



Magic Box

De un concurso universitario a competir en China

Madrid University Students Take Magic Box to China

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM) fue seleccionada para participar en el concurso internacional, denominado Solar Decathlon 2005, junto con otras 18 universidades de Estados Unidos, Canadá y Puerto Rico.

Esta iniciativa tiene como objetivo mostrar las posibilidades 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. La propuesta consiste en el diseño, construcción y demostración de funcionamiento de una vivienda unifamiliar de unos 70 m².

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 activa y la domótica.

The Architecture School of the Polytechnic University of Madrid (UPM) was chosen to participate in an international competition known as Solar Decathlon 2005, along with 18 other universities in the U.S. Canada, and Puerto Rico.

The purpose of this project was to show the possibilities of reconciling good architectural practices with a rational use of energy, by implementing passive and active solar energy systems and efficient technologies. Each proposal consisted of the design, construction and demonstration in operation of a 70-m² single-family home.

This project is a unique multi-disciplinary research and learning experiment. Professors and students from different fields have looked to the future in an effort to achieve sustainability, based on the alliance between passive bioclimatic architecture, active solar energy generators and domotics. The Magic Box will be rebuilt in China, where it is scheduled to participate in a demonstration programme.

Vivienda unifamiliar autosuficiente, bioclimática y mediterránea

El objetivo fundamental de la propuesta consistía en 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.



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 tele-trabajo 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.

Vida y clima

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

natural 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.

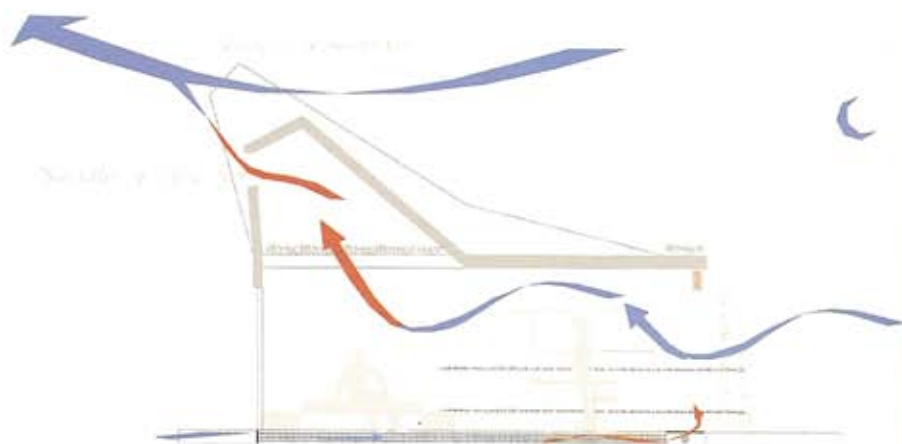
Dicha fragmentación no es ficticia ni exclusivamente visual, sino que trasciende a la simple línea divisoria del plano para pasar a ser una auténtica pared, capaz de aislar acústica-

mente 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; o el ruido de alguien que escuche música o esté recogiendo la cocina al lado de otro que esté leyendo. 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 expandido. El consumo energético es mínimo, ya que la mayor parte del movimiento se hace manualmente y sin dificultad alguna.

Volcada al exterior

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

NOCHE DE VERANO



Datos definitorios de la sostenibilidad

La casa es completamente autosuficiente, toda la energía eléctrica es fotovoltaica, y el acondicionamiento pasivo. El agua caliente sanitaria la proporciona al 100% un sistema solar térmico de tubas de vacío con un recuperador del calor residual de las aguas grises. Los materiales seleccionados son sostenible, con un 40% de materiales reciclados y un 100% de materiales reciclables o reutilizables.

El acondicionamiento total es pasivo, aprovechando el frescor de la noche, en verano, y la captación solar directa, el calor residual de los paneles fotovoltaicos y las cargas internas, en invierno. Alto aprovechamiento de la iluminación natural, gracias a las grandes superficies acristaladas, verticales y en cubierta.

La acumulación de energía térmica se produce en gel de cambio de estado situados en un suelo técnico.

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 aljibes diminutos. 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.



Ficha técnica

• **Título de la obra:** Magic Box. Realizados dos prototipos con el mismo proyecto, con ligeras variaciones

• **Situación:** En la actualidad, uno en el Campus de la Universidad Politécnica de Madrid, frente a la ETS de Ingenieros de Telecomunicación, donde permanecerá por tiempo indefinido como laboratorio experimental. Anteriormente, frente a la ETS de Ingenieros Agrónomos.

El segundo, una vez construido frente a la ETS de Ingenieros Agrónomos, se desmontó y se trasladó al SIMA (Salón Inmobiliario). De allí volvió a su ubicación anterior, donde siguió siendo mejorado y experimentado. De allí, en agosto de 2005 se trasladó troceado (en barco y en avión) a EE.UU., para reconstruirse en Washington, en el National Mall, cerca de la Casa Blanca. Allí estuvo expuesto al público, con un funcionamiento real y volcando datos de su comportamiento energético, hasta que a mediados de octubre se desmontó nuevamente.

En la actualidad viaja a Pekín par formar parte de Future House, una iniciativa del ministerio chino de la construcción, donde junto con la representantes de otros ocho países, entre ellos EE.UU., China, Japón, Corea, Alemania y Suecia, representará a España. Permanecerá en China al menos 6 años.

• **Autor/es:** F. Javier Neila González junto con un equipo de profesores y alumnos de la Universidad Politécnica de Madrid (ver nota de autores completa).

• **Promotor:** Proyecto realizado a instancias del Departamento de Energía de los Estados Unidos

• **Año de realización:** 2005

• **Coste de la obra /m²:** No valorable por tratarse de una vivienda experimental

"Magic House" ha recibido dos premios: el Holzim Award, entregado en Boston entre las construcciones bioclimáticas realizadas en América, y el Salvá y Campillo a las telecomunicaciones, entregado en Barcelona.

Energía integrada

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.

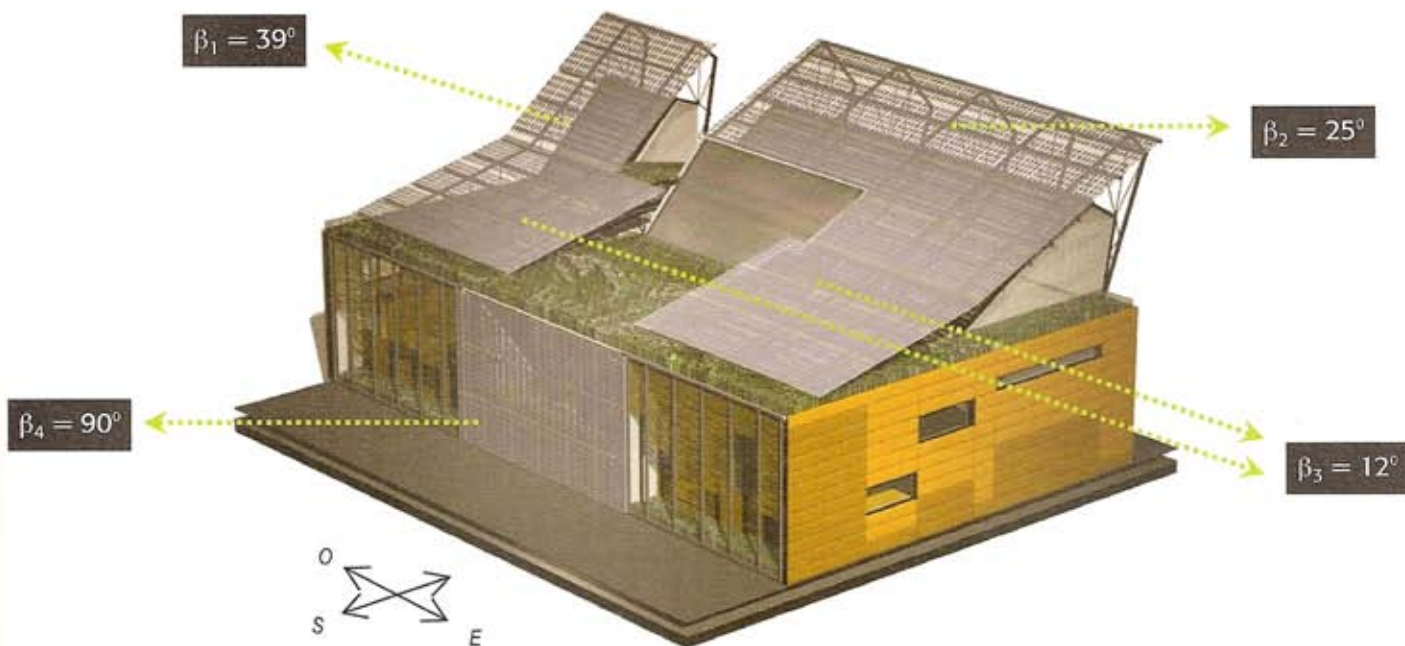
También en este sentido se ha decidido romper con la tipología tradicional de cubierta fotovoltaica, apostando por una integración arquitectónica que reporte nuevas ideas y soluciones transferibles a futuros proyectos, y trascendiendo lo que sería un desarrollo energéticamente óptimo. Sin despreciar 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 per-

mite 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.

Se han escogido tubos de vacío como colectores térmicos, no sólo porque nos permiten jugar con 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. En nuestro proyecto, su uso fundamental 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 el de una vivienda biodinámica, 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.

Influencia del emplazamiento

Dadas las características climáticas del emplazamiento, 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 perfectamente 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 no se producirían captaciones y en verano no son deseables, habida cuenta que la temperatura exterior a partir de las 10 ó 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.

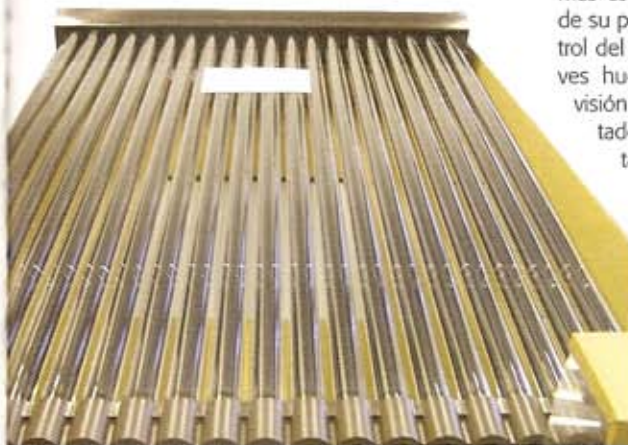
La fachada oeste no debe tener huecos bajo ningún concepto. Ésta es la lectura clásica del problema y sería la solución tradicional, pero en nuestra búsqueda de nuevas aportaciones a la arquitectura bioclimática se ha decidido introducir pequeñas aberturas en esa parte de la casa, cuyas estancias, la cocina y el comedor, parecían demandar una relación más estrecha con el exterior y las imágenes de su paisaje y, al mismo tiempo, con el control del acceso a la vivienda. Se trata de breves 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 vivien-

da por convección natural, estabilizando la temperatura en escasos minutos.

Acumulación de energía

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 produc-





tos 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 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 de invierno 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 parcial-

mente para mantener la ventilación higiénica indispensable, todo en base a la flexibilidad y la eficacia de uso.

Un patio que se abre o se cierra

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 des-

aparezca. 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 imbricada y 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/exterior se magnificará por medio de un ambiente difícilmente definible. Cuando las condiciones del clima lo requieran, la pieza móvil de la casa tomará a su posición original, devolviendo la compactidad a la construcción.

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 realizar una fachada ventilada, compuesta por placas huecas colocadas en seco que, junto con la cubierta, reducirán cualquier efecto térmico de la radiación sobre la piel del edificio.

El equipo del Solar Decathlon

Profesores coordinadores:

Javier Neila y César Bedoya (arquitectura),
Alfonso García-Santos (construcción),
Estefanía Caamaño y Miguel-Ángel Egido (fotovoltaica) y
Javier Jiménez y Luis Magdalena (domótica).

Alumnos de grado y de postgrado de la Universidad Politécnica de Madrid:

Iván Alcantarilla
Monica Almagro
Carlos Bermejo
Marcos Calvo
Daniel Cardoso
Luis Climent
Jorge Díaz
Laura Díaz

Susana Fernández
Carlos García-Trejo
J.Miguel Gómez
Álvaro Gutiérrez
Carolina Hernández
Joaquín Hidalgo
Daniel Martín
Helder J. Martins



Proyecto Solar Decathlon "Magic-Box"
Empresas Suministradoras

SISTEMA CONSTRUCTIVO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO	EMPRESA
ESTRUCTURAS/ CIMENTACIÓN	Perfilería metálica	STEEL BUILT
TABIQUERÍA	Tabiquería móvil	DORMA
CUBIERTA	Cubierta vegetal	INTEMPER
CERRAMIENTOS EXTERIORES	Aplacado cerámico	TERREAL
VIDRIERÍA		SAINT GOBAIN
	Pavimento	ALCALÁ GRES INTEMPER
AISLANTE	fachadas	ISOVER
	baños	ROCA- GALA
INSTALACIONES:		
CLIMATIZACIÓN	Rejillas de ventilación	TROX
	Ventiladores helicocéntricos	SOLER Y PALAU
ELECTRODOMÉSTICOS		SIEMENS
ENERGÍA	Paneles fotovoltaicos	ISOFOTÓN
ENERGÍA	ACS	VISSMAN
ELEMENTO MOVIL	Salon móvil (CAJA)	TECNOVE
	geles	ACUFRÍO
	Maderas	TAFISA
	Instalación de mallas metálicas	IMESA



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 incida 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.

