

Bioconstruida, Bioclimática y Autosuficiente

# Vivienda Prototipo Unifamiliar en Brunyola, Cataluña

SUPERFICIE CONSTRUIDA: 230 m<sup>2</sup> + GARAJE DE 45 m<sup>2</sup>  
 NIVEL DE CALIDADES: MUY BUENO  
 TECNICO: ARQUITECTO JORDI BADIA

## Introducción

El proyecto de la vivienda empezó desde un planteamiento mucho más amplio, el promotor proponía todo un complejo ecotecnológico como es el ejemplo del "Center for Alternative Technologies" en Gales, un espacio cercano al de una ecoaldea, donde se puede a la vez impartir cursos y poner en práctica las nuevas y antiguas tecnologías ecológicas, desde las energéticas a la agricultura, la salud, y la pedagogía.

De todo ello se presentó un anteproyecto al Ayuntamiento y a la demarcación de urbanismo de Gerona. Pues se trata de una implantación fuera de un casco urbano y como tal debe pasar por los controles administrativos sobre nueva "urbanización". La Generalitat dio el visto bueno para poder desarrollar un proyecto ejecutivo en toda regla, con una sola condición. A saber, que teníamos que poner sobre la mesa

todo el dinero necesario para construir el proyecto en una sola fase. No querían proyectos a medias, ni propuestas que no llegasen a buen puerto. Llegado a ese punto se archivó la propuesta del eco-centro.

Pero continuamos, con la propuesta mínima: construir una vivienda prototipo.

## Tipología

La edificación que reuniese todos los aspectos posibles de la bioconstrucción, la geobiología, y las energías renovables, con un presupuesto y un programa de vivienda estándar que pudiese traspasarse a promo-

ciones comparables a las que se están construyendo en los pueblos de los alrededores.

La casa se organiza en tres cuerpos casi iguales y paralelos, uno, el de más al oeste con una sola planta baja es el garaje y el captador solar de aire caliente, y los otros dos con dos plantas son propiamente la vivienda.

La vivienda se compone de salón comedor, cocina, una gran despensa, dos habitaciones, dos baños, un aseo, un estudio tan amplio como el comedor, y una sala de taller y equipos de control y energéticos.

Además, el garaje y un gran

Fachada con su amplia galería bioclimática y los paneles solares integrados .



## Ficha Técnica

### Análisis del problema - Condiciones ambientales

La vivienda se propone desde el principio del proyecto como prototipo de construcción ecológica integral.

- Captación y abastecimiento de agua y energía eléctrica de la misma parcela.
- Estudio de radiactividad natural del entorno, sobre granito meteorizado.
- Estudio geobiológico in situ. Implantación según colocación de las camas, orientadas al norte
- Mediciones ambientales de viento y radiación solar.
- Maderas y Aislantes térmicos locales.

### Objetivos

- Vivienda Unifamiliar Ecológica para 4 personas con garaje: 230+45 m<sup>2</sup>.
- Presupuesto para la vivienda 24.000.000 pts
- Reorganización integral de la parcela: Gestión agrícola ecológica, gestión del agua de lluvia para conseguir balsas de riego y depuración natural, y planificación de suficiencia energética.

### Plan de acción - Intervención

#### Bioclimatismo

- Diseño bioclimático pasivo de forma y orientación, con fachada invernadero protegido.
- Doble colector de Aire Caliente Solar, con inyección directa, y con almacén de inercia cerámica.
- Muros interiores de alta inercia térmica
- Aleros y antepechos dimensionados según recorrido solar anual.
- Sistemas motorizados de persianas y control lumínico natural.
- Colocación del edificio semienterrado al norte.
- Captador por depresión de aire fresco subterráneo para el verano.

#### Bioconstrucción

- Cerramientos de Biobloc con aislante térmico de corcho natural al autoclave triturado.
- Estructura de cubierta de madera local con aislante térmico de corcho natural al autoclave
- Instalación eléctrica biocompatible.
- Sistemas de ahorro de agua.
- Depuración de aguas negras por lagunaje.
- Tuberías, cableado y material eléctrico de polipropileno.
- Rebocos de fachada de cal y arenas con colores naturales.
- Pinturas e imprimaciones vegetales.
- Puertas, ventanas y porticones de madera local (excepto fachada sur, Aluminio).

#### Energías limpias

- 36 paneles fotovoltaicos x 85 Wp/panel = 3.060 Wp. Control informatizado. Sin conexión a red, lleva 24 baterías de 2V=48V que permiten la "autosuficiencia" energética, para abastecer toda la iluminación, lavadora y lavaplatos bitérmicos, nevera, arcón congelador, bomba para el pozo, puerta motorizada automática para vehículos.
- El control domótico del sistema eléctrico asegura el uso racional de paneles y baterías.
- Climatización natural por aire.
- Calefacción por suelo radiante a baja temperatura.
- Electrodomésticos y luminarias de bajo consumo.

#### Agentes

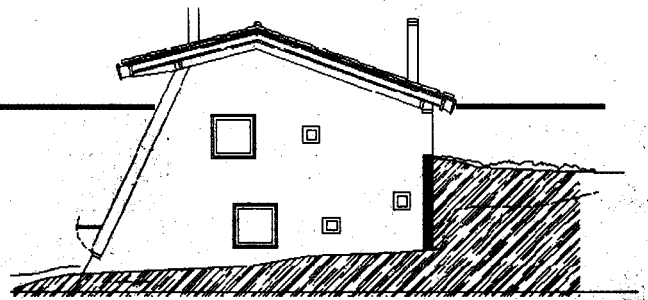
Autopromoción, Promotor privado.

atillo en el garaje a modo de trastero.

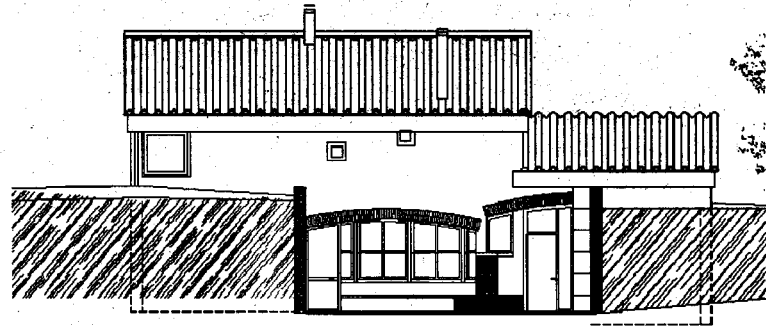
### Geobiología

La prospección geobiológica del terreno aportó el emplazamiento de la red Hartmann, dis-

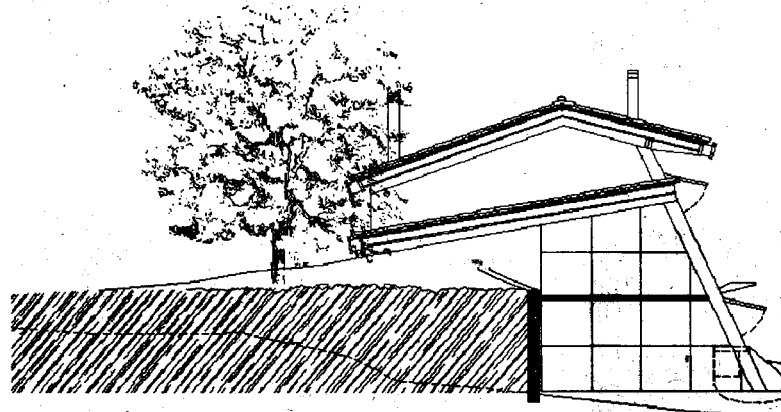
tribuida de forma muy regular con interjeos de 2,15 x 2,30 m. Fue desde la implantación de la red Hartmann de donde partimos para asentar la casa en el terreno. Una vez determinada la celda de la red más cercana a



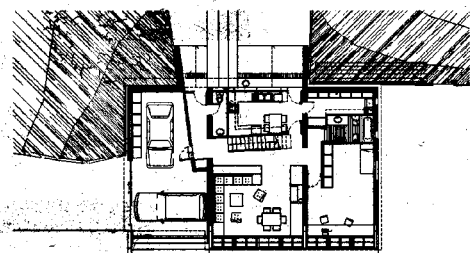
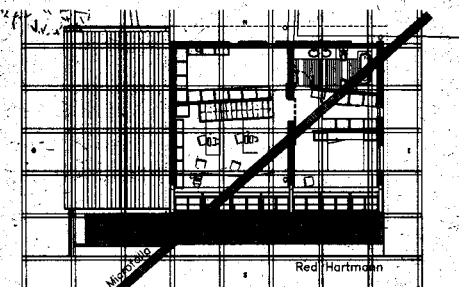
Fachada Este



Fachada Norte



Fachada Oeste



posición de futura de la cama, se estableció la posición definitiva de la cama en esa celda dibujada con yeso sobre el terreno, y des de allí se empezaron a dibujar las futuras paredes y las alienaciones de los cimientos.

La aparición de una falla telúrica, no dificultó mucho implantación general del proyecto, principalmente porque la parcela es muy grande y teníamos bastante libertad de movimiento.

La zona en la que se asienta la casa es un campo de avellanos descuidado desde hace años donde la erosión del suelo ha hecho su trabajo y ha dejado al

descubierto la capa de Granito meteorizado (sauló) y donde se contabiliza una considerable radiación procedente del granito y posiblemente del gas radón resultante. Esto nos obligó a la colocación de un forjado sanitario ventilado para evitar la acumulación radiactiva en las habitaciones de la casa.

### Estructura

La implantación está puramente dirigida al sur, con una fachada sur completamente abierta y "tecnificada", y una fachada norte semienterrada.

La estructura de la casa, se planteó desde un inicio con tapial y bóvedas cerámicas a la ca-



talana, pero tanto una como otra disparaban los precios y dificultaban encontrar constructores dispuestos a asumirlo.

Pasamos así a una estructura de paredes de carga de bloque cerámico y forjados de hormigón en la planta piso.

La parte norte de la casa queda semienterrada en la despensa i el garaje; y éstos son muros de hormigón, con el correspondiente drenaje. La parte del acceso y la cocina dan a un patio semienterrado, tipo patio inglés que resulta bastante fresco incluso en verano, pensado para instalar un patio en sombra con cubierta vegetal de parra y jazmín.

La cubierta se calculó en su momento una estructura para un tejado vegetal, de forma que en el futuro puede substituirse las tejas por el tejado vegetal. El problema vino des de la administración: La Generalitat impone ciertos criterios a las construcciones en espacio rural, entre otras, que tengan tejado a dos aguas, de teja, y con aspecto de "masía", (sin comentarios).

### Materiales

Los muros portantes se levantan en bloques cerámicos de biobloc y el aislante de las paredes también es de corcho natural granulado, rellenando las celdas intermedias del Biobloc.

Las juntas verticales no llevan mortero, puesto que el biobloc lleva sus propios encajes, y las juntas horizontales de amortecimiento solamente en una franja interior y una de exterior, salvando el espacio del aislante térmico, para reducir los puentes térmicos.

Todos los materiales desde la estructura hasta los acabados, pasando por aislantes, masillas, yesos, cableados, tubos, y demás fueron escogidos con crite-

rios bioconstructivos. Y solamente por fuerzas de razón económica renunciamos a las partes estructurales que dificultaban el reemplazo del hormigón armado.

La cubierta que corresponde a los espacios de dormitorio y estudio se construyó con madera local y de los Pirineos, Por lo menos en este espacio no aparece metal ni caja Faraday, aunque tampoco pudimos garantizar una tala ni un secado correctos.

Lleva 12 cm de aislante térmico de corcho natural aglomerado al autoclave. Mas unos rastreles de madera para aguantar las tejas.

### Bioclimatismo

La fachada sur es el gran montaje del edificio, y contiene la mayor parte de los elementos bioclimáticos y energéticos que utiliza el edificio.

La fachada sur está pensada a la vez como un captador solar-invernadero. Todas las habitaciones al sur tienen un gran ventanal controlado por el alero y las persianas.

La profundidad de estas piezas, está pensada para que los rayos solares en invierno lleguen al extremo interior de la pieza, de forma que todo el suelo reciba radiación solar, al menos un día al año a las 12 hora solar.

Igualmente los muros interiores perpendiculares a la fachada sur son de 30 cm de grueso y macizos de forma que el recorrido solar durante el día los vaya cargando térmicamente.

Los antepechos entre las ventanas de la planta baja y las de la planta piso se utilizan para aplacar los paneles fotovoltaicos, con una inclinación de 65°, la cual rige toda la fachada integrando también las ventanas.



El antepecho de la planta baja incluye un gran y pesado muro de hormigón que se introduce en la vivienda en forma de jardinera, de tal modo que la parte con más horas de sol es directamente una zona vegetal capaz de regular el ambiente higrótérmico de forma natural, es a la vez una gran pila térmica y una gran pila de humedad que suelta o almacena calor y humedad según el ambiente pida o le sobre temperatura y humedad.

La parte norte, semienterrada en la despensa y el garaje, se abre en un patio muy protegido en la zona de la cocina.

### Energía

La energía eléctrica se consigue con un campo fotovoltaico de 36 paneles de 85 Wattios-Pico/Panel, es decir, se puede llegar a 3.060 WatiosPico, conectados a un grupo de 24 baterías de 2Voltios.

La capacidad prevista por el sistema incluye cubrir todas las necesidades de una vivienda estándar para cuatro personas.

Luces de bajo consumo, y conexiones de pequeños electrodomésticos en cualquier parte de la casa, como tv, equipos de música, ordenadores así como motorización de persianas y puerta de acceso.

Los grandes electrodomésticos se conectan a otra línea puntualmente: lavadora, aspiradora, lavaplatos de forma que el control domótico del sistema indica cuando las baterías están capacitadas para utilizar suficiente energía.

Aparte elementos como la nevera y el arcón congelador, igualmente de bajo consumo, están siempre conectados. Así como la bomba de agua que aporta el suministro desde el pozo.

Además de todo el planteamiento bioclimático pasivo, la casa también incorpora tres elementos de bioclimatismo "activo", es decir elementos diseñados, extra-arquitectónicos, pensados para conseguir aire caliente en épocas muy frías y aire frío en épocas muy calientes.

Por un lado, al norte, montamos un paquete de tubos metálicos enterrados a 2 m detrás de la despensa, con un total de 36 metros. Estos recogen aire exterior, y lo estabilizan con la temperatura del subsuelo.



Este aire refrigerado se introduce en la casa por conductos similares a los de un aire acondicionado, que transcurre por el subsuelo a través de canales de obra y de corcho natural para la planta baja, y mediante tubos de chapa de inoxidable en el falso techo de la planta piso, de forma que el circuito nos sirve tanto para distribuir el aire frío como el caliente.

Por el otro lado, el lado sur, en la fachada del garaje, existe un colector solar a base de un concentrador de sección parabólica que calienta una tira de cerámico tipo refractario a altas temperaturas y almacena este calor para los tránsitos de día - noche, previsto para mantener incluso una regularización de una semana sin sol directo. Paralelamente hay unos 8 m<sup>2</sup> de paneles de aire caliente solar que inyectan aire caliente directo a la casa durante el día, sin almacenar ni retardar la inyección de calor.

La parte energética pendiente, como siempre, es la cocina, que funciona a partir de gas propano en botellas industriales, y que también alimenta una pequeña caldera de soporte para el agua caliente sanitaria.

### Agua

El abastecimiento de agua se consigue a través de un pozo abierto a un centenar de metros de la casa, con la agravante de que la calidad biológica del agua no es del todo aceptable.

El agua pasa por un sistema de depuración bacteriana basada en luz ultravioleta. Se trata pues, de un sistema de depuración-potabilización exento de añadidos químicos como podría ser el cloro.

La depuración final, después

de su uso se efectúa basándose en lagunas de depuración biológica natural. Que en este momento está formada por una laguna de unos 15x5m por 3 de profundidad con todo tipo de vegetales, peces, reptiles y anfibios imaginables, hasta el punto que hemos tenido que sacar algunos de los peces debido al excesivo crecimiento de la colonia.

Con esta profundidad se garantiza un estadio de depuración anaeróbica al fondo, y un estadio aeróbico en las capas superficiales en contacto con el ambiente.

El recorrido desde la balsa de depuración, hasta el torrente donde se vierte finalmente, se construye con recorridos y formas de pequeños saltos y remolinos que garantizan la oxigenación suficiente

Respecto al agua caliente la casa prevé también en la fachada sur un espacio para paneles de agua solar. Hasta el momento no se han instalado en función del funcionamiento global bioclimático, la rentabilidad y amortización del sistema de gas.

Paralelamente al aire acondicionado natural se ha instalado una calefacción de suelo térmico con tubos de polipropileno que también funcionará con los captadores solares de agua.

En la instalación del agua, se han montado elementos de bajo consumo, y conductos de polipropileno envainados en tubo corrugado.

Las aguas grises no son llevadas hacia las cisternas de los Wc debido a que no podíamos asegurar un flujo regular de estas aguas, (debido a la temporalidad de la estancia de los usuarios), de forma que podría darse el caso de almacenar demasiado

tiempo un agua, y podría acabar con demasiadas colonias de bacterias.

Las piezas de baño van montadas sobre la pared de forma que permiten una fácil limpieza del pavimento del baño.

Este mismo sistema colgado incorpora un depósito para la taza de water incorporada dentro de la pared.

### Acabados

Toda la parte de acabados se ha tratado con pinturas y barnices de las marcas Livos de pinturas vegetales y de la casa Keimp, de pinturas minerales.

Los pavimentos son de cerámica catalana poco cocida tipo "tova", tratadas con aceites naturales para pavimentos.

Puntualmente la cocina se pavimenta don gres.

Los baños se han alicatado con diferentes azulejos también escogidos desde la óptica de los acabados respetuosos con el medio, procurando que los esmaltes no sean de origen uimico-tóxico.

Las puertas interiores así como las ventanas de toda la casa, a excepción de la fachada sur, son de madera maciza tratada con una mano de aceite de linaza y dos manos de barnices vegetales.

Incluso el cableado y el pequeño material eléctrico está libre de PVC y de alogenuros, de la casa Niessen.

### Evaluación

La vivienda, como prototipo de construcción ecológica se ajusta el presupuesto a 24.000.000 para la edificación, con todo el planteamiento bioclimático pasivo incluido. El ajuste del presupuesto implica renunciar a la obtención de agua caliente solar, para primar otras características del proyecto.

La misma razón nos lleva a renunciar a una estructura más ecológica que la ejecutada, mediante forjados unidireccionales de hormigón.

A la espera de realizar un monitoraje del funcionamiento térmico, el cliente esta sorprendido del óptimo funcionamiento pasivo y orgánico de la casa.

Jordi Badia es arquitecto y miembro de GEA.  
Tel: 937 255 852