

## REHABILITACIÓN ENERGÉTICA INTEGRAL DE EDIFICIOS RESIDENCIALES EN BADALONA COMO DEMOSTRADOR NGEU

*D. Balaguer Valls<sup>1</sup>, B. Rull Falcó<sup>1</sup>, M. Rodríguez Fernández<sup>2</sup>, J. Ferrer Schwenk<sup>2</sup>, A. Campins  
Martín<sup>3</sup>*

1. COMA ARCHITECTURE, Barcelona, España
2. ROCKWOOL, Barcelona, España
3. CATEB, Barcelona, España

### RESUMEN

El parque anterior a NBE-CT-79 concentra edificios ineficientes y vulnerables a pobreza energética. Se plantea rehabilitación integral de cuatro bloques en Badalona (1977), 78 viviendas y 5508 m<sup>2</sup> en C/ Rambla Solidaritat-Lope de Vega. Inicial: Clase G, 231 kWh/m<sup>2</sup>·año energía primaria no renovable, 47,7 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año emisiones. Demanda: calefacción 125,9; refrigeración 6,8 kWh/m<sup>2</sup>·año (global 132,7). NGEU con doble objetivo: ≥60% reducción energía primaria no renovable, ≥75% demanda térmica; demostrador escalable alineado UE (-55% emisiones) y PRECAT/PROGROC.

Soluciones: SATE fachadas (1474 m<sup>2</sup>/edificio): REDArt ROCKWOOL, Rocksate Duo Plus (doble densidad), fijaciones mecánico-químicas. Cubierta (63 m<sup>2</sup>/edificio): Solarrock Multifix + SBS pizarra blanca reflectante. Carpinterías: PVC VEKA Softline 76 (triple junta TPEPCE).

Complementarias: amianto, accesibilidad, CAES antes/después. Resultados (CEX v2.3): energía primaria 231→88,4 kWh/m<sup>2</sup>·año (-62%), ahorro 785 MWh/año total. Emisiones 47,7→18,4 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año (-62%), -1060 tCO<sub>2</sub>/año (1713→653 t). Calefacción 125,9→28,7 (-77%), ahorro 535 MWh (693→158). Refrigeración 6,8→3,8 (-44%). Global 75% (132,7→32,5). Económico: 628.105 €/edificio IVA incl. (32.210 €/vivienda), total 2,512 M€. NGEU 21.000 €/vivienda (409.500 €/edificio) + privada. Modelo replicable masivo.

Colaboran: CATEB (asesoramiento técnico especialista), UPC (monitorización real de resultados), ROCKWOOL (aislantes, control, cubierta pionera España). Demostrador NGEU: lana roca incombustible, G→D, circular, CAES. Cumple PRECAT/PROGROC, escalable 6M viviendas catalanas >30 años, UE (-55% GEI 2030).

**PALABRAS CLAVE:** rehabilitación energética, lana de roca, SATE, cubierta plana, seguridad frente al fuego, Next Generation, CAES, monitorización.

## 1 INTRODUCCIÓN

El parque residencial español construido antes de 1980 presenta importantes déficits de aislamiento térmico, elevados consumos energéticos y problemas de confort y salubridad, especialmente en los bloques plurifamiliares de los años 60 y 70. La estrategia europea de renovación de edificios sitúa la rehabilitación de la envolvente como uno de los principales vectores para reducir emisiones, pobreza energética y dependencia energética exterior. En este contexto, la rehabilitación energética del conjunto de Rambla de la Solidaritat 41–47 y Lope de Vega 5–11, en Badalona, constituye un ejemplo representativo de actuación integral sobre un bloque residencial de altura media con estructura de hormigón y fachadas sin aislamiento.

El objetivo principal del trabajo es describir el caso del edificio de Rambla de la Solidaritat 45-47, Esc. E, primer bloque del conjunto en completar su rehabilitación, analizando las soluciones adoptadas, los resultados de mejora energética obtenidos a partir de los certificados de eficiencia energética y la viabilidad económica de la intervención. Adicionalmente, se pone el foco en el comportamiento frente al fuego de las soluciones de lana de roca empleadas y en el carácter demostrador de la monitorización energética previa y posterior a la obra.



**Figura 1.** Vista general rehabilitada del bloque 4

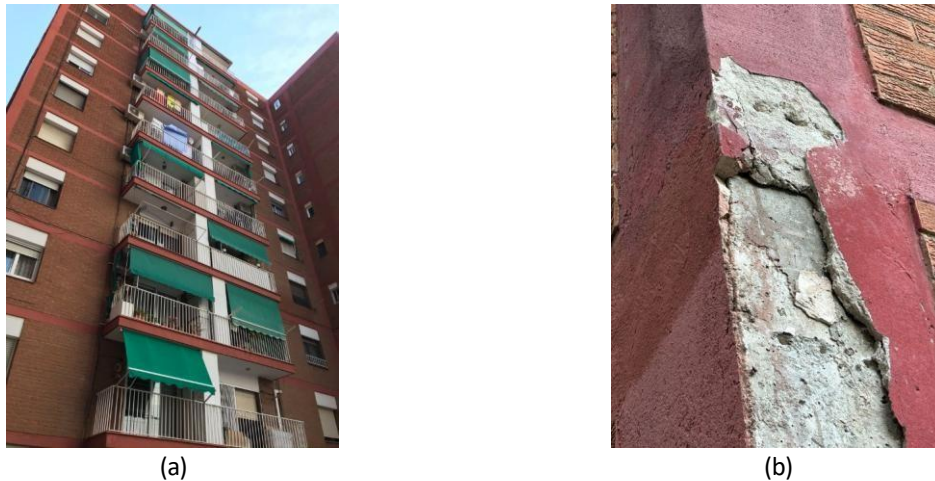
## 2 DESARROLLO

### 2.1 Descripción del edificio y diagnóstico

El edificio de Rambla de la Solidaritat 45-47, Esc. E, es un bloque plurifamiliar de 10 plantas sobre rasante y una planta sótano, construido en 1977 con estructura de hormigón armado, forjados unidireccionales y fachadas de fábrica de ladrillo hueco doble sin aislamiento. Se ubica en Badalona (zona climática C2), con clima mediterráneo templado, donde la demanda de calefacción resulta dominante frente a la de refrigeración, aunque con riesgo de sobrecalentamiento en verano.

El diagnóstico inicial, basado en la Inspección Técnica del Edificio (ITE), la memoria histórica y el certificado de eficiencia energética del estado actual (CEX v2.3), puso de manifiesto: ausencia de aislamiento en fachada y cubierta, puentes térmicos en frentes de forjado, deterioro de revestimientos

exteriores y carpinterías de aluminio sin rotura de puente térmico con vidrio sencillo. El certificado energético del estado inicial arrojó una calificación global G, con consumo de energía primaria no renovable de 231,2 kWh/m<sup>2</sup>-año y emisiones de 47,7 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-año.



**Figura 2.** Estado inicial del edificio: (a) Fachada principal antes de la intervención. (b) Deterioro en fachadas.



**Figura 3.** Alzado tipo del edificio. Fuente: Proyecto de rehabilitación.

## 2.2 Estrategia de la intervención sobre la envolvente

La estrategia de rehabilitación prioriza la actuación sobre los elementos pasivos del edificio frente a una renovación aislada de instalaciones, considerando que la mejora de la envolvente tiene un impacto duradero y reduce la potencia necesaria de los sistemas térmicos. Se opta por un sistema de aislamiento térmico exterior (SATE) con paneles de lana de roca en fachadas, un incremento significativo del aislamiento en cubierta con paneles de lana de roca de alta densidad y la sustitución de carpinterías por modelos de PVC con vidrio bajo emisivo y cámaras rellenas de gas.

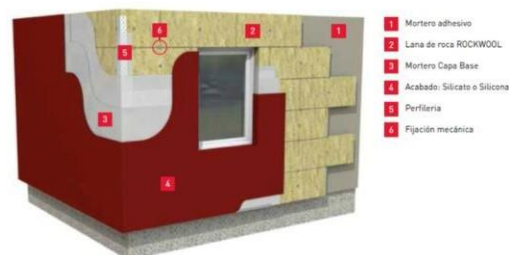
### 2.2.1 Fachadas: SATE con lana de roca

En las fachadas se emplea un sistema SATE con panel RockSATE Duo Plus de 10 cm de espesor, fijado mecánicamente y adherido al soporte de fábrica de ladrillo, con acabado mediante revoco orgánico sobre mortero de base armado. La conductividad térmica declarada del panel y el espesor adoptado permiten reducir significativamente la transmitancia térmica de los cerramientos, cumpliendo los requisitos del CTE DB-HE para zonas C2 en edificios existentes.

El sistema se complementa con el tratamiento cuidadoso de los encuentros con forjados, pilares e impostas, así como con la ejecución de remates en huecos y vuelos de balcón para minimizar puentes térmicos y garantizar la estanqueidad. Se presta especial atención a la integración del SATE con las barandillas existentes y a la coordinación con la sustitución de carpinterías, de manera que el conjunto funcione como una envolvente continua.



**Figura 4.** Proceso de ejecución del SATE: colocación de paneles de lana de roca. Fijación mecánica y adhesiva.



**Figura 5.** Detalle constructivo del sistema SATE con lana de roca de 10 cm. Fuente: Departamento técnico de ROCKWOOL.

### 2.2.2 Cubierta: sistema con Solarrock Multifix

En la cubierta plana no transitable se ejecuta un sistema de aislamiento térmico mediante panel Solarrock Multifix de 16 cm de espesor, colocado sobre formación de pendientes y bajo el sistema de impermeabilización, configurando una solución de cubierta caliente con protección pesada mediante baldosa cerámica. Según el fabricante, la lana de roca Solarrock Multifix está diseñada para cubiertas planas y presenta elevada resistencia a compresión, estabilidad dimensional y un comportamiento excelente frente al fuego.

Esta solución de 16 cm de lana de roca se aplica por primera vez en España en un edificio residencial plurifamiliar, dotando al proyecto de un marcado carácter innovador y demostrador. La mejora de la transmitancia térmica de la cubierta contribuye de forma decisiva a reducir tanto la demanda de calefacción en invierno como el riesgo de sobrecalentamiento en verano.

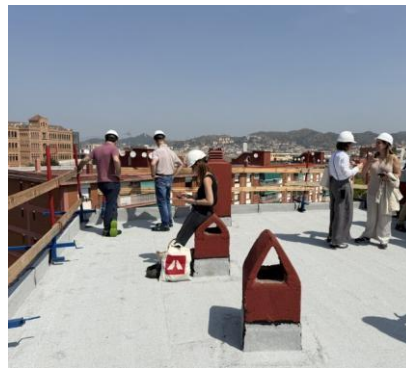


(a)



(b)

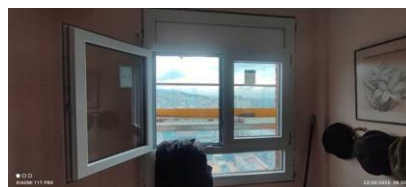
**Figura 6.** Ejecución de la cubierta: (a) Paneles Solarrock Multifix de 16 cm. (b) Proceso de instalación de la impermeabilización.



**Figura 7.** Cubierta terminada.

### 2.2.3 Carpinterías y huecos

Las carpinterías originales de aluminio sin rotura de puente térmico y vidrio sencillo se sustituyen por carpinterías de PVC con vidrio doble bajo emisivo y cámara rellena de gas, mejorando significativamente el coeficiente de transmisión térmica del hueco y su estanqueidad al aire. Esta actuación complementa la mejora de fachada y cubierta, reduce las infiltraciones y mejora el confort térmico y acústico en las viviendas.



**Figura 8.** Detalle de nueva carpintería de PVC con vidrio bajo emisivo integrada en SATE.

## Certificación energética y monitorización

### Certificados de eficiencia energética

Para cuantificar la mejora energética se realizan certificados de eficiencia energética del estado inicial y de proyecto mediante el programa reconocido CEX v2.3. En ambos casos se modeliza el edificio completo, incorporando las características constructivas reales, los sistemas de climatización existentes y los datos climáticos correspondientes a Badalona.

En el estado inicial, el certificado muestra: consumo de energía primaria no renovable de 231,2 kWh/m<sup>2</sup>·año, emisiones de 47,7 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año, demanda de calefacción de 125,9 kWh/m<sup>2</sup>·año y demanda de refrigeración de 6,8 kWh/m<sup>2</sup>·año, con calificación energética F en consumo, E en emisiones y G en demanda de calefacción. En el estado de proyecto, tras la incorporación del SATE de 10 cm, los 16 cm de lana de roca en cubierta y las nuevas carpinterías, se obtiene un consumo de energía primaria no renovable de 92,2 kWh/m<sup>2</sup>·año, emisiones de 19,2 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año, demanda de calefacción de 31,7 kWh/m<sup>2</sup>·año y demanda de refrigeración de 3,2 kWh/m<sup>2</sup>·año, con calificación D en consumo y emisiones y C en demanda de calefacción.



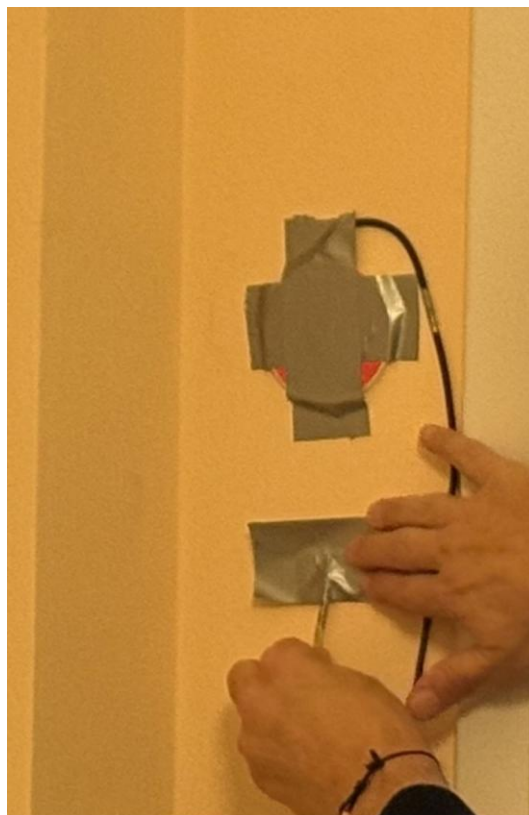
Figura 9. Infografía resumen: reducción energética y datos económicos.

### 2.3.2 Monitorización previa y posterior

Antes del inicio de las obras, por encargo de Rockwool y mediante una preselección de obras por parte del Cateb, la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), llevó a cabo una campaña de monitorización del edificio en su estado original durante el periodo de invierno, registrando temperaturas interiores, consumos energéticos y condiciones exteriores para establecer una línea de base fiable. Esta monitorización previa constituye el punto de referencia para comparar los resultados posteriores a la intervención.

Dicha monitorización se realiza mediante sensores que recogen una lectura cada media hora durante dos semanas, de los siguientes parámetros: flujo de transferencia de energía en pared de fachada, medición de temperatura interior y exterior y medición de la humedad relativa.

En el momento de preparación de este trabajo, está en curso la monitorización final del primer bloque completamente rehabilitado, el de Rambla de la Solidaritat 45-47, bajo condiciones de uso y clima similares a las de la fase previa.



**Figura 10.** Monitores de flujo energético y temperatura.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Mejora de la calificación energética y reducción de consumos

La intervención sobre la envolvente ha permitido alcanzar una reducción del 60,1 % en el consumo de energía primaria no renovable, pasando de 231,2 a 92,2 kWh/m<sup>2</sup>·año, y una disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> del 59,7 %, de 47,7 a 19,2 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año. La demanda de calefacción se reduce un 74,8 %, de 125,9 a 31,7 kWh/m<sup>2</sup>·año, y la demanda de refrigeración un 52,9 %, de 6,8 a 3,2 kWh/m<sup>2</sup>·año.

En términos de calificación energética, el edificio pasa de una situación global G en el estado inicial a C/D en el estado de proyecto, situándose dentro de los rangos de eficiencia compatibles con las exigencias actuales del CTE HE para edificios existentes en clima C2. Estos resultados confirman la eficacia de las actuaciones pasivas sobre fachada, cubierta y huecos como palanca principal de reducción de consumos y emisiones en bloques residenciales construidos antes de la generalización del aislamiento térmico.

### 3.2. Seguridad en caso de incendio y prestaciones de la lana de roca

Los paneles de lana de roca empleados en fachada (RockSATE Duo Plus) y cubierta (Solarrock Multifix) presentan clasificaciones de reacción al fuego Euroclase A1 y A2-s1, d0 respectivamente, considerándose materiales incombustibles o de contribución muy limitada al fuego. Esto supone una ventaja competitiva clara frente a otros sistemas SATE basados en aislantes plásticos como EPS o XPS, que se sitúan habitualmente en Euroclases B-s1, d0 a E y presentan mayor sensibilidad a la propagación de llama.

En un edificio de 10 plantas con altura de evacuación superior a 28 m, la elección de materiales de Euroclase A1/A2 para la envolvente facilita el cumplimiento holgado de los requisitos del CTE DB-SI en cuanto a reacción al fuego de fachadas y cubiertas. Además de la mejora térmica y acústica, la solución adoptada refuerza la seguridad de los ocupantes y la capacidad de intervención de los servicios de emergencia en caso de incendio.



**Figura 11.** Acabado final del sistema SATE con lana de roca (material incombustible).

### 3.3. Innovación, carácter demostrador y replicabilidad

La utilización del panel Solarrock Multifix de 16 cm en cubierta plana no transitable, aplicada por primera vez en España en un edificio residencial plurifamiliar, otorga al proyecto un marcado carácter innovador. Este carácter demostrador se ve reforzado por la monitorización in situ y por la documentación detallada de la solución constructiva, que pueden servir de referencia para futuras intervenciones en edificios similares.

La intervención se enmarca, además, en una estrategia coordinada sobre cuatro de los cinco bloques del frente Rambla de la Solidaritat 41–47 y Lope de Vega 5–11, lo que ha permitido estandarizar detalles, optimizar costes y generar una imagen urbana unitaria. Esta escala de actuación a nivel de conjunto residencial favorece la replicabilidad y el impacto agregado en términos de reducción de emisiones y mejora de la calidad urbana

### 3.4 Viabilidad económica: Next Generation y CAES

Desde el punto de vista económico, la actuación se apoya en ayudas del programa Next Generation EU, asociadas a una reducción de la energía primaria no renovable superior al 60 %, objetivo que el proyecto cumple según el certificado energético de proyecto. La subvención alcanza aproximadamente 21.000 € por vivienda, lo que supone unos 420.000 € para el edificio tipo.

El coste total de la rehabilitación energética de la envolvente (fachadas, cubierta y carpinterías) se sitúa en torno a 612.000 €, resultando un coste neto para los propietarios de unos 8.500 € por vivienda tras la ayuda Next Generation. Adicionalmente, la monetización del ahorro mediante Certificados de Ahorro Energético (CAES) proporciona unos 800 € por vivienda, mejorando la rentabilidad económica de la intervención. La combinación de ayudas directas y mecanismos de mercado demuestra que las grandes rehabilitaciones de envolvente pueden ser económicamente asumibles para comunidades de propietarios cuando se integran en programas de renovación a escala de barrio.

## 4. CONCLUSIONES

La intervención en Rambla de la Solidaritat 45 47, Esc. E demuestra que actuar de forma integral sobre fachadas, cubierta y carpinterías en un bloque de los años 70 permite pasar de una calificación energética global G a C/D, con reducciones superiores al 60 % en consumo de energía primaria no renovable y al 75 % en la demanda conjunta de calefacción y refrigeración. Este salto sitúa al edificio rehabilitado dentro de los estándares de eficiencia actuales y confirma el potencial de la rehabilitación de la envolvente como herramienta principal de descarbonización del parque residencial existente.

El uso de soluciones de lana de roca en fachada y cubierta aporta simultáneamente altas prestaciones térmicas, acústicas y un comportamiento frente al fuego muy superior al de otros sistemas habituales con aislantes combustibles, condición especialmente relevante en edificios residenciales de altura. La aplicación pionera de la cubierta con Solarrock Multifix y la monitorización previa y posterior convierten el proyecto en un caso demostrador de referencia, con gran capacidad de réplica en otros bloques similares.

Desde el punto de vista económico, la combinación de ayudas Next Generation EU y de los Certificados de Ahorro Energético (CAES) reduce el coste neto de la actuación a un nivel asumible para los propietarios, evidenciando el papel clave de los instrumentos de política pública y de mercado para activar la rehabilitación a gran escala. Finalmente, el proyecto pone de manifiesto que nuestra profesión puede ser de una gran utilidad en nuestra sociedad como expertos en rehabilitar el parque existente para hacer un mundo más sostenible y respetuoso con el medio ambiente y con los seres vivos que habitamos en ella.

Como apuntó hace casi medio siglo el filósofo alemán Hans Jonas, "actúa de tal modo que los efectos de tu acción sean compatibles con la permanencia de una vida humana auténtica sobre la Tierra", por lo que me atrevo a decir que nuestra profesión, y como expertos a en rehabilitación energética, ha de ser de una gran utilidad en nuestra sociedad como impulsora del cambio hacia la "descontaminación" del parque de viviendas existentes, para hacer un mundo más sostenible, respetuoso con el medio ambiente y con los seres vivos que habitamos en ella.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo de diversas instituciones y personas. En primer lugar, queremos agradecer a las administraciones públicas y al marco de ayudas europeas Next Generation EU, que han permitido financiar una parte muy significativa de la rehabilitación energética del conjunto de Rambla de la Solidaritat 41–47 y Lope de Vega 5–11.

Expresamos nuestro reconocimiento al Col·legi de l'Arquitectura Tècnica de Barcelona (CATEB) por su apoyo técnico constante en el ejercicio de nuestra profesión y, en particular, por el acompañamiento y asesoramiento prestado en este proyecto, así de como habernos permitido participar en el proceso de selección de obras a monitorizar.

Agradecemos especialmente a ROCKWOOL por su iniciativa de monitorizar en edificios rehabilitados los resultados de aplicar sus productos, su colaboración técnica constante en el diseño y desarrollo de las soluciones de lana de roca aplicadas en fachadas y cubierta, especialmente al presentarnos el sistema Solarrock Multifix implementado en las cubiertas de los edificios, siendo el edificio de Rambla de la Solidaritat 45 47 el primero del estado español en incorporar dicha solución técnica, así como la implicación comercial directa con el constructor.

Nuestro agradecimiento también a la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) y a la Escola Politècnica Superior de Edificació de Barcelona, responsables de la monitorización previa y posterior del edificio tipo, imprescindible para contrastar en condiciones reales los resultados de los ensayos de laboratorio y de los certificados energéticos.

De forma especial, queremos agradecer a la comunidad de propietarios su confianza, el haber vencido sus dudas iniciales y su colaboración durante todo el proceso constructivo, asumiendo las molestias que comporta una obra de esta envergadura. Sobre todo, a la comisión de obras, cuyo empeño, altruismo y visión de futuro, han allanado el complejo camino de emprender y culminar una intervención de este calibre.

Finalmente, queremos agradecer al comité organizador de CONTART 2026 la oportunidad de presentar este trabajo en esta maravillosa ciudad Mediterrania como es Alicante, y a todos ustedes por su interés y atención en conocer de primera mano la experiencia de la rehabilitación de Rambla de la Solidaritat 45 47 y el conjunto del que forma parte.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

[1] European Environment Agency, "Building renovation: where circular economy and climate meet," EEA Report, 2022. [Online]. Available: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/building- renovation-where-circular-economy-and-climate-meet>

[2] World Green Building Council, "Advancing Net Zero – Whole Life Carbon Vision," 2021. [Online]. Available: <https://worldgbc.org/climate-action/whole-life-carbon-vision/>

[3] HouseEurope!, "Yes to Renovation! No to Demolition!," 2024. [Online]. Available: <https://buildbetterlives.eu/2025/09/29/support-houseeurope/>

[4] Proyecto técnico de rehabilitación energética Rambla de la Solidaritat 45–47.