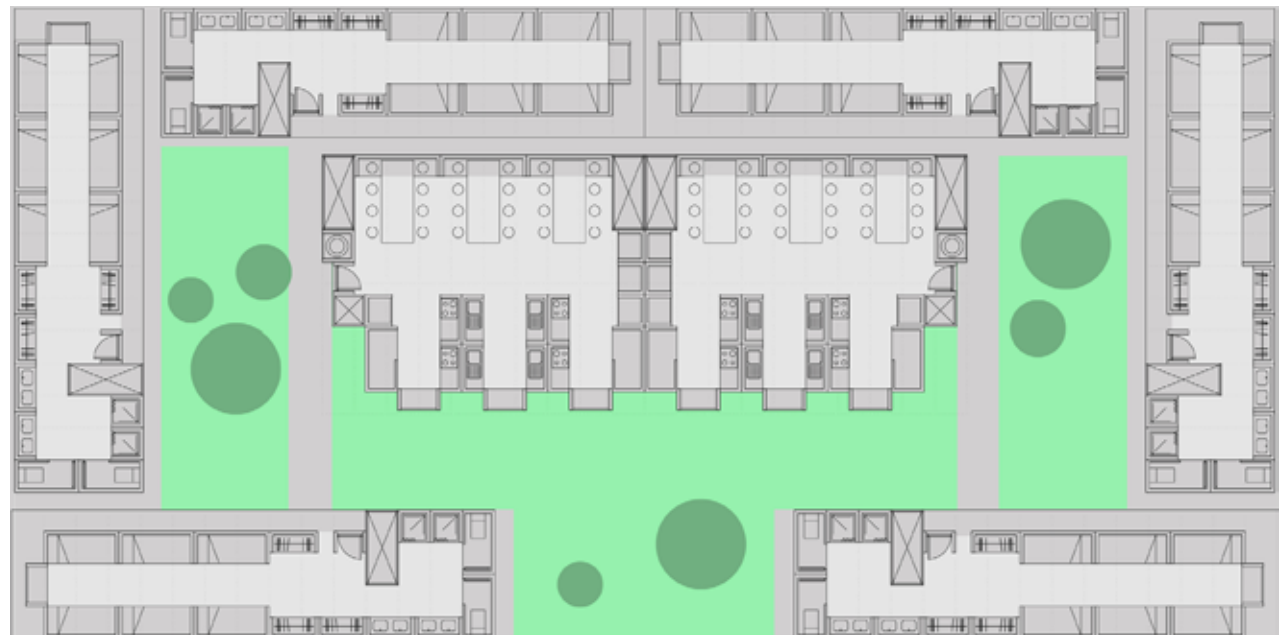
Por primera vez se utilizó (y se registró como marca) el término Arkit para nombrar el sistema. El prototipo a construir sería una versión reducida del proyecto Campohermoso, como una de sus cuatro secciones: una residencia (ya con la escala de vivienda unifamiliar) para 8 trabajadores temporeros. La vivienda incluiría dos patios y dos torres captadoras de brisas para mantener la secuencia de ventilaciones cruzadas que se buscaba en el prototipo de 32 trabajadores. El montaje de la vivienda en Cartaya se realizó entre el 24 de octubre y el 2 de noviembre de 2006.



- La residencia de Tariquejo.

Tras la construcción del prototipo Arkit, en octubre de 2006, el Excmo. Sr. Alcalde de Cartaya encargó al equipo investigador el estudio de una residencia desmontable para 500 trabajadores temporeros basada en el sistema del "kit de muebles". La residencia habría de ubicarse en la zona del término municipal de Cartaya conocida como Tariquejo, donde el Ayuntamiento tenía prevista la construcción de un Albergue permanente. La residencia desmontable para 500 plazas (la "miniciudad de los temporeros" como fue denominada en aquel momento) ampliaría el Albergue en sus terrenos aledaños, en las épocas de recolección.

El modelo de unidad de habitación sería el de albergue comunitario con "pabellones" de noche con espacios compartidos de día. La configuración general de una instalación residencia de esa magnitud tuvo que utilizar recursos de diseño urbano para organizarse de forma legible. Así, las unidades de habitación se agruparían en manzanas de tamaño variable, de entre 30 y 70 ocupantes. Las manzanas se ordenan a lo largo de dos calles principales, paralelas a la vía de acceso y que arrancan desde una plaza principal, situada en este acceso y articulando la relación entre el albergue permanente y la miniciudad desmontable. En cada manzana, los pabellones de noche construyen el perímetro, quedando el núcleo ocupado por un pabellón central de mayor dimensión que contiene los comedores y las estancias. Entre el núcleo y el perímetro se proponían zonas ajardinadas, resguardadas de las vías principales por las propias edificaciones de noche.

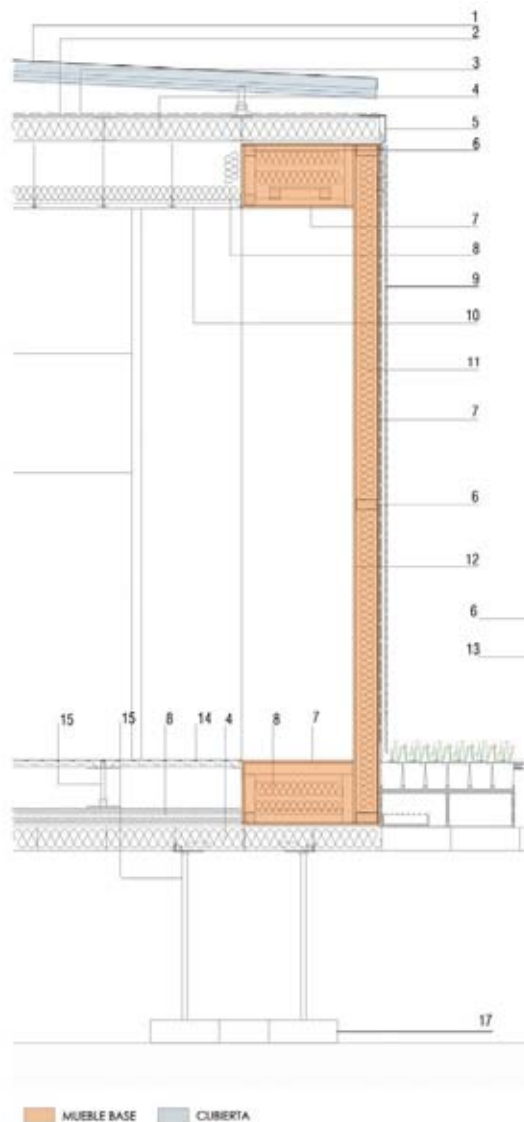


- El proyecto Solarkit

El éxito de la construcción del prototipo Arkit en Cartaya motivó que la iniciativa del siguiente paso correspondiera no al equipo investigador, sino a la entidad que hizo posible con su subvención aquella vivienda para los temporeros de la fresa. La Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía que, en septiembre de 2008 una propuesta de vivienda para 4 personas, prefabricada y autosuficiente energéticamente basada en el sistema del "kit de muebles" se presentara al concurso de admisión al evento Solar Decathlon Europe 2010.

Solar Decathlon Europe (SDE) es una competición internacional abierta a todas las Escuelas Técnicas y Universidades con colaboración con cualquier otra institución. Equipos universitarios compiten para diseñar, construir y operar casas que funcionen únicamente con energía solar. Las anteriores ediciones se habían celebrado en Washington DC, en los otoños de 2002, 2005, 2007 y 2009 y por primera vez iba tener una sede europea, Madrid.

Tras la presentación de la propuesta, en octubre de 2008, representando a la Universidad de Sevilla se recibió poco tiempo después la notificación de su selección para la participación en el evento. El proyecto Arkit pasaba a ser "Solarkit" ya que la vivienda propuesta tenía que contar con todos los sistemas que le permitieran ser totalmente autosuficiente energéticamente, abastecida por energía solar térmica y fotovoltaica.



1. COLECTORES FOTOVOLTAICOS
2. TABLERO CONTRACHAPADO MARINO
3. IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTA: SIKALASTIC 621 TC
4. AISLAMIENTO EXPANDIDO EMBEBIDO EN LA ESTRUCTURA
5. CHAPA DE ALUMINIO ANODIZADO e:2mm
6. ENTRAMADO DE MADERA MACIZA DE PINO
7. PANEL DM ACABADO EN FORMICA
8. PANELES DE POLIESTIRENO EXTRUIDO
9. REVESTIMIENTO DE TABLEROS BAKELIZADOS DE FORMICA

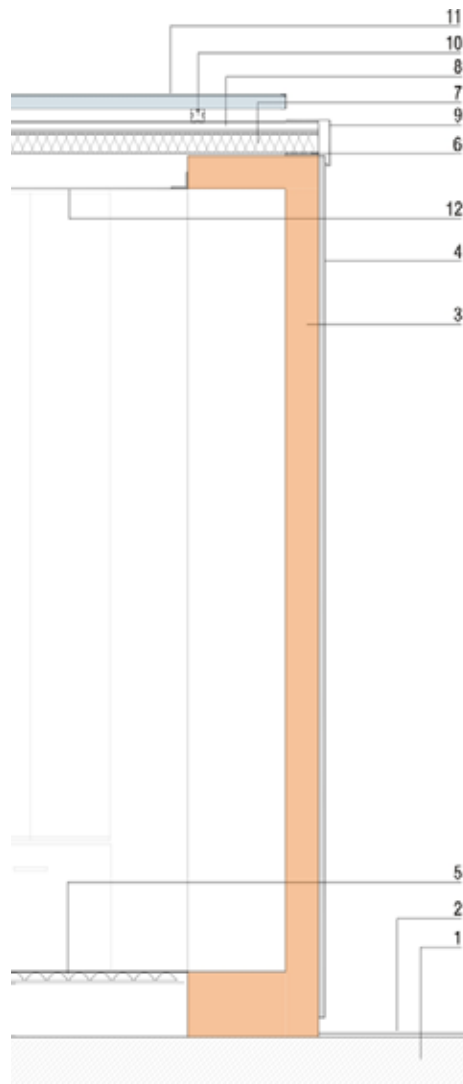
10. FALSO TECHO DEBANDejas METÁLICAS PERFORADAS CON SUJECIÓN TIPO CLIP-IN
11. PANELES FLEXIBLES DE LANA DE VIDRIO CON REVESTIMIENTO DE KRAFT CON POLIETILENO INCORPORADO
12. TABLERO BASE DE DM e:16mm ACABADO EN FORMICA
13. SUELO ELEVADO DE PLACAS METÁLICAS CON NÚCLEO DE PCM Y ACABADO VINÍLICO
14. PLOT METÁLICO DE NIVELACIÓN DE SUELO INTERIOR
15. ZAPATAS RECTANGULARES DE HORMIGÓN UNIDAS A PARES



- El proyecto Arkit 18

Con posterioridad a la competición Solar Decathlon, y motivados por la necesidad de divulgar sus resultados en ferias de la construcción y otros eventos, a partir de octubre de 2010, algunos de los promotores y colaboradores en la construcción del proyecto Solarkit encargaron un diseño de un pabellón expositivo que, de alguna manera, mostrara los componentes del sistema. El primer evento al que acudir sería la feria Econstrucción 2010, de Sevilla. La propuesta de diseño fue no proyectar un stand al uso sino que, aprovechando la ocasión, y utilizando parte de los componentes del proyecto Solarkit, se diseñara y construyera una vivienda para una persona, de 18 m².

La elección de la medida de 18 m² no era casual, sino que se relacionaba con lo que se estaba gestando en las nuevas propuestas de normativa de vivienda andaluza como el módulo métrico asignado "por persona" en la vivienda social protegida (así, una vivienda para 4 personas, la habitual de 3 dormitorios, tendría 72 m²). El reto era diseñar, con el sistema Arkit un espacio de esas reducidas dimensiones que contuviera todas las prestaciones de una vivienda habitual en la que una persona o incluso una pareja pudiera reconocer como cómoda y habitable.



1. SUELO EXISTENTE EN PABELLÓN

2. MOQUETA ELÁSTICA INTERIOR DEL STAND

3. MUEBLE CONSTRUÍDO CON ESTRUCTURA DE LISTONES DE MADERA ASERRADA, AISLAMIENTO DE LANA DE ROCA Y TAPAS DE AGLOMERADO HIDRÓFUGO REVESTIDO DE LAMINADO DE FORMICA HACIA EL INTERIOR

4. REVESTIMIENTO EXTERIOR CON DESPIECE VERTICAL DE FORMICA COMPACT DE 8MM FLUADO AL MUEBLE MEDIANTE PERFILES DE ALUMINIO OMEGA EN SUS EXTREMOS

5. SUELO TÉCNICO INTERIOR FORMADO POR BALDOSAS SOBRE PLOTS REGULABLES

6. JUNTA DE NEOPRENO DE 10MM DE ESPESOR FUADA MECÁNICAMENTE EN TODO EL PERÍMETRO PARA APOYO DE LOS

PANELES SOBRE LOS MUEBLES

7. PANEL SANDWICH DE 70MM DE ESPESOR

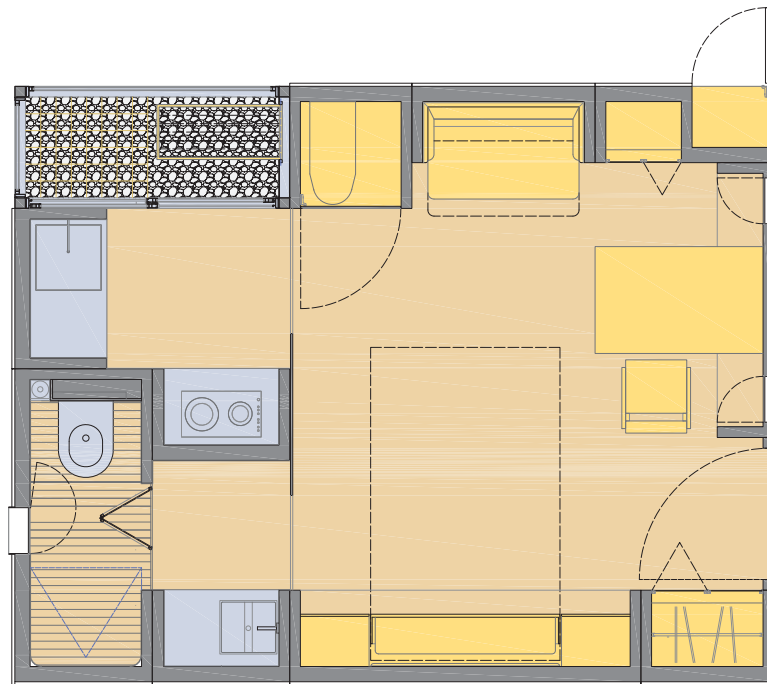
8. TAPETA DE UNIÓN ENTRE PANELES SANDWICH

9. REMATE PARA BORDE DE CUBIERTA DE CHAPA PLEGADA DE ACERO INOXIDABLE MATE DE 1MM DE ESPESOR Y 100+120MM DE DESARROLLO CON GOTERON

10. RASTREL DE ALUMINIO 40X40 MM FLUADOS A LAS TAPETAS DE UNIÓN DE PANELES

11. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS FLUADOS CON MORDAZAS DE ALUMINIO A RASTRELES HORIZONTALES, SEPARADOS 10MM ENTRE SI

12. TECHO TEXTIL TENSADO EN SUS BORDES MEDIANTE ANGULARES FLUADOS A LA TAPA SUPERIOR DE LOS MUEBLES



0 0.5 1 2



BIBLIOGRAFÍA

- BERGDOLL, BARRY Y CHRISTENSEN, PETER (2008): *Home delivery. Fabricating the modern dwelling*, The Museum of Modern Art, New York
- FERNÁNDEZ-GALIANO, LUIS (ED.) (2011): "Casas lejanas", *Arquitectura Viva* 139, pp. 17-30
- HERBERT, GILBERT (1984): *The Dream of the Factory-Made House. Walter Gropius and Konrad Wachsmann*, The MIT Press., Cambridge, Massachusetts
- JODIDIO, PHILIP (2011): *Temporary. Architecture Now*, Taschen, Colonia
- STILLER, ADOLF (1999): "La casa como artículo. En el camino hacia la producción", *A + T* 10, pp. 34-47
- TERRADOS, JAVIER (2003): "Concurso de Ideas sobre Vivienda social. Categoría Futuro", *Arquitectos* 168, pp. 80-81
- , (2006): "Concurso de Ideas. "Otros Campos de Nijar", Almería 2004", *ARV: revista de arquitectura nº 4-5*, pp. 142-165
- , (2007): "Vivienda tipo *kit* para trabajadores temporeros. Cartaya, Huelva.", *NEUTRA Revista de arquitectura nº 15*, pp. 154-155
- , (2008a): "Kit temporero. Prototipo para trabajadores inmigrantes, Cartaya (España)", *Arquitectura Viva* 122, pp. 44-45
- , (2008b): "Vivienda tipo *KIT* para trabajadores temporeros en Cartaya", *Spain architects. Housing 4*, Manuel Padura S.L., El Masnou, Barcelona, pp. 70-81
- TERRADOS, JAVIER (ED.) (2008): *Solarkit. Una vivienda desmontable y energéticamente autosuficiente*, Universidad de Sevilla, Sevilla