

Magic Box en el Proyecto Solar Decathlon 2005

César Bedoya Frutos, Alfonso García Santos y Javier Neila González¹;
Estefanía Caamaño Martín (Responsable SD 05) y Miguel Ángel Egido Aguilera²;
Luis Magdalena Layos y Javier Jiménez Leube³.

Equipo Solar Decathlon

Este proyecto no habría sido posible sin el esfuerzo y la dedicación de todas las personas que forman parte del Equipo Solar Decathlon 2005 de la UPM; los autores los consideran, con todo rigor, coautores de este trabajo y quieren hacer constar su participación.

De la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid: Iván Alcantarilla Garza, Mónica Almagro Corpas, Carlos Bermejo Benito, Daniel Cardoso Montejo, Luis Climent Rosillo, Carlos García Trejo, José Miguel Gómez Osuna, Carolina Hernández Martínez, Joaquín Hidalgo Sánchez, Jon Laurenz, Helder J. Martins Borreguero, Sofía Melero Tur, Isabel Montañés Pazos, Alicia Oliver Ramírez, Rafael Palomares Bralo, Mercedes Peña Fernández, José Luis Pérez-Griffo, Cristina Polo López, Leticia Rojo Bermúdez, Sandra Tanaka, Gonzalo Used Plaza y María J. Uzquiano Barbas.

Del Instituto de Energía Solar: Marcos Calvo Ferrer, Daniel Masa Bote, Ricardo Orduz Marzal y José Enrique Vega Vera.

Del Centro de Domótica Integral: Ángel Agudo, Paloma de Juan, Susana Fernández Martínez, Álvaro Gutiérrez Martín, Daniel Martín Gómez, Silvia Martínez, Borja Mascarel, Jorge Minués, Vaishali Mirchandani, Jorge Peña, Nuria Pérez, Irma Rodríguez, Carmen Sala y Cecilia Torralba.

Magic Box es una vivienda autosuficiente, ejemplo de la arquitectura bioclimática, que se ha diseñado no sólo con criterios de sostenibilidad.

¹ Profesores del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. ETSAM. UPM.

² Profesores del Instituto de Energía Solar. ETSIT. UPM.

³ Profesores del Centro de Domótica Integral, UPM.



nibilidad y eficiencia energética sino también buscando la estética y la armonía. Se trata de un proyecto desarrollado para el concurso internacional *Solar Decathlon*, dirigido a universidades, e impulsado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos. El objetivo de esta iniciativa es difundir la posibilidad de conciliar las buenas prácticas arquitectónicas con el uso racional de la energía, a través del aprovechamiento pasivo y activo de la energía solar y el empleo de tecnologías eficientes (puede encontrarse más información en la página web oficial del concurso: <http://www.solardecathlon.org>). La propuesta consiste en el diseño, construcción y demostración del funcionamiento de una vivienda unifamiliar de unos 70 m².

La denominación “Decathlon” responde a las características del concurso, formado por diez pruebas en las que los participantes, denominados “decatletas” (estudiantes de las universidades participantes), deben demostrar, en la fase final de demostración de los prototipos, que se celebra en el “National Mall” de Washington, la viabilidad de realizar tareas cotidianas a profesionales de los ámbitos de la arquitectura, ingeniería, medios de comunicación y al público en general.

La tabla I resume el contenido de las pruebas, que son básicamente de dos tipos:

- Valoración de aspectos relacionados con el diseño, construcción y funcionamiento de la vivien-

PRUEBA	NOMBRE - DESCRIPCIÓN	Máxima puntuación
1	Arquitectura – En qué medida la vivienda satisface las necesidades humanas de confort, demuestra una buena organización de espacios y es visualmente atractiva	200
2	Atractivo – Grado de aceptación de la vivienda desde la perspectiva de la demanda social (mercado)	100
3	Desarrollo del proyecto – Nivel de calidad de los documentos relativos al diseño, construcción y coste de la vivienda, así como el modelado energético de su comportamiento	100
4	Comunicaciones – Elaboración de contenidos para explicar las particularidades de la vivienda (principios de diseño, tecnologías empleadas) y presentación del equipo a los visitantes (organizadores, profesionales de distintos sectores, colegios, medios de comunicación, usuarios de Internet)	100
5	Confort – En qué medida la vivienda proporciona niveles adecuados de temperatura, humedad relativa y calidad del aire	100
6	Equipamiento – Funcionamiento diario de electrodomésticos empleados habitualmente (lavadora, lavavajillas, microondas, nevera, televisión, video, ordenador,...)	100
7	Agua caliente – Suministro diario de determinada cantidad de agua caliente sanitaria	100
8	Iluminación - En qué medida la vivienda proporciona niveles adecuados de iluminación natural y artificial, utilizando tecnologías eficientes	100
9	Balance energético – En qué medida la energía solar es capaz de suministrar la electricidad requerida para satisfacer las necesidades de la vivienda	100
10	Movilidad – Una vez satisfechas las necesidades diarias de electricidad, suministro de electricidad sobrante para alimentar un coche eléctrico con el que realizar determinados recorridos	100

Tabla I - Pruebas del concurso “Solar Decathlon 2005”.

da (cumplimiento de normativas, grado de aceptación social, etc.) por parte de jurados integrados por profesionales de distintos sectores (construcción, ingeniería, medios de comunicación) y el público visitante.

- Realización de determinadas tareas que son valoradas, bien cualitativamente por jurados integrados por profesionales de distintos sectores y el público visitante, bien de forma cuantitativa, mediante la realización de medidas específicas relativas al comportamiento de la vivienda (temperatura, humedad, iluminación) y a la satisfacción de las necesidades energéticas diarias.

El equipo ganador es el que más puntos consiga en el conjunto de las diez pruebas.

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM) fue seleccionada para participar en este concurso internacional, junto con otras 18 universidades de Estados Unidos, Canadá y Puerto Rico. La competición se inició oficialmente en septiembre de 2003 y finalizó en octubre de 2005, con la construcción de las viviendas en Washington.

Este proyecto representa una experiencia multidisciplinar única, de carácter investigador y educativo. Profesores y alumnos de distintas ramas han estado colaborando en una apuesta de futuro encaminada a alcanzar la sostenibilidad, nacida de la alianza entre la arquitectura bioclimática pasiva, las tecnologías de aprovechamiento solar activas y la domótica.

La participación en un concurso de las características del "Solar Decathlon" presenta para la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) una serie de retos derivados, tanto de la propia filosofía del concurso (las viviendas deben construirse en los Estados Unidos y cumplir, consecuentemente, normativas diferentes de las europeas) como de tipo logístico (transporte de la vivienda y el equipo hasta Washington) que representan, en la práctica, dificultades añadidas al ya de por sí ambicioso objetivo de diseñar y construir una vivienda solar autosuficiente.

En este sentido, el objetivo inspirador de la propuesta española de vivienda solar autosuficiente participante en el concurso "Solar Decathlon", bautizada como "Magic Box", es el de la calidad de vida. Así, se ha prestado especial importancia a aspectos tales como la calidad del aire, el confort térmico, la humedad y la adecuada distribución de temperaturas en el interior. De gran relevancia igualmente, dadas las características del concurso (limitación de la fuente de energía utilizable a la solar captada por la vivienda),

es la minimización de las necesidades energéticas, mediante la aplicación de principios de diseño bioclimáticos procedentes de la arquitectura vernácula española, optimizados gracias a la integración de tecnologías actuales disponibles para el acondicionamiento y la producción de electricidad y agua caliente sanitaria (sistemas de energía solar fotovoltaica y térmica). El uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones para el mantenimiento de las variables de confort y la gestión energética de los consumos constituye un tercer elemento innovador que contribuye al objetivo planteado.

El objetivo fundamental de la propuesta es desarrollar una vivienda unifamiliar para una pareja sin hijos, que deberá ser autosuficiente en electricidad. Ya de por sí esto habría podido constituir una meta amplia y ambiciosa; sin embargo, se ha entendido la propuesta como un reto global en términos de habitabilidad, contaminación, energía, recursos, materiales y sostenibilidad. El proyecto pretende ser, no sólo eléctricamente suficiente, sino también bioclimático, en su más amplia definición, y pleno de aromas europeos, mediterráneos y puramente españoles, ya que entendemos que representamos una forma distinta de ver el espacio arquitectónico, la construcción y la vida dentro de la vivienda.

Magic Box es una unidad habitacional para una pareja o, excepcionalmente, para una persona sola. De dimensión pequeña (su superficie ronda los 70 m²), el edificio se integra en un solar de unos 500 m². El volumen ha de mantenerse dentro de los límites de un sólido hipotético de forma piramidal, con el fin de que algunos de los elementos constructivos no lleguen a arrojar sombra sobre los demás.

La limitada superficie interior contrasta con la amplia variedad de usos exigida por el programa, que incluye una oficina (representando la imagen futura de una persona que ejerza su actividad profesional en casa y mantenga escaso contacto con el exterior). Al margen de la posible valía del teletrabajo para la sociedad en su conjunto, las dudas sobre su idoneidad para el individuo han conducido a suavizar el desarrollo de la casa, mediante espacios que evitan las estancias cerradas, pequeñas, oscuras, exclusivas y que puedan aumentar la sensación de soledad. Al mismo tiempo, y esto constituye un elemento básico, tratamos de evitar que dicha labor pueda crear molestias a la pareja; es decir, se ha buscado la calidad de vida en el uso y el disfrute de la vivienda más allá de sus limitaciones y condicionantes.

El término bioclimático alude a la relación del clima, o más ampliamente, del medio ambiente natu-

ral y/o construido, con la vida, ya sea interior o exterior a la intervención humana. Es decir, tan importante es conseguir las características óptimas de habitabilidad en el interior de un edificio, como la influencia sobre el entorno de la contaminación generada por él y el uso sostenible de los recursos para su construcción y mantenimiento. Los seres vivos somos el fin último que justifica cualquier esfuerzo encaminado a mantener nuestro planeta en las condiciones óptimas.

Por esa razón, todos los ámbitos de la vivienda, cocina, comedor, zona de estar, dormitorio y despacho, se unen entre sí para conformar un espacio único y amplio, digno de ser vivido y cuyo uso resulte satisfactorio. No obstante, la casa también puede ser fragmentada en habitaciones independientes, de modo que cada recinto pueda aislarse y utilizarse con fines específicos y adquirir un carácter más íntimo. Dicha fragmentación no es ficticia ni exclusivamente visual, sino que trasciende a la simple línea divisoria del plano, para pasar a ser una auténtica pared, capaz de aislar acústicamente e impedir las molestias que pueda generar una persona que esté trabajando con un ordenador, utilizando una impresora o un fax, junto a una estancia donde haya otra durmiendo. Se ha introducido en la vivienda un sistema que proporciona una gran limpieza espacial cuando está recogido y, a la vez, crea auténticas habitaciones independientes cuando está extendido. El consumo energético es mínimo, ya que la mayor parte del movimiento se hace manualmente y sin dificultad alguna.

La filosofía de versatilidad y flexibilidad del espacio interior trasciende al exterior, pues la casa puede volcarse hacia fuera mediante áreas tan ambiguas como enriquecedoras que, cuando es preciso, quiebran la débil línea que separa uno y otro ámbito. Las habitaciones se conectan con el entorno mediante terrazas, porches, jardines, patios e invernaderos. La aparición de un número tan grande de estancias en un lugar tan pequeño puede resultar inverosímil, pero es ahí donde la versatilidad del proyecto vuelve a adquirir protagonismo: las terrazas se convierten en jardines, los invernaderos en porches y, donde no había nada, surge un patio. Todos esos elementos son susceptibles de recuperar su forma original si las condiciones climáticas cambian o se requiere un uso distinto del espacio.

El jardín representa una pieza clave del carácter mediterráneo, de clima cálido moderado. Su presencia es permanente, aunque la estructura y la vegetación asociada a él sean variables. Nuestra propuesta integra las plantas dentro del edificio, además de otras zonas ajardinadas que se sitúan a su alrededor

e incluso sobre la cubierta, protegiendo la fachada que más lo necesita, en detrimento de perder superficie fotovoltaica. En cualquier caso, se ha adoptado el formato de cubierta ecológica, de poco peso (con el fin de no penalizar la estructura ni la cimentación), que introducirá especies autóctonas y de escaso o nulo mantenimiento, ya que consideramos que la cubierta vegetal ha de reportar el mayor número posible de ventajas. Frente a los sistemas tradicionales, que exigen un elevado consumo de agua, fertilizantes y cuidados, sin los cuales podría peligrar la vida de las plantas, este tipo de cubierta se realiza a partir de especies autóctonas que no precisan de siembra, mantenimiento, abonado, poda o siega alguna, en las que el riego se autoabastece con la lluvia y un correcto sistema de recogida en pequeños aljibes. La vegetación absorbe la radiación solar y la convierte en biomasa, o bien la disipa mediante procesos de evapotranspiración, evitando su sobrecalentamiento y el de toda la casa. Así pues, a pesar de perder superficie captadora de energía solar, empleamos un sistema que regula la temperatura, produce oxígeno y absorbe contaminantes, lo que repercute en la mejora del entorno.

No obstante, la cubierta es básicamente un sistema captador y transformador de energía solar, en forma de electricidad fotovoltaica y, en menor medida, de energía solar térmica. La impresión que suele sacarse de un edificio bioclimático y solar como éste es la de la cubierta, que además de ser el elemento más visible en un primer momento, marca inevitablemente su imagen final. También en este sentido se ha decidido romper con la tipología tradicional de cubierta fotovoltaica, apostando por una integración arquitectónica que reporte nuevas ideas y soluciones transferibles a futuros proyectos, y trascendiendo lo que sería un desarrollo energéticamente óptimo. Sin despreciar en absoluto ese factor, se han buscado nuevas alternativas que puedan facilitar la aplicación de estos sistemas en el futuro y contribuyan a vencer la oposición que existe entre muchos profesionales de la construcción, arquitectos y promotores. Nuestra cubierta se eleva en diferentes planos, en forma de estructura diáfana, que permite apreciar su base de apoyo (cerchas) o cualquier elemento vegetal que haya debajo, provocando un efecto de sinceridad constructiva, transparencia y diversidad, ya que su aspecto se irá transformando según la luz incida sobre ella y dará lugar a una imagen cambiante y rica en matices.

Los paneles fotovoltaicos podrían regarse, con el fin de mejorar su comportamiento, mantenerlos limpios, garantizar su cromaticidad y reducir la tempera-

tura. El agua sobrante se recogería en la parte más baja de cada plano de la cubierta, directamente sobre la vegetación, y se utilizaría para el riego o para su acumulación en los aljibes.

Como colectores térmicos se han escogido tubos de vacío, no sólo porque permiten una mayor flexibilidad en lo relativo a la inclinación, sino porque representan una apuesta de futuro que facilitará el empleo del calor solar más allá de su aplicación en la obtención de agua caliente y calefacción; esto es, en la producción de frío solar, mediante máquinas de absorción. Su uso fundamental en nuestro proyecto es la producción de agua caliente sanitaria, además de poder contribuir ocasionalmente a la calefacción.

Como se ha indicado en un principio, el proyecto es una vivienda bioclimática, lo que equivale a decir que se sustenta en los tres pilares del bioclimatismo energético: la captación de energía, su distribución a todas las habitaciones del edificio y su acumulación, tanto para cubrir la demanda cuando no hay suministro, como para amortiguar el golpe térmico que representa la captación de energía natural. La solución a ambas situaciones suele venir acompañada de una concentración extrema y, por tanto, de unas condiciones de uso inadecuadas.

Dadas las características climáticas de la ciudad de Washington, la captación de energía solar en invierno ha de responder a la premisa clásica de grandes superficies acristaladas orientadas a mediodía. Para evitar que penetre la radiación solar durante los meses más cálidos, estos huecos quedan protegidos por medio de voladizos, ya que el sol estival en esos momentos está muy alto, y con partes ciegas en los extremos de la vivienda, que evitarán los posibles perjuicios de las horas anteriores y posteriores.

En la fachada este no es recomendable que aparezcan huecos, ya que en invierno se conseguiría escasa captación y en verano no es deseable, debido a que la temperatura exterior a partir de las 10 o las 11 de la mañana es ya elevada. No obstante, una protección apropiada puede permitir la entrada de luz al amanecer, en los momentos aún condicionados por el frescor de la noche.

La fachada oeste no debe tener huecos bajo ningún concepto. Ésta es la lectura clásica del problema



Fachadas este y oeste.

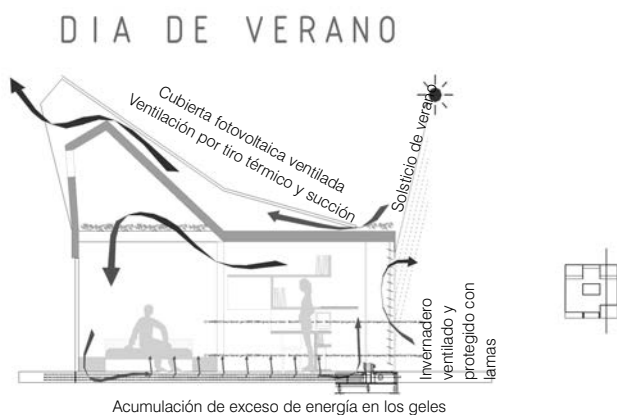
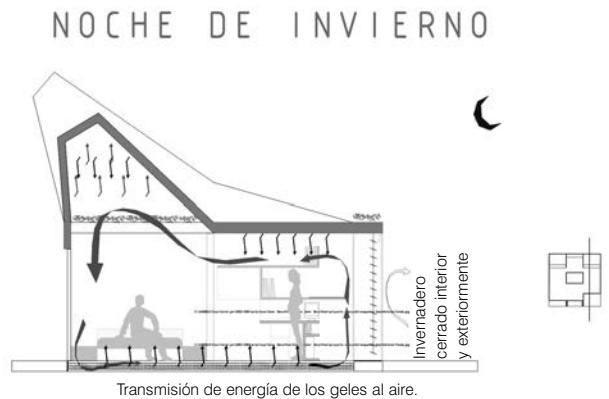
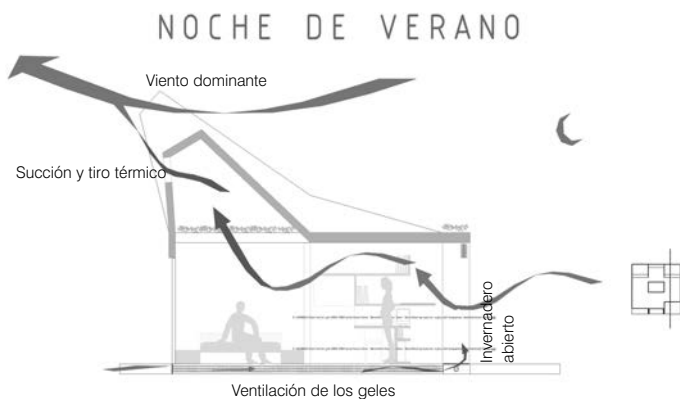
y sería la solución tradicional, pero en nuestra búsqueda de nuevas aportaciones a la arquitectura bioclimática se ha decidido introducir pequeñas aberturas en esa parte de la casa, cuyas estancias, la cocina y el comedor, parecían demandar una relación más estrecha con el exterior y su paisaje y, al mismo tiempo, permitir el control del acceso a la vivienda. Se trata de pequeños huecos, emplazados a la altura de la visión de quien cocina de pie o come sentado. Una vez asumida esa decisión, restaba proveer una protección inteligente para los mismos.

La distribución de la energía captada, segundo pilar de la pirámide bioclimática, se realiza fundamentalmente por medio de la cubierta inclinada. Su estructura formal permite que el aire caliente se desplace desde la fachada captadora hasta el otro extremo de la vivienda, por convección natural, estableciendo la temperatura en escasos minutos.

El tercer pilar es la acumulación energética. En la arquitectura tradicional (la más auténtica y primitiva arquitectura bioclimática), tanto ésta como la estabilidad térmica dependían de la masa. No parece factible incorporar gruesos muros de piedra, tierra o cerámica a la arquitectura actual, y menos aún a un edificio transportable. La masa térmica, que radica en el calor sensible, se sustituye en nuestra propuesta por la basada en el calor latente y, por tanto, en el invertido en el cambio de estado de una sustancia. Es un procedimiento eficaz, más ligero y acorde con la filosofía del proyecto. Los productos en cuestión se encontrarán confinados bajo el suelo de la casa; una corriente de aire se encargará de cargarlos y descargarlos de energía.

En condiciones de clima veraniego, además de los elementos de protección, el edificio se acondicionará exclusivamente con el frescor del aire de la noche. Durante esas horas, el aire cambiará el estado de dichas sustancias de líquido a sólido y acumulará energía, al tiempo que la casa se estará ventilando y acondicionando directamente con ventilación natural, a través de los huecos abiertos a los vientos dominantes y dirigidos por todo el edificio, gracias a la cubierta inclinada. Por la mañana, cuando la temperatura exterior ya no sea confortable, se cerrarán los huecos exteriores y se hará recircular el aire interior a través de las sustancias que han acumulado el frescor de la noche. Durante el resto del día, los productos volverán a pasar a estado sólido, cediendo frío a la temperatura de bienestar (constante).

En condiciones de invierno se emplea el mismo sistema de acumulación. El calor captado directamente por los huecos o retenido en los pequeños



Esquemas bioclimáticos en condiciones de verano.

Esquemas bioclimáticos en condiciones de invierno.

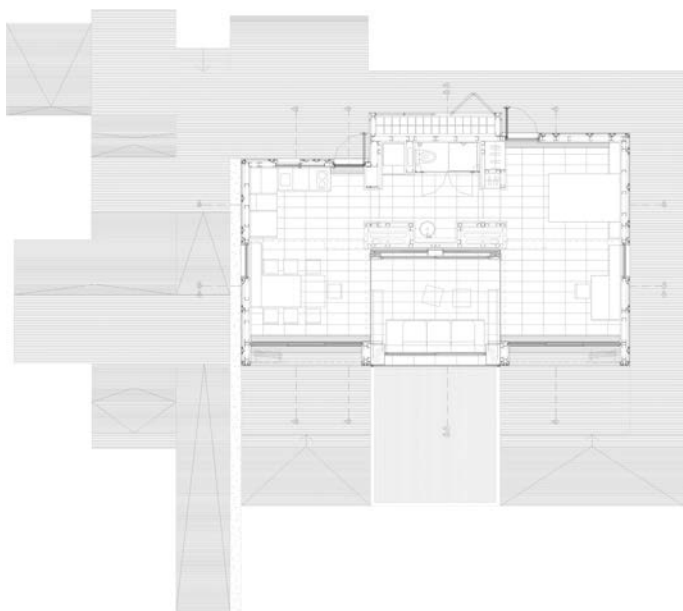
invernaderos de la fachada sur, junto con el procedente de los ocupantes de la casa y los equipos electrónicos (el ordenador, la plancha, la impresora, la aspiradora, etc.), se hará circular por las sustancias de acumulación, que cambiarán de estado sólido a líquido y almacenarán calor a una temperatura estable, la misma a la que será recuperado cuando sea necesario, en forma de aire caliente.

Los invernaderos se abrirán en verano y se convertirán en jardines y protecciones solares para los huecos. Las rejillas, que dejaban salir el aire, también serán clausuradas y darán lugar a otras que proporcionarán una energía diferente. Los paramentos que permanecían abiertos se cerrarán parcialmente para mantener la ventilación higiénica indispensable, todo en base a la flexibilidad y la eficacia de uso.

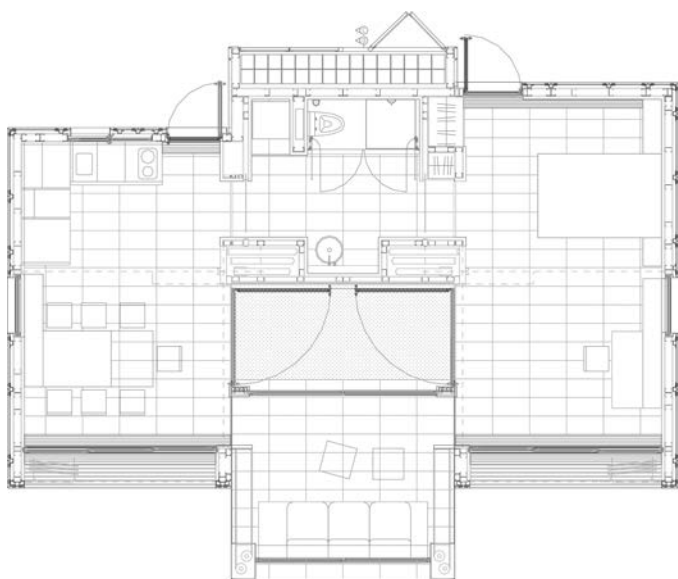
La propuesta para un clima como el de Washington, que en verano se asemeja al de Madrid, aunque es más húmedo y algo más frío, no podía carecer de la más eficaz de las estrategias bioclimáticas y, a su vez, el elemento más representativo de nuestra arquitectura vernácula: el patio. La dificultad de implantar un patio en una vivienda de unos 70 m², sin afectar a su funcionamiento en invierno ni a la propia funcionalidad del espacio, se ha resuelto mediante la posibilidad de abrirlo y cerrarlo a conveniencia, o mejor

dicho, haciendo que aparezca y desaparezca. En este sentido, se ha decidido jugar la baza más arriesgada del proyecto, una opción en la que creemos firmemente y sin la cual nuestra iniciativa perdería su esencia. En un momento determinado, una parte del edificio se desplaza, abandonando su posición compacta y dando origen a un patio interior; mientras que el volumen plegado inicial, de bajo factor de forma, es más adecuado para el invierno, la estructura extendida es mucho más apropiada para la estación cálida. Asimismo, la respiración del edificio a través del patio será más intensa, la mayor superficie de piel permitirá una mejor disipación del calor y la sensación de ambigüedad interior/externo se magnificará por medio de un ambiente difícilmente definible. Cuando las condiciones del clima lo requieran, la pieza móvil de la casa tornará a su posición original, devolviendo la compacidad a la construcción.

Frente a la característica madera de las obras norteamericanas, otra de las improntas españolas es el acabado de las fachadas en material cerámico. Una de sus mayores ventajas consiste en la baja carga energética, que unida a su posible reutilización, lo convierte en un material claramente sostenible, pese a no ser reciclable. Ante la imposibilidad de realizar una construcción de ladrillo tradicional, se ha optado por una fachada ventilada, compuesta por placas



Planta en posición compacta y exteriores.



Planta en posición desplegada, mostrando el patio.

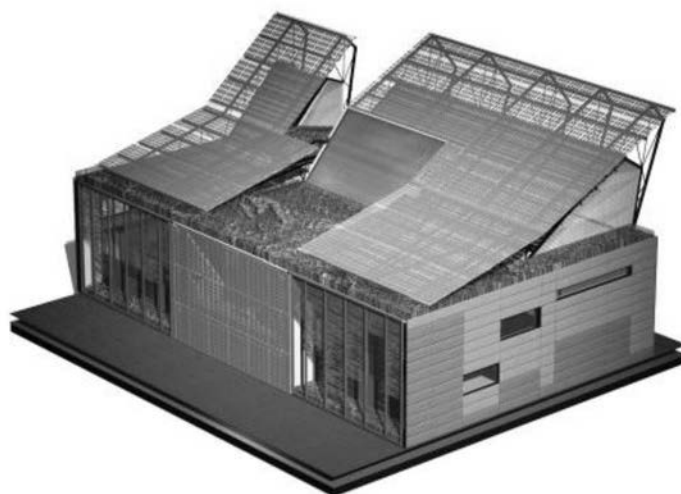
huecas colocadas en seco que, junto con la cubierta, reducirán cualquier efecto térmico de la radiación sobre la piel del edificio.

El protagonismo de la vegetación se extiende al exterior de la casa, pues entendemos que un microclima favorable ayudará a lograr las condiciones óptimas para el interior. No obstante, la prohibición del concurso de alterar el estado original de la parcela en la que se asentarán los edificios ha motivado que los sistemas previstos posean características similares a los de las cubiertas ecológicas.

Los acabados interiores deben cumplir dos funciones, a saber: ofrecer a los usuarios la calidez propia de

una vivienda y actuar como acumuladores energéticos de la radiación que incide sobre ellos. El más importante es el del suelo, que ha de ser de material cerámico o pétreo para proporcionar el carácter buscado y facilitar un calentamiento rápido. Otro rasgo fundamental de los materiales es su capacidad para reflejar la radiación y convertirla en luz y calor, una característica innata a la arquitectura mediterránea. A este respecto, el patio desempeña una función básica.

Evidentemente, *Magic Box* constituye una propuesta habitable y comercializable, pero se trata ante todo de un proyecto experimental y de investigación, y por tanto, exhibicionista en cierto sentido, dado que servirá de campo de pruebas para nuevos recursos técnicos, constructivos y formales, que aporten ideas y sirvan de ejemplo y ayuda al desarrollo de futuras viviendas sostenibles.



Perspectiva exterior de MAGIC BOX.

Para el desarrollo de los objetivos anteriormente expuestos se han definido tres grupos de trabajo, especializados en las tres grandes áreas que definen la propuesta "Magic Box":

- **Grupo de Arquitectura**, responsable del diseño y construcción de una vivienda bioclimática que represente lo mejor de la tradición constructiva mediterránea e integre de forma atractiva tecnologías activas de aprovechamiento solar (energía solar fotovoltaica y energía solar térmica).
- **Grupo de Sistemas fotovoltaicos**, responsable del suministro de la electricidad demandada por la vivienda y el coche eléctrico mediante una instalación solar fotovoltaica eficiente.
- **Grupo de Domótica**, responsable del equipamiento doméstico, el diseño de una página web explicativa de nuestra propuesta, así como el

sistema de control para el uso adecuado de la energía en la vivienda, aprovechando las ventajas que ofrecen actualmente las tecnologías de la información y las comunicaciones.

El plan de trabajo, que se extiende desde finales de 2003 hasta finales de 2005, se divide en cinco fases, mostradas en la tabla II y descritas a continuación.

FASES	
1. Análisis de mercado y estudio de normativas	Diciembre 2003 – Abril 2004
2. Diseño preliminar de la vivienda	Mayo 2004 – Octubre 2004
3. Construcción de los prototipos en instalaciones UPM	Noviembre 2004 – Junio 2005
4. Pruebas y ensayos	Marzo 2005 – Septiembre 2005
5. Concurso “Solar Decathlon” y evaluación final	Julio 2005- Diciembre 2005

Tabla II. Cronograma de la participación de la UPM en el concurso “Solar Decathlon”.

Fase 1 - Análisis de mercado y estudio de normativas.

Estudio de mercado de materiales, equipamiento, sistemas energéticos solares y normativa aplicable del concurso SD. Es de resaltar la obligatoriedad de cumplir con normativa americana (constructiva, eléctrica, de seguridad, etc.), hecho que ha representado una complejidad añadida para el equipo de la UPM.

Fase 2 - Diseño preliminar de la vivienda.

Incluye la totalidad de elementos arquitectónicos (tanto de exterior como de interior), elementos de captación y generación energética solares, electrodomésticos, instalación eléctrica interior y sistemas de monitorización y gestión (sensores, toma de datos, herramientas de evaluación y gestión) necesarios para la supervisión de la vivienda.

Fase 3 - Construcción de los prototipos en las instalaciones de la UPM.

Acopio de materiales, adquisición y caracterización de los electrodomésticos y sistemas de generación energética solares (térmica y fotovoltaica), y construcción de dos

prototipos de la vivienda en las instalaciones de la E.T.S.I. Agrónomos:

- El primer prototipo, cuya construcción se inició en noviembre de 2005, permitió la identificación de aspectos técnicos susceptibles de mejora (estructurales fundamentalmente), así como la realización de pruebas y ensayos sobre el sistema energético alimentado por energía solar, destinado a la producción de electricidad para abastecimiento de los consumos eléctricos de la vivienda (electrodomésticos, iluminación, sistemas bioclimáticos y de supervisión, etc., así como el coche eléctrico).

Este primer prototipo ha sido objeto de investigaciones en el contexto del Proyecto de investigación “Heliommo: nuevo concepto de vivienda autosuficiente”, perteneciente al Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2004-2007) del Ministerio de Educación y Ciencia.



Vista general del primer prototipo de “Magic Box” (18.5.2005).

- El segundo prototipo fue iniciado en febrero de 2005. La decisión de construir un segundo prototipo se tomó una vez que la UPM recibió la invitación de participar en el “Salón Inmobiliario de Madrid” (SIMA 2005) (una de las mayores citas del sector inmobiliario en Europa), y ante las dificultades de involucrar a empresas españolas como patrocinadores del proyecto, para

muchas de las cuales el mercado estadounidense no presentaba apenas atractivo. De este modo, la presencia de la UPM en el SIMA 2005 significó un incremento considerable en el patrocinio logrado, en su mayor parte en la forma de donación de numerosos materiales y equipos, o descuentos considerables en el suministro de los mismos. Cabe destacar asimismo la importancia de esta presencia en la identificación de los principales problemas asociados al montaje y logística, con vistas a la participación en el concurso.



Segundo prototipo de "Magic Box", en el SIMA 2005 (25-29.5.2005).

Conviene resaltar, como otro de los resultados de la presencia de la UPM en el SIMA 2005, el interés mostrado por el Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX) en la participación de la UPM en el evento "Future House Expo (Beijing)", proyecto de demostración promovido por el Ministerio de la Construcción Chino a través del organismo "Future Housing Real Estate", consistente en la exhibición de viviendas tecnológicas avanzadas de diversos países (España uno de ellos) que hacen un uso extensivo de las energías renovables. Fruto del éxito obtenido, está prevista la participación del prototipo de vivienda desarrollado por la UPM en el mencionado evento, que se inaugurará durante 2009.

Fase 4 - Pruebas y ensayos. Ensayos de montaje, equipamiento y puesta a punto de la vivienda. Esta fase finalizó en su mayor parte en julio de 2005, con el objeto de iniciar el transporte de la vivienda (prototipo 2) hasta Washington, lo que supuso una nueva dificultad añadida para el equipo de la UPM, quien dispuso de menos tiempo que el

resto de competidores (1-2 meses) en el envío de la vivienda. No obstante, el prototipo 1 permitió la extensión de algunas de las pruebas (relativas al sistema solar fotovoltaico) hasta el mismo mes de septiembre.

Fase 5 - Concurso "Solar Decathlon" y puesta en marcha del prototipo a su regreso a España. Incluye las actividades relacionadas con el viaje y estancia del equipo, y traslado de materiales hasta Washington, la participación en el concurso (construcción, demostración y desmontaje), así como las tareas de transporte de materiales de regreso a España, y puesta en marcha del prototipo "Magic Box" una vez finalizado el concurso.

Las siguientes figuras muestran diversas imágenes de la participación de la UPM en el concurso. En lo referente a la puesta en marcha de la vivienda en España una vez finalizado el concurso, se envió el 2.º prototipo a China para la participación en el evento "Future House Expo (Beijing)". En cambio, es el primer prototipo el que se trasladó a un nuevo emplazamiento para la realización de las actividades de investigación contempla-



Montaje de "Magic Box" en el concurso "Solar Decathlon" (29.9-3.10.2005).

das en el proyecto “Heliodomo: nuevo concepto de vivienda autosuficiente”. El traslado y construcción desde su emplazamiento inicial (E.T.S.I. Agrónomos) hasta el lugar definitivo (E.T.S.I. Telecomunicación) se realizó entre los meses de diciembre de 2005 y julio de 2006.



Ceremonia de apertura (6.10.2005).



Aspecto del “National Mall” durante la exhibición (7-16.10.2005).



“Magic Box” durante la exhibición (7-16.10.2005).



Interiores “Magic Box” durante el concurso (7-14.10.2005).

La posición obtenida por la Universidad Politécnica de Madrid en el concurso SD ha sido la novena de un total de 18 participantes, según muestra la figura, con los resultados oficiales de la competición. Merece la pena destacar las escasas diferencias de puntuación entre los equipos situados en las posiciones 7-9 (menos de 14 puntos de diferencia sobre un máximo de 1.100); de hecho, los resultados estuvieron muy reñidos hasta el último momento.

SOLAR DECATHLON
2005 Home

Solar Decathlon Scores and Standings
The final results are in! After two years of preparation and a week of competition, the University of Colorado won the 2005 Solar Decathlon. Below are the final scores and standings. Click on any team name to see how the team did in each of the 10 contests. You can also view the complete scoring spreadsheet, including very detailed information for each team and contest. And learn more about the final results of the competition.

Scores last updated: 10/14/2005 06:45:13 PM (GMT) - 02:45:13 PM (EDT) [Back to Scores and Standings](#)

Team	Overall Points	Overall Standing
Colorado	853.716	1
Cornell	826.039	2
Cal Poly	809.130	3
Virginia Tech	784.501	4
NYIT	745.614	5
Texas	723.235	6
Missouri Rolla	718.059	7
Maryland	708.592	8
Madrid	704.044	9
Pittsburgh	653.575	10
Puerto Rico	626.605	11
Crowder (MO)	625.423	12
Florida Intl	608.009	13
Canada	586.383	14
Washington State	575.215	15
UNSP	572.492	16
Michigan	545.568	17
U Mass Dartmouth	326.755	18

[Back to team alphabetical](#) [Printable chart](#)

Resultados finales del concurso “Solar Decathlon”.



Madrid

Current Overall Points 704.844 **Current Overall Standing** 9

These are the final scores for the 2005 Solar Decathlon. The results were announced on Friday, Oct. 14, 2005, at 2 p.m.

Contest	Miles/Current Points	Current Standing
Architecture	154.00	7
Dwelling	75.000	9
Documentation	89.040	2
Communication	69.650	15
Comfort Zone	55.845	11
Appliances	64.517	6
Hot Water	72.583	4
Lighting	87.912	3
Energy Balance	0.000	6
Getting Around	98.7/36.297	7

Resultados de la UPM en el concurso "Solar Decathlon".

Conclusiones

La Universidad Politécnica de Madrid ha sido la primera representante europea en participar en el concurso internacional "Solar Decathlon". La propuesta de la UPM, con un claro enfoque multidisciplinar e integrador, ha pretendido que el proyecto "Solar Decathlon UPM 2005" trascienda los aspectos meramente derivados de las pruebas a superar en el concurso, y constituya una experiencia lo más enriquecedora posible para nuestros alumnos, el conjunto de la universidad y la sociedad en general.

Así, a lo largo de más de dos años de trabajo, las más de 50 personas que de un modo u otro han participado en el proyecto (profesores, alumnos y personal de apoyo) han contribuido a que esta experiencia, pionera en nuestra universidad, haya tenido importantes repercusiones en distintos ámbitos:

- Cursos, congresos y jornadas técnicas: 32 ponencias presentadas por el equipo coordinador, así como la presencia del prototipo "Magic Box" en el Salón Inmobiliario de Madrid.
- Prensa escrita: 104 artículos (entre otros, en diarios de difusión nacional como El País, El Mundo, La Razón, ABC, etc.).
- Prensa electrónica e Internet: 164 artículos.
- Radio y televisión: 27 apariciones (entre otros, en medios de alcance nacional como Radio y Televisión Española, Antena 3, Tele 5, Cadena

Ser, Radio Intereconomía, Radio Intercontinental, Onda Cero, etc.).

- Premios nacionales e internacionales:
 - Salvá i Campillo, al Proyecto de Investigación más destacado, Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación de Cataluña (COETC). Barcelona, marzo de 2005.
 - "Holcim Awards Encouragements 2005 prizes for North America", "Holcim Foundation for Sustainable Construction", Boston, Massachusetts, USA, septiembre de 2005.
 - "IV Edición de los Galardones de Juventud de la Comunidad de Madrid". Mención Especial en la modalidad de Medio Ambiente. Madrid, abril de 2006.
 - "European Solar Prize 2006". Categoría de Arquitectura Solar, Asociación Europea de Energías Renovables EUROSOLAR. Berlín, diciembre de 2006.

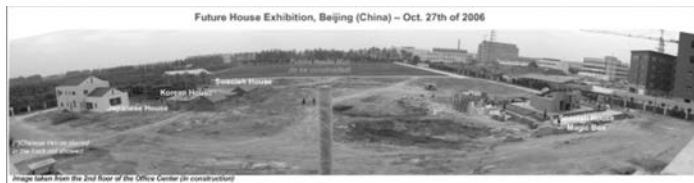


Además de los resultados anteriores, un efecto inmediato del proyecto "Solar Decathlon UPM 2005" ha sido la creación de una línea de colaboración multidisciplinar en la UPM en torno a la Arquitectura sostenible, las Energías renovables (solar térmica y fotovoltaica) y la Domótica, que ya ha dado sus primeros resultados, a través de las siguientes iniciativas:

El proyecto de investigación "Heliódromo: nuevo concepto de vivienda autosuficiente", del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2004-2007) del Ministerio de Educación y Ciencia, cuyos trabajos se extendieron hasta finales de 2007.

La participación de la UPM en la exhibición "Future House Expo" de Pekín, promovida por el Instituto Español de Comercio Exterior, en la que se exhibirá el prototipo "Magic Box" por un periodo mínimo de dos años.

Otro efecto del proyecto, no tan inmediato y por tanto de difícil valoración en estos momentos, es la demostración ante las administraciones e instituciones públicas (Ministerios de Educación y Medio



“Magic Box” en “Future House Expo” de Pekín.

Ambiente, Ayuntamiento de Madrid y Empresa Municipal de la Vivienda, Instituto Español de Comercio Exterior e Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía, entre otros) del potencial de la UPM para afrontar retos complejos pero de gran actualidad como son la edificación sostenible y el uso de nuevas tecnologías.

Por último, otro resultado altamente positivo es la participación de la UPM en las 2 ediciones posteriores del concurso “Solar Decathlon”, en 2007 y 2009, así como la organización de un concurso similar en Europa, que se celebrará en Madrid en el 2010.

Agradecimientos

El equipo de coordinación de la participación de la Universidad Politécnica de Madrid en el concurso “Solar Decathlon” desea manifestar su más sincero agradecimiento a instituciones y empresas que han patrocinado esta experiencia, así como a los integrantes del Comité de Honor, formado por las siguientes personalidades:

- Presidente: Su Alteza Real D. Felipe de Borbón.
- La Ministra de Medio Ambiente, D.^a Cristina Narbona.
- La Ministra de la Vivienda, D.^a Elena Trujillo.
- El Ministro de Industria, D. José Montilla.

- La Presidenta de la Comunidad de Madrid, D.^a Esperanza Aguirre.
- El Alcalde de Madrid, D. Alberto Ruiz Gallardón.

En total, han sido 69 empresas y 8 instituciones públicas las que han dado su apoyo a esta iniciativa, bien mediante aportaciones económicas directas, bien mediante la donación de materiales, equipos y servicios. En este sentido, cabe destacar el acto de firma del Libro de Honor, celebrado en el Paraninfo de la UPM en abril de 2005, en el que se reunió a un gran número de empresas e instituciones patrocinadoras.

En lo que respecta a los patrocinios privados más importantes, tres han sido las categorías definidas, en función de la aportación recibida:

- Patrocinador Oro y Principal: Isofotón.
- Patrocinador Plata: Intemper Española.
- Patrocinadores Bronce: Altran SdB, Banco de Santander Central Hispano, Cerámicas Gala, Cortefiel, Saint-Gobain y Steel Built.

El resto de instituciones y empresas patrocinadoras son las siguientes: Acceda, Alcalágres, Aldis Trading, Ayuso, BJC, Belimo, BSH, Colectividades Ramiro, Cosentino, Dorma, El Corte Inglés, Enersys, Enterasys, EOI, Erco, Espa, Kotas, Fundación Rafael Escolá, Formica, Gamma Solutions, Geónica, Grupo Planner, IAU+S, Idom, Ingeniería sin Fronteras, Integral, Isoflex, J. Abad Codelco, La Ermita de Pozuelo, MAYAB, Método Nuzzi, Moniflex, Motorota, Motura, Nueva Terrain, Optimizer Systems, Outokumpu Cooper Tubes, Peisa, Phillips, Pirelli Cables y Sistemas, Polynum, Radiotrans, Radisa, Renovador, Schneider, Siemens, Sika, Sistemas Midi, SMA Technologie, Tafibra, Tafisa, Technoplast, TED, Terreal, Thema, Trox, TVLink Europe, Up Running, US Airways, Velux y Viessmann.

La UPM desea agradecer de un modo especial la colaboración del Ministerio de Educación y Ciencia en la financiación de las actividades de transporte de la vivienda y equipo de personas, que ha hecho posible la participación de la UPM en el concurso “Solar Decathlon”.