

## EVOLUCIÓN DE LA FACHADA VENTILADA Y PROPUESTA DE FUTURO

**CRISTINA PARDAL , IGNACIO PARICIO**

Escuela de Arquitectura del Vallès y Escuela de Arquitectura de Barcelona

### *Construcciones Arquitectónicas I*

La fachada ventilada supone una gran mejora frente a la “convencional”, aun así, no podemos dar la solución que actualmente resulta más habitual como definitiva. Queda mucho por mejorar.

La mayoría de fachadas ventiladas confían la estabilidad de la hoja exterior a la hoja interior de fábrica de ladrillo u hormigón, produciéndose una contradicción: ¿Cómo un elemento ligero, característico de la construcción industrializada y basado en soluciones constructivas permisivas, puede depender para su estabilidad de una pared de fábrica de ladrillo que se rige por criterios que derivan de la construcción coercitiva convencional y conlleva un ritmo de trabajo mucho más lento?

Si la fachada ventilada ya ha dejado atrás la resolución de la hoja exterior con fábrica de ladrillo apoyada en pro de sistemas más industrializados y que aportan mayor libertad al proyectista, algo similar está pasando ahora con la hoja interior.

La falta de un modelo claro y de una teorización de la solución constructiva, lleva a la proliferación de casos puntuales experimentales donde, a veces, no queda claro cómo se está resolviendo cada uno de los requerimientos de la envolvente. Son soluciones confusas.

Nada ayuda en este panorama la gran proliferación de ofertas de productos y sistemas que emergen desde los orígenes más dispersos del sector intuyendo un mercado con futuro pero sin demasiado conocimiento del funcionamiento global de estas envolventes.

Los planteamientos del recién aprobado Código Técnico de la Edificación, en una primera lectura y antes de ponerlo en práctica, no parecen aportar nada positivo a esta situación.

El presente estudio pretende, a partir del análisis de varios casos de fachadas ventiladas construidas con hoja interior y exterior ligeras, establecer unos tipos que permitan ordenar y entender cada una de las soluciones. La clasificación de los tipos se basa en la respuesta que dan a la resolución de los requerimientos de **planeidad, estabilidad y estanqueidad al aire**.

Este estudio permitirá como conclusión plantear una solución de fachada ventilada ligera que responda, de una forma clara, a cada uno de los requerimientos que debe satisfacer la envolvente y que aporte los valores añadidos de la industrialización, la libertad compositiva y la ganancia de espacio útil al reducir el grueso del cerramiento.

\*\*\*\*\*

En la fachada ventilada de hoja exterior colgada hemos sustituido la hoja pesada de ladrillo apoyada en los forjados por unas piezas soportadas por la hoja interior. Suponemos hasta aquí que esa hoja interior sigue siendo una hoja de albañilería capaz de asumir esas cargas. Esta hoja interior pesada cumple otras muchas funciones cuya importancia sólo percibimos cuando intentamos sustituirla por una hoja ligera.

La voluntad de superar la construcción artesana de la hoja interior, y de liberar definitivamente la composición de la fachada de las exigencias tectónicas de la albañilería, está impulsando la evolución hacia diversos tipos de soluciones técnicas para aligerar la hoja interior y reducir el número de funciones que se le encomiendan.

Recordemos las funciones de la hoja interior que tendrá que asumir el nuevo material ligero o algún otro elemento interpuesto:

La primera función, la estanqueidad al aire, era poco analizada en la fachada pesada puesto que la asumía con facilidad la hoja interior de albañilería inserta entre forjados. Al evolucionar hacia soluciones más ligeras, esa estanqueidad merece cada vez más atención. Recuérdese que la cámara de aire está sometida a cambios de presión provocados por el viento, con lo que cualquier perforación de un tabique interior puede producir intercambios de aire con el espacio habitable. Este problema se ha dado en fachadas en las que la hoja interior se reducía a una lámina simple de cartón yeso que era perforada por las cajas de instalaciones eléctricas.

La estabilidad frente a las acciones del viento, la segunda función, también era asumida con facilidad por la albañilería de la hoja interior. Al ir utilizando soluciones más ligeras, esa función pasa a ser responsabilidad de algún otro elemento con capacidad estructural, como pueden ser montantes metálicos o láminas con cierta capacidad mecánica, que se sitúan tanto insertos entre forjados como tendidos por el exterior de sus cantos.

Sin embargo, la planeidad de la hoja exterior, –la tercera función–, no es inmediata en la solución de hoja interior pesada. Si no se ha levantado la albañilería con un control general de la nivelación en el conjunto de toda la fachada, tendrá que ajustarse con el anclaje de la hoja exterior. Esta dificultad puede simplificarse mucho con las nuevas soluciones.

La hoja interior cumple otras funciones significativas que, aunque no inciden en nuestra argumentación, creemos que deben reseñarse aquí:

- soportar el aislamiento térmico,
- aportar inercia térmica,
- mejorar el aislamiento acústico,
- facilitar el paso de las instalaciones,
- proteger del fuego,
- mejorar la seguridad a la intrusión
- y contribuir a una tercera barrera al paso del agua previendo el fallo ocasional de las anteriores.

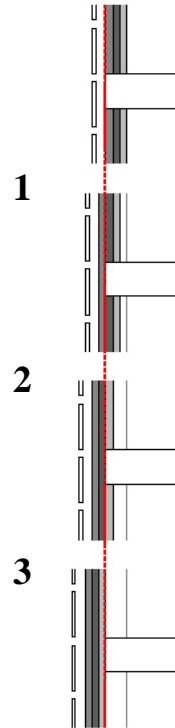
Todas estas funciones tendrán que tenerse en cuenta cuando se intente sustituir la hoja interior de albañilería por otra solución más ligera. El Código Técnico es muy conservador por lo que respecta a las soluciones constructivas de la hoja interior. En sus apartados descriptivos (HS1..... ) sólo prevé dos posibilidades: medio pié de ladrillo hueco o bloque cerámico de doce centímetros. Esperemos que se acepten rápidamente nuevas soluciones constructivas para que el código no se convierta en un freno para la evolución de la fachada ventilada.

Para tipificar las soluciones de fachada ventilada ligera atenderemos a la localización de las tres funciones específicas listadas inicialmente:

- la garantía de **planeidad** de la hoja exterior
- la **estabilidad** frente a las acciones horizontales
- la **estanqueidad al viento**

Los diferentes tipos se distinguirán por la progresiva expulsión de esas funciones, fuera de los cantos de los forjados, desde su localización original en la hoja interior pesada.

Podemos llamar **1** a la solución que expulsa hacia el exterior al control de la planeidad, **2** a la que, además, coloca fuera de los cantos a la capacidad mecánica, y **3** a la que añade en el exterior a la estanqueidad frente al viento, es decir, que sitúa en el exterior a las tres funciones.



### **1 Planeidad externa. Estanqueidad al aire y estabilidad en la hoja inserta.**

Hemos visto que el primer desplazamiento funcional desde la hoja interior hacia la exterior fue la garantía de planeidad de esta última.

Originalmente, la planeidad quedaba encomendada a la habilidad del operario en la inserción de los anclajes puntuales. El anclaje de la hoja exterior pieza a pieza exige una puesta en obra muy artesanal, puesto que los primeros anclajes puntuales no disponían de sistema de regulación tridimensional. Esto hacía muy lenta la ejecución.

En esta solución, cada vez menos utilizada, ha de tenerse en cuenta que la hoja interior debe soportar las acciones transmitidas por la hoja exterior, el peso propio y el viento, básicamente. Cuando el peso propio es elevado, la excentricidad (distancia entre placas de la hoja exterior y albañilería) es importante, o la altura entre pisos es grande, es posible que una hoja de medio pie de ladrillo hueco no sea suficiente. En el caso de “L’Illa Diagonal”, con 4 cm de travertino, 8 cm de separación a eje de la piedra y 3’75 m de luz libre entre forjados, la hoja interior tuvo que ser de 30 cm de grueso.

La industria ha ido desarrollando anclajes puntuales cada vez más complejos para permitir una más fácil regulación, pero se está extendiendo progresivamente el uso de unos rastreles entre forjados con los que es más fácil asegurar la planeidad general del soporte de la hoja exterior. Esos rastreles tienen que ser capaces de aguantar la carga vertical de la hoja exterior y de transmitir a la hoja interior las acciones del viento y el sismo. Es habitual que se apoyen también en la hoja interior, si es de albañilería, para poder reducir su inercia y por lo tanto su coste.

Cada anclaje se fija a un montante en posición vertical que, a su vez, se fija a la hoja interior. Esta solución aporta grandes mejoras a la hora de conseguir la planeidad de la fachada. El operario ya no debe nivelar cada anclaje, sino que asegurando la verticalidad y coplanaridad de los montantes, ya queda dibujado el plano de fachada. Un agujero coliso en posición horizontal, situado en la fijación que une el montante con la hoja portante, facilitará el replanteo de éste en cuanto a la profundidad.

Los montantes se resuelven con perfiles en “T” ó “Ω”. Existen también perfiles tipo guía por los que desplazar el anclaje hasta la posición adecuada. Todos estos perfiles son, por lo general, de aluminio o acero galvanizado.

La disposición de montantes verticales entre el anclaje a la placa y la hoja portante posterior facilita la nivelación en el sentido de las coordenadas Y y Z, así como minimiza el número de puntos de perforación de la hoja interior.

La nivelación en el sentido de la X aún depende del buen hacer del operario. Para facilitar su labor pueden añadirse otros rastreles a modo de travesaños horizontales que deslignen el despiece de la hoja exterior del ritmo de montantes, que ya sólo dependerá de las cargas que deba transmitir a la hoja interior.

Se ha conseguido racionalizar y mecanizar la nivelación según los tres ejes del espacio:

- X travesaño
- Y montante
- Z coliso situado en la fijación a la hoja interior



En estas soluciones resulta aconsejable aprovechar las posibilidades que da el aluminio para conformar por extrusión la sección de perfil deseada. Así, el propio travesaño resuelve la fijación de la placa sin precisar pieza de anclaje específica. Prescindir de ella también dependerá de las posibilidades de conformación del material de la placa a colgar.

En este último caso, los rastreles horizontales se consideran, más que travesaños, anclajes lineales.

La hoja interior en todos estos casos será de medio pie, por lo menos, para poder asegurar la estanqueidad y la resistencia al viento.

Cada vez son más las soluciones que sirven para ilustrar este caso. Desde las más sencillas y no por ello menos interesantes, a otras más complejas, al menos en cuanto a volumen de perfilaría empleada.

Un caso prototípico es el de la fachada del Hospital del Espíritu Santo en Santa Coloma de Gramanet, obra de los arquitectos F. Pernas y J. Soler. En su resolución se utilizó una hoja interior de bloque de hormigón como elemento portante, sobre la que se dispusieron perfiles de aluminio de sección en “T”, y a los que se anclaron las grapas de fijación del gres porcelánico. Los perfiles en “L” que fijan las “T” al soporte permiten conseguir, por medio de colisos, su perfecto aplomado.



Dado el poco espesor del gres porcelánico empleado, 9 mm, las “T” de aluminio se lacaron en negro para que no se vieran a través de la junta. Dentro de este tipo de soluciones, la complejidad del sistema de subestructura interpuesto entre la hoja interior

y las placas de la hoja exterior puede incrementarse para facilitar la perfecta planeidad del aplacado y la seguridad de su fijación.

En la solución de fachada que el arquitecto Trias de Bes ha adoptado para un bloque de viviendas situado en la parte alta de Barcelona puede verse un ejemplo de la última versión descrita en los párrafos anteriores. En concreto se ha empleado el sistema Karrat de Mecanotubo. Los montantes verticales de sección rectangular de aluminio se disponen sobre una hoja interior pesada, pasando por delante de los cantos de los forjados y atornillándose a estos y a la hoja interior. Entre ellos se inserta el aislamiento térmico. Sobre esos montantes, que ya definen un plano, se fijan unos travesaños horizontales del mismo material y sección abierta. El aplacado está ranurado de forma continua por la parte posterior, de manera que permite fijar los perfiles de cuelgue que entregan contra el travesaño de la estructura de fachada. Con esta solución, aunque evidentemente se coloque más material que con la escueta fijación puntual, se consigue una mecanización total para la satisfacción de la exigencia de planeidad, además de facilitar el montaje de las placas e incrementar el grado de seguridad gracias a la fijación lineal.



## 2 Estabilidad y planeidad externas. Estanqueidad en la hoja inserta.

Es una solución más atrevida, pero que tiene ya muchos adeptos. La hoja interior pierde su responsabilidad mecánica y suele reducirse a un tabique ligero. Generalmente es un multicapa formado por una lámina de cartón-yeso al interior y un tablero de cemento al exterior. Unos rastreles, de una capacidad mecánica suficiente como para asumir las cargas del viento y el sismo, se colocan tangentes a la cara exterior de los forjados. A su perfecta colocación se encomienda también la planeidad. La hoja exterior cuelga de esos rastreles, que tienen que trasladar a los forjados sus acciones horizontales y verticales.

Un ejemplo de este tipo es el desarrollado por el estudio de arquitectos RGA en unas viviendas de promoción pública construidas para el Ayuntamiento de Terrassa. Se trata de una solución exactamente como la descrita, en la que se dispone el aislamiento térmico entre las dos láminas del tabique ligero interior y también sobre la cara exterior del mismo para cubrir los cantos de los forjados. La hoja exterior en este caso es de Naturonda, placas de fibras minerales aglomeradas con cemento de 8 mm de espesor. Su acabado es pintado en tres tonos diferentes de gris, según el diseño de la fachada.



Las placas van ancladas de forma mecánica con fijaciones vistas sobre perfiles omega de acero galvanizado. Los perfiles verticales abarcan la altura de dos plantas. Su sección les permite cubrir la luz entre forjados sin elementos de apoyo intermedios. La unión

con los cantos de los forjados se realiza por medio de perfiles en "L", también de acero galvanizado.

La hoja interior la soporta una estructura formada por perfiles de acero galvanizado, dispuesta tal como se hace habitualmente para construir tabiquería seca. La distancia entre montantes es de 40 cm.

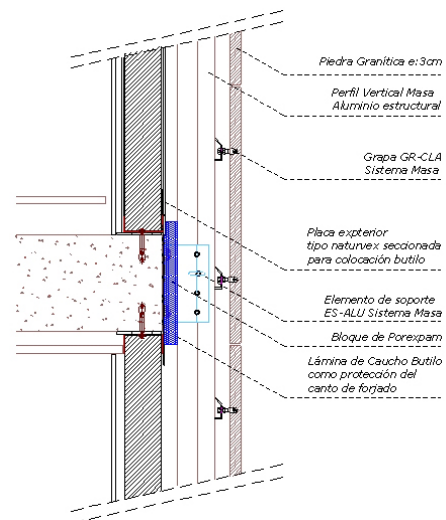
La cámara de 90 mm de espesor que genera esta estructura está rellena de lana de roca. Un panel de composición similar al Naturonda, pero de 6 mm de espesor, se coloca por la cara exterior, enrasando la parte exterior con los cantos de los forjados. Por la parte interior se dispone una placa de yeso laminado de 15 mm de grueso. El correcto sellado de las diversas juntas garantiza la estanqueidad de la hoja interior.

Esta solución también fue utilizada por la empresa Biosca y Botey en el Hotel AC del Forum de Barcelona (MAP arqtos). En este caso se dispuso aislante térmico únicamente en el interior del tabique de la hoja interior; el aislamiento térmico en los cantos de los forjados tuvo que resolverse de forma específica para evitar así el puente térmico.

La hoja exterior es de piezas de 3 cm de espesor, de granito o mármol, según requiera el diseño de la fachada. Para la sujeción de la piedra se han empleado distintos sistemas de anclaje. El que se ha utilizado de forma general es el de grapas de acero inoxidable, que agarran la piedra por ranuras ejecutadas en sus cantos superior e inferior.

El rastrel vertical que recibe todas estas grapas es de aluminio extruido. Tal como sucedía en el ejemplo anterior, su sección le permite cubrir la luz libre entre forjados sin precisar de ningún apoyo intermedio. Los anclajes de los rastreles verticales a los cantos de forjado se realizan por medio de perfiles en "L".

La hoja interior la soporta una estructura propia de la tabiquería de yeso laminado rellena de lana de roca. Los montantes se colocan cada 40 cm. Un panel hidrofugado de fibra de vidrio se ancla por la parte exterior de esta estructura, mientras que por la parte interior se coloca una doble capa del mismo tipo de panel.



En algunos casos empieza a utilizarse la chapa metálica como cara exterior de la hoja interior. Esta es una solución habitual en las obras del arquitecto M. Ruiz Ortega. Para la hoja que da la imagen final, utiliza tanto piezas de gres porcelánico como láminas de Naturvex.

En el bloque de viviendas de la Ronda Guinardó, la hoja exterior es de placas de Naturvex de 8 mm coloreadas en masa, que van fijadas por medio de remaches a perfiles omega de acero galvanizado. Dichos perfiles se colocan cada 60 cm, anclados a los cantos de los forjados por medio de pletinas en "L".

La sección de las omegas les permite cubrir la luz entre forjados sin elementos de apoyo intermedios.



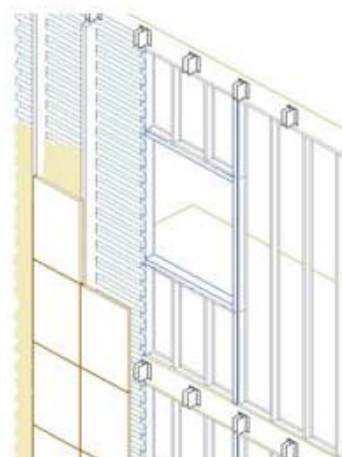
La hoja interior la soporta, como en los ejemplos anteriores, una estructura propia de la tabiquería seca con montantes cada 40 cm.

La cámara de 90 mm de espesor que genera esta estructura está rellena de lana de roca. Por la parte interior se coloca una placa de yeso laminado de 15 mm de grueso.

La gran diferencia respecto a otros ejemplos descritos es la sustitución en esta hoja interior de la placa exterior, que normalmente cerraría el tabique de yeso laminado, por una chapa grecada de acero galvanizado.

La estanqueidad al aire debe quedar garantizada en esta hoja de chapa grecada por medio de solapes.

Una manta de lana de vidrio de 50 mm de espesor se coloca sobre la cara exterior de la chapa, quedando retenida con los montantes que fijan la hoja exterior. De esta manera, el aislamiento térmico pasa de forma continua por delante de los cantos de los forjados.



En esta solución se esboza un nuevo tipo que plantea el germen de una hoja central. La chapa grecada genera una lámina que comienza a diferenciarse del tabique interior.

### **3 Estanqueidad, resistencia y planeidad exteriores – La hoja intermedia.**

Este tipo presenta un cambio radicalmente innovador. Fuera del canto de los forjados debe aparecer algún tipo de superficie continua que garantice la estanqueidad al aire. Entre los forjados sólo queda un trasdosado como acabado interior. Entre ambos pueden disponerse las instalaciones, puesto que esa cámara no está en contacto con el exterior.

Dentro de este tipo, la solución más simple consiste en colocar unos rastreles que asumen la resistencia mecánica y la planeidad como en el caso anterior, y luego disponer sobre ellos una lámina continua para conseguir la estanqueidad al viento. La importancia y continuidad de esta lámina, siempre separada de la hoja exterior por la cámara ventilada, hace que podamos hablar de una hoja central.

Es sorprendente el escaso éxito de una solución aparentemente muy lógica: colocar en el exterior de los forjados una lámina con capacidad portante para soportar el viento y capaz de asegurar, además, la planeidad y la estanqueidad. Una sola pieza podría resolver los tres problemas. Evidentemente, será difícil conseguir que la colocación de esas placas sobre los irregulares cantos de los forjados asegure esos objetivos.

La fachada de las viviendas de la Rue des Meaux en Paris, de Renzo Piano, es ya un paradigma histórico. Se trata de uno de los primeros casos que conocemos en el que aparece una hoja intermedia que, al parecer, cumple todas esas funciones. Utiliza una placa premoldeada de GRC que se fija a los cantos de los forjados. Por la parte exterior, esta placa tiene unos elementos salientes que permiten colgar unas piezas cerámicas especialmente fabricadas para ello. Hacia el interior se coloca un aislamiento térmico y una lámina



de cartón yeso. Esta situación interior del aislamiento y la continuidad e impermeabilidad de la hoja central desvirtúan un poco la inclusión de esta solución entre las fachadas ventiladas, pero abre sugerentes caminos para la evolución de la composición de estas fachadas.

Algunas empresas, en otros países, ofrecen materiales y sistemas para realizar fachadas ventiladas de este tipo. La inglesa Kingspan, por ejemplo, tiene un amplio repertorio de soluciones entre las que nos interesan especialmente las que disponen de una hoja intermedia formada por un panel de partículas de madera y cemento. Se basan en una estructura de montantes de acero galvanizado que puede disponerse por delante de los forjados o entre ellos. Por el exterior de esos montantes se dispone un panel de partículas y cemento de 10 mm de grueso, que asegura la estanqueidad al viento y mejora el comportamiento acústico.



A partir de ese conjunto estructura-panel y hacia el interior, un nuevo panel completa el aislamiento acústico y da el acabado interior. Además, se le puede encomendar la protección contra el fuego.

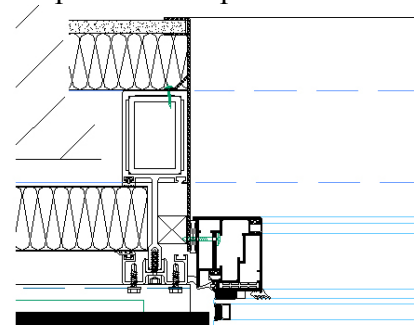
Hacia el exterior, unos perfiles de aluminio sirven para soportar cualquier tipo de hoja exterior. En realidad, estos montantes se fijan a través de la hoja intermedia a los montantes estructurales de acero galvanizado, ya que se disponen con las mismas separaciones de 60 cm.

En nuestro país, alguna empresa está empezando a ensayar soluciones de este tipo. Mecanotubo, por ejemplo, utiliza en una de sus soluciones un panel sándwich prefabricado de chapa de acero y aislamiento térmico interior como lámina estanca. La estructura que sirve para fijar las hojas exterior y central la forman perfiles de aluminio extruido dispuestos a modo de montantes y travesaños. Su sección es similar a la de la perfilaría que se emplea en los muros cortina de tapeta vista, ya que trabajan de la misma manera.



La hoja central la forman paneles sándwich compuestos por dos chapas de acero galvanizado y un núcleo de lana de roca. Se fijan a los montantes por medio de presores que los retienen como si fueran los vidrios de un muro cortina. Burletes de material polimérico conformado garantizan la estanqueidad de la unión entre el perfil y el panel.

La hoja exterior se cuelga de unos travesaños atornillados a los presores de los montantes. La interior es un trasdosado de yeso laminado que puede ser autoportante, o fijarse por medio de omegas dispuestas en horizontal a la estructura que soporta la fachada.





La empresa Proesga practica una ligera variante, porque aplaza el objetivo de la planeidad. Coloca los rastreles estructurales en el canto de los forjados, fija una lámina formada por una chapa metálica que puede quedar ligeramente alabeada, y sobre ella dispone unos nuevos rastreles cuya única misión es conseguir la planeidad final.

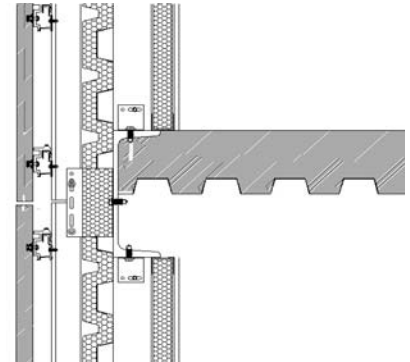


La hoja central la forma esta chapa grecada de acero galvanizado que pasa por delante de los forjados, creando un plano continuo sobre el que se proyecta espuma de poliuretano.

La hoja exterior la forman placas del material de acabado que requiera el proyecto.

Para reducir la luz que cubren los perfiles que sustentan la hoja exterior, éstos se retienen a viento apoyándose en la chapa en los tramos entre forjados, por medio de perfiles en "L".

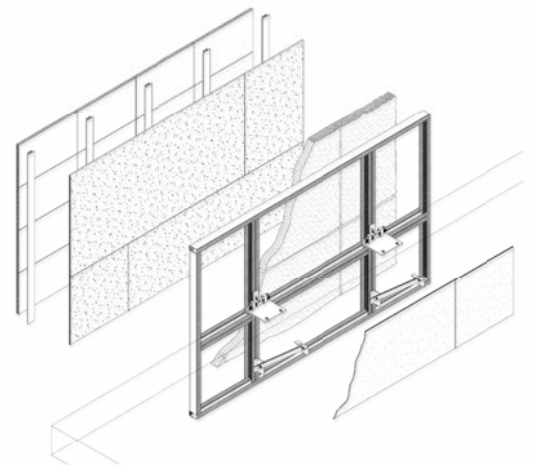
La hoja interior es un trasdosado autoportante de placa de yeso laminado con lana de roca en su interior.



La empresa de anclajes Sistema Masa, a raíz de su intervención en el proyecto del Hotel AC, y sobre todo en la fachada del edificio de oficinas CZF situado junto a éste, vieron la posibilidad de plantear una solución de fachada ventilada global industrializada. El objetivo era evitar problemas de coordinación entre distintos industriales y, evidentemente, aumentar su participación en el proyecto. Desde entonces han estado trabajando en una solución de panel ligero a base de un bastidor revestido de Naturvex por ambas caras, y sobre el que se colocan las guías donde anclar la hoja exterior. El aislamiento térmico se dispone entre la perfilaría del bastidor.



El motivo de no incluir todas las capas que forman la fachada, -en concreto las placas de la hoja exterior-, en la pieza prefabricada trasladada a obra, es la posibilidad de acceder a las juntas de los paneles para sellarlas y así garantizar la estanqueidad al aire. El panel aún está en estudio, y por lo que parece, no será ésta la solución definitiva.



19-7-2006

*Nota: La presente ponencia forma parte de una investigación más extensa que publicará la editorial Bisagra en septiembre 06.*