



PROMOCIÓN DE 32 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN BARCELONA

# OBJETIVO CUMPLIDO: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA A

Las peculiaridades del solar y la consecución de la máxima calificación en lo que a eficiencia energética se refiere fueron las claves fundamentales que guiaron el trabajo de todos los participantes en este proyecto.

texto y fotos\_ Jordi Sancho (Arquitecto Técnico) y Jordi Fernández (Arquitecto).



Imágenes de la fachada interior, una vez colocado el aislamiento (ETIC) y previamente a su revestimiento.



A primera vista, sobre todo dadas las discretas dimensiones del solar con fachada a tres calles que cierra una manzana muy mediocre constructivamente hablando, esta obra engaña. Ante sí tenía el reto de estar a la altura de unos ilustres vecinos, entre los que figuran el CaixaForum (a 50 metros), las fuentes de Montjuïc (a 200 metros), el Pabellón Mies van der Rohe (a 300 metros), el MNAC (a 500 metros) o el Estadio Olímpico Lluís Companys (a un kilómetro escaso). Con estos condicionantes, había que proyectar y construir en total 32 viviendas protegidas, 36 plazas de aparcamiento, 32 trasteros y un local comercial, con el reto

añadido de conseguir además un edificio con una calificación energética A. Esta premisa justificó y ayudó en no pocas de las decisiones que se fueron tomando durante el proceso inicial.

El proceso de diseño supuso el trabajo conjunto de todos los agentes, desde un análisis general a otro más específico de validación de las soluciones propuestas, huyendo del efectismo, con una fachada geoméricamente contenida, sin excesos tecnológicos. La diferencia de las anchuras de las tres calles que delimitan el edificio determinan las diferentes alturas, pasando de tres plantas a dos y a una en cada una

de las calles. Esta transición volumétrica se ha intentado suavizar desde el diseño, incluso con la ayuda del color que, sin convertirse en protagonista final, enmarca con suficiente delicadeza los cambios de nivel obligados por la normativa.

La vivienda se concibe como un derecho que se adquiere con esfuerzo y ahorro. Esfuerzo para, a través de un estudio exhaustivo de los conceptos que definen el proyecto, ofrecer un producto al usuario y comprador en el que no solo se ahorre en los costes de construcción de la vivienda y en el precio de compra, sino también durante toda la vida útil del edificio.

## NO AL SOL

Este edificio no incorpora ninguna instalación de energía solar para aprovechamiento térmico, decisión que se ha tomado cumpliendo con la normativa, entre la que figura la Ordenanza Municipal de Barcelona (art. 7, punto 1, apartado d), el CTE (art. 1.1 apartado 2d) y el Decreto de Ecoeficiencia (art. 4.4 apartado a).

La cobertura mínima de la demanda energética que se debería producir se justifica al cubrirse totalmente la demanda energética para el ACS mediante la utilización de energías renovables.

El sistema de producción térmica mediante biomasa es un sistema de energía renovable. En el caso de esta promoción de viviendas, se usará la biomasa en combinación con un sistema de calderas de condensación, para la producción de toda la calefacción y el ACS del edificio.

Para justificar la sustitución del sistema de producción de ACS mediante la captación de energía solar térmica, se ha evaluado la energía total producida por la biomasa en el transcurso de un año, y se ha determinado que, mediante la utilización de biomasa, se genera una producción energética superior a la demanda energética necesaria para el 100% del total de ACS que debe ser generado, según la normativa vigente, para energía.



El análisis particular se elevó a la máxima en cada elemento constructivo: desde la definición de la geometría de los apoyos en los forjados –para minimizar costes de material y mano de obra–, pasando por las tipologías de las divisorias de las viviendas, gruesos de pavimentos y acabados en general. Este estudio se centró en tres grandes capítulos del presupuesto: la estructura (21,50% del total); la envolvente (20,27%, del que el 4% corresponde a la cubierta; el 5,5%, a la fachada tipo ETIC's y el 6%, a la carpintería de aluminio), y las instalaciones (22,30%, siendo el capítulo de producción de ACS el responsable de un 7,35%). Este trabajo previo permitió conseguir un ratio de construcción de 704€/m<sup>2</sup> construidos. A la vez, este ahorro de coste de obra fue asociado a una calificación energética "A", que supone unos valores de consumo de energía primaria de 35,08 kW h/año m<sup>2</sup> y una aportación de emisiones de 3,20 Kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año para el total de los 4.175 m<sup>2</sup> de la promoción que, a su vez, suponen una reducción de seis veces el consumo de kW/h anual y una reducción de 18 veces las emisiones de CO<sub>2</sub> respecto de otras tipologías constructivas actuales. Para llegar a estos valores, se partió del análisis de las diferen-

tes estrategias que ofrece el concepto básico de consumo=demanda/rendimiento, subrayando dos ideas básicas. La primera, limitar la demanda para conseguir un aislamiento máximo del edificio, eliminando cualquier opción de puente térmico en fachadas entre los elementos sustentantes de hormigón y los de cerramiento cerámico y en las siempre difíciles entregas de las aberturas en fachada. La solución fue la utilización del sistema de aislamiento térmico por el exterior del edificio con lo que se consiguió una gran mejora de la inercia térmica de este.

La segunda, mejorar el rendimiento de la generación mediante el uso de la biomasa como fuente energética básica del edificio. Ello conllevaba una serie de necesidades espaciales que se solucionó construyendo un segundo sótano. El primero ya estaba colmatado con las 36 plazas de aparcamiento reglamentarias y con los 32 trasteros solicitados por la propiedad y con el peaje a pagar del convidado siempre indeseable, pero necesario, que son las estaciones transformadoras.

### REDUCCIÓN DE LA DEMANDA

Se establecieron diferentes estrategias, centradas en el análisis de la envolvente



En la página anterior, a la izquierda, detalle de la instalación del ETIC con un aplacado anclado directamente a fachada y encima del ETIC. Derecha, primera fase de colocación del ETIC mediante adhesivo. Junto a estas líneas, la sala de calderas del sótano -2, donde se observa la caldera de biomasa y los cuadros de control.

“

La vivienda se adquiere con esfuerzo y ahorro. Esfuerzo para, a través del estudio exhaustivo del proyecto, ofrecer un producto en el que se ahorre en los costes de construcción y, también, durante toda la vida útil del edificio

”

y el estudio de los diferentes mecanismos de transmisión de calor, con el doble objetivo de reducir pérdidas durante los meses de invierno, cuando el flujo de calor es de dentro de las viviendas hacia el exterior, y limitar las ganancias durante el verano, con un sentido de flujo inverso.

En cuanto a la radiación, el 80% de las viviendas reciben en la obertura de la sala más de una hora de soleamiento directo entre las 10 y las 12 horas solar, durante el solsticio de invierno, permitiendo que la incidencia solar aumente la temperatura en la sala principal de la vivienda.

El volumen de la edificación se diseña disminuyendo el factor de forma para conseguir un ratio superficie vivienda/superficie fachada para reducir pérdidas energéticas durante el invierno. Se disponen protecciones solares móviles en las zonas de máximo soleamiento para controlar la incidencia en los interiores de las viviendas. También se dispone un voladizo continuo en todo el perímetro de la fachada que, en función del azimut, reduce ganancias en verano y aumento de aportes en invierno.

En cuanto a convección, se efectúa un control de la ventilación cruzada en las viviendas y la mejora selectiva por dis-

posición controlada de las fachadas por parte del usuario.

El patio de manzana, fachada posterior de las viviendas de planta baja, se subdivide en ocho sectores de una teórica semicircunferencia “uno por cada vivienda de las que tienen acceso posterior” y donde, por convencimiento medioambiental, se han plantado más de 40 m<sup>2</sup> con especies vegetales mediterráneas autóctonas, perfectamente adaptadas a la baja pluviosidad durante varios meses al año, que suavizan la dureza de la extensión construida de los patios, mejoran la convección en las fachadas oeste y aromatizarán el espacio libre interior con su posterior crecimiento. Aquí también se ha aprovechado la fuerza de la geometría circular para desarrollar el patio de ventilación del aparcamiento de la planta sótano -1 en forma de semicircunferencia.

Los aspectos relativos a la conducción hacen referencia a la redición del coeficiente de transmitancia térmica de los cerramientos verticales exteriores en más de un 30% respecto a 0,70 W/m<sup>2</sup> K. En concreto, las soluciones de la envolvente aportaron una mejora de un 50% sobre el valor establecido:

Cubierta U= 0.34 W/m<sup>2</sup> K

Fachada U= 0.36 W/m<sup>2</sup> K

En este punto, cabe destacar la solución de la fachada, que obtiene una prestación igual a la de la cubierta. Esto se consigue con solución tipo ETICS, con un aislamiento de poliestireno expandido (EPS) continuo en toda la fachada, con lo que se eliminan totalmente los puentes térmicos. Además de minimizar las pérdidas de calor a través de la fachada en invierno, reduce las ganancias hacia el interior en verano. Además, es necesario destacar que permite doblar el ritmo de obra ya que, una vez finalizada la hoja principal de fachada, los trabajos interiores y exteriores se solapan en el tiempo, con lo que se reducen la duración de la obra y los costes asociados a la misma. El sistema está formado por el material aislante que se adhiere y se fija mecánicamente a la fachada. Posteriormente, el material aislante es acabado con un revestimiento acrílico, previa regularización con un mortero polimérico reforzado con malla de fibra de vidrio.

Durante el proceso de ejecución, es preciso un control exhaustivo sobre la disposición de la capa de 8 cm de aislamiento sobre

Imagen de la fachada principal y más soleada. Se observan los voladizos y cómo el ETIC cubre toda la fachada evitando puentes térmicos.



“

La energía generada por la unidad de producción térmica centralizada se usará indistintamente para el ACS y la calefacción de cada vivienda. El sistema de calderas de condensación se usará como apoyo energético a la caldera de biomasa en los momentos de mayor demanda del edificio

”

la hoja principal y, en concreto, el control geométrico de los diferentes puntos singulares. Este hecho es fundamental debido al grosor mínimo de la capa de acabado, que no permite ningún margen de error.

#### AUMENTO DEL RENDIMIENTO

La solución de la mejora en la producción de energía se centró en la instalación de una caldera de biomasa. La biomasa, como fuente de energía, produce menos emisiones de CO<sub>2</sub> que los recursos convencionales como el gas natural o el carbón. Además, el aprovechamiento energético de la biomasa forestal no tiene un impacto medioambiental significativo, ya que el CO<sub>2</sub> que se libera a la atmósfera durante la combustión se considera como balance final nulo, ya que antes ha estado captado por los vegetales durante su fase de crecimiento. En el sector de la construcción, las calderas de biomasa

han experimentado, en los últimos años, una avance muy significativo. El secreto reside en el diseño de la instalación y los mecanismos de gestión.

La instalación térmica está compuesta por un sistema de producción centralizada, que se encargará de la producción y distribución de calefacción y ACS del edificio.

El sistema de producción térmica está formado por una unidad de producción centralizada (un conjunto de calderas de biomasa y gas), un sistema de distribución de la energía producida y unas centrales individuales para cada vivienda, que son las encargadas de producir el ACS instantáneamente y distribuir la calefacción en el interior de la vivienda.

El edificio cuenta con dos salas para las calderas de producción de calor de calefacción y ACS, las bombas circuladoras, los vasos de expansión y los diferentes accesorios y complementos.

#### PRODUCCIÓN TÉRMICA

En la producción térmica se emplean una caldera de biomasa y dos calderas de condensación alimentadas con gas. Estas últimas se ubican en la sala de producción térmica 2 –en la planta cubierta–, mientras que la caldera de biomasa se sitúa en la sala de producción térmica 1, en la planta sótano -2. Desde la sala de producción térmica 2 se enviará, hacia la sala de producción térmica 1, un ramal con fluido calor portador (calentado mediante las calderas de condensación), para ser utilizado y gestionado por el sistema de regulación y control de producción térmica del edificio, que se encarga de informar de las temperaturas del sistema y de gestionar esta producción térmica según las demandas y las temperaturas de trabajo del sistema. Cuando este sistema de regulación y control actúa, siempre en función de las



Imagen de la obra acabada con los elementos de protección solar.

necesidades energéticas de ese momento y dando prioridad al uso de la caldera de biomasa respecto al grupo de condensación, desde la sala de producción térmica de la planta sótano -2 se repartirá el circuito de tuberías de distribución de energía térmica.

La energía generada por la unidad de producción térmica centralizada se usará indistintamente para el ACS y la calefacción de cada vivienda, empleando las centrales individuales, encargadas de la gestión y distribución de la energía en el interior de cada vivienda. El sistema de calderas de condensación se usará como apoyo energético a la caldera de biomasa cuando sea necesario en los momentos de mayor demanda del edificio.

Se han instalado contadores de energía en los subcircuitos de producción térmica de biomasa y de condensación, y en el subcircuito de distribución a las viviendas, para controlar los consumos energéticos y la correcta gestión de la instalación. Para la regulación y control individual de cada vivienda se usa la subestación de producción térmica, que se encarga de gestionar la producción energética de cada vivienda.

#### CALEFACCIÓN Y ACS

El sistema de calefacción y producción de ACS está formado por el mismo sistema de producción térmica (calderas de biomasa y condensación) y el mismo circuito de distribución hacia las subcentrales individuales de cada vivienda.

El sistema de calefacción en las viviendas se gobierna mediante unas subcentrales individuales, situadas en el exterior de la vivienda y en un lugar accesible para el mantenimiento y reparación de estos aparatos. Desde las subcentrales sale un circuito de calefacción hacia unos colectores de calefacción, situados en el interior de la vivienda, desde los que parten los distintos circuitos de calefacción que alimentan de calor en los radiadores o convectores, mediante circuitos monotubulares, colocados en las diferentes zonas.

De modo similar funciona la distribución de ACS en las viviendas: desde las subcentrales sale un ramal de agua caliente sanitaria preparada para su consumo hacia el interior del edificio que se calienta mediante un intercambiador de calor instantáneo. ■

#### FICHA TÉCNICA

**Edificio plurifamiliar entre medianeras con 32 viviendas protegidas, local comercial y 34 aparcamientos. Calle Morabos, 8-10-; calle Nord, 2-6; calle Amposta, 9. Barcelona.**

#### PROMOTOR

Qualitat Obres S.L.

#### GESTOR INMOBILIARIO

Grup Qualitat

#### PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA

Jordi Fernández i Joval y Francesc Domingo i López (Arquitectos. Est. Arquitectura Fernández, Domingo S.L.P.).

#### DIRECCIÓN DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Joan Olona i Casas y **Francisco Ruiz Mérida** (Arquitectos Técnicos. GQS 2004 S.L.P.). Ramón Yll i Felis (Ingeniero Industrial. Proen Enginyeria)

#### COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

Lídia Echànziz i Pou (Arquitecta Técnica, GQS 2004 S.L.P.).

**SUPERFICIE DE ACTUACIÓN:** 4.174,85 m<sup>2</sup>

**PRESUPUESTO:** 2.940.532,21 €  
Ratio: de 704,34 € / m<sup>2</sup>

#### FECHA DE INICIO DE LA OBRA:

7 de junio de 2011

#### FECHA DE FINALIZACIÓN DE LA OBRA:

20 de septiembre de 2012

#### EMPRESA CONSTRUCTORA

Tarraco Empresa Constructora S.L.U.