

Técnicas para la rehabilitación de fachadas (I)

ANA SANCHEZ-OSTIZ GUTIERREZ, DRA. ARQUITECTA

RESUMEN. *La limpieza o restauración de las fachadas es una actuación arquitectónica de gran importancia urbana y ambiental, pero mucho más necesaria e imprescindible es su rehabilitación para conseguir unas adecuadas condiciones de habitabilidad en el interior, mediante el acondicionamiento térmico, acústico, solucionando además el problema de las humedades.*

SUMMARY. *The cleaning or restoration of building facades is an architectural action of great urban and environmental importance.. Much more important, however, is the facade's renovation in order to achieve thermal and acoustic conditioning and to remedy moisture problems, ultimately to achieve adequate living conditions in its interior.*

INDICE GENERAL

1. Definición 2. Exigencias actuales de las fachadas 3. Patología 4. Técnicas industrializadas que pueden emplearse

1. DEFINICION

La fachada de un edificio es la envoltura del espacio habitable, que forma un ángulo igual o mayor de 60° con un plano horizontal.

Dentro del sistema constructivo, constituye el sub-sistema **cierre vertical**.

Queda fuera del ámbito de este artículo, los muros portantes, que aún siendo o pudiendo tener función de cerramiento, su misión principal es estructural.

Podemos distinguir dos tipos de cerramientos:

- a. Cerramientos pesados.
- b. Cerramientos ligeros.

Los **cerramientos pesados** son aquellos cuyo peso medio, macizo y hueco, es superior a 100 Kg/m². Comprenden todos los cerramientos tradicionales, macizos de una sola hoja, de uno o varios materiales, que ejercían la función estructural, y los cerramientos evolucionados de fábrica de dos hojas con cámara de aire o sin ella y materiales diferenciados

que conjuntamente dan respuesta a todas las exigencias del cerramiento.

Los **cerramientos ligeros** suelen denominarse **fachadas ligeras** y están formadas por elementos de poco peso, inferior a 100 Kg/m², pequeño espesor, 10 a 15 cm, excepcionalmente alcanzan los 25 cm. Normalmente no ejercen función estructural; en su construcción intervienen materiales no tradicionales que son soportados por la estructura resistente del edificio.

Fundamentalmente aquí nos referiremos a la rehabilitación de los primeros aunque algunas de las técnicas también pueden aplicarse a los segundos.

2. EXIGENCIAS ACTUALES DE LAS FACHADAS

Los cierres verticales de un edificio deben dar respuesta válida a las siguientes funciones:

- Ambiental
- Seguridad y accesibilidad

- Estructural
- Estética
- Económica

2.1 Ambiental

Tiene por objeto crear un nivel de bienestar en el espacio construido, que dé satisfacción a las exigencias humanas.

Estas exigencias de habitabilidad ambientales son principalmente higrotérmicas y acústicas.

2.1.1 Exigencias Higrotérmicas.

Reguladas por la CT-79, sólo es obligatoria para edificios de nueva planta, sin embargo es necesaria y conveniente cumplirla en los edificios rehabilitados. Dicha norma establece las siguientes condiciones:

a. Mínimas pérdidas térmicas a través de los cerramientos. Es necesaria y obligatoria la colocación de aislamiento térmico que mejore el confort térmico, 1º al reducir la diferencia de temperatura de las superficies interiores de las paredes y el ambiente interior y 2º al aminorar los intercambios de calor entre los ambientes exterior e interior. La regulación de temperatura se establece en función del coeficiente K_G de transmisión térmica global a través del conjunto del cerramiento, fijándose al mismo tiempo, limitaciones al coeficiente de transmisión K de los cerramientos, excluidos los huecos.

b. El comportamiento higrotérmico del cerramiento ha de ser tal que no se presenten humedades de condensación en su superficie interior, ni dentro de la masa del cerramiento que degraden sus condiciones, así como tampoco las esporádicas que causen daños a otros elementos.

c. Las ventanas, como componentes del subsistema cerramiento, deberán ser estancas al agua y su estanqueidad o permeabilidad deberá estar de acuerdo con lo que se exige para cada zona climática.

2.1.1 Exigencias acústicas

La NBE-CA-88 establece las condiciones acústicas mínimas exigibles a los edificios con el fin de garantizar un nivel acústico adecuado al uso y actividad de sus ocupantes. Sólo es obligatoria para obras de nueva planta, pero aconsejable también para la rehabilitación.

Esta norma establece que el aislamiento acústico global mínimo a ruido aéreo A_G exigible en cada local a estos elementos se fija en 30 dBA. El aislamiento acústico a ruido aéreo R exigible a la parte ciega de estos elementos constructivos se fija en 45 dBA.

2.2 Seguridad y accesibilidad

El cerramiento debe ser tal que:

– Impida la entrada al espacio habitado de objetos, animales molestos, peligrosos y se pueda controlar con eficacia el acceso de personas no autorizadas.

– Tenga la máxima fiabilidad contra el asalto y robo.

– Posea resistencia al fuego y accesibilidad para la protección contra incendios. Debe cumplir la norma CPI-92 que es obligatoria tanto para obras de nueva planta como para rehabilitación.

– Tenga resistencia mecánica y estabilidad. Si son muros de carga deberá cumplir las normas NBE-FL90, EH-91, PDS-1/74.

2.3 Estética

Las fachadas de los edificios influyen decisivamente en la escena urbana. Por lo tanto, su resolución debe ser adecuada con el entorno en cuanto a forma, textura, color, envejecimiento y conservación. El mantenimiento del aspecto original no debe ser costoso.

2.4 Económica

El costo inicial del cerramiento más el costo de mantenimiento tiene que ser óptimo.

Los costos de mantenimiento de los cerramientos son muy variables. No existen datos estadísticos realizados con rigor, sin embargo pueden estimarse que estos costos oscilan entre el 1,5% y el 4,5% del costo de ejecución material del edificio construido.

3. PATOLOGIA

Estudiando las fachadas desde el punto de vista del **cerramiento**, excluyendo su misión portante en el caso de muros de carga, las patologías más frecuentes son de tipo ambiental.

• **Falta de aislamiento térmico.** Las viviendas anteriores a la normativa NBE-CT-79 presentan graves deficiencias respecto a bienestar térmico. Las fugas de calor son excesivas y el consumo de energía para paliarlas es muy grande. Todas son susceptibles de rehabilitación.

Generalmente los muros de cerramiento de los edificios antiguos dan respuesta satisfactoria a las exigencias de aislamiento térmico debido a su gran espesor, aunque sus puntos débiles son las humedades y las ventanas.

El problema es muy distinto en las construcciones de nuestro siglo, en las que los cerramientos bajaron fuertemente su espesor y donde después de

los años treinta, las fachadas se hicieron no resistentes. Las mejor construidas se componían de media asta de ladrillo, cámara y tabique. En la mayoría de las barriadas de las ciudades y en las zonas rurales, para ajustar los costos, sólo se colocaba un asta o media asta de ladrillo cerámico.

Estas viviendas actualmente ocupadas, no cumplen las condiciones de habitabilidad, las fugas de calor son excesivas y presentan problemas de humedades. Hay que rehabilitarlas, mejorando el aislamiento térmico de fachadas y cubiertas, y su impermeabilidad.

• **Humedades.** La mayoría de las fachadas construidas antes de la aparición de la NBE-CT-79, padecen humedades de condensación (el vapor del agua del ambiente se condensa en aquellas superficies que han alcanzado la temperatura de rocío), debido a la falta de aislamiento térmico en los cerramientos; esta situación se agrava en muchos casos por la poca o nula ventilación de los locales.

Además de fachadas se ven afectadas por humedades ascendentes (el agua proveniente del subsuelo, se desplaza a lo largo de los tubos capilares del elemento constructivo), por humedades infiltradas (Agua exterior que penetra a través de fisuras y grietas del cerramiento) y humedades de absorción (El agua exterior se desplaza a través de la estructura capilar, a través de los poros abiertos de la fachada).

Los cuatro tipos de humedades están muy relacionadas y a menudo un tipo de humedad aumenta otras, particularmente las de condensación.

Del libro **Humedades en la edificación** de FRANCISCO ORTEGA ANDRADE, extraigo los datos de un estudio del Departamento de Medio Ambiente de la Building Research Establishment (UK) en el que se señala que sobre una muestra de siniestros en la edificación, el 38% corresponden a problemas de humedades, y de dichos casos el 44% son humedades de condensación, el 33% son debidos a humedades ascendentes, el 19% se deben a humedades infiltradas y de absorción y el 4% es debido a humedades accidentales.

Los **efectos destructores** de la humedad en las paredes son:

- Ambiente malsano, llegando a convertir una vivienda en inhabitable.
- Aumento progresivo de su permeabilidad, con aumento y aceleración de deterioros.
- Disminución de su resistencia y poder de sustentación. Riesgo de ataque de la madera de vigas, etc., tanto por los insectos como por los hongos.
- Los cambios hidrológicos del muro producen un lavado de los morteros que condicionan y favorecen la disgregación de los mismos.
- El agua contenida en el muro se traslada a la superficie para ser evaporada, establece presión detrás de los revestimientos hasta desprenderlos: revocos, enyesados, pinturas, papeles, etc.

- Aparición de eflorescencias. Al evaporarse el agua, recristalizan las sales que el agua arrastra del lavado de los morteros o del terreno que, puede contener sulfatos (piedras de yeso), nitratos (albañales en mal estado) o cloruros (proximidad al mar), etc.

- Destrucción progresiva de los cerramientos al helarse el agua de su interior.

- Disminución importante del aislamiento térmico. Un muro húmedo es más conductor que uno seco, pierde gran parte de su resistencia térmica, se enfría más rápidamente ocasionando una bajada de la temperatura superficial de la cara interior del muro, lo que provoca la formación de humedades de condensación y la aparición de hongos y moho.

Por todas estas razones, es fácil que nos encontremos con muros muy antiguos, resacos en verano, que aíslan bien frente al calor pero que buena parte del año se encuentran saturados o muy cargados de humedad, perdiendo con ello su capacidad de aislar térmicamente y convirtiéndose en planos **radiantes de frío**, produciendo un deterioro constante de dicho muro y de los elementos de suelos y techos que a él se entregan, acortando así la vida útil del edificio.

• **Falta de aislamiento acústico.** Generalmente su espesor es adecuado para dar respuesta a las exigencias acústicas. Sin embargo, entendidas como elemento global, cuyo aislamiento debe ser 30 dBA, incumplen la normativa NBE CA-88, ya que los auténticos puentes acústicos se producen en las carpinterías y acristalamientos. Esta patología se tratará en un artículo posterior sobre la rehabilitación de las carpinterías exteriores.

La rehabilitación de las fachadas debe dar respuesta a las exigencias citadas y cumplir estas normativas básicas, aunque éstas no sean obligatorias para viviendas a rehabilitar, desde el punto de vista legal. Sin embargo, al bienestar deben tener igual derecho todos los individuos.

Las fachadas también pueden sufrir lesiones de origen mecánico que siempre son debidas a las deformaciones excesivas que se dan en los elementos estructurales y que introducen unos esfuerzos en las fábricas para los cuáles no fueron calculadas.

Los cerramientos, salvo en el caso de los asientos bruscos, se fisuran antes que la propia estructura y con ello nos avisan de los movimientos y deformaciones de ésta. Estos movimientos pueden ser: asientos de cimentaciones, deformaciones en forjados, descenso de voladizos con el consiguiente aplastamiento de las fábricas, etc.

Asimismo, pueden presentar fisuras y grietas por acción de la dilatación térmica, cuya causa puede ser la dilatación de los materiales que componen el cerramiento y/o ser debida a las deformaciones que sufren algunos elementos constructivos que integran la edificación: estructuras, cubiertas, etc, y que introducen esfuerzos o lesiones al cerramiento.

3.1 Tipos de fachadas que más frecuentemente nos encontramos, en los edificios que hay que rehabilitar

La norma básica NBE-CT 79, en el artículo 5º establece los valores máximos de los coeficientes útiles de transmisión térmica K de los cerramientos, en función de la zona climática. Los muros que más frecuentemente nos encontramos en los edificios a rehabilitar, no cumplen la normativa respecto al valor del coeficiente K y tienen problemas de condensaciones. Los ejemplos reflejados en las figuras 1 y 2, se han realizado para el caso de Pamplona, zona Y.

4. TECNICAS QUE PUEDEN EMPLEARSE

La primera medida para mejorar el funcionamiento de los cerramientos será aumentar su aislamiento térmico para disminuir la conductividad térmica, solucionando así las excesivas fugas de calor y en la mayoría de los casos, las humedades de condensación.

El aislamiento de los muros se puede aumentar mediante la aplicación de un material aislante, que puede ser colocado:

- En la cara interior. En el caso de los muros 1,2,3,4.
- En la cámara interior del muro, cuando la posea. Casos 5,6,7,8.

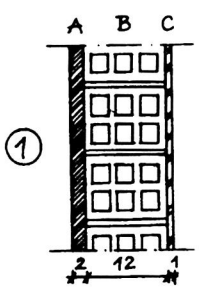
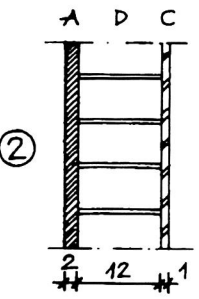
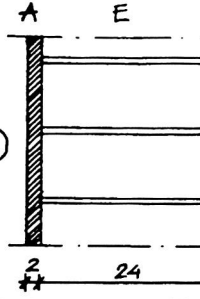
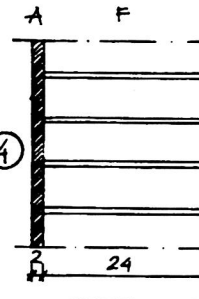
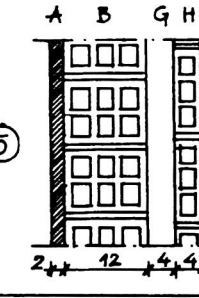
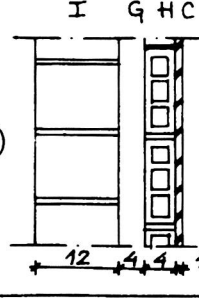
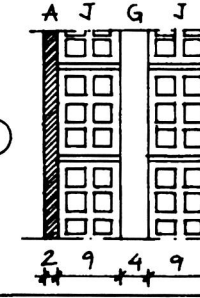
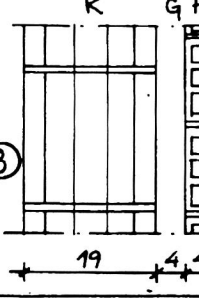
				
K Kcal/hm²°C	1'85	2'41	1'21	1'74
CT-79	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
				
K Kcal/hm²°C	1'18	1'37	1'12	1'00
CT-79	SI CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
A ENFOSCADO DE MORTERO B 1/2 ASTA DE LADRILLO HUECO C GUARNECIDO Y ENLUCIDO DE YESO D 1/2 ASTA DE LADRILLO MACIZO E 1 ASTA DE LADRILLO HUECO F 1 ASTA DE LADRILLO MACIZO G CAMARA DE AIRE H TABIQUE DE LADRILLO HUECO SIMPLE I 1/2 ASTA LADRILLO CARAVISTA PERFORADO J TABICON DE LADRILLO HUECO DOBLE K BLOQUE VISTO DE HORMIGON				

Figura 1

Tipos de fachadas más frecuentes que hay que rehabilitar

– En la cara exterior. En el caso de los muros 1,2,3,4. Y también en los 5,6,7,8.

Los dos primeros permiten actuaciones individuales de los usuarios de las viviendas y el tercero, que presenta grandes ventajas respecto a los anteriores, necesita la actuación global de toda la fachada, y por lo tanto, afecta a todos los usuarios del edificio.

Las características de los materiales aislantes más utilizados vienen reflejadas en la figura 3.

4.1 Aislamiento por el interior

Esta solución se utiliza cuando debe respetarse la fachada exterior o no puede modificarse por la falta de acuerdo entre los propietarios de las viviendas de un edificio.

Tiene una serie de **ventajas**:

- Fácil ejecución.
- No precisa andamiaje exterior.
- Adecuado para locales con intermitencia de uso. Este sistema crea locales interiores de baja inercia térmica, rápidos de calentar, no aptos para regular con su acumulación un régimen de calefacción, o permitir acumular ganancias gratuitas de calor.
- La resistencia mecánica para fijación de elemen-

tos y factibilidad de paso de canalizaciones, han sido resueltos por los fabricantes por medio de elementos especiales.

Como **inconvenientes** podemos citar:

- Creación de molestias a los ocupantes del edificio. Eventual desalojo de los mismos.
- Trabajos importantes de reposición de falsos techos, suelos, revestimientos, instalaciones eléctricas y de calefacción.
- Pérdida de espacio y volumen útil.
- Imposibilidad de evitar los puentes térmicos debidos al encuentro de los muros con la fachada y los forjados.

– Pueden tener problemas de condensaciones intersticiales en la temporada invernal. A veces es necesaria la colocación de una barrera de vapor en la cara caliente del aislamiento.

Entre todos los sistemas utilizables de aislamiento por el interior voy a exponer el del conjunto prefabricado de cartón yeso y aislante, que es el más utilizado actualmente.

Consiste en la prefabricación en factoría o en obra de un panel compuesto por placas normalizadas de cartón yeso, generalmente de 10 mm de espesor, a las que se encolan placas de material aislante.

Los aislantes más utilizados en este sistema son el poliestireno expandido y la fibra de vidrio.

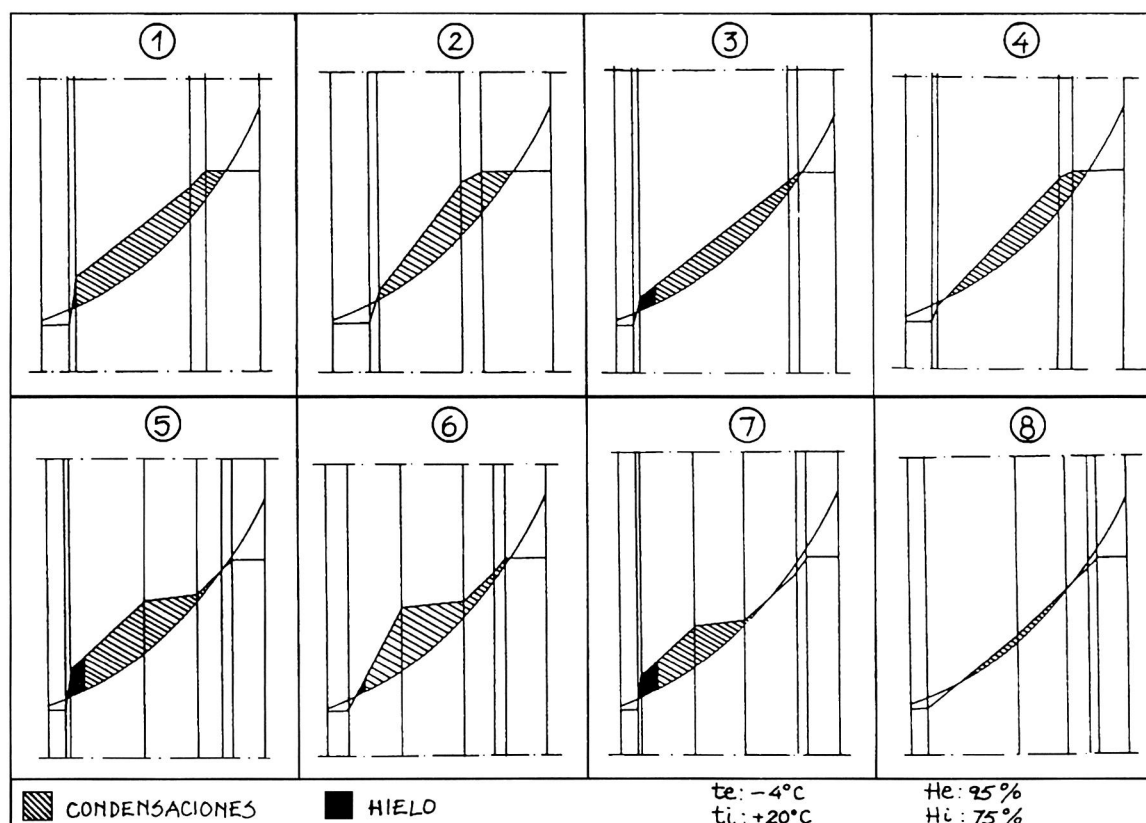


Figura 2

Gráfica de condensaciones de las fachadas reflejadas en el cuadro 1

Hay tres modalidades diferentes, en función de la forma de fijación al muro existente, que son:

- Trasdoso directo.
- Trasdoso semidirecto.
- Trasdoso autoportante.

4.1.1 Trasdoso directo

Las placas o paneles se reciben directamente con pasta de agarre especial sobre el muro a trasdosar.

Las superficies tienen que estar secas, sanas, limpias de cualquier elemento que impida la perfecta adherencia de la pasta de agarre y suficientemente planas.

Las pelladas de pasta de agarre ocuparán un 30% de la superficie quedando el resto como cámara de aire de unos 20 mm de espesor.

Cuando el soporte presente irregularidades, será preciso preparar unos tientos perfectamente aplomados que definan el plano de apoyo (figura 4).

4.1.2 Trasdoso semidirecto

Se atornillan las placas a una semiestructura metálica o de madera previamente fijada al muro soporte.

Se emplea cuando las características o la calidad de ejecución del muro a trasdosar impiden el recibido directo de las placas con pasta de agarre, o bien cuando se emplean placas de poliuretano como aislante que no tienen suficiente adherencia con la pasta de agarre.

Las maestras, generalmente de perfil de chapa metálica, se reciben con pasta de agarre o fijaciones mecánicas en función del tipo de muro.

MATERIALES AISLANTES							
Aislantes	Propiedades					Aplicaciones	Observaciones
	Densidad Kg/ m ³	Conductividad Kcal/hm°C (W/m °C)	Resistividad al vapor mmHg m ² día/gcm	Absorción de agua % volumen	Comportamien to ante el fuego		
Poliestireno expandido	10 - 25	0'049 - 0'022 (0'057 - 0'033)	0'12 - 0'22	< 5% *	M4 Ignifugado M1	- Aislamiento interior - Aislamiento exterior	* Después de 1 año + Vertical y horiz. • No llega a 30, suele ser 27
Poliestireno extrudido	28 - 50	0'028 (0'033)	0'45 - 0'90	< 0'2%	M1	- Aislamiento exterior - Cubiertas	* Para una densidad de 33 kg/m ³
Poliuretano	30 - 80	0'02 (0'023 - 0'040)	0'083 - 0'166	Impermeable siempre que tenga la composición adecuada	M4 Ignifugado M1	- Aisl. exterior proyectado - Inyección de cámaras	* En placas + Proyectado • De peligro de desprendimientos de gases tóxicos en incendios
Fibra de vidrio	10 - 90	0'038 - 0'028 (0'044 - 0'033)	0'007		M0 ó M1	- Aisl. interior vertical y horizontal - Aisl. industrial	* Aisl. interior + Aisl. exterior
Lana de roca	30 - 150	0'036 - 0'033 (0'042 - 0'038)	0'008 - 0'009	No hidrófilo	M0	- A. interior Fachad. - Aisl. impactos Forjad. - Cubiertas planas	
Fibra mineral en copos	30 - 40	0'033 - 0'038 (0'038 - 0'044)	0'005 - 0'008			- Relleno de cámara interior	
Espuma de ureaformal- dehído	10 - 14	0'029 - 0'030 (0'034 - 0'035)	0'017 - 0'026	10%	M0	- Rellenos interiores - Paneles Sandwich	Una mala aplicación puede producir problem sanitarios
Vidrio celular	120 - 180	0'040 (0'044)	Impermeable	Impermeable	M0	- Aisl. interior - Ptos. singulares	
Perlita	50 - 125	0'040 (0'047)	0	Impermeable	M0	- Aisl. en cámaras de gran espesor	

Figura 3
Materiales aislantes

Los huecos deben recercarse con maestras que permitan atornillar las placas en todo su perímetro, para posteriormente resolver jambas, dintel y antepecho (figura 5).

4.1.3 Trasdoso autoportante

Se crea una cámara entre el muro y el trasdoso, para aislarlo de humedad, paso de instalaciones, etc. Se realiza con una estructura portante, generalmente de perfiles metálicos especiales: canales y montantes, independiente del muro, fijada a suelo y techo, que permita el atornillado de las placas con su aislante, que quedará separado de la pared unos 50 mm, dependiendo del tipo de perfilaría.

En este sistema como en el semidirecto no es posible utilizar la fibra de vidrio como aislante directamente encolado a la placa, debido a su compresibilidad, que impediría una fijación correcta por atornillado (figura 6).

4.2 Inyección de aislamiento en la cámara interior del muro

Los muros con cámara, que ya de por sí pueden presentar una cierta superioridad con respecto a los muros de una hoja, pueden aumentar su capacidad aislante, inyectando en la cámara un material aislante (figura 7).

Sin embargo hay que conocer sus **ventajas e inconvenientes**.

Este sistema no supone una respuesta integral rehabilitadora. No soluciona el problema de los puentes térmicos ya que en la unión del cerramiento con el forjado y con los pilares, la cámara suele estar interrumpida, así como rellena parcialmente por objetos olvidados, rebabas de mortero, etc. que producen humedades de condensación, además de riesgo de condensaciones intersticiales.

Suele ocurrir también que esta cámara está ocupada por instalaciones diversas (fontanería, calefacción, electricidad,...), lo que en cierto modo puede hacer desaconsejable o imposible su relleno.

Al inyectar el aislante se pierde la cámara existente, cuya función inicial, además de aportar una

resistencia térmica (variable en función de su espesor), en muchas ocasiones suponía una protección necesaria contra las humedades de infiltración que pudieran aparecer en la hoja exterior. Este es el caso frecuente de las fábricas de medio pie de ladrillo perforado o incluso hueco, o a cara vista con llagas y tendeles mal rejuntados o incorrectamente realizados, en las que por efecto combinado de la lluvia y viento solía introducirse el agua en la cámara. Dicha agua era evacuada al exterior, garantizando la sequedad de la hoja interior. En estos casos es poco correcto rellenar la cámara ya que el aislante puede humedecerse y perder su eficacia, penetrando humedad en la cara interior del muro, a no ser que se impermeabilice la cara exterior de la fachada.

Este sistema además disminuye la inercia térmica del cerramiento.

No hay que olvidar la mala calidad de las superficies que conforman la cámara, que en muchos casos, el efecto de la fuerza de inyección, revienta la hoja interior si ésta no tiene mucha estabilidad.

Es importante comprobar que la espuma ha penetrado en los puntos más recónditos.

El tipo de material inyectado puede ser:

1. **Espuma de Ureaformaldehído** u otro tipo de espuma. Este sistema puede tener problemas a causa de los efectos de la espuma sobre las abrazaderas metálicas de enlace de las dos hojas del muro.

Las propiedades físicas de la espuma dependen de su formulación, utilizándose habitualmente formulaciones que hacen a las espumas hidrófugas. El espumado también es importante puesto que de él dependerá el tamaño de las células, que deben ser de tamaño microscópico, formando una estructura homogénea que contendrá hasta un 99% de aire.

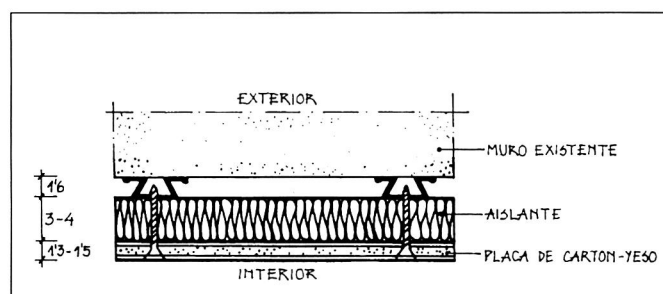


Figura 5
Trasdoso semidirecto

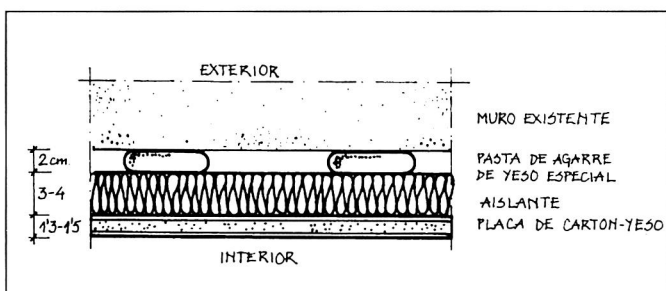


Figura 4
Trasdoso directo

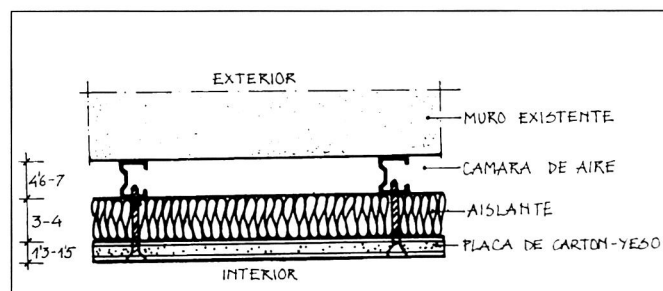


Figura 6
Trasdoso autoportante

La polimerización debe ser completa, puesto que en caso contrario podría favorecerse la presencia de formol libre que podría pasar al ambiente interior del local aislado, creando problemas sanitarios.

Las ejecuciones incorrectas realizadas por personal no especializado, produce rellenos incompletos, contracciones excesivas y hace que el nivel de inmisión de formaldehído en los ambientes interiores supere los límites considerados como razonablemente aceptables desde el punto de vista de la salud pública.

Esto ha llevado a que este producto haya alcanzado mala prensa por causas ajenas al propio producto. Por ello es necesario exigir garantías de calidad.

2. Material Granular. Se vierte el material hacia dentro, en estado seco y suelto, a través de agujeros de 50 mm practicados en el muro.

Un correcto proceso de inyección es fundamental, para garantizar el correcto llenado de la cámara (99'5% del volumen de la cámara).

El proceso de inyección (figura 8) comenzará por uno de los agujeros inferiores moviendo la boquilla circularmente, hasta que se note una sobrepresión en la manguera. Una vez finalizado en el agujero inferior se pasará al superior (pasar al inmediato superior) comenzando primero por comprimir la fibra ya inyectada, funcionando con aire exclusivamente y moviendo la boquilla circularmente. Después de un minuto por agujero, ya se inyecta fibra utilizando el mismo criterio que en el primer agujero. La cadencia

de llenado es: inferior, superior, inferior, superior...

Utilizando esta metodología se consiguen llenados del 99,5% de la cámara con densidades entre 20 y 35 Kg/m³.

Podemos poner una objeción a este sistema en cuanto a su durabilidad, existe la posibilidad de que con el tiempo el producto se altere y se deposite en el fondo de la cavidad.

3. Espuma de poliuretano. El poliuretano es uno de los aislantes más eficaces pero también más caros. Puede tener problemas de desprendimiento de gases tóxicos en caso de incendio, por ello es más idóneo su empleo en exteriores que en interiores.

Se puede aplicar en forma líquida introduciendo los productos básicos una vez mezclados, para que al cabo de unos minutos, por reacción química se expandan hasta un volumen treinta veces superior al volumen inicial, formando un plástico sólido de celdas cerradas, y muy adherentes. Esto produce unos esfuerzos incontrolables sobre las paredes, pudiendo ocasionar su rotura. Por ello, es difícil efectuar un relleno perfecto y sin problema de la cámara. Se están estudiando nuevas formulaciones que eviten los problemas mencionados y hagan competitivo este sistema.

Es un sistema muy recomendable para el aislamiento de elementos puntuales y actuando como sellante de rendijas y pasos de aire.

APENDICE

En el próximo artículo veremos la rehabilitación de fachadas mediante actuaciones de aislamiento por el exterior, que presenta grandes ventajas respecto a los sistemas que hemos comentado en este número.

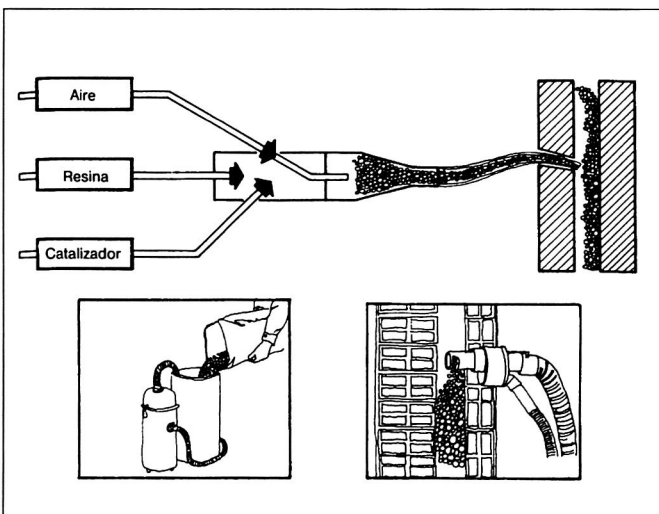


Figura 7

Inyección de aislamiento en el interior de la cámara de aire

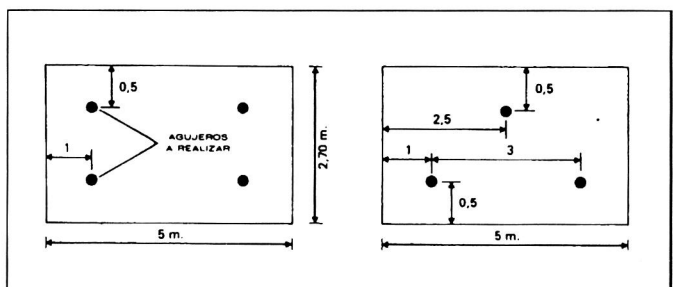


Figura 8

Proceso de inyección