



# REHABILITACIÓN EN ESCUELA 'PASO A PASO'

EL PROYECTO DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LA ESCUELA PÚBLICA EL GARROFER, EN LA LOCALIDAD BARCELONESA DE VILADECANS, DESTACA POR SER UN PRIMER EJEMPLO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA "PASO POR PASO" EN UNA ESCUELA PÚBLICA. CON RESULTADOS DE AHORROS CERCANOS AL 50%, LA INICIATIVA ASPIRA A CONSEGUIR EL SELLO PASSIVHAUS/ENERPHIT EN ESPAÑA.

**E**L ALGARROBO qu (Garrofer en catalán) es una especie de gran rusticidad y resistencia a la sequía, pero es de un desarrollo lento y solo comienza a fructificar después de unos diez años desde la plantación. Esta analogía con el desarrollo Passivhaus en España coincide con la

rehabilitación energética del colegio público El Garrofer, situado en el municipio de Viladecans, en Barcelona. Su ejecución ha finalizado en septiembre de 2018, diez años después del comienzo de la actividad de la Plataforma de Edificación Passivhaus. Tras las diversas actuaciones a las que ha sido sometido, El Garrofer está en vías de convertirse en la primera escuela Pública de España rehabilitada "paso a paso" en obtener

el sello Passivhaus/EnerPhit. El proyecto garantiza un ahorro energético del 50%, así como confort térmico, acústico y ambiental para los alumnos y personal docente que acogen sus aulas.

El proyecto de la rehabilitación energética del colegio nace de una auditoría energética de edificios de uso público, encargada por el Área Metropolitana de Barcelona. En este estudio se analizan los consumos energéticos de varios



Foto: PEPO SEGURA



Foto: PEPO SEGURA

# PÚBLICA,

*La auditoría de certificación empieza en la fase de proyecto y acompaña la ejecución de la obra.*

colegios y se monitoriza la calidad del aire (concentración de CO<sub>2</sub> en ppm) de dichos edificios. Los malos resultados obtenidos de la auditoría, con picos de concentración superiores a 3.500 ppm, muy por encima de los niveles recomendados para escuelas, lleva al ayuntamiento de Viladecans a encargar un proyecto de rehabilitación energética de uno de los colegios analizados.

## Dos opciones de rehabilitación

Es en este punto cuando el equipo rector del proyecto (Energiehaus Archi-

tectos en colaboración con Berta Pujol Guerrero) plantea dos opciones de rehabilitación energética: la primera siguiendo los criterios establecidos en el CTE (calificación energética B) y la segunda siguiendo los criterios de rehabilitación energética según el estándar Passivhaus (EnerPHit). La comparativa entre las dos opciones concluyen que el potencial de ahorro energético (ciclo de vida 40 años) siguiendo las directrices de rehabilitación EnerPHit resulta económicamente viable con respecto a la rehabilitación según CTE. El proyecto se ejecutó el pasado verano, teniendo como marco una

auditoría de certificación realizada por el Passivhaus Institut y basándose en actuaciones que se centran en la parte pasiva del edificio, optando por el sello EnerPHit, paso a paso.

## Actuaciones

Con este marco económico ajustado, la rehabilitación energética de El Garrofer se lleva a cabo siguiendo las estrategias más comunes del sello Passivhaus. La auditoría de certificación 'EnerPHit', encargada por el consistorio de Viladecans, empieza en la fase de proyecto, y acompaña la ejecución de la obra. El actor principal de esta auditoría es la hoja de cálculo PHPP, herramienta basada en la UNE-13790 y que aglutina todos los criterios de este sello. Se trata de limitar la demanda de calefacción y refrigeración en un valor máximo de 15 kWh/m<sup>2</sup>a (en cada caso), la energía primaria (fuentes no renovables) en un valor de 100kWh/m<sup>2</sup>a, y de limitar las infiltraciones de aire n50 max 1/h.

**La Rehabilitación se ha basado en las estrategias pasivas de: aislamiento, ventilación natural, hermeticidad al aire y ventilación de confort**

## A FONDO

Los valores de la demanda energética se calculan con 20 grados centígrados en invierno y 25 grados centígrados en verano de temperatura interior.

### Ejes fundamentales

Las actuaciones que se realizan son las siguientes:

\* **OPTIMIZACIÓN DEL BALANCE ENERGÉTICO DE LAS VENTANAS:** Se cambian las ventanas existentes (perfiles originales de los años 70 de hierro con cristales simples) por ventanas de PVC de muy alta calidad, con una  $U_f$  1,0 W/m<sup>2</sup>k (certificadas Passivhaus). Los cristales son dobles bajo emisivos, con una  $U_g$  1,0 W/m<sup>2</sup>k, con un factor solar del 40% y espaciadores de plástico. Se optimiza el

## Una estética vistosa y alegre

*A nivel estético, el colegio presenta también una nueva imagen. Se ha generado una lectura horizontal del edificio, con focos de color mediante brise-soleil colocados por el exterior de las ventanas, que darán al colegio un tono alegre, conforme al uso docente del edificio.*



Foto: PEPO SEGUIRA

\* **DEFINICIÓN DE UNA CAPA HERMÉTICA AL PASO DE AIRE:** Entre la pared exterior y el nuevo aislamiento tipo SATE se aplica una capa nueva de hermeticidad

colocan cintas especiales para garantizar la hermeticidad entre ventanas y hueco de obra. Se instala una membrana tipo freno de vapor hermética al aire en la cubierta, y se prevé realización de ensayos de Blowerdoor en la fase de obra, siguiendo la norma UNE-13829.

\* **OPTIMIZACIÓN DE LOS PUENTES TÉRMICOS:** Todos los detalles constructivos se simulan con la herramienta Flixo (UNE 10211) y se optimizan para reducir al máximo las pérdidas energéticas y eliminar la posibilidad de formación de patologías asociadas. Se reduce el puente térmico más relevante entre frente de forjado y pared exterior, mediante la aplicación del aislamiento térmico

**El objetivo es limitar la demanda de calefacción y refrigeración, las fuentes no renovables y las infiltraciones de aire**

detalle constructivo para minimizar los puentes térmicos de instalación de la ventana, sobreaislando los marcos y quitando las cajas de persiana existentes, instalando nuevos screens por el exterior. Esto permite la reducción del 92%

\* **OPTIMIZACIÓN DEL AISLAMIENTO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA:** Se instala un sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE) de 10 cm de espesor en fachada y una nueva cubierta con paneles aislantes de 15 cm de espesor. Debido a la limitación del presupuesto y del complejo planning de la obra, se renuncia a instalar aislamiento térmico en el suelo de la planta baja. Según los cálculos del PHPP, se comprueba que la posible mejora energética de este aislamiento es relativamente reducido en el clima de Viladecans (litoral mediterráneo). También se ha aislado térmicamente la cubierta y se incorporan lamas de protección solar en las dos fachadas más expuestas al sol.

al paso de aire mediante una pintura plastificante. Se comprueba la ausencia de condensaciones intersticiales de dicha pintura (valor sd aproximado de 80 metros). Se



Colocación de la máquina de ventilación.

## A FONDO

por el exterior. El valor PSI pasa de 0,47 W/mk a 0,01 W/mk.

\* **INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN DE DOBLE FLUJO** con recuperación de calor de muy alta eficiencia con certificado Passivhaus. De este modo, se reducen no solo las pérdidas energéticas por ventilación (caudales importantes debido a la tipología de uso), sino se garantizan consumos eléctricos muy reducidos de los ventiladores. Debido a la limitación del presupuesto, se opta por un sistema compacto de distribución de aire, reduciendo la red de extracción utilizando los pasillos como un gran plenum de aire. Se instalan difusores textiles en las aulas, de fácil mantenimiento y con buenas características de difusión de aire (evitando disconfort con bajas velocidad de aire de admisión).

\* **PLANTEAMIENTO DE UN ESCENARIO DE VENTILACIÓN NOCTURNA Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SOLAR** para reducir el sobrecalentamiento durante los meses más próximos al verano: La protección solar se hace mediante lamas metálicas fijas y combinadas con screens para oscurecer las aulas por necesidades didácticas.

\* **OPTIMIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL DE LAS AULAS:** se han sustituido por luces leds todos los puntos de iluminación para reducir el consumo energético y se han incorporado screens adicionales que permiten regular la luz natural en los aulas.

Las diversas actuaciones tienen como objetivo mejorar el confort del centro en términos tanto térmicos como acústicos y ambientales. Cada vez más, los estudios apuntan a la relación entre las condiciones físicas y ambientales del espacio de aprendizaje con el rendimiento académico.

La simulación energética con PHPP, arroja los siguientes resultados:

- \* Demanda de calefacción: 13,9 kWh/m<sup>2</sup>a
- \* Frecuencia de sobrecalentamiento

## Los Actores

### Ubicación:

Viladecans, Barcelona  
(Cataluña).

### Arquitecto:

Energiehaus Arquitectos SLP  
y Berta Pujol.

### Dirección de obra:

Xavier Tragant, arquitecto.

### Promotor:

Ajuntament de Viladecans.

### Año de construcción:

2018

to (26 °C): 7,2 % (no incluye los meses de julio y agosto)

\* Demanda de energía primaria: 86 kWh-ep/m<sup>2</sup>a

### Financiación y plazos de ejecución

La limitación presupuestaria, la limitación del tiempo de ejecución (en los meses de verano cuando el colegio está cerrado por vacaciones escolares) y la escasez del espacio disponible para el sistema de la ventilación mecánica, han sido algunos de los retos fundamentales a los que se enfrentan los promotores del proyecto.

El presupuesto para la rehabilitación asciende a 800.000 euros (sin el IVA), lo cual da un importe específico de 260

euros/m<sup>2</sup>. Con esta limitación, las intervenciones dentro del edificio se centran en la instalación de la ventilación controlada, con alguna actuación de palettería (ensanchar aberturas para colocar las máquinas de ventilación y desmontaje de partes del falso techo). La nueva línea de hermeticidad al aire se coloca por el exterior de la envolvente térmica, solución poco común en edificios Passivhaus, pero sin alternativa en este caso. El suelo de la planta baja se queda sin aislar, que no es lo ideal para conseguir una alta eficiencia energética, pero que no ha sido posible por las razones ya mencionadas. En el proceso de certificación, se comprueba que los alumnos no tendrán disconfort por pies fríos en los días más fríos del año (cálculo con la herramienta Flixo según la ISO EN 7730).

En términos de plazos de ejecución, se opta por una adjudicación del contratista con tiempo suficiente para poder organizar los ensayos previos necesarios y asegurar así la viabilidad de las soluciones proyectadas. De este modo, se establece además una previsión de tiempo suficiente para encargar las carpinterías y las máquinas de ventilación, siendo ambos productos "no estándar" en el mercado español. Además de estos retos logísticos, cabe recordar que el tiempo de ejecución se limita en pocas semanas del verano.



Se aplica en la fachada pintura para la hermeticidad y se coloca el aislamiento térmico.