



## Vivienda plurifamiliar ecológica

La primera vivienda plurifamiliar ecológica realizada en Mallorca, que nos permite comprobar la viabilidad de las técnicas de trabajo ecológicas aplicadas en la misma. Conjugando la geointegración, la orientación y la elección meticulosa de los materiales, así como las técnicas de climatización más avanzadas que permiten obtener una importante eficiencia energética.

EMILIO PUGA

Por **EDUARDO RAMOS**,  
director gerente de  
Ecocreamos

**E**l proyecto se ha realizado en un solar de Llucmajor, pueblo del centro de Mallorca, situado en una de sus calles principales. En el solar se hallaba una construcción de piedra y marés, edificación típica de las casas antiguas del pueblo, que constaba de una planta baja y un primer piso a media altura. Su acogedora fachada de piedra vista y su portal de marés, nos invitaba a su recuperación para la posterior reutilización en la nueva obra (ver recuadro).

El primer trabajo consistió en realizar un estudio geobiológico, ya que lo consideramos como un paso obligatorio e imprescindible, sin el cual los restantes pasos y métodos de trabajo ecológicos quedan incompletos. Desde nuestro criterio, cualquier proyecto de bioconstrucción

sin la geointegración carece de la base primordial; las pruebas y estudios más recientes siguen demostrando la importancia de detectar las zonas geopatógenas, que, como todos sabemos, tanto perjudican a nuestro sistema inmunológico, entre otros, al exponernos a la influencia de aguas subterráneas y fallas, conjuntamente con campos eléctricos y/o electromagnéticos, tanto artificiales como naturales. El estudio nos brinda la posibilidad de obtener unos espacios neutros que facilitarán su distribución en la vivienda, mejorando nuestra calidad de vida y preservando nuestra salud.

En nuestro caso, pudimos comprobar que el solar donde pensábamos realizar el proyecto, era un lugar óptimo y nos permitía obtener una correcta distribución de cada

uno de los espacios, destacando los dormitorios y lugares de trabajo de la vivienda, que componen el proyecto.

### Estudio bioclimático

La orientación del edificio nos limitaba obtener el mejor aprovechamiento de la energía solar, dado que la fachada principal y parte de la cubierta están orientadas hacia el Oeste, obligándonos a realizar una cubierta plana que nos proporciona el suficiente espacio para la colocación de colectores solares, que suministra agua caliente sanitaria y soporte para calefacción. Al ser un edificio plurifamiliar entre medianeras, éstas quedan expuestas al Norte y al Sur. Estas fachadas, al no permitir tener ningún tipo de orificio ni acristalamiento, nos obliga a tratar las fachadas Este y Oeste (principal y trasera) para conseguir la ventilación natural más idónea, climatizando con la corriente dominante, que en este caso proviene del Nord-Este, generando un tiro que cruza toda la vivienda en dirección Este-Oeste, permitiendo la refrigeración de la vivienda y extrayendo el aire caliente en verano. Todas las carpinterías colocadas gradúan el paso del aire, consiguiendo una correcta ventilación de todas las estancias de la vivienda.

Para la protección solar en verano, todos los huecos disponen de protección a través de persianas mallorquinas (lamas) que permiten el paso del aire, protegiendo de la radiación excesiva el acristalamiento colocado en las mismas.

### Elaboración de Fachadas y Forjados

Todos los cerramientos de la estructura realizada, se componen de ladrillo hueco ecológico de barro cocido tipo H-16 de canto 20 cm, tomado con mortero en base a cal en su cara exterior. Seguido de la colocación en su cara interior, de un aislamiento de fibra de cáñamo de 10 cm de espesor y ladrillo de barro ecológico de 6,5 cm de espesor. El recubrimiento interior está formado por una capa de yeso acabado con pintura al silicato, y el exterior con un enfoscado de unos 2 cm de espesor con mortero de cal, y acabado final de estuco o mortero capa fina de cal, dependiendo de la necesi-



EMILIO PUGA

dad de cada una de las fachadas, consiguiendo en estos cerramientos una magnífica transpirabilidad y un correcto comportamiento higrotérmico. Obteniendo un coeficiente de transmisión térmica ( $U[W/m^2k]$ ) de 0,27 en todas las paredes de cerramientos.

Los forjados entre plantas están realizados con bovedilla de barro de 20 cm de canto con 3 cámaras, armado con hormigón y acero, según proyecto. Se componen de aislamiento acústico sobre la capa de compresión, grava necesaria para el tapado de paso de instalaciones, colocación de aislamiento para suelo radiante, colocación de nueva capa de compresión para el mismo y acabado con gres o parquet ecológico (certificado FSC), resultando un canto de forjado total de 60 cm. El forjado de las cubiertas inclinada y plana se compone de los mismos materiales, sustituyendo el aislamiento acústico y el aislamiento del suelo radiante por 10 cm de fibra de madera y protegiendo el mismo con una lámina geo-textil que nos permite impermeabilizar sin perder la transpirabilidad del forjado, acabando la cubierta inclinada con teja árabe y baldosa de gres extrusionado la cubierta plana. La transmitancia final obtenida es de 0,30, obteniendo con estos aislamientos, en

#### Información

[www.ecocreamos.com](http://www.ecocreamos.com)  
T 629 118 619

## Demolición ecológica

Todas las piezas especiales que integraban la fachada, fueron rescatadas con especial cuidado para poder ser reutilizadas en otras construcciones.

La construcción que tratamos data de principios del siglo XVIII. Sus paredes de más de 70 cm de grosor estaban formadas por el marés y la piedra propia del terreno donde se hallaba, obtenida a través de la ejecución de una cisterna en forma de pera que permitió apreciar las diferentes capas de extracción en el proceso de excavación de la misma, observando los muros de la vivienda.

Los forjados habían sido realizados con maderas de pino rojo y encina, y livañas de marés de 5 cm de espesor colocadas entre vigas.

La cubierta estaba compuesta por tejas árabes directamente colocadas sobre la livaña de marés. Las paredes maestras interiores y divisorias estaban formadas por marés de diferente grosor, de 5 a 25 cm. Pudimos observar que el marés procedía de una de

las canteras del mismo pueblo (Galdent), de gran calidad.

Comprobamos que todos los materiales que componían esa vieja construcción podían ser perfectamente reutilizados y nuevamente aplicados en otros procesos constructivos, empezando por la cubierta; las tejas árabes fueron recuperadas en más de un 80%, aprovechamos más del 70% de las maderas que componían los forjados, empleándolas en la construcción de nuevos forjados de diversas construcciones. Las livañas de marés fueron reutilizadas como senderos en jardinería, y los mareses que componían las paredes maestras, en muros de nuevas construcciones, imprimiendo en ellas, el carácter antiguo de la pieza de marés. Los muros de piedra fueron triturados, empleando posteriormente la grava resultante en varios procesos constructivos de la misma edificación. Es, por tanto, lo que consideramos una demolición ecológica.

El resultado final de la demolición

fue de un aprovechamiento prácticamente el 100% de todos los materiales que la componían, obteniendo así un rendimiento que nos permite rentabilizar el proceso de demolición y, a su vez, darle una nueva vida a los

materiales, no contribuyendo en el incremento de las toneladas de residuos de la construcción que se depositan anualmente en nuestros vertederos.

E.R.



Recuperación de piezas de marés (piezas de arenisca muy utilizadas en Baleares para levantar muros).





Arriba izquierda:  
instalación del  
suelo radiante.  
Toma de tierra de  
las varillas de hierro.  
Aislamiento de  
manta de cáñamo.

cerramientos y forjados, un ahorro pasivo superior al 60% comparándolo con el edificio de referencia del CTE.

Así mismo hay que destacar que el proyecto realizado se compone de una estructura de pilares y forjados de hormigón con armadura de hierro, por lo tanto fue necesario colocar tomas de tierra en la armadura de hierro de cada pilar y asegurarnos que todas las mallas metálicas integradas en los forjados estuviesen atadas a la misma para asegurar una correcta descarga a tierra de las posibles perturbaciones y evita el efecto caja de Faraday originadas por los diferentes campos de radiación eléctricos y electromagnéticos.

Todas las carpinterías son de madera de iroko tanto en interior como en exterior. Toda la madera utilizada en el proyecto tiene la certificación FSC y ha sido tratada con aceites ecológicos para su correcta protección, con su doble cierre hermético y acristalamiento aseguran una correcta estanqueidad evitando puentes térmicos.

En la fachada principal integramos materiales como el marés de Galdent, propio del municipio, colocándolo en el recerco de los huecos y utilizándolo en la elaboración

de la cornisa. La cubierta realizada con teja árabe se fabrica, al igual que todos los ladrillos empleados en la estructura, en un tejat que mantiene técnicas de trabajo artesanales y que emplea triturados de subproductos de biomasa como combustible para el horno. Prácticamente la totalidad de los materiales empleados son del propio municipio, o de pueblos limítrofes fomentando en todo lo posible la sostenibilidad y reduciendo considerablemente la huella ecológica.

## Climatización, saneamiento y cableado

Los sistemas de climatización empleados en este proyecto constan de un sistema de suelo radiante para calefacción y fancoils para el aporte necesario en refrigeración, empleando bombas de calor aire/agua de gran eficiencia que nos permiten un coeficiente de rendimiento COB (diferencia entre energía consumida y energía aportada) superior al 5,6. En combinación con sistemas solares a través de colectores que abastecen el 100% de las necesidades de ACS de cada vivienda, con la posibilidad de abastecimiento de agua caliente como soporte al suelo radiante para calefacción.

## Calificación energética

### Resultados con Calener VYP

Como vemos, son buenos resultados al aproximarnos más a la letra B, dentro de la banda que se nos reserva para la letra C en Baleares, ya que si la vivienda hubiese estado ubicada en Tarragona nos hubiera dado una letra B (en Baleares la penalización del paso a emisiones de CO<sub>2</sub> por kWh es mayor que en la península). También hubiésemos tenido la posibilidad de estar dentro de una calificación B si hubiésemos instalado una caldera de condensación. Vemos en los resultados del CALENER VYP, que es la instalación de calefacción con la bomba de calor eléctrica (COB superior al 5,6) la que nos hace estar dentro de una letra C, ya que el ACS y la refrigeración están dentro de una letra B.

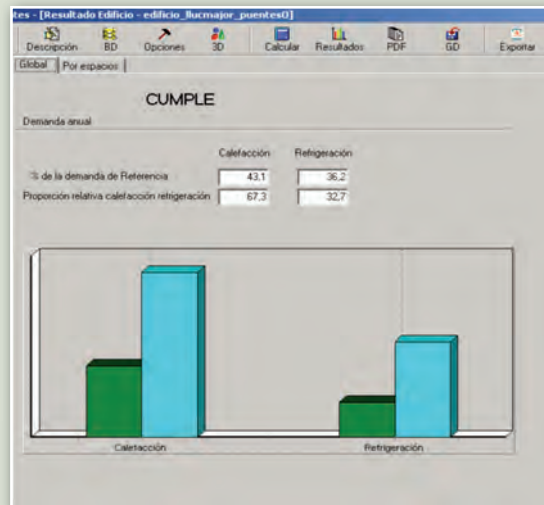
Certificación Energética de Edificios	Edificio Objeto	Edificio Referencia
Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>		
A		
B		
C	9.0 C	
D		
E		22.4 E
F		
G		
Demanda calefacción kWh/m <sup>2</sup>	C 12.5	E 29.0
Demanda refrigeración kWh/m <sup>2</sup>	B 6.1	D 16.7
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	C 4.8	E 11.0
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	B 2.9	E 9.7
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	B 1.3	D 1.7

### Calener VYP

Al final, comprobamos que el esfuerzo realizado en la adopción de medidas de aislamiento en el edificio, más la solución de las instalaciones adoptadas en este caso, nos lleva a una letra que no se corresponde con el grado de calidad que tiene el edificio a nivel constructivo, entre otras no se valora la huella ecológica, por adopción de sistemas individuales frente a instalaciones colectivas, etc.

### Resultado de la limitación de la demanda energética con LIDER

Como vemos, los resultados obtenidos son muy buenos, ya que tanto en calefacción como en refrigeración, estamos por debajo del 50% de la demanda con respecto al edificio de referencia. El edificio está muy bien aislado, pero nos perjudica el que sólo podemos introducir sistemas que funcionen con energía



### Gráfica LIDER

eléctrica y no todos los sistemas que podríamos instalar son aplicables.

Por ÁNGEL CAJO ORIO  
Ingeniero Técnico Industrial

La valoración final de esta promoción ha sido muy positiva pues después de salir a un precio normal de mercado se ha vendido rápidamente. Con este proyecto se ha demostrado que con una orientación poco favorable hacia el Oeste, lo cual tiene sus limitaciones, ha sido posible conseguir una calificación aceptable.





EMILIO PUGA



EMILIO PUGA

Las tuberías empleadas en saneamiento y fontanería son de polipropileno (sistema de termofusión) así como los cables eléctricos son libres de alógenos y PVC.

Todos los materiales empleados son reutilizables y reciclables, libres de sustancias tóxicas. (E)

### FICHA TÉCNICA

Promoción: Edificio de viviendas plurifamiliar

Emplazamiento: Carrer de Sa Font, 162

Fecha inicio obra: marzo 2008

Fecha finalización obra: diciembre 2008

Estado promoción: Vendida

Promotor y constructor: Ecocreas

Arquitecto: FRANCISCO GARAU GARAU

Aparejador: BARTOLOMÉ BONET PALMER

Ingeniero: ÀNGEL CAJO ORIOL

Superficie solar: 166,56 m<sup>2</sup>

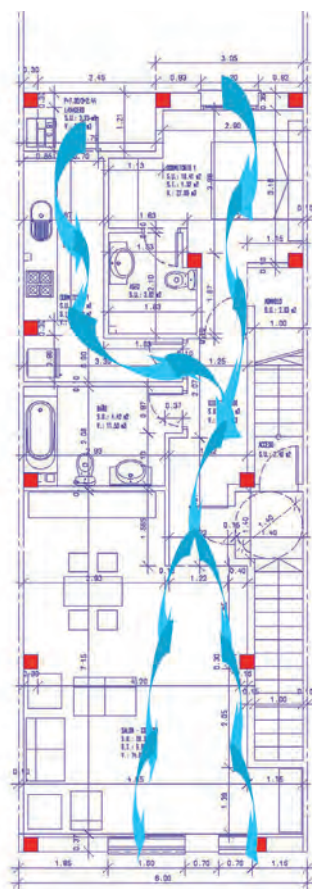
Superficie construida total: 259,42 m<sup>2</sup>

Planta baja: 94,80 m<sup>2</sup>

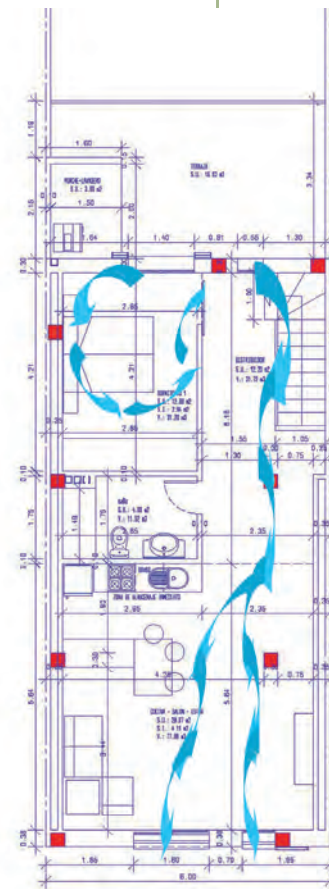
Planta piso primera: 90,60 m<sup>2</sup>

Planta piso segunda: 74,02 m<sup>2</sup>

EMILIO PUGA



PLANTA PISO 1



PLANTA PISO 2

