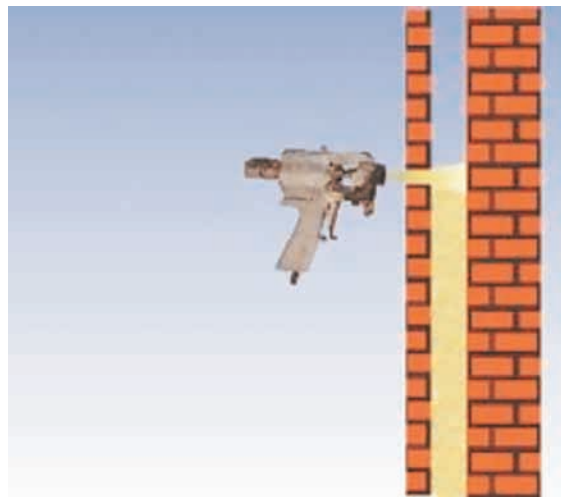


# REHABILITACIÓN TÉRMICA DE FACHADAS CON POLIURETANO INYECTADO

Departamento Técnico de ATEPA, Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado



Inyección de poliuretano para mejorar la eficiencia energética de la fachada.

## 1. DESCRIPCIÓN

La inyección de espuma rígida de poliuretano en la fachada es una de las actuaciones más eficaces para reducir las pérdidas o ganancias energéticas y las emisiones contaminantes de los edificios.

Se puede inyectar poliuretano en cualquier fachada de doble hoja, ya sea de ladrillo, hormigón, cemento, yeso laminado, fibrocemento, metal o madera, siempre que disponga de un espacio hueco en el medio del cerramiento (cámara de aire).

El poliuretano se inyecta en estado líquido en la cámara de aire de la fachada, expandiéndose en el interior y formando una espuma rígida de celda abierta de gran capacidad aislante y muy baja densidad, donde sólo el 2% es materia sólida.

También se utiliza en aislamiento industrial de tanques, depósitos y tuberías.

## 2. VENTAJAS

- El poliuretano inyectado tiene una conductividad térmica 8 veces menor que la cámara de aire, lo que reduce notablemente las pérdidas de energía por transmisión a través del cerramiento.
- Al sellar el espacio vacío de la fachada, elimina las infiltraciones de aire exterior y mejora el comportamiento térmico y el confort.

- Su estructura de micro-celdas abiertas lo convierte en un buen absorbente acústico, por lo que reduce el ruido aéreo proveniente del exterior.
- Al ir situado tras la tabiquería, no afecta a la seguridad contra incendios del edificio.
- Al expandir dentro de la cámara, y ser un material rígido, forma un cuerpo, asegura el llenado total de la cámara incluyendo huecos y fisuras, se adapta a cualquier geometría, y no sufre asentamientos con el paso del tiempo.
- El carácter adhesivo del poliuretano hace que esta solución consolide ambas hojas de la fachada.
- El poliuretano no emite sustancias perjudiciales, ni facilita la proliferación de hongos o microorganismos, y es un material inocuo y estable de gran duración, con una vida útil superior a 50 años.
- No reduce el espacio habitable del edificio.
- En su puesta en obra genera mínimas molestias al usuario.

## 3. ACTUACIÓN Y PRECAUCIONES

### Antes de inyectar poliuretano

Previamente a la inyección se debe revisar la hoja interior y exterior de la fachada por si existen grietas, defectos en las juntas o humedades que puedan

reducir su resistencia mecánica. En caso de detección de defectos, se deben reparar correctamente.

Se puede decidir inyectar desde el exterior o desde el interior. El resultado será idéntico, por lo que la decisión dependerá del estado de la fachada, o de la actuación posterior que se desee hacer, si se quiere reparar el exterior o el interior.

Se debe medir el espesor medio de la cámara de la fachada mediante catas uniformemente distribuidas en la fachada (se recomienda al menos 10 medidas cada 100 m<sup>2</sup>, calculando la media de todas las medidas).

Se debe comprobar la existencia de un espesor mínimo y continuo de cámara para inyección. En una cámara menor de 3 cm, o con rebabas internas de mortero que dejen estrecheces menores de 3 cm, o con presencia de cascotes y restos de obra, el correcto llenado de la cámara puede verse seriamente dificultado. Cuanto más gruesa sea la cámara a rellenar, y más limpia esté, mejores serán los resultados de la inyección y por tanto mayor mejora térmica.

Se debe comprobar la existencia y el estado de las canalizaciones eléctricas en las cámaras y su conexión con cajas y automatismos. Hay que quitar y tapar el hueco en todos aquellos enchufes, cajas

de conexión o automatismos que comuniquen con la cámara, más habitual con tabiques interiores de ladrillo hueco sencillo o de placa de yeso laminado.

Se debe conocer si la cámara tiene conexión con otros espacios como cajas de persiana, huecos, otros tabiques u otras plantas (inferiores o superiores). En caso de que existan estas conexiones, habrá que hacer lo necesario para evitar derrames, consumos excesivos y manchados innecesarios.

Como regla general, al tratarse de obras de rehabilitación, las condiciones iniciales pueden variar mucho de una obra a otra, por lo que las partes implicadas deberán ser flexibles y adaptarse a las circunstancias.

### Durante la inyección de poliuretano

La inyección se puede realizar a través de pequeños taladros de 2 ó 3 cm de diámetro o a través de aberturas medianas de aproximadamente 10x10 cm.

Estos orificios deberán estar repartidos en la totalidad de la superficie a inyectar, espaciados uniformemente entre sí de 50 a 150 cm, dependiendo del grosor de la cámara, tanto en horizontal como en vertical y sin que se sitúen sobre la misma vertical,



Medida del espesor de la cámara a través de una cata.



Inyección a través de pequeños taladros.

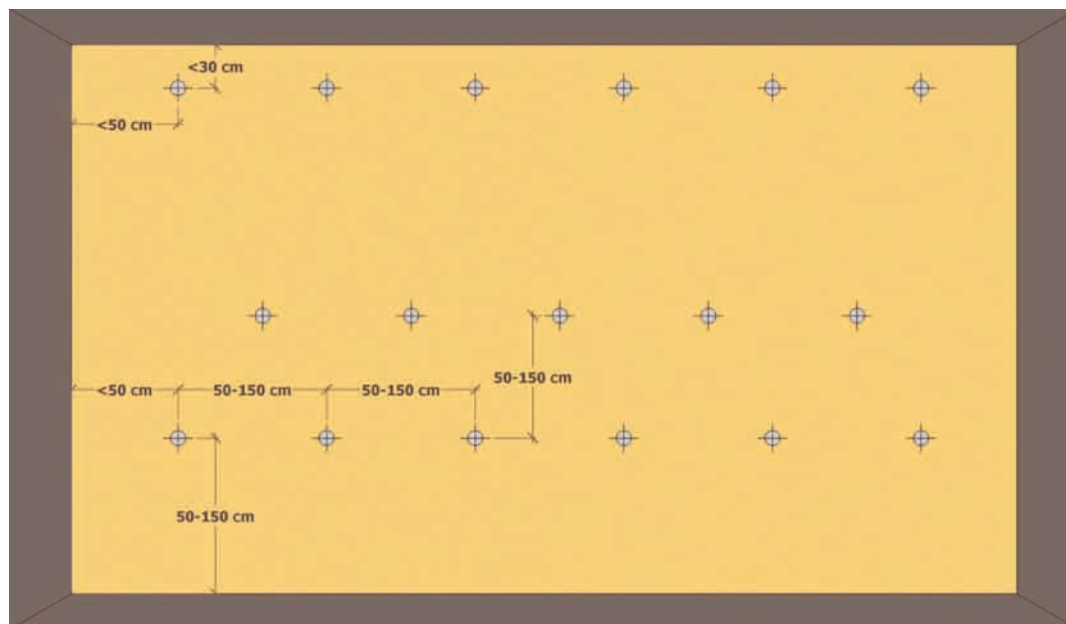


Inyección de poliuretano por el interior.



Inyección a través de aberturas mayores.

Distribución de las aberturas de inyección.



con el objetivo de evitar sobre-presiones dentro de la cámara. Es aconsejable que los últimos orificios estén lo más pegado posible del techo, y nunca a menos de 50 cm de las esquinas.

El producto adecuado será un sistema de poliuretano específico para inyección o para colada de las siguientes características:

- Contenido en Celda Cerrada:  $< 20\%$  (producto de celda abierta, Clase CCC1)
- Conductividad Térmica: Entre 0,035 y 0,040  $\text{W/m}\cdot\text{K}$
- Densidad: menor de  $20\text{ kg/m}^3$
- Agente espumante:  $\text{CO}_2/\text{agua}$
- Tiempo de Espumación lento: Tiempo de crema entre 10 y 20 segundos. Tiempo de gel entre 40 y 80 segundos.

Al no existir norma de producto a fecha de hoy (octubre 2011), aún no es exigible ni posible el

Marcado CE ni la Certificación de Calidad (Marca N, Marca Q o Marca A+).

La máquina de inyección puede ser la habitual de proyección, o una de menor tamaño, ya que la inyección requiere menos presión que la proyección. Es importante eliminar completamente el producto de proyección que pudiera quedar en las mangueras antes de iniciar la inyección. La pistola puede ser la normal de proyección sin difusor, o una pistola específica de colada. En caso de realizar la inyección a través de pequeños taladros, se deberá utilizar una cánula adosada a la pistola.

La inyección debe comenzar por los orificios situados en la parte inferior. Se debe aportar producto durante un tiempo inferior al inicio de la espumación, y esperar hasta que la espuma llegue al orificio, llenando la cámara de abajo arriba lentamente para que el poliuretano rellene la cámara sin crear presiones excesivas en las paredes, ya que éstas podrían llegar a fisurar.



La inyección se realiza con un sistema específico de celda abierta y baja densidad.

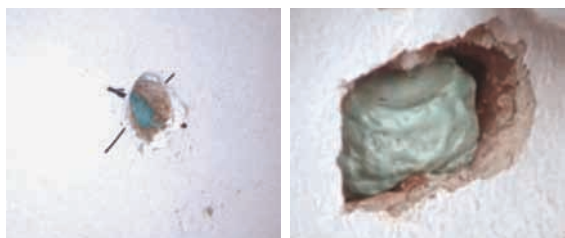


Comprobación en laboratorio del completo llenado de la cámara.

El consumo depende de la densidad final que alcance el producto, y ésta del grosor de la cámara, por lo que de forma aproximada se puede establecer la siguiente relación entre el grosor de la cámara y el consumo por m<sup>2</sup>.

### Después de inyectar poliuretano

Será necesario realizar un sellado de los orificios de inyección.



Orificios de inyección rellenos, antes del sellado.

Por último, se podrá pintar o reparar la hoja por la que se ha realizado la inyección.

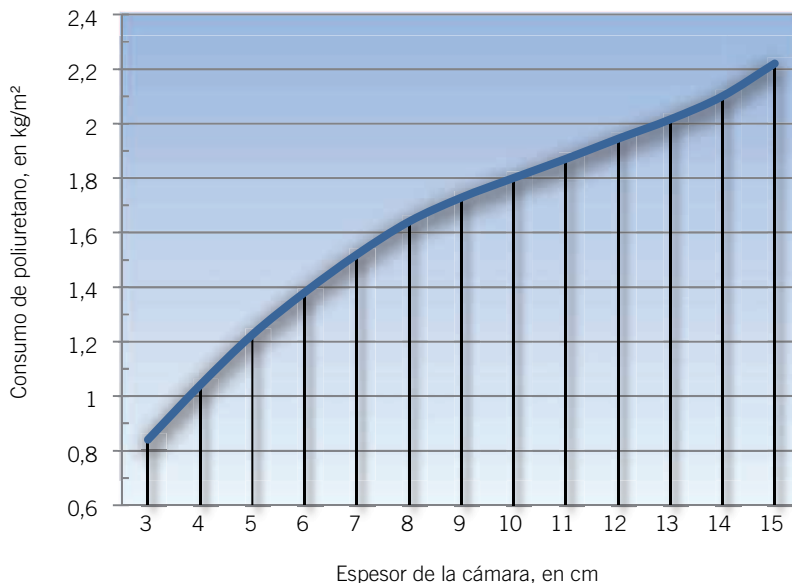


Estado de la vivienda tras mejorar la eficiencia energética, a la espera del acabado final

## 4. CÁLCULO DEL AHORRO ENERGÉTICO Y RETORNO DE LA INVERSIÓN

Utilizar la hoja excel «Amortizacion\_Inyeccion.xls» disponible para descarga en el siguiente link: [www.atepa.org/Amortizacion-Inyeccion.xls](http://www.atepa.org/Amortizacion-Inyeccion.xls).

Consumo orientativo en kg/m<sup>2</sup>



## 5. MÁS INFORMACIÓN

Se pueden encontrar empresas de proyección e inyección de poliuretano en la página web de ATEPA, [www.atepa.org](http://www.atepa.org), en el área »Directorio de asociados«, buscando en el mapa por provincias.

Ficha de solución constructiva de Inyección del Libro Blanco del Poliuretano Projectado.  
[www.atepa.org/documentos/PUR3.5.PDF](http://www.atepa.org/documentos/PUR3.5.PDF)

Ficha de solución de rehabilitación del Libro Blanco del Poliuretano Projectado.  
[www.atepa.org/documentos/PUR5.5.PDF](http://www.atepa.org/documentos/PUR5.5.PDF)

Vídeo sobre ejecución de obra de Inyección de Poliuretano.  
<http://www.youtube.com/watch?v=QIS2G8U-PDMM> ■

### Cálculo de Amortización en Inyección de Poliuretano

Datos	
Superficie de fachada inyectada	60 m <sup>2</sup>
Temperatura media interior en invierno	20 °C
Temperatura media exterior en invierno	5 °C
Tipo de calefacción	Eléctrica Elegir
Tipo de hoja exterior	Cara vista 1/2 pié Elegir
Tipo de hoja interior	Hueco sencillo Elegir
Grosor de la cámara	5 cm
Coste de la Inyección	1000 €

Resultados	
Transmitancia térmica de la fachada antes de la inyección	1,67 W/m <sup>2</sup> ·K
Transmitancia térmica de la fachada después de la inyección	0,45 W/m <sup>2</sup> ·K
Pérdidas energéticas antes de la inyección	6.507 kWh
Pérdidas energéticas después de la inyección	1.765 kWh
Porcentaje de mejora	73 %
Coste de la calefacción ahorrada	1.034 €/año
<b>Amortización de la Inyección de Poliuretano</b>	<b>1,0 años</b>