

LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS EN LAS VIVIENDAS SOCIALES DE LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX A LA LUZ DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. Fuencarral y Palomeras Sureste

THE CONSTRUCTIVE SOLUTIONS OF THE SOCIAL HOUSING OF THE SECOND HALF OF THE TWENTIETH CENTURY IN THE LIGHT OF SPANISH BUILDING TECHNICAL CODE (CTE). FUENCARRAL AND PALOMERAS SURESTE

Juan Monjo¹, Rosa Bustamante¹, Luis Moya¹

¹ Escuela Técnica Superior de Arquitectura - Universidad Politécnica de Madrid (España)

RESUMEN: Se lleva a cabo un análisis de dos desarrollos de viviendas sociales de la segunda mitad del siglo pasado en Madrid, el Poblado Dirigido de Fuencarral (1960) y el barrio de Palomeras Sureste (1980), en cuanto a sus soluciones de estructura, fachada y cubierta desde el punto de vista constructivo, teniendo en cuenta las exigencias del Código Técnico de la Edificación. Se llega a la conclusión de que la obsolescencia es relativa y puntual, afecta a las estructuras de hormigón, como consecuencia de la evolución de las diversas instrucciones de hormigón estructural, y parcialmente a las fachadas, sobre todo a las multihoja, por la debilidad de la hoja interior y por la ausencia de aislante en muchos casos. Cabe mencionar que el análisis desde el punto de vista de ahorro energético podría introducir nuevos parámetros, que condicionarían de forma más radical la posible obsolescencia de las soluciones estudiadas, pero esto corresponde a otro tipo de estudio.

PALABRAS CLAVE: Soluciones constructivas, vivienda social, validez constructiva, siglo XX.

ABSTRACT: *In this article an analysis of two public housing developments of the past half century in Madrid, Poblado Dirigido de Fuencarral (1960) and Palomeras Sureste (1980) is carried out. The solutions of structure, facade and roof are analyzed from the construction point of view, taking into account the requirements of the Spanish Building Technical Code. This let us conclude that obsolescence is relative and timely. It does affect partially to the concrete structures as a result of the evolution of the various codes of structural concrete. Partially it affects the facades, especially to the multiwall ones, due to the weakness of the inner sheet and the lack of insulation in many cases.*

It is noteworthy that the analysis from the energy saving point of view could introduce new parameters that would condition in a more radical way the possible obsolescence of the studied solutions but that belongs to a different analysis.

KEYWORDS: *Constructive solutions, social housing, constructive validity, twentieth century.*

1. INTRODUCCIÓN

En los estudios sobre la recuperación de los desarrollos de viviendas sociales del siglo pasado, en general se analiza la problemática de la intervención desde los puntos de vista urbanístico, socio-económico y de gestión, dejando el estudio de los aspectos técnicos, casi exclusivamente a la rehabilitación energética.

Por el contrario, poco se incide en los aspectos

estructurales y constructivos, pues los estudios se dirigen sobre todo al estado de conservación y funcionamiento de la fachada ¹. Sin embargo, se puede citar la intervención en el Poblado Dirigido de Caño Roto de Madrid, en donde hubo que actuar en la estructura y cimentación de alguno de los bloques ².

En este artículo se analiza la evolución y posible obsolescencia de las soluciones constructivas de dos conjuntos representativos de viviendas de protección oficial de la segunda mitad del siglo XX de



FIG1. Vista del Poblado de Fuencarral en 1964 ⁴.

1. Lizundia-Uranga, I. (2015). La solución de fachada convencional del periodo desarrollista en el caso de Gipuzkoa: declive (y final) de un sistema constructivo. *Informes de la Construcción*, Vol. 67, 538, eo79, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.13.167>.
2. Ruiz Palomeque, G. (2015). Gestión de la rehabilitación sostenible en Grandes Conjuntos de las periferias urbanas por las administraciones públicas locales. *Informes de la Construcción*, Vol. 67, EXTRA-1, m025, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.14.047>.
3. L. Moya, J. Vinuesa, T. Sánchez Fayos y A. Olite, "Análisis del proceso de remodelación y realojamiento de barrios de Madrid", trabajo encargado por el IVIMA, Centro de Documentación Especializada de la Conserjería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid, 1986-87.

Madrid, a saber, el Poblado Dirigido de Fuencarral, de la década de 1960 (Fig. 1) y el Barrio de Palomeras Sureste, de la década de 1980 (Fig. 2) ³. Al mismo tiempo, se plantean los procesos patológicos presentes en dichos conjuntos edificados, y su eliminación o permanencia con las nuevas soluciones.

Dichos barrios fueron ejecutados con presupuestos escasísimos, en particular el primero. Siendo sus autores, cabezas de equipo, José Luis Romany para el Poblado Dirigido de Fuencarral y Juan Montes en la U 2 de Palomeras Sureste.



FIG2. Vista de Palomeras Sureste en 1983 ⁵.

Cabe mencionar que el P.D. de Fuencarral es un conjunto homogéneo protegido, como conjunto de bloques ⁶. El estado actual de ambos conjuntos se aprecia en las Figs. 3 y 4.

2. DESCRIPCIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

Para ello nos centraremos en las soluciones constructivas de los elementos estructurales y los cerramientos de fachada y cubierta que se indican en la



FIG3. Bloque en Poblado Dirigido de Fuencarral (estado actual).

4. Revista Arquitectura, año 6, nº 66:44, febrero 1964, Madrid.

5. Revista Arquitectura, nº 242:15, Madrid, 1983.

6. Ayuntamiento de Madrid (1997), Plan general de ordenación urbana, Ámbito de Ordenación API 08.08 Polígono de Fuencarral, barrio Valverde, Distrito Fuencarral-El Pardo.

Tabla 1, aunque los usuarios han realizado cambios en particular en los acabados.

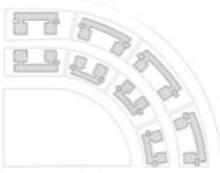
En los conjuntos estudiados se puede apreciar una evolución en las soluciones constructivas que va marcando la pauta de lo que va a ser la construcción de edificios de viviendas a finales de siglo y principios del XXI. Veamos dicha evolución y su actualidad u obsolescencia a la luz de la normativa técnica actual, el CTE. Para ello nos centraremos en las soluciones constructivas de los elementos estructurales y los cerramientos de fachada y cubierta.



FIG4. Torre tipo en el barrio de Palomeras Sureste (estado actual).

11

Tabla 1. Resumen de los sistemas constructivos

Conjunto	Estructura	Fachada	Cubierta	Ventanas
1956-1960 Fuencarral Baja +4 	Muros de carga de ladrillo perforado perpendicular a fachadas	Fachada frontal modificada por el cierre de terrazas, con carpintería de suelo a techo. Fachada posterior con ½ pie de ladrillo cerámico, manta aislante de fibra de vidrio y LH sencillo interior	Inclinada con plancha de fibrocemento sobre correas apoyadas en tabiques palomeros. Cámara de aire estanca	Carpintería de aluminio anodizado y vidrio sencillo
1980-1990 Palomeras Sureste Baja +11 	Pilares y vigas planas de hormigón armado	Multihoja con ½ pie de ladrillo cerámico, plancha de poliestireno expandido (EPS) y LH hueco sencillo interior	Plana con capa de pendiente de mortero aligerado, lámina bituminosa adherida 100%, manta antipunzonante, plancha de EPS y capa de grava	Carpintería de aluminio anodizado y vidrio con cámara de aire

3. ESTRUCTURA

3.1. Portante vertical

3.1.1. Muros de carga

a) Solución original

En Fuencarral los muros de carga se disponen perpendiculares a la fachada (Fig. 5). Lo que permite una mayor libertad en la solución y composición de la misma, tanto para la forma y tamaño de los huecos como para la incorporación de terrazas en los frentes.

No existía norma específica de fábricas de ladrillo, pues la primera norma es la MV 201, "Muros resistentes de fábrica de ladrillo", por Decreto 1324/1972, de 20 de abril. Más adelante, en 1990, aparecerá la NBE FL, "Muros resistentes de fábrica de ladrillo", que ha estado en vigor hasta la entrada en funcionamiento del CTE en 2006, en el cual se contemplan los muros de carga de fábrica de ladrillo en el DB SE-F.

b) Comprobación CTE

Actualmente los muros de carga de fábrica siguen siendo admisibles⁷, y su diseño y cálculo está definido en el DB SE F. En cualquier caso, el tiempo pasado desde su construcción hasta nuestros días, es la mejor prueba de la idoneidad del sistema constructivo utilizado en su momento.

Si analizamos los muros podemos comprobar que siguen cumpliendo, teniendo en cuenta los siguientes supuestos.

- Cargas permanentes y sobrecargas según CTE DB SE-AE
- Ambiente exterior IIb,
- Resistencia del ladrillo, M-20, resistencia del mortero M-10 y resistencia de la fábrica, 7 N/mm²

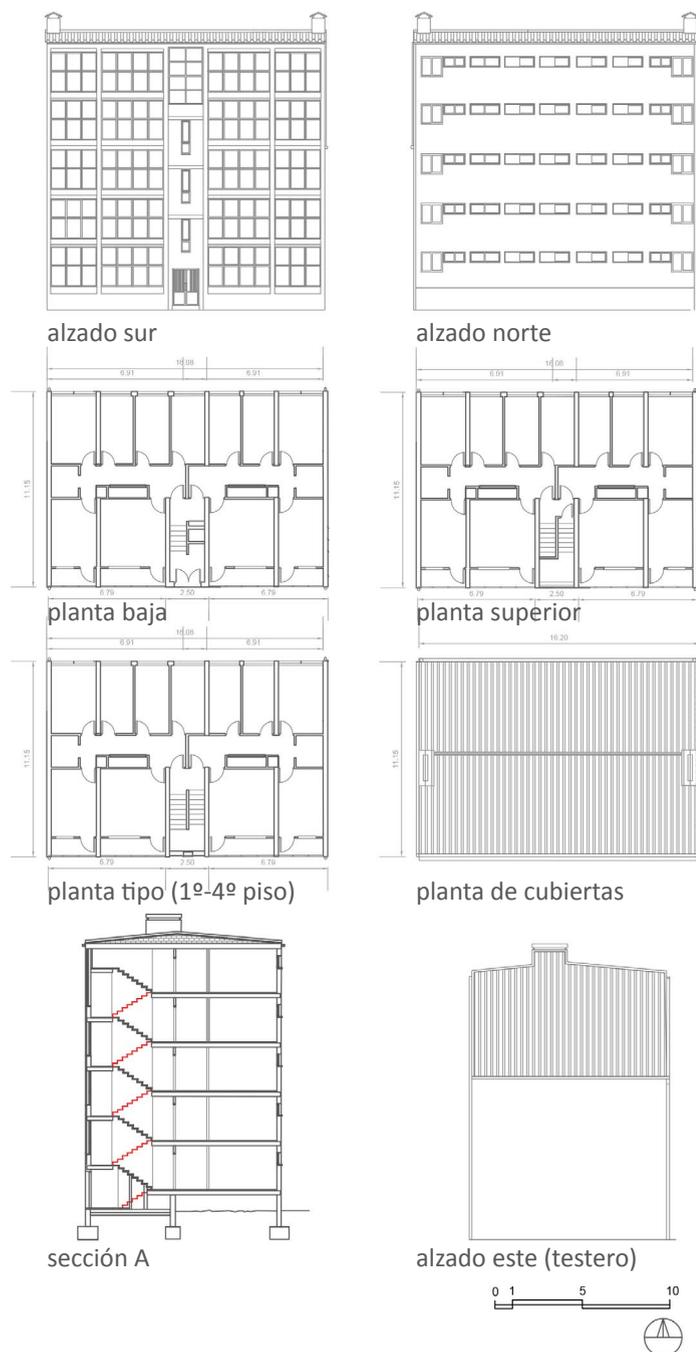


FIG 5. Tercera parte del bloque de viviendas.

- Resistencia a flexión paralela a tendeles, $0,1 \text{ N/mm}^2$
- Excentricidad, $e = 0,0125 < 0,28$

Así mismo, conviene comprobar la relación luz-canto de los forjados:

- En crujiás que varían entre 2,6 m y 4,6 m y canto de forjado de 0,15 m, las relaciones son:
 - o Crujiá 1, 2,6 m, $L/d = 17,3 < 20$
 - o Crujiá 2, 3,6 m, $L/d = 24 < 30$
 - o Crujiá 3, 2,2 m, $L/d = 14,7 < 30$
 - o Crujiá 4, 4,6 m, $L/d = 30,6 > 30$ (ligeramente por encima del límite establecido en el CTE).

En los edificios aparecen los cantos de los muros

de carga en la fachada frontal de los bloques (Fig. 6) y la cara exterior de los muros de carga en los testeros.

c) Patología

Presencia de grietas verticales en algunas esquinas, provocada, probablemente, por la dilatación del muro testero, que introduce esfuerzos cortantes en ambos frentes. Se ha encontrado un desprendimiento de frenteado de ladrillos, en la pilastra que remata el muro de carga transversal (Fig. 7), en la fachada posterior de uno de los bloques, pero no se encuentran grietas por flecha de forjados.

En este sentido, si aplicamos el CTE, no se especifica



FIG 6. Muros de carga en fachada frontal.

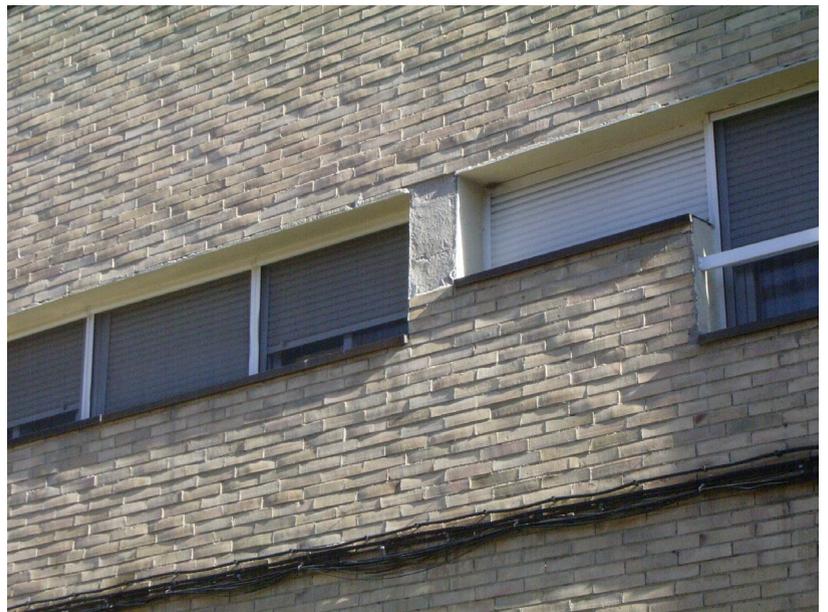


FIG 7. Desprendimiento de plaquetas.

7. Muñoz Soria, G., (2011), Las últimas construcciones de fábrica de ladrillo resistente: la generación de los años cincuenta a los setenta, Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Santiago 26-29 octubre 2011, eds. S. Huerta, I. Gil Crespo, S. García, M. Taín. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

BARRIO DE PALOMERAS SURESTE

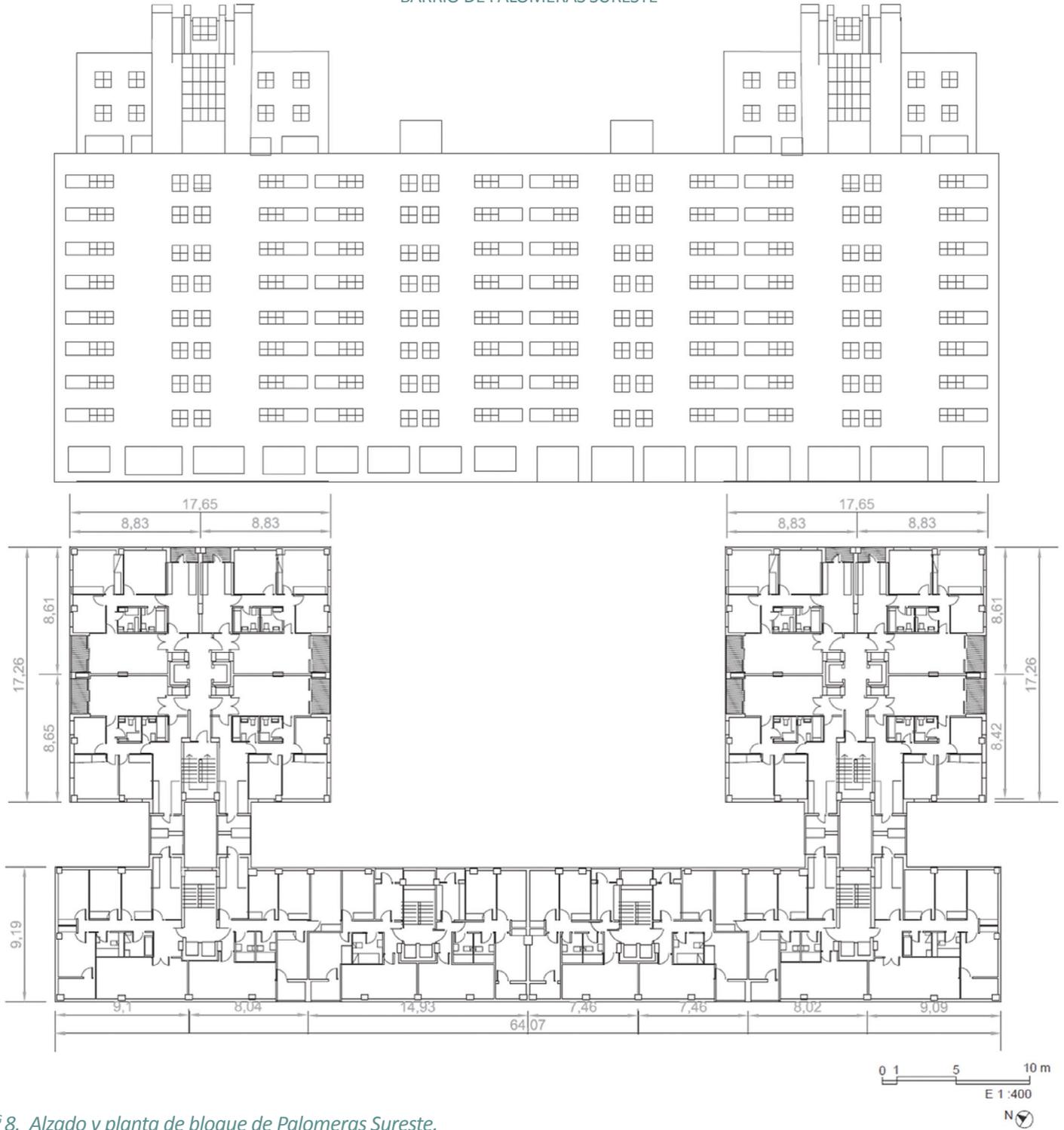


FIG 8. Alzado y planta de bloque de Palomas Sureste.

las distancias entre juntas de dilatación en fábricas sustentantes, lo que sí se hacía en la MV 201, según su tabla 4.1, aunque especificaba distancias entre 30 y 50 m. El DB SE F sólo plantea “juntas de movimiento” en las fábricas sustentadas, concretamente en la tabla 2.1 que comentaremos más adelante. Por ello es de prever que, si se hubieran construido estos conjuntos actualmente, habrían aparecido los mismos procesos patológicos (las mismas roturas).

3.1.2. Pilares y vigas

a) Solución original

En el caso del sistema portante del barrio de Palomeras, se trata de una estructura de vigas y pilares de hormigón armado (Fig. 8). En el momento de su construcción le debería afectar la norma vigente en ese periodo, es decir, la EH 80, aunque según el momento de la redacción del proyecto podría haber estado afectado por la versión anterior, es decir, la EH 73.

b) Comprobación del hormigón

La resistencia característica de hormigón actual debe ser, como mínimo, de 25 N/mm^2 , aunque no superior a 30 N/mm^2 , cuando en ese momento era de $12,5 \text{ N/mm}^2$. El espesor de recubrimiento se mantiene igual para estructuras ocultas, y la relación luz-canto de los forjados ha variado ligeramente. Concretamente veamos la situación de las dos dimensiones de crujiás existentes:

- Crujiá 1: 4,15 m. $L/d = 24 < 26$

- Crujiá 2: 4,6 m. $L/d = 26 < 30$

Por tanto, resultan relaciones adecuadas a la norma actual.

c) Patología

En el barrio de Palomeras sólo se ha detectado un desprendimiento puntual de las plaquetas de ladrillo del frenteado de un forjado en el bloque de la esquina noroeste del conjunto (Fig. 9), sin embargo, ninguna grieta, ni vertical ni horizontal, ni presencia de humedades de condensación.

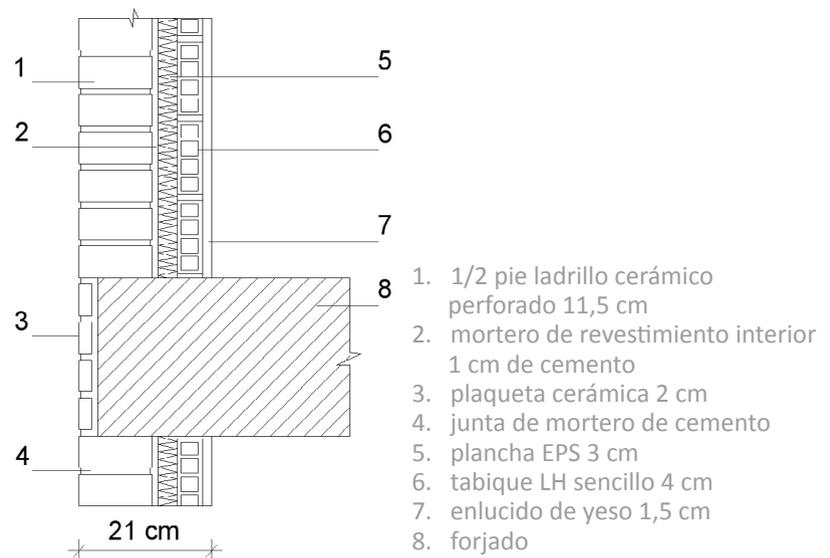


FIG 9. Desprendimiento puntual de plaqueta.

FIG 10. Sección de fachada de Palomeras.

3.2. Estructura de cubierta

a) Situación original

En los dos casos, aunque parten de una formación de faldones apoyada en la estructura horizontal superior de los edificios, también se puede percibir una cierta evolución. En efecto, se pasa de una cubierta inclinada, con cámara de aire a una solución de la llamada “cubierta invertida” sin cámara de aire y, por tanto, con un funcionamiento algo menos eficiente.

4. FACHADAS

a) Solución original

Esta solución se empezó a utilizar en los años de 1930, cuando se inició el uso de estructuras de pilares y vigas (primero metálicas y posteriormente de hormigón) como un cerramiento de fachada que, de algún modo, recordaba el anterior de muros de carga frentados por el exterior con ladrillo fino y trasdosados interiormente con tabique de pandereite (Fig. 10). Todo ello con un ahorro importante de material.

En un principio, la hoja exterior era de 1 pie y la cámara que la separaba de la hoja interior no tenía aislante y solía ser amplia con el objeto de alojar los pilares. A medida que fueron pasando los años, y con el objeto de conseguir un ahorro de material y una ganancia de espacio interior habitable, la hoja exterior se redujo a ½ pie y la cámara se estrechó al mínimo de 4 cm.

En cuanto a la introducción del aislante, sólo apareció la necesidad cuando empezó a surgir la preocupación por el ahorro energético y el confort interior, lo que no se materializó en una norma hasta el

decreto de ahorro energético de 1975, y posteriormente en la NBE CT 79. En este sentido cabe mencionar que la solución de fachada de Fuencarral es pionera en la inclusión de manta aislante en fachada en un momento en que no era preceptivo.

Cabe mencionar que esta solución de fachada se ha mantenido vigente hasta bien entrados los años de 1980 en que se inició la sustitución del tabique interior de hueco sencillo por uno de hueco doble, lo que mejoró claramente la eficiencia energética de estas fachadas al desplazar hacia afuera el aislante y aumentar, aunque fuera ligeramente, la masa de la hoja interior y, por tanto, la inercia térmica del cerramiento. También se ha introducido la solución de trasdosado con placas de yeso laminado recibidas con rastreles, cuando la tabiquería interior se resuelve con este sistema. El catálogo del CTE mantiene estas soluciones, variando el espesor de la capa aislante.

b) Comprobación CTE

Si aplicamos las condiciones de impermeabilidad indicadas en el CTE DB HS 1 obtenemos lo siguiente:

- El grado de impermeabilidad, según la tabla 2.3, es 3.

- Las condiciones de la solución de la fachada según la tabla 2.7 pueden ser:

$B2+C1+J1+N1$ - $B1+C2+H1+J1+N1$ - $B1+C2+J2+N2$
- $B1+C1+H1+J2+N2$

Ambos casos (Fuencarral y Palomeras) cumplen B1, (“aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal”), pero no B2 (“barrera de resistencia alta a la filtración”). Cumplen también C1 (“½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecáni-

camente”), pero no C2 (“hoja principal de espesor alto”). Podemos suponer que el ladrillo cerámico de la hoja exterior cumple también H1 (“succión $\leq 4,5 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}$ ”).

También podemos asumir que cumplen J1 (“Las juntas deben ser al menos de resistencia media a la filtración”), aunque en el caso de Fuencarral hemos visto muchas llagas sin mortero en el exterior. Desde luego consideramos que no cumple J2 (“Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración”). Por último, tenemos dudas sobre el cumplimiento de N1 por parte de Fuencarral, y consideramos que sí lo cumple Palomeras (“enfoscado [interior] de mortero con un espesor mínimo de 10 mm”). Desde luego, ninguno cumple N2 (“revestimiento de resistencia alta a la filtración”).

Reflejando en sombreado oscuro las condiciones que no se cumplen, tendríamos el resultado final:

B2+C1+J1+N1 - B1+C2+H1+J1 +N1 - B1+C2+J2+N2
- B1+C1+H1+J2 +N2

En definitiva, ninguno de los dos conjuntos edificados cumple ninguna de las cuatro opciones de forma completa; podríamos decir que la solución constructiva está obsoleta desde el punto de vista del DB SH 1.

Otro aspecto que también hay que tener en cuenta es la transmitancia total del paño ciego, independientemente de que existan los mencionados puentes térmicos, dentro de un enfoque integral⁸. No obstante, la transmitancia y el comportamiento energético general no se analiza en este trabajo.

c) Patología

En los dos conjuntos estudiados con este tipo de fachada (Fuencarral y Palomeras) no hay grandes problemas patológicos, debiendo reseñar sólo los siguientes:

- Grietas verticales en algunos muros testers en Fuencarral, ya indicados en el apartado de estructura, toda vez que dichos muros son de carga. Estas grietas pueden deberse a la mayor debilidad de la hoja exterior en los muros resueltos como “capuchinos”, con dos $\frac{1}{2}$ pies trabados con grapas.

- Desprendimiento puntual de plaquetas de ladrillo frenteando el canto de forjado en una de las torres de Palomeras, debido a la debilidad de estos frenteados en la solución tradicional de muro de ladrillo visto continuo. Este problema habría aparecido igualmente en una solución constructiva según el CTE, puesto que la nueva normativa permite la ejecución de muros de ladrillo “semiconfinados”, con frenteado de forjados con plaqueta.

- Por el contrario, en el conjunto de Fuencarral no se ha encontrado ningún caso de este tipo de desprendimientos en los frentes de forjados, quizás porque no existen, aunque sí se ha detectado uno en el frente del extremo de un muro de carga transversal.

En ningún caso se aprecian problemas de humedad por filtración, aunque se han detectado condensaciones intersticiales en la interfaz mortero de cemento y aislamiento en fachada en el P.D. de Fuencarral; ello habría originado que el arquitecto proyectista, en los primeros años de vida del pobla-

8. Ludevid, J. (2015). Hacia la generalización de la rehabilitación integral o arquitectónica de la edificación española. Informes de la Construcción, Vol. 67, EXTRA-1, nt001, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.14.053>.

do, añadiera una hoja exterior de protección a los testeros a base de plancha ondulada de fibrocemento en las dos plantas superiores (Fig. 5 alzado este).

5. CUBIERTAS

5.1. Cubierta inclinada

a) Solución original

En el P.D. de Fuencarral mediante plancha ondulada de fibrocemento sobre correas metálicas que, a su vez, descansan sobre tabiques palomeros (Fig. 11). Se genera una cámara de aire que, en principio, parece no ventilada, y dispone de aleros que vuelven sobre canalón visto, conectado a bajantes. Su ejecución no responde a ninguna norma técnica, en cualquier caso, inexistente en las épocas en que se construyeron ambos conjuntos.

b) Comprobación CTE

El CTE establece una serie de componentes para las cubiertas que deben estar situados por encima de la estructura soporte, de los cuales la mayoría se

refieren a las cubiertas planas. La nuestra dispone de los siguientes elementos, siguiendo la nomenclatura del punto 2.4.2 del DB HS 1:

a) Un sistema de formación de pendientes; la plancha ondulada de fibrocemento, con una pendiente del 7%, inferior al 10% exigido por el apartado 2.4.3.1,

d) Un aislante térmico; manta de fibra de vidrio sobre el forjado,

k) Un sistema de evacuación de aguas a base de canalones y bajantes.

Dispone, asimismo, de una cámara de aire, de la que tampoco se conoce su posible ventilación, pues no se han detectado las rejillas correspondientes.

La solución no tiene separación entre la formación de pendientes y el tejado propiamente dicho, pues la plancha de fibrocemento cumple los dos requisitos. En su conjunto, la cubierta no cumple todos los requisitos del CTE, entre otras cosas por no disponer de todas las capas indicadas en el mismo (sólo 3 de 11), aunque, como hemos dicho antes, hay que mencionar que dichas capas, en el CTE, pare-

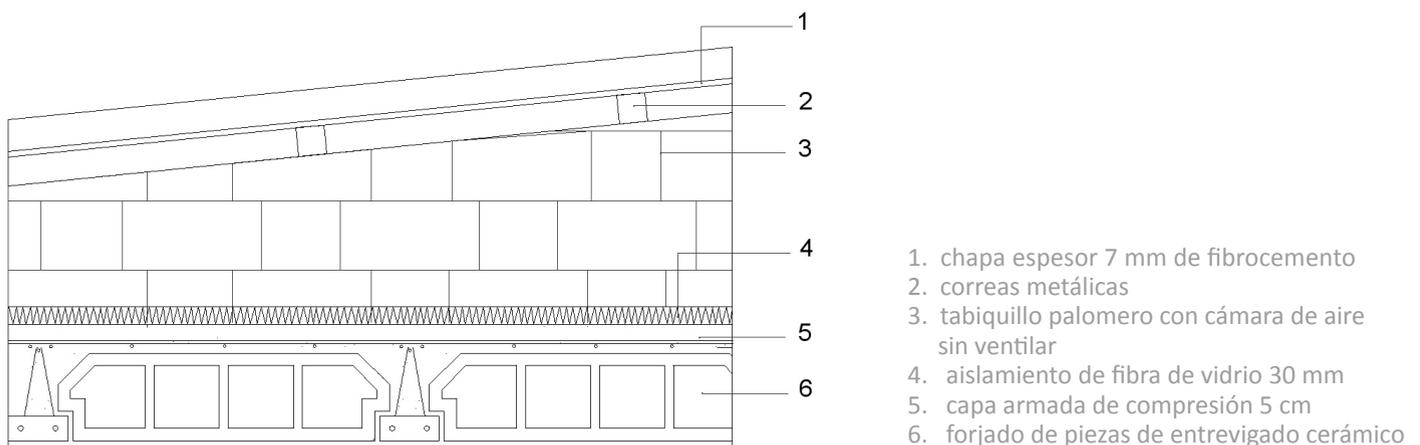


FIG 11. Sección por cubierta de Fuencarral.

cen pensadas sólo para cubiertas planas y no para las inclinadas. También aquí habría que analizar la transmitancia global de la cubierta y, por tanto, el riesgo de condensaciones, tanto superficiales interiores como intersticiales.

c) Patología

En Fuencarral no tenemos noticia de arreglos globales en las cubiertas, aunque se pueden ver algunos bloques en los que se ha llevado a cabo una intervención total que, por supuesto, incluye la cubierta, con sustitución de canalones y bajantes. Ello nos hace pensar que no han aparecido procesos patológicos importantes en las mismas.

5.2. Cubierta plana

a) Solución original

Es el caso de Palomeras se trata de una “cubierta invertida”, muy corriente en la época de su ejecución, y cumplidora de la NBE CT 79, de obligado cumplimiento en esa época. Probablemente compuesta de las siguientes capas, a partir del forjado

de la última planta: mortero aligerado para formación de pendiente; lámina bituminosa impermeable adherida al 100%; manta geotextil antipunzonante; plancha aislante de poliestireno extruido; capa de grava de protección y contrapeso de la capa aislante (Fig. 12).

b) Comprobación del CTE

De los componentes que establece el DB HS 1, en su apartado 2.4.2, la cubierta dispone de los siguientes:

- a) Sistema de formación de pendientes, con el mortero aligerado sobre el último forjado;
- f) Una capa de impermeabilización, la lámina bituminosa adherida al 100%;
- c) Una capa separadora bajo el aislante térmico, un geotextil antipunzonante;
- d) Un aislante térmico, el poliestireno extruido;
- i) Una capa de protección, la grava; y
- k) Un sistema de evacuación de aguas a base de sumideros conectados a bajantes.

En su conjunto dispone de más de un 50% de los

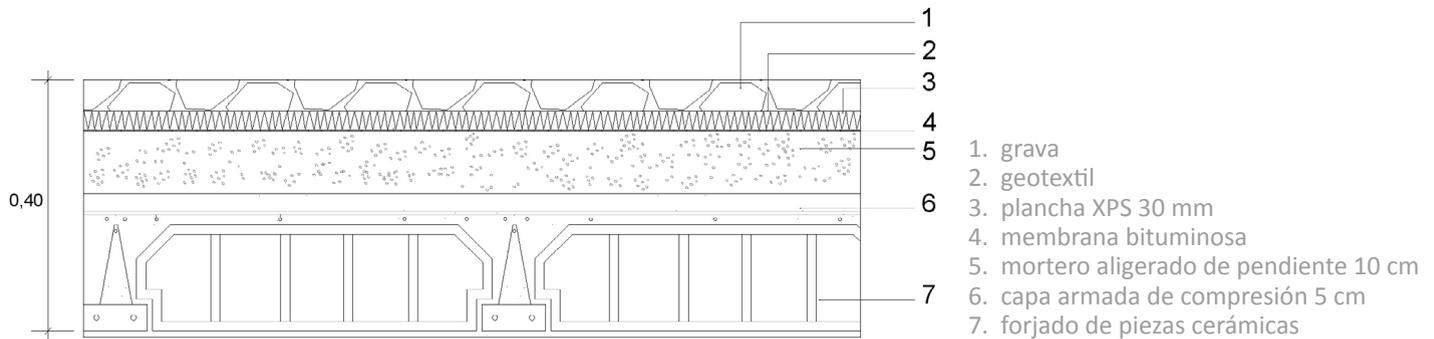


FIG 12. Sección por cubierta de Palomeras.

elementos exigidos. No sabemos si esto supone el cumplimiento de las exigencias del CTE o no, aunque en nuestra opinión sí lo hace, por lo que no se puede considerar obsoleta, al margen de que cumpla o no la transmitancia requerida. A pesar de ello, tiene el riesgo de que aparezcan los procesos patológicos habituales, lo que nos puede llevar a pensar que la actualización de la normativa en este caso no resuelve los problemas que ya existían con la normativa anterior.

Un caso muy representativo es el del encuentro de los faldones con los paramentos verticales, en los que la normativa anterior no consideraba necesario introducir junta de dilatación. En el DB SH, en su apartado 2.4.4.1.1., indica que *“Deben disponerse juntas de dilatación de la ..., siempre que exista un encuentro con un paramento vertical...”*. Sin embargo, en el apartado 2.4.4.1.2., no lo grafía así, y da por supuesto que esta junta no es necesaria, lo que coincide con la normativa anterior.

Ello hace que se sigan produciendo filtraciones en esos puntos.

c) Patología

Además de las posibles humedades por filtración, de la condensación superficial interior en invierno por excesiva transmitancia, al reducirse la resistencia térmica del aislante cuando se humedece, así como de la condensación superficial interior e intersticial en el perímetro por puente térmico en el mismo, al interrumpirse la continuidad del aislante por la estructura horizontal, hay que tener en cuenta que este tipo de cubierta, sin cámara de aire, suele ser insuficiente en verano cuando la temperatura superficial exterior es muy superior a la temperatura del aire exterior, por lo que la temperatura superficial interior resulta demasiado alta con la inevitable pérdida de confort en los locales inmedia-

tamente debajo de dicha cubierta. No obstante, en nuestro caso, no se tiene constancia de la existencia de alguna de estas lesiones.

6. CONCLUSIONES

a) La evolución de las soluciones constructivas desde la mitad del siglo XX hasta la actualidad no ha sido muy importante, por lo que podríamos afirmar, en general, que las soluciones que se usaron en aquel momento tienen validez con respecto a las actuales, especialmente en edificios de viviendas.

b) En todo caso, se fue confirmando un primer cambio en las soluciones estructurales, que ya se había iniciado en el segundo tercio del siglo, pasando de muros de carga de ladrillo a la solución de pilares y vigas, y de forjados de viguetas de madera o metálicas a forjados de viguetas prefabricadas o de losas reticulares de hormigón. Por otra parte, hay un paso constructivo de fachada de una hoja (la estructura) a fachada de dos hojas con cámara de aire, que sigue en uso.

c) El sistema estructural de Fuencarral, a base de muros de carga de 1 pie, sigue en uso en la actualidad y lo contempla y normaliza el CTE, por lo que no se puede considerar obsoleto en absoluto.

d) La solución constructiva de las fachadas, una vez superado el uso de las mismas como elemento estructural, lo que ocurre durante el primer tercio del siglo XX, se resuelve con una solución multihoja que, con ligeras variaciones, se sigue utilizando en el siglo XXI. En todo caso, en su composición es donde podemos hablar de una ligera obsolescencia.

En efecto, la mayoría de las soluciones en el tramo central del siglo XX (1930-1975) utilizan un trasdado de ladrillo hueco sencillo y en muchos casos,

hasta 1970, dejan la cámara de aire vacía. Por el contrario, a partir de la aparición del decreto de ahorro energético de 1975, dicha cámara se llena con manta aislante, incluso con anterioridad, como hemos visto en el caso de Fuencarral, en 1960. Así mismo, a partir de 1985 se empieza a trasdosar interiormente con ladrillo hueco doble, lo que confiere a la fachada un mejor comportamiento térmico.

En definitiva, la solución de fachada multihoja en la primera parte de la segunda mitad del siglo XX se puede considerar con una composición obsoleta, y en la comprobación con el CTE se ha visto que ninguno de los dos casos estudiados cumplía.

En cualquier caso, incluso en la actualidad la fachada multihoja no siempre se construye adecuadamente, especialmente cuando se interrumpe el aislante intermedio, generando un puente térmico que, aunque no tenga siempre relevancia a nivel energético, sin embargo, si la tiene a nivel constructivo por los procesos patológicos que la condensación provoca (manchas de humedad, eflorescencias, erosiones, etc.).

e) En el caso de las cubiertas inclinadas con cámara de aire, siguen siendo soluciones válidas siempre que controlemos la ventilación de la cámara y aportemos el aislamiento necesario; en todo caso, las de fibrocemento tienen que estar fabricadas sin asbesto. Por su parte, las cubiertas planas invertidas son también aceptadas, aunque su funcionamiento energético es peor que las planas con cámara de aire.

f) En cualquier caso, cabe comentar que en este trabajo se trata de fomentar la recuperación de barrios de vivienda social proyectados a mitad del siglo XX por los mejores arquitectos españoles, den-

tro de una consideración de patrimonio cultural. La economía de las intervenciones constructivas de reforma tendría por finalidad, además de conservar las intenciones del proyecto original, el mantenimiento de la población que inauguró el barrio.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo recoge parte de los resultados parciales del proyecto de investigación CSO2013-42393-R, PROVISIO, *Transformar para proteger. restauración sostenible de la vivienda social española del siglo XX en el contexto europeo*, subvencionado por el programa estatal de investigación, desarrollo e innovación orientado a los retos de la sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016, convocatoria 2013. También a Pilar Rodríguez Monteverde y Elena Díaz por su colaboración.