

COMISIÓN DE TRABAJO REHABILITACIÓN ENERGÉTICA INTEGRAL DE UN EDIFICIO

Estudio energético del parque edificado de granada.
Potencial de mejora.



Durante el primer semestre del año 2014 se ha desarrollado un estudio a cargo de una Comisión de Trabajo denominada "Rehabilitación Energética Integral de un Edificio" que partía con los objetivos simples de identificación y mejora de sistemas de envolventes y repercusiones del coste de rehabilitación. Pronto se puso de manifiesto la necesidad de hacer un trabajo más extenso, que englobara no sólo a las envolventes sino también a las instalaciones del edificio. De esa forma sería posible el conocimiento de la amortización de las posibles intervenciones de rehabilitación energética.

El alcance del estudio se centraba en el parque edificado de la ciudad de Granada, si bien la metodología seguida y posiblemente las conclusiones son extrapolables a otras localizaciones.

El edificio modelo

El primer paso dado por la Comisión fue elegir un edificio modelo que respondiera a las características más habituales de las viviendas de la ciudad. Para ello se realizó un estudio estadístico en el que se evaluaron 18 variables sobre un total de 127 edificios. Una vez estudiados los datos obtenidos se comprobó que el edificio modelo debía cumplir los siguientes requisitos:

- Haber sido construido entre los años 1960 y 1979, tener entre 4 y 7 plantas y entre 2 y 4 viviendas por planta.
- Tener un cerramiento a la fachada sin aislamiento y con puentes térmicos evidentes.
- Contar con carpinterías de ventanas o balcones de aluminio en color claro, con

persianas como sistema de oscurecimiento y vidrios simples o dobles. (Las mejoras de intervenciones en carpinterías son evidentes en la ciudad y el uso del vidrio doble está tan extendido como el simple por lo que el edificio modelo podría tener cualquiera de los dos)

- Utilizar una caldera de butano o gas ciudad para producción de ACS y no contar con calefacción ni con sistemas de refrigeración.

Estudiando los datos obtenidos se encontró un edificio que respondía a todos estos parámetros,



PARTICIPANTES EN LA COMISIÓN

Raúl Núñez Melgares
Bernarda Castilla Spa
Alejandro García Martínez
José Jesús Guardia Olmedo
Juan Miguel Cuenca López
Tomás Galiana Hernández
Daniel Parrilla López
Francisco Rodríguez Rubia
M^a Jesús Fontiveros Rodríguez
José Antonio Fernández Adarve
Jorge Fernando Millán Ruiz
María Suárez Ruiz
Jesús Casares Ruiz
Mariano Fernández Martín
Pablo Marín Gallardo
José D. García Punzón
Fernando Lara Díaz
Raúl Martínez Gea
Aida del Pilar Torrejón Artigas
Roberto Fernández Raso
Cristina Pérez Sánchez
José Miguel Alonso Castilla
Juan José Chinchilla Soto
Manuel Luis López Fernández

situado en la calle Polo y Caña, 10, en el barrio de La Cruz. Se trata de un edificio de 21 viviendas, en esquina, de forma irregular con dos fachadas a la calle y dos en medianera. Además de cumplir con los parámetros indicados anteriormente diremos que como datos particulares que el inmueble se sitúa sobre una parcela de 21,53m x 26,18m, con una superficie total de 530,08m², orientación NO-SO desviado 66° NO y con topografía plana. La parcela limita al norte con la calle El Guerra, al sur con un edificio medianero, al este con el espacio interior de manzana y al oeste con la calle Polo y Caña.

El edificio se encuentra definido por los siguientes sistemas constructivos:

- Estructura de hormigón armado, forjado unidireccional con viguetas prefabricadas y bovedillas cerámicas.
- El suelo de planta baja (locates) se encuentra en contacto con el terreno. Presenta un acabado con una solería de pavimento continuo ruleteado en locates. Carece de aislamiento térmico, teniendo un valor de transmitancia de 2,02 W/m²K.
- La fachada exterior está ejecutada con una capuchina formada por ladrillo cara vista en la hoja exterior, cámara de aire intermedia y tabiquería interior. No tiene aislamiento térmico, y el valor de transmitancia del cerramiento es de 1,69 W/m²K.
- Cubierta es plana, construida por un tablero sobre tabiquillos e impermeabilizada con tela asfáltica autoprottegida con acabado metálico (posiblemente este acabado provenga de una actuación de reparación en la impermeabilización). Al igual que en los casos anteriores la cubierta no presenta aislamiento térmico, y su valor de transmitancia es de 2,27 W/m²K.
- Respecto de los huecos indicar que la carpintería exterior está formada por perfiles metálicos de 34mm y vidrio simple, con persianas enrollables de material plástico. Con estos datos los valores de U del marco y del vidrio coinciden en el valor 5,7 W/m²K.
- La demanda de agua caliente del edificio se cubre mediante calentadores individuales alimentados por bombonas de butano.
- Actualmente no existe en el edificio una instalación de calefacción. Se establece por tanto la propuesta por la cual la demanda inicial de calefacción era cubierta por radiadores o estufas eléctricas en cada vivienda, criterio que coincide con la metodología aplicada en los procedimientos de calificación energética.

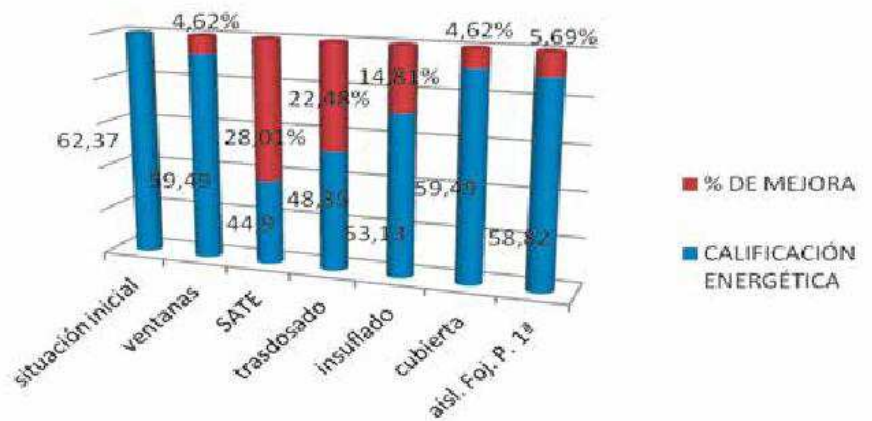


fig. 01

Calificación energética letra G con emisiones de dióxido de carbono de 62,37kgCO²/m² año

De esta manera y mediante la simulación para el cálculo de la demanda del edificio y la calificación energética inicial se obtuvo una calificación energética del edificio existente letra G con unas emisiones de dióxido de carbono de 62,37kgCO²/m² año.

Esta cantidad de emisiones ponía de manifiesto el pésimo estado del edificio y la necesidad de una intervención de rehabilitación energética, al igual que en gran parte del parque edificado de la ciudad. Indicar que todos los cálculos se han realizado para condiciones nominales.

Soluciones aplicadas

Una vez conocido el estado inicial se introdu-

jeron diversas soluciones de mejora sobre los cerramientos, la cubierta, las carpinterías y las instalaciones, calculando para cada una de ellas y sus combinaciones los resultados de reducción de emisiones y el costo por m².

De esta forma para las fachadas se analizaron los resultados obtenidos por tres sistemas de mejora que fueron, la aplicación de un SATE, el trasdosado con paneles de cartón yeso y lana de roca, y el insuflado en la cámara de aire de lana mineral.

La solución final adoptada de conjunto para el edificio fue la de un aislamiento mediante SATE en la fachada exterior, donde la presencia de los balcones corridos nos evitaría el uso a gran escala de andamios; mientras en las fachadas del patio se decidió colocar un trasdosado interior, para evitar de nuevo el sobrecoste del andamiaje si bien asumimos como un mal-

Material Empleado	Superficie / Ud.	Valor unitario	Valor final
SATE	1.210 m ²	58,85 €/m ²	71.208,50 €
Trasdosado	302 m ²	40 €/m ²	12.080,00 €
Ventanas			86.501,52 €
Cubierta	296,60 m ²	19,00 €/m ²	5.636,35 €
Aislamiento techo locales	438 m ²	5,70 €/m ²	2.500,00 €
Cladera Gas Natural	21	1800 €/m ²	37.800,00 €
Colectores Solares	21	2500 €/m ²	52.500,00 €
TOTAL			268.226,37 €

Superficie construida: 2.177,60 m²
Coste de la intervención: 268.226,37 €
Precio por metro cuadrado de superficie: 123,16 €/m²

Desglosando este precio se obtuvieron los siguientes ratios en función de las medidas a implantar en el edificio:

Actuando sólo en **cerramientos opacos**:
41,98€/m²

Actuando sólo en **huecos de fachada**:
39,72€/m²

Actuando sólo en **instalaciones**:
41,46€/m²

menor la reducción de superficie de las piezas que dan a los patios. Con estos sistemas eliminamos todos los puentes térmicos de pilares en fachadas y jambas de huecos.

Para la cubierta se eligió un sistema de losa tipo filtrón combinado con un sistema de paneles de XPS bajo una capa de grava. Por su parte para las carpinterías se optó por una solución en perfiles de PVC como sustitución de los actuales de acero o aluminio. Se necesitarían carpinterías con sistemas de apertura corredera y abatible, con un vidrio doble 4-16-4. Como última medida se realizaba un proyectado de 4cm de PUR sobre el techo de los locales.

De forma gráfica podemos ver en la figura 1 la comparación en la reducción de emisiones de dióxido de carbono en kgCO₂/m²año de cada una de las soluciones adoptadas.

Para la mejora de las instalaciones se decidió la sustitución de los actuales equipos individuales de generación de ACS mediante calderas de gas butano por equipos mixtos de calefacción y agua caliente sanitaria de calderas de condensación de Gas Natural.

Además se complementaría la producción de ACS con una contribución energética solar térmica que cubrirá un 70% de la demanda de agua caliente sanitaria.

Costes de obra

Se analizaron los costes de implantación de cada una de las soluciones y el ahorro que suponían, obteniendo el resultado óptimo para el sistema descrito. La siguiente tabla W1 se desarrolla el precio aproximado total de ejecución de la solución final adoptada.

Teniendo en cuenta las superficies tanto construida como de las fachadas, se puede obtener la repercusión de la solución final adoptada por unidad de medida (superficie construida).

La importancia del estudio pormenorizado de los puentes térmicos

La configuración del diseño de los balcones corridos en las fachadas exteriores del edificio

provocaba en el mismo un importante puente térmico que era necesario estudiar para conocer la posibilidad de minimizar su efecto sobre el aislamiento. Al estar diseñado el balcón como una continuación de la propia estructura de los forjados de las vivienda se hacía imposible evitar su efecto como puente térmico por lo que se modelizó mediante el programa Therm para conocer los flujos de calor y ajustar los valores de phi en el cálculo. De la misma manera se estudiaron los flujos con las tres soluciones para las fachadas descritas. A continuación se muestran los resultados obtenidos en el estado inicial, con un aislamiento tipo SATE, con trasdosado e insuflado. (Figuras 2 a 5 respectivamente).

El grado de exactitud y fiabilidad que un trabajo de esta índole requiere, debe ser la seña de distinción de cualquier intervención de un técnico formado, justificando mediante nuestros conocimientos y rigor, un trabajo de calidad que se ajuste a la realidad y necesidades de nuestros clientes, alejándonos de esta manera de los trabajos "por defecto", realizados sin rigor para justificar precios "low cost".

Es por ello que se calculó el valor real del puente térmico ϕ mediante el coeficiente acoplamiento térmico lineal obtenido del cálculo bidimensional de la componente que separa los dos ambientes que se consideran, la transmitancia térmica superficial de la componente unidimensional considerada, (en este caso del cerramiento) ambos en W/m-K y longitud del modelo geométrico bi-dimensional, obteniendo un resultado de 0,375, es decir, más de un 70% inferior al valor adoptado por defecto en el programa de 1,31. Este ajuste del valor de ϕ supone una reducción del 32,93% en el valor de emisiones globales sobre el que obtendríamos con valores de phi por defecto. El grado de exactitud y fiabilidad que un trabajo de esta índole requiere, debe ser la seña de distinción de cualquier intervención de un técnico formado, justificando mediante nuestros conocimientos y rigor, un trabajo de calidad que se ajuste a la realidad y necesidades de nuestros clientes, alejándonos de esta manera de los trabajos "por defecto", realizados sin rigor para justificar precios "low cost".

Es por ello que se calculó el valor real del puente térmico ϕ mediante el coeficiente acoplamiento térmico lineal obtenido del cálculo bidimensional de la componente que separa los dos ambientes que se consideran, la transmitancia térmica superficial de la componente unidimensional considerada, (en este caso del cerramiento) ambos en W/m-K y longitud del modelo geométrico bi-dimensional, obteniendo un resultado de 0,375, es decir, más de un 70% inferior al valor adoptado por defecto en

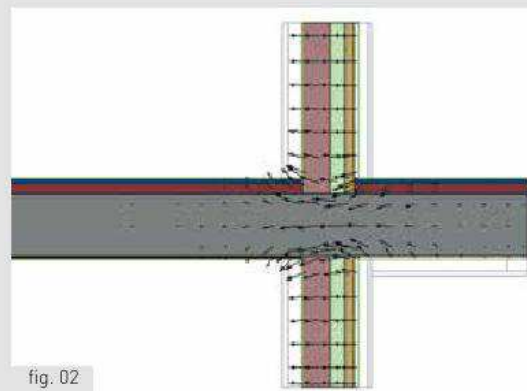


fig. 02

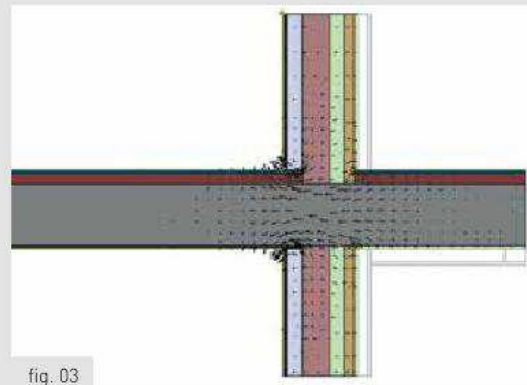


fig. 03

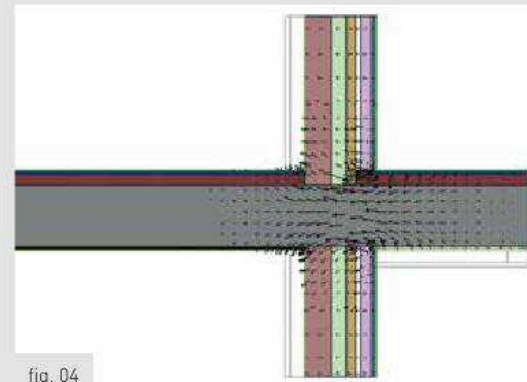


fig. 04

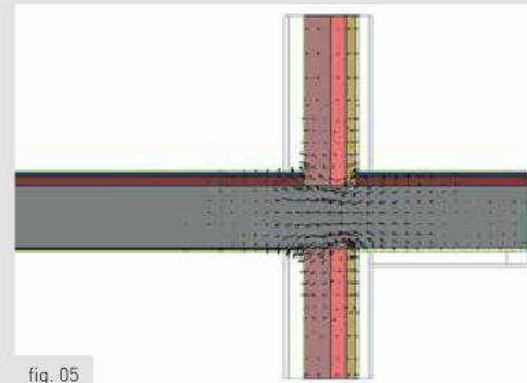


fig. 05

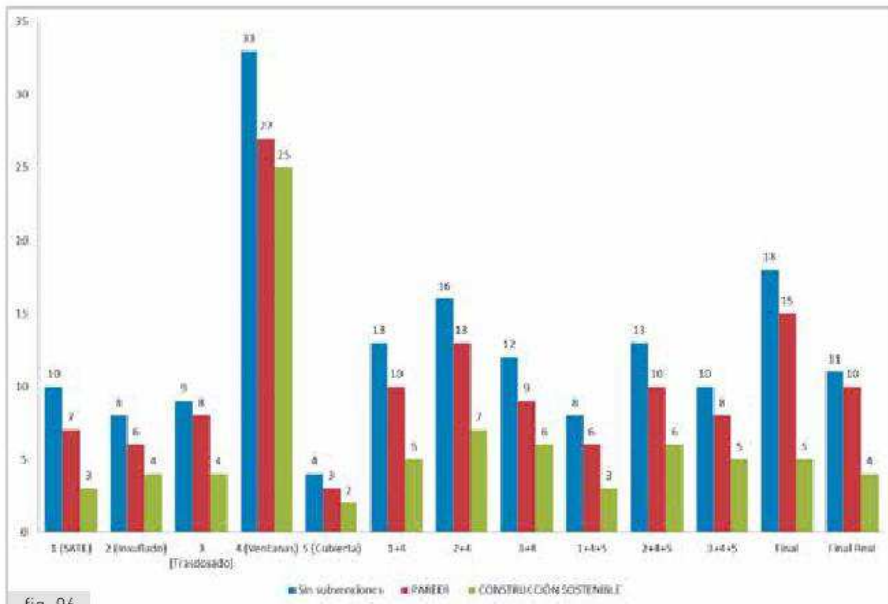


fig. 06

el programa de 1,31. Este ajuste del valor de ϕ supone una reducción del 32,93% en el valor de emisiones globales sobre el que obtendríamos con valores de ϕ por defecto.

Viabilidad económica y planes de ayuda

Encontrar la solución al problema de la rentabilidad de las inversiones supone resolver mediante un análisis técnico-económico la relación óptima entre el ahorro energético y la inversión realizada para mejorar la demanda y el consumo. Desde el primer momento tenemos que tener en cuenta que algunos beneficios pueden ser cuantificables (ahorro de combustibles, menor contaminación del medioambiente, etc.) mientras que otros serán difícilmente ponderables (mejor calidad de vida, vivir en ambientes más confortables en invierno y en verano...). Se trataba por tanto de determinar frente a las condiciones impuestas y conociendo su factibilidad técnica y su comportamiento térmico, la solución más rentable desde todos los puntos de vista.

Realizamos un estudio económico de viabilidad de las diferentes propuestas con el fin de tener un amplio abanico de opciones que, dependiendo del cliente final, fueran más o menos adecuadas y viables. La rentabilidad de la inversión realizada se analizó considerando una vida útil para los aislamientos y carpinterías de 30 años, y de 15 años para las calderas de condensación. Por lo tanto, se ha pretendido analizar la rentabilidad de cada inversión de mejora durante un periodo estimado y finalmente analizar la rentabilidad de estas aplicadas a la vez sobre el edificio.

Los cálculos de amortización nos arrojaron valores entre los 4 y los 33 años en función del alcance y tipo de mejora introducida en el edificio, si bien las soluciones más completas tendrán unos periodos de retorno de la inversión que estaría en una banda entre los 8 y los 18 años. Como periodo a resaltar indicaremos el obtenido en la solución final elegida, con un plazo de 11 años.

Finalmente se analizaron las repercusiones que tienen sobre los periodos de amortización los planes de ayudas que han existido, como comparación para futuros planes. En este caso se analizó el impacto que hubieran tenido el Programa PAREER y el Programa de Construcción Sostenible en Andalucía. Figura 6. ■

CONCLUSIONES

Según se desprende de los datos obtenidos en este estudio, podemos concluir que existe un gran potencial de ahorro, tanto de emisiones de CO2 como de consumo de energía, en el sector residencial, derivado de la tipología constructiva aplicada en los ciclos de crecimiento y expansión de las ciudades junto con una falta de adaptación y renovación de las características de estos edificios, a las nuevas necesidades, aprovechando la introducción de materiales y sistemas más eficientes.

La inversión en vivienda, se establece en general para el conjunto de la sociedad, como una inversión a largo plazo, contemplando plazos de vida útil reales superiores a los 100 años, por lo que parece lógico asumir que durante dicho período, ésta deberá sufrir varios procesos de adaptación y mejora, adecuándose a la tecnología y necesidades del momento.

Podemos observar que entre las medidas más eficientes se encuentran las que afectan a la parte opaca de la envolvente térmica, y dentro de ellas aquellos sistemas que resuelven la mayor cantidad de puentes térmicos, así como la necesidad de ejecutar el proceso de calificación con un mayor rigor en el cálculo y análisis de los datos.

La aportación que se consigue por medio de la mejora de las instalaciones esta entorno al 19%, aún a pesar de haber contemplado la incorporación de contribuciones energéticas. Así la mayor parte de la reducción es consecuencia de las mejoras introducidas en las fachadas del edificio, mientras que el resto de componentes se reparten, casi a partes iguales el porcentaje restante de ahorro conseguido.

Indicar también que se hace necesaria una reflexión sobre aquellas políticas de incentivos que contemplan la implantación de medidas de mejora individuales, sin vincular de ningún modo las aportaciones realizadas a la eficacia general del inmueble. Por lo que hemos podido ver durante el estudio ésta se reduce drásticamente si no se plantea la rehabilitación energética de manera global, por lo que entendemos que el grado de intensidad de estas ayudas debería estar necesariamente ligado a la eficacia en la consecución de los objetivos de reducción de emisiones y consumos.

En este mismo sentido, se deberían contemplar actuaciones que afecten al conjunto de las viviendas que conforman una unidad desde el punto de vista del comportamiento térmico y energético, no teniendo sentido, a nuestro juicio, intervenciones parciales en viviendas que forman parte de una unidad superior, puesto que la eficacia de las medidas que se propongan estará limitada por el comportamiento general del resto de la edificación.

Como conclusión final tenemos que indicar que el papel del Arquitecto Técnico, como el profesional más indicado para la intervención en este proceso, es el de un actor fundamental en el proceso, con la capacitación y cualificación más adecuada a los requisitos y necesidades específicas de la problemática de nuestro parque edificado.