

Introducción

Hablar hoy de fachadas ventiladas es hablar de futuro. Se calcula que en los años venideros entre el 70 y 75 % de todas las edificaciones podrán gozar de esta fachada técnica, aplicando a sus revestimientos exteriores tecnologías de cuelgue, que supondrán, tal y como veremos más tarde, logros importantes hacia el óptimo comportamiento de las edificaciones.

Esta herramienta de trabajo nos permite juntar parámetros como tecnología y diseño con resultados sorprendentes.

Dada la gran tradición existente en España por los materiales cerámicos, son de especial interés las fachadas ventiladas con estos revestimientos, creando de esta forma un elemento moderno y vivo que combina una fachada técnica con un material tradicional.

La naturalidad del color y las excelentes propiedades del material cerámico permiten integrar la arquitectura tradicional con la moderna, permitiendo una perfecta combinación de la cerámica con materiales como el cristal y el acero, además la gran durabilidad y estabilidad en el tiempo del material cerámico garantizan un perfecto estado de la fachada con el paso de los años.

Es también importante recalcar en este pequeño comentario inicial que no sólo la fachada ventilada cerámica es adecuada para edificaciones nuevas, sino que se consiguen estupendos resultados en rehabilitaciones, renovando estéticamente y mejorando térmica y acústicamente la edificación.

Por último cabe reseñar que la fachada ventilada es un sistema de construcción denominado "en seco", es decir, mecánico y de total fiabilidad.

Todo esto hace que la fachada ventilada cerámica sea una solución técnica de futuro en nuestras edificaciones.

Funcionamiento de la fachada ventilada

El principio de funcionamiento fundamental de la fachada ventilada, base de su buen comportamiento higrotérmico, es el principio de la "chimenea solar", algo que es muy básico: el sol calienta el revestimiento; este calor se transmite a la cámara calentando el aire de la misma y este aire caliente tiende a subir generando una corriente de aire vertical. Dicha corriente impide el aumento de temperatura en el interior de la edificación con el consecuente ahorro energético en los meses cálidos al reducir la energía radiante entrante al edificio, y a la vez evita la formación de posibles condensaciones.

Durante los meses fríos, este funcionamiento se alterna con el hecho de la reducción en la dispersión del calor debido a que el aislante está colocado a lo largo de toda la superficie de la fachada tapando todos los puentes térmicos de la misma, funcionando pues, como un acumulador de calor. Este efecto se ve incrementado en caso de una hoja principal de fábrica de ladrillo y por el revestimiento cerámico de fachada.

En cuanto a su comportamiento con las condensaciones superficiales e intersticiales en fachada, se puede transmitir que con esta solución constructiva la curva de presión real nunca se encuentra con la curva de saturación con lo que nunca se llega al punto de rocío en el cual el vapor de agua pasaría a estado líquido produciéndose la condensación, a diferencia de los sistemas constructivos que requieren de un aislamiento por dentro del muro.

La transpirabilidad del conjunto de cerramiento también evitará que se produzcan condensaciones en el interior de la edificación debido a concentraciones elevadas de vapor de agua en el interior de la misma.

En cuanto a la protección contra el agua de lluvia, hay estudios realizados a partir de un cerramiento de fachada donde se proyecta un 100% de chorro de agua con ángulo de incidencia de unos 45°, contra las juntas abiertas verticales y horizontales de 8 mm y piezas de aproximadamente 600 x 600 mm de medida, con un espesor de cámara de aire de 60 mm. El resultado es que sólo un 5% de dicha agua consiguió penetrar en la cámara, de la que sólo un 3% llegó al aislante y sólo un 0,1% consiguió mojar los 5 primeros milímetros de aislante, nunca llegando al muro.

Si a esto unimos que existen sistemas, como "Faveton" que impiden la entrada de agua tanto en junta vertical como horizontal, es prácticamente imposible que el agua proveniente del agua de lluvia pueda penetrar dentro de la cámara.

Este hecho aclaratorio, sumado a que la cámara ventilada tenderá a secar rápidamente el posible agua que haya entrado en la misma, hacen pensar que es una solución, como se ha dicho antes, que protege contra las aguas pluviales y cumple la condición de transpirabilidad.

De la posible utilización de raseados hidrófugos y barreras de vapor cabe puntualizar que el borrador del nuevo Código Técnico de la Edificación confiere a la fachada ventilada el máximo grado de salubridad, 5, sin necesidad de ninguna barrera de vapor ni raseado hidrófugo.

En caso de tener que utilizarla convendría que la barrera impermeable siguiera cumpliendo la condición de transpirabilidad y estuviera colocada sobre el lado caliente del aislante dificultando de esta manera la aparición de condensaciones.

Comparando la fachada ventilada con otras soluciones constructivas tradicionales se ve que estas últimas necesitan de barreras de vapor o impermeables para obtener grados de salubridad incluso peores. De la misma forma, el nuevo Código Técnico indica las maneras correctas de ejecución de los puntos singulares de fachada, jambas, arranques, etc. para todo tipo de fachadas y dependiendo del grado de salubridad a obtener. Todas estas ventajas se unen a una mejora acústica, apreciable aunque no determinante, ya que el peso de la acústica en fachada recae en la cantidad de huecos y la calidad de las ventanas a instalar, a los excepcionales resultados que se obtienen en rehabilitaciones, a la estabilidad en el tiempo que se obtiene de la estructura principal del edificio y a que sea un sistema constructivo en seco y mecánico.

Si además juntamos estas propiedades con las inherentes a colocar un revestimiento cerámico en fachada - caracterizado por su durabilidad y estabilidad en el tiempo, naturalidad del color, elevada resistencia mecánica, nula heladicidad y facilidad de inspección- obtendremos una de las soluciones constructivas más adecuadas con respecto al resto de fachadas ventiladas, y por supuesto, al resto de fachadas tradicionales.

Aportaciones de la fachada ventilada

Las aportaciones fundamentales de la fachada ventilada son las siguientes:

1. Reducción de entre 20 a 30 % del consumo de energía eléctrica. Consiguiendo los mayores ahorros en los meses cálidos en aires acondicionados.
2. Reducción de la contaminación acústica. Esta mejora se explicará con más detalle en un apartado posterior.
3. Bajo coste de mantenimiento.
4. Estabilidad al muro soporte, ya que la estructura siempre se encontrará a una temperatura homogénea, además de que no le afectarán los factores atmosféricos agresivos.
5. Mejora estética de la fachada.
6. Excepcionales resultados en rehabilitaciones, tal y como se ha comentado anteriormente, siendo aplicable sobre revoques existentes con o sin sanear, obteniendo una notable mejora estética, acústica y térmicamente.

7. Excelente durabilidad del material de revestimiento.
8. Otros.

La térmica en la fachada ventilada

Parte de las ventajas térmicas de la fachada ventilada han sido explicadas en el apartado anterior en el que nos referíamos al funcionamiento y ventajas de la fachada ventilada.

A continuación trataremos de demostrar estas ventajas mediante los cálculos teóricos del coeficiente de transmisión K_g de una pared, viendo así la conexión entre los resultados teóricos y los prácticos.

Para el cálculo de la K de una fachada ventilada consideraremos un cerramiento compuesto, en estos casos el coeficiente K de transmisión de calor como:

$1/K$ =sumatorio de todas las resistencias térmicas de capa una de las capas que forman el cerramiento más la aportación de los coeficientes superficiales de transmisión de calor, teniendo en cuenta la particularidad de la cámara de aire, la cual debe ser tratada con especial cuidado.

Las cámaras de aire pueden ser consideradas por su resistencia térmica ya que la transmisión de calor a su través es proporcional a la diferencia de temperatura de las paredes que la delimitan, dependiendo su valor de la absorción de calor de las superficies, del espesor de la cámara, del sentido del flujo, así como del movimiento del aire dentro de ellas.

Las cámaras de aire se podrán suponer como cámaras medianamente ventiladas o totalmente ventiladas dependiendo de la relación entre la superficie de los orificios de la fachada y la altura de la misma.

En los casos de revestimientos cerámicos, obtendremos una $K_g = 0,5785 \text{ W/m}^2\text{°K}$.

Mientras que en una fachada tradicional de ladrillo caravista obtendríamos un K_g teniendo en cuenta los puentes térmicos que se establecen en los forjados de 0,97, dependiendo este valor de los diversos trasdosados a colocar.

Como se puede observar el resultado final de la K_g es notablemente mejor en la fachada ventilada que en una fachada tradicional, además, como se ha comentado con anterioridad la ventilación de la fachada ayudará a eliminar todos los posibles de humedad que pudieran aparecer.

La acústica en la fachada ventilada

Las propiedades o ventajas más recordadas normalmente de la fachada ventilada son las que se refieren a aspectos térmicos y de ahorro energético. Sin embargo existen otras ventajas que sin llegar a ser tan espectaculares suponen también una mejora en la calidad de las edificaciones ejecutadas con este sistema constructivo.

Entre estas mejoras podemos hablar de la acústica.

La acústica de la fachada ventilada dependerá de tres factores fundamentales:

- La subestructura y el revestimiento.
- El aislante a colocar.
- La hoja interior que coloquemos en fachada.

La normativa en cuanto a fachadas se refiere exige un mínimo de 30 dBA de aislamiento acústico. Para conseguir este valor se han de juntar los valores de la zona de la fachada ventilada (mínimo 45 dBA) y los huecos, siendo estos últimos especialmente críticas a la hora de cumplir la normativa.

El sistema compuesto por la fachada ventilada se puede asemejar acústicamente a una pared doble con una unión rígida que llevada al peor caso sería equivalente a una pared simple de masa la de la hoja interior más el peso del revestimiento. Esto nos haría ganar según la ley de masas aproximadamente 1 d8A respecto a una pared normal.

La acústica de la fachada depende bastante del peso de la hoja interior. A continuación daremos una serie de valores de paredes simples realizadas con las fábricas más típicas:

- Ladrillo macizo 1/2 pie = 46 dBA
- Ladrillo perforado 1/2 pie = 45 d8A
- Termoarcilla = 45 d8A
- Ladrillo hueco 1/2 pie = 38 d8A
- Bloques de hormigón = 48 dBA
- Hormigón armado = 51 dBA.

Actualmente existen ladrillos especiales acústicos como puede ser el Acusper de Cerámicas Casao con el que conseguiremos un aislamiento acústico de 50 dBA lo cual lo hace especialmente notable para este tipo de soluciones constructivas.

El aislante a utilizar en la fachada también tendrá una gran importancia en la acústica dependiendo sobre todo del tipo que escojamos y como lo unamos a la pared. De los aislantes que se utilizan en la actualidad sólo la fibra de vidrio y la lana de roca son fonoabsorbentes y con ellos sí que se puede ganar en torno a 5 dBA, con el resto de aislantes la acústica de la fachada será prácticamente la de la pared simple con el revestimiento, ya que estamos hablando de materiales no porosos. También la forma de colocar el aislante tendrá importancia ya que una unión pegada hará que nuestro aislante un elemento rígido que no vibrará con las ondas acústicas, no desprenderá energía, y por lo tanto no será un buen absorbente. En cambio, una unión suspendida posibilitará que el aislante vibre y por lo tanto tengamos un mayor coeficiente de absorción sobre todo para bajas frecuencias.

Por último se ha demostrado mediante ensayos que el aislante a lo largo de toda la superficie de la fachada elimina los puentes fónicos existentes a través del forjado, de la misma forma el aislante situado en la cara externa del muro, es decir sobre la cara en la que incide la presión sónica actúa mejor que situado en la cara sobre la que no incide la presión sónica.

De esta manera podemos afirmar que para una solución de fachada ventilada lo ideal sería una hoja interior formada por un elemento pesado (ladrillo perforado) y un aislante fonoabsorbente como pudiera ser lana de roca o fibra de vidrio suspendido de la pared.

Comparando estos datos con una pared tradicional de ladrillo caravista podríamos decir que con el ladrillo caravista estaríamos en 47 dBA de aislamiento acústico, mientras que con el sistema de fachada ventilada descrito antes estaríamos en 49 d8A, con lo que la mejora sin ser sustancial, es apreciable.

Incidencia de la lluvia en la fachada ventilada cerámica

La fachada ventilada cerámica goza de un especial interés para eliminar todas las posibles patologías de humedades y condensaciones. Siendo la incidencia de la lluvia y su posible penetración en el interior de la cámara de aire objeto de preocupación por parte del proyectista.

Según estudios realizados el porcentaje del agua de lluvia que puede penetrar en la fachada a través de las juntas verticales y horizontales es despreciable dependiendo sobre todo del ángulo de incidencia de la lluvia sobre la fachada.

Como se ha comentado, es imprescindible para las fachadas ventiladas cerámicas el respetar las juntas, tanto horizontales como verticales, que permitan respirar a la fachada y asumir todas las posibles

dilataciones térmicas de los materiales que la forman, pero algunos sistemas permiten la utilización de perfiles especiales- tapajuntas-, o bien utilizan un sistema de machihembrado en la junta horizontal, de manera que dificulta la entrada de agua en la propia cámara.

Este es el ejemplo del sistema FaVeTon que utiliza un perfil de junta vertical que impide la entrada de agua, y que utiliza piezas machihembradas para la junta horizontal solapando las filas de placas e impidiendo de esta forma la entrada.

Podemos decir pues que las fachadas ventiladas no son estancas, pero el efecto de ventilación y transpiración propio de la cámara ayudará a evacuar toda la posible agua que pueda entrar.

No está de más en pensar en colocar pequeños goterones a lo largo de la fachada que recojan el agua que haya podido posicionarse en la cara exterior del aislante, aunque no sea estrictamente necesario.

Ante la pregunta de que puede suceder si el agua que consigue entrar en la cámara empapa el aislante podemos decir que esta posibilidad es muy remota, ya que los aislantes no minerales, poliuretano proyectado, poliestireno expandido, poliestireno extruido tienen un grado de absorción de humedad muy bajo en atmósfera húmeda debido a su poca porosidad por lo que no se empaparán incluso en ambientes saturados. Los aislantes minerales aparte de esta propiedad tienen también la no capilaridad, por lo que si en algún momento pudieran llegar a humedecerse, esta humedad nunca sería trasladada desde el aislante a la hoja interior.

El proyecto de fachada ventilada cerámica

Los proyectos a realizar con fachada ventilada cerámica tienen un aspecto necesario y fundamental aunque en la mayoría de los casos se obvie. Este es el cálculo de la subestructura o sistema de anclaje.

Hasta que se unifique la normativa Europea los cálculos de las fachadas ventiladas cerámicas en España se supeditan a la siguiente normativa:

- UNE 41957-1. Anclajes para revestimientos de fachadas de edificios.
Parte 1: Subsistemas para revestimientos ligeros.

Esta norma es relativa a los materiales a utilizar, coeficientes de seguridad a emplear en el cálculo y diseño de la subestructura, así como describe incompatibilidades de materiales a evitar en los diseños (por ejemplo aluminio y acero inoxidable debido al llamado par galvánico).

- NBE AE-88. Acciones en la edificación que nos dirá fundamentalmente las cargas de viento a emplear según zonas geográficas y alturas.
- NBE AE-95. Relativa al cálculo de estructuras metálicas en la edificación.

A mero modo de comentario pasaremos a enumeraremos brevemente las acciones más importantes a tener en cuenta en los cálculos de las fachadas ventiladas, estas son las acciones gravitatorias, las acciones del viento y el tratamiento de las esquinas. En el caso específico de los revestimientos cerámicos es especialmente importante el momento que provocan las placas en el sistema, debiendo comprobar todas las conexiones. La perfilería se comprobará a tensión o a flecha.

Es especialmente recomendable trabajar con sistemas y conexiones certificadas por organismos acreditados asegurando que los sistemas que se van a emplear han sido probados en condiciones extremas y por 10 tanto tenemos seguridad de su perfecto comportamiento.

Las subestructuras se compondrán habitualmente de escuadras de regulación, generalmente piezas tipo L o U que sirven para regular la fachada y ponerla perfectamente a plomo, absorbiendo así todas las deficiencias que puede tener la hoja interior, y perfiles montantes verticales sobre los que generalmente se colgará el revestimiento. Existen sistemas que utilizan una perfilería adicional horizontal para la sujeción de las placas cerámicas.

Hay dos tipos de apoyos en las fachadas ventiladas, los puntos fijos y los puntos flotantes. Los puntos fijos absorberán el peso de la fachada e irán situados en los cantos del forjado, mientras que los flotantes se limitarán simplemente a soportar la fuerza del viento (horizontal) estos puntos permitirán también la dilatación térmica de los perfiles e irán situados sobre la fábrica.

Elección del muro interior

Denominaremos muro interior a la cara externa del edificio o primera piel, sobre la que fijaremos la subestructura de la fachada ventilada. Normalmente serán los cantos de forjados y las fábricas de cierre entre estos.

En la elección tanto del muro interior, como del aislante se juntan una serie de condicionantes que vamos a enumerar a continuación.

- Resistencia mecánica a esfuerzo lateral.
- Aislamiento acústico.
- Aislamiento térmico.
- Facilidad en fijar la subestructura.

El muro que escojamos:

- Debe tener resistencia a esfuerzo lateral, ya que va a ser el que reciba la fuerza del viento, que se transmitirá desde el revestimiento exterior a la hoja interior como una carga uniformemente distribuida. El momento que producirá el peso del revestimiento y subestructura sobre el paramento exterior será absorbido por el forjado que será el punto donde anclaremos los puntos fijos de nuestro sistema.
- Debe de tener una buena inercia térmica.
- Debe de proporcionar un buen aislamiento acústico.
- y finalmente debe de ser tal que podamos fijar nuestra subestructura a él sin la necesidad de utilizar tacos especiales, lo cual incrementa el costo final de la fachada.

Después de enumerar los condicionantes podemos decir que los materiales idóneos para la subestructura serán:

- Ladrillo especial acústico.
- Ladrillo macizo o perforado.
- Termoarcilla.(14 cm)
- Hormigón.

No siendo apropiados elementos como ladrillos huecos, bloques de hormigón huecos, bloques de hormigón porosos.

En cuanto a novedades en este campo, nos podríamos referir al ladrillo acústico Acusper, que proporcionaría una estupenda resistencia a esfuerzo lateral dados sus 14 cm de espesor, una buena inercia térmica de la fachada, así como un nivel de dBA sólo del muro interior de > 50 dBA lo que lo haría ideal en ambientes donde la fachada ventilada tenga que tener un buen aislamiento acústico.

Elección del tipo de aislante

El dato fundamental del aislante es que debe ir colocado a lo largo de toda la superficie de la fachada tapando incluso los cantos del forjado, eliminando de esta manera los puentes térmicos de la fachada.

La elección del tipo de aislante, depende sobre todo del criterio del proyectista. En este apartado vamos a indicar ciertas recomendaciones según la prioridad de éste.

Los parámetros de decisión son los siguientes:

- Aislamiento acústico.
- Aislamiento térmico.
- Transpirabilidad.
- Espesor.

Los principales aislantes utilizados en fachadas ventiladas son:

- Poliuretano proyectado.
- Poliestireno expandido.
- Poliestireno extruido.
- Lana de vidrio.
- Lana de roca.

El poliuretano proyectado:

Es el más utilizado en España en la actualidad.

Sus principales ventajas son la facilidad de instalación, un buen aislamiento térmico y una escasa absorción de agua (aunque perderá parte de estas propiedades con el tiempo).

Como inconvenientes podemos fijar los siguientes.

1. Al proyectar quedarán unas zonas con 3 cm de espesor, otras con 5 cm y otras con 1 cm con lo que la cámara de aire puede llegar a estrangularse y de esta manera no funcionar correctamente, otro problema será que el espesor de 1cm puede no ser lo suficiente en ciertas partes de la obra ocasionando puentes térmicos con la consiguiente aparición de condensaciones.
2. El poliuretano no permite transpirar a la fachada, reteniendo de esta manera humedades que pueden dar lugar a condensaciones.
3. La absorción acústica del poliuretano es muy escasa, dependiendo sobre todo de su porosidad, normalmente poca.
4. Su clasificación al fuego es un M1. Combustible y fácilmente inflamable aunque puede tratarse mediante productos ignífugos.

El poliestireno expandido y extrusionado:

Su principal ventaja es su gran resistencia mecánica, pero para fachadas ventiladas donde se requiere un sistema de colocación vertical esta característica no resulta determinante como en otras situaciones.

1. Permite transpirar a la fachada, eliminando de esta forma todo posible riesgo de humedad y condensaciones.
2. La absorción acústica el material es mala y peor aún cuando se coloque encolado en lugar de suspendido.
3. Su clasificación al fuego es M1, combustible y fácilmente inflamable aunque puede tratarse mediante productos ignífugos.
4. Térmicamente se puede decir que es un aislante bastante correcto con unos valores medios de conductividad térmica.
5. Su absorción de agua es muy reducida.

Fibra de vidrio:

Su principal ventaja radica en conseguir una absorción acústica notable.

1. Permite transpirar a la fachada, eliminando de esta forma todo posible riesgo de humedades y condensaciones.
2. Es un material no combustible, ni inflamable.
3. Su aislamiento térmico es correcto incluso con densidades no muy elevadas.
4. Menores densidades que otros tipos de fibras minerales como la lana de roca para conseguir el mismo aislamiento.
5. Mejor manipulabilidad que otros tipos de lanas minerales.
6. Es un material higroscópico y no capilar con lo que ni se humedece ante ambientes saturados, ni permite la circulación de agua a su través, eliminando el riesgo de condensaciones intersticiales.

Lana de roca:

Su principal ventaja radica en conseguir una absorción acústica notable.

1. Permite transpirar a la fachada, eliminando de esta forma todo posible riesgo de humedades y condensaciones.
2. Es un material no combustible, ni inflamable.
3. Su aislamiento térmico es correcto pero con densidades elevadas.
4. Es un material higroscópico y no capilar con lo que ni se humedece ante ambientes saturados, ni permite la circulación de agua a su través, eliminando el riesgo de condensaciones intersticiales.

En resumen podemos afirmar que:

En caso de que queramos conseguir mejorar la absorción acústica de la fachada deberemos utilizar cualquiera de las dos fibras minerales, además tendremos un aislante ni inflamable, ni combustible.

Para un buen aislamiento térmico podremos utilizar el poliestireno extruido, o bien una fibra mineral, aunque esta nos supondrá para un misma K aproximadamente 1 cm más de espesor con mayores densidades de aislante.

Las juntas verticales y horizontales

La pregunta que suele surgir con asiduidad es la posible supresión de las juntas tanto horizontales como verticales de las fachadas ventiladas.

La respuesta es que no. No podemos suprimir esas juntas.

Existen dos motivos fundamentales para ello:

1. Las fachadas ventiladas ligeras suelen tener como material de subestructura el aluminio. El aluminio es susceptible de dilatar bastante con la diferencia de temperatura (en concreto puede llegar a dilatar 2,4 mm por ML por un gradiente de temperaturas de 100 °C), por lo que es

imprescindible tener juntas que en un momento dado puedan absorber las dilataciones de la subestructura, del material de revestimiento y movimientos de obra

2. La fachada ventilada necesita respirar por lo que utilizaremos estas mismas juntas para ello. La distancia de juntas a respetar dependerá sobre todo del criterio del fabricante del revestimiento oscilando estas entre 5 mm hasta los 30 mm de algunos sistemas de gran formato.

Espesores de la fachada ventilada

La distancia que separa el muro interior y la cara exterior del revestimiento depende de los factores que vamos a pasar a enumerar a continuación.

La elección del aislante. Para un valor determinado de K, cada aislante tendrá sus espesores, dependiendo siempre de la densidad (Kg/M³) para cada uno de ellos. Prevalecerá siempre el criterio del proyectista siendo los espesores habituales entre 3 a 6 cm.

El espesor de la cámara de aire. Para conseguir que la cámara de aire funcione correctamente se necesitan del orden de 3 a 4 cm, debiendo ser esta cámara continua a lo largo de toda la superficie de la fachada, lo cual es garantizado por la subestructura metálica.

El espesor del revestimiento. El espesor del revestimiento variará según cada producto y fabricante y tendremos desde 11 mm en materiales como el porcelánico, pasando por 30mm de algunos elementos de cerámica extruida, hasta llegar a espesores de 70 mm en materiales de gran formato.

Es conveniente dejar siempre un margen de entorno a 20 mm para permitir regulaciones de la fachada y permitir de esta manera ejecutar la fachada perfectamente aplomada y alineada. Con esto he querido decir que no hay que ir siempre a la menor distancia permitida por el sistema, por que ello puede llevarnos a problemas en la ejecución.

En resumen podemos afirmar que la distancia de la hoja interior a la cara externa del revestimiento en término medio será de aproximadamente 8 cm, más el espesor del revestimiento.