**FUSIONAR ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS, MATERIALES NATURALES Y SOLUCIONES SOSTENIBLES, LOGRANDO UN HOGAR DE CONSUMO NULO Y UNA REDUCIDA HUELLA MEDIOAMBIENTAL.**

**ENTORNO E IMPLANTACIÓN**

En el área metropolitana de Barcelona, abundan poblaciones en entornos naturales, bien conectadas con la ciudad. Estas localidades, mayoritariamente habitadas por familias, ofrecen una calidad de vida que combina la proximidad a la ciudad con la tranquilidad de un entorno más natural.

El proyecto se sitúa en un pequeño pueblo con un centro histórico compacto, rodeado de urbanizaciones de viviendas unifamiliares dispersas entre los macizos montañosos. Este entorno plantea retos específicos en infraestructura y gestión urbana debido a su orografía compleja.

La dinámica del teletrabajo, consolidada en los últimos años, abre la puerta a repensar el modelo tradicional de las ciudades dormitorio. Esto permite plantear nuevas formas de habitar, donde la vivienda y su entorno se convierten en espacios integrados de vida y trabajo, favoreciendo un estilo más sostenible y pausado.

En este contexto, surge el encargo de una familia que busca un hogar capaz de adaptarse a sus necesidades cambiantes a lo largo de los años, cumpliendo además con estrictos criterios de eficiencia energética, bienestar y una huella ecológica mínima.

**DESARROLLO DE PROYECTO**

El punto de partida del proyecto viene marcado por la configuración alargada del terreno, que, debido a su orientación y proporciones, dificulta la captación uniforme de luz natural y asoleo en todas las estancias. Este desafío llevó a plantear dos posibles estrategias de implantación: organizar la vivienda en dos plantas para maximizar la captación solar desde la orientación sur en ambas, o distribuirla en una sola planta, integrando un patio central que permita iluminar y calentar también las estancias posteriores.

Finalmente, optamos por la segunda estrategia, priorizando una vivienda en una sola planta con un patio central que actúa como un captador de luz y calor. Este patio no solo articula el espacio, sino que mejora el confort térmico y lumínico, creando una conexión directa entre el interior y el exterior.

La topografía del terreno, con un desnivel equivalente a una planta entre la calle y la cota principal de la parcela, permitió el semi-soterramiento de la vivienda en la parte trasera, generando un segundo patio al norte. Este patio asegura ventilación cruzada en las estancias posteriores, mejorando tanto la eficiencia energética como el confort interior.

El patio central organiza el programa en dos franjas diferenciadas. La franja principal, orientada al sur, alberga las estancias de día: comedor, estar y suite principal. La franja posterior, más flexible, está diseñada para adaptarse a usos diversos como dormitorios, espacios de trabajo o áreas de juego, pudiendo evolucionar y compartimentarse según las necesidades futuras de la familia.

Finalmente, los servicios se agrupan de manera funcional en los extremos de la vivienda: al oeste, los baños, y al este, una zona operativa que incluye cocina, despensa y lavandería. Esta disposición favorece la claridad organizativa y la eficiencia funcional del proyecto.

**ESTRATEGIA BIOCLIMÁTICA**

La vivienda está concebida para adaptarse a las condiciones climáticas de cada estación del año, utilizando estrategias pasivas que garantizan el confort térmico en invierno y verano sin necesidad de sistemas activos de climatización.

ESTRATEGIAS PASIVAS DE CAPTACIÓN Y PROTECCIÓN SOLAR

Esta vivienda logra mantener una temperatura de confort tanto en invierno como en verano sin necesidad de sistemas activos de climatización, prescindiendo completamente de calefacción y aire acondicionado. Esto se consigue exclusivamente mediante sistemas pasivos propios de la arquitectura bioclimática, diseñados para optimizar los recursos naturales disponibles.

* **En invierno**, el calor solar se capta a través de la fachada principal orientada al sur y del patio central bioclimático, que adicionalmente se puede proteger por una cubierta acristalada que genera un efecto invernadero. Este calor se acumula en los muros de inercia, construidos con bloques densos de tierra compactada mezclada con cal, materiales que garantizan una gran capacidad de almacenamiento térmico. Gracias a un aislamiento exterior de corcho de alta densidad, el calor retenido se conserva durante largas horas, minimizando las pérdidas de energía.
* **En verano**, la protección solar se asegura mediante una combinación de estrategias. Una pérgola vegetal recorre toda la longitud de la fachada sur, proporcionando sombra natural, mientras que una serie de lamas horizontales de madera orientables evitan el asoleo directo en las estancias, garantizando al mismo tiempo la entrada de luz y la ventilación.

En el patio central, se utiliza vegetación trepadora que se enreda en tensores metálicos anclados a las vigas, que se combina con lamas orientables en las zonas de descanso para controlar tanto la incidencia solar como la privacidad. Además, el aislamiento exterior desempeña un papel clave al evitar el sobrecalentamiento de los muros y favorecer un ambiente interior fresco y confortable.

ESTANQUEIDAD

La eficiencia energética del proyecto se refuerza mediante una elevada estanqueidad en los cerramientos, diseñada para eliminar filtraciones de aire no deseadas y garantizar un control térmico óptimo. Este nivel de estanqueidad se consigue mediante la rigurosa resolución de detalles constructivos, validados en la fase de obra mediante un test de presurización *blower door*. Este ensayo permite detectar y corregir cualquier discontinuidad en la envolvente del edificio, asegurando un rendimiento térmico máximo y reduciendo las pérdidas energéticas.

RENOVACIÓN DE AIRE

La elevada estanqueidad de la vivienda garantiza una excelente eficiencia energética, pero también requiere la renovación controlada del aire, una exigencia ya regulada por las normativas actuales de construcción. Este sistema asegura unas condiciones óptimas en el ambiente interior, especialmente en los niveles de dióxido de carbono y otros contaminantes del aire.

La renovación del aire se realiza de forma natural, preservando las condiciones de humedad, ionización y carga electrostática del ambiente. Este proceso se lleva a cabo a través del patio bioclimático mediante un sistema combinado de microventilación en las ventanas del patio y una extracción de aire forzada. El aire, previamente precalentado por el efecto invernadero del patio, se introduce en la vivienda mediante un sistema de extracción mecánica controlado por sensores de CO2, que lo activan únicamente cuando los niveles de calidad del aire lo requieren, es decir, cuando la presencia y actividad de las personas reducen los niveles de oxígeno en el ambiente.

PATIO BIOCLIMÁTICO Y REGULACIÓN HIGROTÉRMICA

El patio bioclimático cumple un papel esencial en la regulación del confort térmico y la renovación del aire interior, ajustándose a las condiciones de cada estación del año. Su cubierta acristalada es operable, lo que permite diferentes configuraciones según la temporada:

* **En invierno**, la cubierta se puede cerrar generando un efecto invernadero que acumula calor, contribuyendo a calentar el aire que circula hacia el interior de la vivienda.
* **En verano**, la cubierta se abre para refrescar el ambiente, y el patio actúa como un regulador térmico natural gracias a un pavimento permeable compuesto de sustrato vegetal y plantas. Este sustrato acumula la humedad de la lluvia o del riego, que se evapora al aumentar la temperatura, un efecto que mejora la sensación térmica.

La estrategia de regulación higrotérmica también se aplica en el espacio exterior, donde el pavimento está compuesto por bloques prefabricados apoyados sobre un sustrato vegetal. Esta solución permite la transpiración del terreno, favorece la evaporación de la humedad acumulada y gestiona el agua de lluvia directamente en el terreno, reduciendo la necesidad de canalizarla hacia el saneamiento municipal.

Además, la cubierta de la vivienda, que es una de las superficies más expuestas al sol, incorpora un sustrato vegetal que proporciona una protección adicional contra el sobrecalentamiento. Este sustrato retiene humedad, de modo que la energía solar se emplea primero en evaporar el agua antes de alcanzar las capas inferiores del aislamiento, asegurando así una protección térmica adicional en los días más cálidos.

VENTILACIÓN CRUZADA

La ventilación cruzada, clave para garantizar el confort en los meses de verano, se logra gracias a la configuración de doble patio: el patio central y el posterior en la fachada norte. Esta disposición genera una corriente de aire natural mediante la diferencia de presión y temperatura entre las fachadas sur y norte, asegurando una ventilación efectiva en todas las estancias de la vivienda, tanto de día como de noche.

Durante el verano, esta corriente de aire se aprovecha especialmente por la noche, cuando la temperatura exterior desciende. En este momento, la ventilación refresca los muros de inercia y ayuda a disipar el calor acumulado durante el día. Esta estrategia no solo mejora la sensación de confort, sino que también optimiza el rendimiento de los sistemas pasivos de acumulación y regulación térmica.

La sensación de confort no depende únicamente de la temperatura, sino también de factores como la humedad y la velocidad de la corriente de aire. Por ello, esta estrategia integral, que combina control térmico en los muros, regulación higrotérmica, ventilación cruzada y optimización de iluminación natural, es fundamental para alcanzar un consumo energético activo nulo.

ILUMINACIÓN NATURAL

El diseño de la vivienda maximiza el uso de la luz natural, reduciendo la necesidad de iluminación artificial durante el día. Las aberturas, patios y cerramientos permiten para captar luz de manera uniforme en todas las estancias, garantizando así un confort visual adecuado.

Aunque la presencia de vidrio puede implicar pérdidas energéticas, estas se minimizan mediante la incorporación de elementos como vidrios de baja emisividad y doble acristalamiento, que permiten la entrada de luz sin comprometer el aislamiento térmico. Además, las lamas orientables y pérgolas regulan la incidencia solar directa, adaptándose a las necesidades lumínicas de cada estación del año.

**SISTEMA CONSTRUCTIVO**

El sistema constructivo de esta vivienda se desarrolla mediante dos estrategias principales que solucionan la estructura portante y los forjados, asegurando sostenibilidad, eficiencia energética y circularidad.

MUROS PORTANTES Y AISLAMIENTO

Los muros portantes están realizados con bloques de tierra compactada con cal, en formato prefabricado, fabricados por la empresa catalana Fet de Terra. Estas piezas, de un metro de longitud y aproximadamente 60 kilos de peso, confieren a los muros una excelente inercia térmica, lo que permite acumular y liberar temperatura, ya sea frescor o calor, de forma gradual durante largas horas.

**Propiedades del bloque de tierra compactada:**

* Dispone de una huella ecológica nula con una composición natural que no contiene aditivos tóxicos o sintéticos.
* Es transpirable
* Absorben tóxicos y olores, purificando el aire y mejorando la calidad ambiental.
* Es higroscópico lo que supone que regula la humedad del ambiente al absorberla o liberarla según las condiciones.
* Garantiza el aislamiento acústico y elimina la reverberación, mejorando el confort sonoro.
* Circularidad: Al final de su vida útil, los bloques pueden recuperarse y devolverse a la tierra sin generar residuos.

Los bloques de tierra compactada se aíslan por el exterior con paneles de corcho, colocados en tres capas de 5 centímetros de espesor cada una que se adhieren mediante un mortero de agarre natural. Este material, ecológico y renovable, proporciona una excelente capacidad aislante.

**Propiedades del aislamiento de corcho:**

* Es transpirable, lo que evita la condensación de vapor de agua en los muros.
* No se pudre y es altamente resistente a la humedad, la lluvia y las condiciones climáticas adversas.
* Ofrece resistencia a la corrosión ambiental, manteniendo su integridad frente a la exposición solar, cambios de temperatura y humedad prolongada, sin deteriorarse ni perder sus propiedades aislantes.
* Es ignífugo por naturaleza, ofreciendo resistencia al fuego sin necesidad de tratamientos químicos.
* Es resistente a la degradación biológica de microorganismos y no es vulnerable al ataque de insectos ni roedores.
* Es totalmente reciclable y reutilizable, con una extracción responsable y una huella ecológica reducida.
* Dispone de una composición natural, aglomerado mediante lignina vegetal, sin productos sintéticos ni aditivos químicos, y no emite compuestos orgánicos volátiles (COV).

FORJADOS

Los forjados de la vivienda están completamente realizados en madera contralaminada (CLT), fabricados a medida por la empresa vasca Egoin. Este sistema estructural prefabricado asegura precisión, rapidez en la construcción y sostenibilidad.

La estructura del forjado se compone de:

* **Vigas laminadas de madera:** Apoyan directamente sobre los muros de tierra compactada.
* **Paneles de madera CLT:** Se instalan sobre las vigas y varían en grosor según las luces que deben cubrir, optimizando así la resistencia estructural.

CERRAMIENTOS

Los cerramientos se componen de dos capas principales que garantizan el confort térmico, lumínico y visual:

1. **Carpintería con acristalamiento aislante:** Ventanas de madera de alerce, un material natural, duradero y resistente, formadas por doble vidrio laminado y cámara de gas argón para mejorar el aislamiento térmico y reducir las pérdidas energéticas.
2. **Contraventanas de lamas orientables:** Fabricados en madera de alerce, estos elementos correderos permiten regular la entrada de luz y ventilación, ajustándose a las necesidades estacionales para optimizar el confort interior.

Las ventanas incluyen cortinas translúcidas de lino natural, que suavizan la luz natural y añaden privacidad sin bloquear completamente la iluminación, contribuyendo al confort visual de los espacios.

CUBIERTA Y AISLAMIENTO

La cubierta se resuelve mediante un sistema invertido plano vegetal, que no solo asegura un excelente aislamiento, sino que también contribuye al confort térmico y al equilibrio medioambiental. La composición de la cubierta incluye:

1. **Aislamiento de corcho:** Tres capas de 5 centímetros cada una colocadas sobre el forjado CLT.
2. **Formación de pendientes:** Realizada mediante listones de madera sobre los que se coloca una superficie de madera aglomerada.
3. **Impermeabilización:** Utilizando una lámina de EPDM, con una vida útil superior a 50 años, recuperable y reciclable al final de su vida útil
4. **Sustrato vegetal, compuesto por:**
	* Lámina antiraíces.
	* Lámina de drenaje y reservorio de agua.
	* Sustrato vegetal y vegetación.

**Beneficios de la cubierta vegetal:**

* Funciona como regulador natural de la temperatura y la humedad.
* Incrementa la producción de oxígeno y mejora la absorción de CO₂.
* Filtra partículas nocivas del aire, mejorando la calidad ambiental del entorno.
* Fomenta la biodiversidad al generar un ecosistema de microorganismos y especies vegetales.

MOBILIARIO Y ACABADOS

Una de las características más destacadas de esta vivienda es la ausencia de acabados adicionales, una decisión que reduce el uso de recursos y pone en valor las propiedades naturales de los materiales empleados. Estos son libres de tóxicos, transpirables e higroscópicos, lo que contribuye al confort interior y a la sostenibilidad del proyecto.

El mobiliario, tanto en las zonas húmedas (cocina y baños) como en las habitaciones y espacios de estar, está fabricado con madera contralaminada de alerce o pino. Este material se trata únicamente en algunas superficies expuestas con un lasur natural de base vegetal, que también se utiliza para proteger las carpinterías, asegurando durabilidad y un acabado saludable.

Para los pavimentos, se ha optado por piezas de pequeño formato de piedra caliza natural, tratadas con un producto de bajas emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV). Por otro lado, las duchas y la encimera de cocina están realizadas con piezas a medida de Dekton, un material certificado como neutro en carbono y patentado por la empresa Cosentino.

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

Gracias al diseño pasivo y bioclimático de la vivienda, la demanda de energía para calefacción y refrigeración se reduce al mínimo. Esto permite que la vivienda funcione sin sistemas activos de climatización, manteniendo temperaturas confortables en su interior: mínimas de 18 °C durante la noche en invierno y máximas de 24 °C durante el día en verano, según estudios de demanda energética y mediciones in situ durante el primer año de funcionamiento.

Las necesidades energéticas restantes, como la generación de agua caliente para baño y cocina, se cubren mediante fuentes renovables. Un sistema de placas fotovoltaicas produce la electricidad necesaria para alimentar una máquina de aerotermia conectada a un depósito de inercia. Este sistema, además, aprovecha el aire precalentado del patio bioclimático, lo que permite que incluso en los meses de invierno, cuando estas máquinas suelen ser menos eficientes, alcance un rendimiento excepcional de aproximadamente 4 kW de calor generado por cada 1 kW de energía consumida.

La máquina de aerotermia es el único sistema activo de la vivienda, dimensionado al mínimo para ajustarse a la superficie y características del proyecto. Esto garantiza un elevado nivel de eficiencia energética y una optimización de los recursos activos.

Como complemento, se han instalado dos radiadores eléctricos en las zonas de duchas. Estas áreas requieren un confort térmico ligeramente superior al del resto de la vivienda debido a sus características específicas y la ausencia de asoleo directo. Estos radiadores ofrecen un aporte puntual para cubrir estas necesidades.

SISTEMA DE GESTIÓN DE AGUAS

El sistema de gestión de agua de red, saneamiento y lluvia de la vivienda se diseña en función de tres condicionantes clave:

1. **Cubiertas ajardinadas:** La vivienda está protegida por cubiertas vegetales que, además de funcionar como amortiguadores térmicos, contribuyen a su integración en el entorno natural y mejoran la gestión del agua de lluvia.
2. **Inodoro seco:** La familia opta por instalar un inodoro seco en el exterior de la vivienda, una solución que reduce significativamente el consumo diario de agua de red y el volumen de aguas negras generadas por los inodoros interiores.
3. **Diferencia de cota:** La vivienda presenta un desnivel de una planta desde el nivel principal (-1) hasta la calle (0), lo que requiere el uso de una bomba eléctrica para conducir las aguas residuales a la red de saneamiento municipal.

Estos condicionantes han llevado al diseño de un sistema de gestión integrado que combina la recuperación y tratamiento de aguas grises y negras mediante una **depuradora de oxidación total**. Esta depuradora filtra y almacena el agua tratada, que posteriormente se reutiliza para riego y limpieza de zonas exteriores.

En cuanto a la gestión del agua de lluvia, se ha diseñado un sistema eficiente que aprovecha el sustrato vegetal de las cubiertas ajardinadas para almacenar y evaporar aproximadamente el 60% del agua recogida. El excedente se dirige directamente al subsuelo mediante un pozo de gravas, evitando saturar la depuradora y preservando el equilibrio de sus microorganismos.

Este proyecto materializa un enfoque integral hacia la sostenibilidad, donde el diseño bioclimático, los materiales naturales y las estrategias pasivas se combinan para crear un hogar eficiente y saludable. La vivienda no solo responde a los desafíos climáticos actuales, sino que también se adapta a las necesidades cambiantes de sus habitantes, maximizando el confort y minimizando el impacto ambiental. Cada decisión, desde la implantación hasta los detalles constructivos, pone en valor la relación entre arquitectura y entorno, promoviendo un modelo de vida más equilibrado y consciente.

Categoría: Vivienda Unifamiliar

Nombre del proyecto: Casa en Serra d’Ordal

Fecha de finalización del proyecto: 2024

Empresa: Slow Studio

Nombre de la persona de contacto de la candidatura: Jade Serra

Teléfono: 932855525

Email: info@slowstudio.es

Fotos: Salva López