

CUMPLIMIENTO DEL DB-HE 1 CON ESPUMA DE POLIURETANO APLICADA IN SITU POR PROYECCIÓN.

Alvaro Pimentel Bolaños
ATEPA, Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado
Avda. Atenas 1-3 CC Las Rozas 2 Local 163
28290 Las Rozas (MADRID)
Tel: 91 631 83 14
Fax: 91 631 40 58
a.pimentel@atepa.org
www.atepa.org

RESUMEN

El siguiente artículo establece, de forma orientativa, y en función de las soluciones constructivas más habituales en la edificación y las diferentes zonas climáticas, el espesor de espuma rígida de poliuretano aplicada in situ por proyección necesario para cumplir con las nuevas exigencias de aislamiento térmico del Código Técnico de la Edificación.

Así mismo, en este artículo se hace una valoración del riesgo de sufrir condensaciones intersticiales de las soluciones constructivas más habituales aisladas con espuma de poliuretano proyectada en las condiciones ambientales más desfavorables, resultando dicho riesgo nulo en todos los casos analizados.

INTRODUCCIÓN

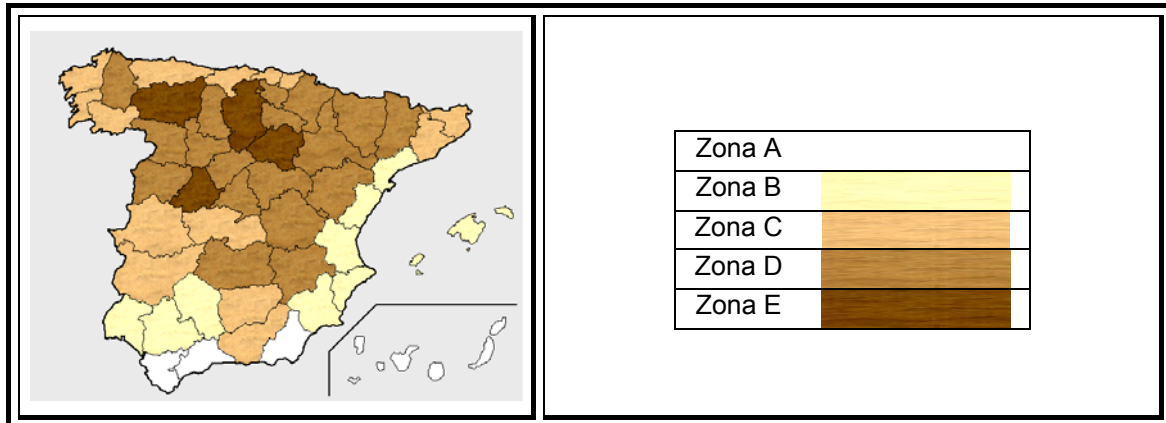
El Documento Básico de Ahorro de Energía mediante la limitación de la demanda (DB-HE 1) establece que los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano e invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

Estas características pueden definirse mediante el método de cálculo recogido por la opción general, para el que es necesario la utilización de un programa informático oficial denominado LIDER, o pueden definirse mediante el método de cálculo recogido por la opción simplificada, que es el método que se ha seguido en este artículo. La opción simplificada es aplicable en la mayoría de los edificios y en todas las obras de rehabilitación. Quedarían excluidos de poder seguir esta opción los edificios singulares.

CÓMO DETERMINAR LAS ZONAS CLIMÁTICAS

El DB-HE 1 define 5 zonas climáticas de invierno sobre las cuales establece las exigencias de transmitancia térmica de muros de fachada, suelos y cubiertas. Estas zonas climáticas van desde la A (más cálida), B, C, D, hasta la E (más fría).

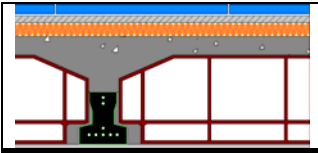
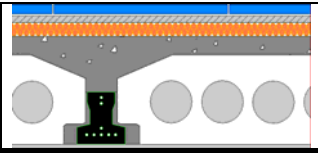
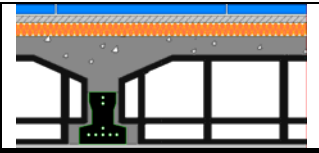
En el siguiente mapa podemos apreciar la zona climática a la que pertenece cada capital de provincia.

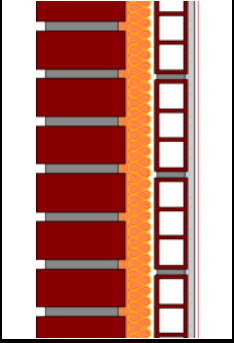
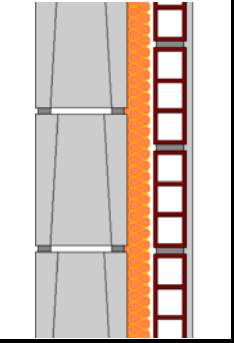
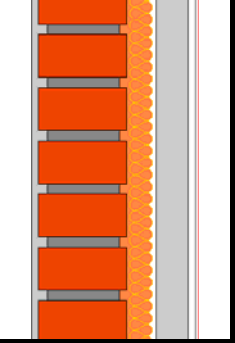
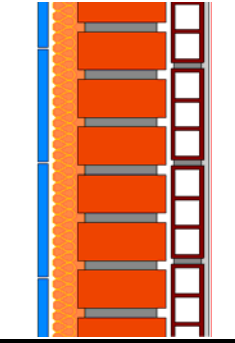


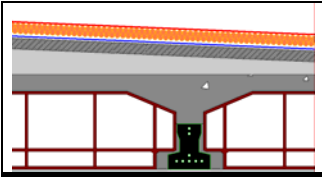
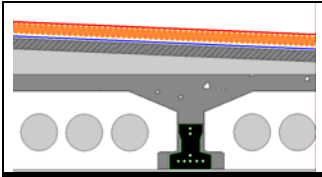
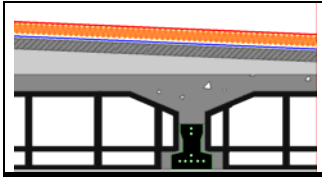
Para determinar la zona climática de cualquier otra localidad, se habrá de partir de la zona climática de la capital de la provincia a la que pertenece y se habrá de conocer el desnivel existente entre dicha población y la capital. En función de esto es posible que se incremente la zona climática. Esto queda recogido en la Tabla D.1 del DB-HE 1.

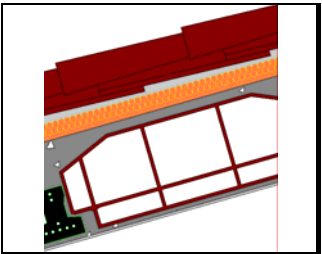
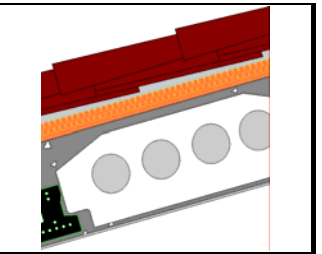
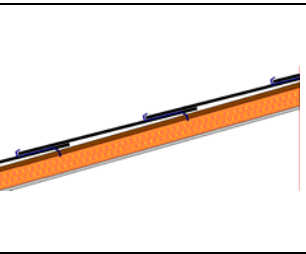
CÁLCULO DE LOS ESPESORES NECESARIOS PARA CUMPLIR EL CTE







En función de la zona climática y del tipo de solución constructiva, en las siguientes tablas se pueden encontrar los espesores de espuma de poliuretano, en mm, necesarios para cumplir con la opción simplificada del CTE en fachadas, suelos y cubiertas. Se han tomado como valores representativos del resto de capas los incluidos en el borrador 01 del Catálogo de Elementos Constructivos.



Suelos			
	Suelo 1 BG+RG+PU+FC	Suelo 2 BG+RG+PU+FE	Suelo 3 BG+RG+PU+FH
Zona A	4,0	2,5	3,0
Zona B	4,0	3,0	4,0
Zona C	4,5	3,0	4,5
Zona D	4,5	3,0	5,0
Zona E	4,5	3,5	5,5










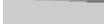


Fachadas					
	Fachada 1 LP+PU+CA+TB+EN	Fachada 2 BH+PU+CA+TB+EN	Fachada 3 MC+LP+PU+CA+PY	Fachada 4 RE+PU+LH+CA+TB+EN	
	Zona A	2,5	2,0	3,0	2,5
	Zona B	3,5	2,5	3,5	3,0
	Zona C	4,0	3,0	4,0	3,5
Zona D	4,5	3,5	4,5	4,5	
Zona E	5,0	4,0	5,0	5,0	

Cubiertas Planas				
	Cubierta 1 PP+PU+BV+RG+FP+FC+EN	Cubierta 2 PP+PU+BV+RG+FP+FE+EN	Cubierta 3 PP+PU+BV+RG+FP+FH+EN	
	Zona A	4,5	3,0	5,0
	Zona B	5,0	4,0	5,5
	Zona C	5,5	4,5	6,0
Zona D	6,0	5,0	6,5	
Zona E	7,0	5,5	7,5	

Cubiertas Inclinadas				
	Cubierta 4 TE+RG+PU+FC+EN	Cubierta 5 TE+RG+PU+FE+EN	Cubierta 6 PI+TP+PU+EN	
	Zona A	4,5	3,5	5,0
	Zona B	5,0	4,0	5,5
	Zona C	5,5	4,5	6,5
Zona D	6,5	5,0	7,0	
Zona E	7,0	5,5	7,5	

Capas de Suelo		e mm	λ W/m·K	R m ² ·K/W	μ
	BG Baldosa de Gres	10	2.30	0.004	30
	RG Mortero de Regularización	20	1	0.02	10
	PU Espuma Rígida de Poliuretano. Densidad 45 kg/m ³	Variable	0.028	Variable	126
	FC Forjado, entrevigado Cerámico	250	--	0.28	10
	FE Forjado, entrevigado de EPS	250	--	0.73	60
	FH Forjado, entrevigado de Hormigón	250	--	0.19	80

Capas de Fachada		e mm	λ W/m·K	R m ² ·K/W	μ
	RE Revestimiento Exterior	--	--	--	--
	MC Mortero Monocapa	15	1.3	0.012	10
	LP Fábrica de Ladrillo Perforado	115-130	--	0.18	10
	LH Fábrica de Ladrillo Hueco doble	60-90	--	0.16	10
	BH Fábrica de Bloque de Hormigón aligerado	250	--	0.53	6
	PU Espuma Rígida de Poliuretano. Densidad 35 kg/m ³	Variable	0.028	Variable	106
	PY Placa de Yeso Laminado	15	0.25	0.06	4
	TB Fábrica de Ladrillo Hueco sencillo	40-60	--	0.09	10
	EN Enlucido de yeso	15	0.57	0.026	6

Capas de cubierta		e mm	λ W/m·K	R m ² ·K/W	μ
	PP Pintura de Protección	--	--	--	100000
	TE Teja de Arcilla Cocida	10	1	0.02	30
	PI Pizarra	5	2.2	0.002	800
	TP Tablero de Partículas	20	0.18	0.11	20
	PU Espuma Rígida de Poliuretano. Densidad 45 kg/m ³	Variable	0.028	Variable	126
	Barrera de Vapor	--	--	--	100000
	RG Mortero de Regularización	20	1	0.02	10
	FP Mortero de Formación de Pendientes	60	1.15	0.05	10
	FC Forjado, entrevigado Cerámico	250	--	0.28	10
	FE Forjado, entrevigado de EPS	250	--	0.73	60
	FH Forjado, entrevigado de Hormigón	250	--	0.19	80
	EN Enlucido de yeso	15	0.57	0.026	6

Estos espesores están calculados sin tener en cuenta el efecto de los puentes térmicos, pero hay que tener en cuenta que la presencia de puentes térmicos aumentaría estos espesores.

Por otro lado, estos espesores están calculados considerando el mayor valor para la transmitancia de huecos. Si se utilizaran huecos de menor transmitancia, estos espesores se podrían reducir.

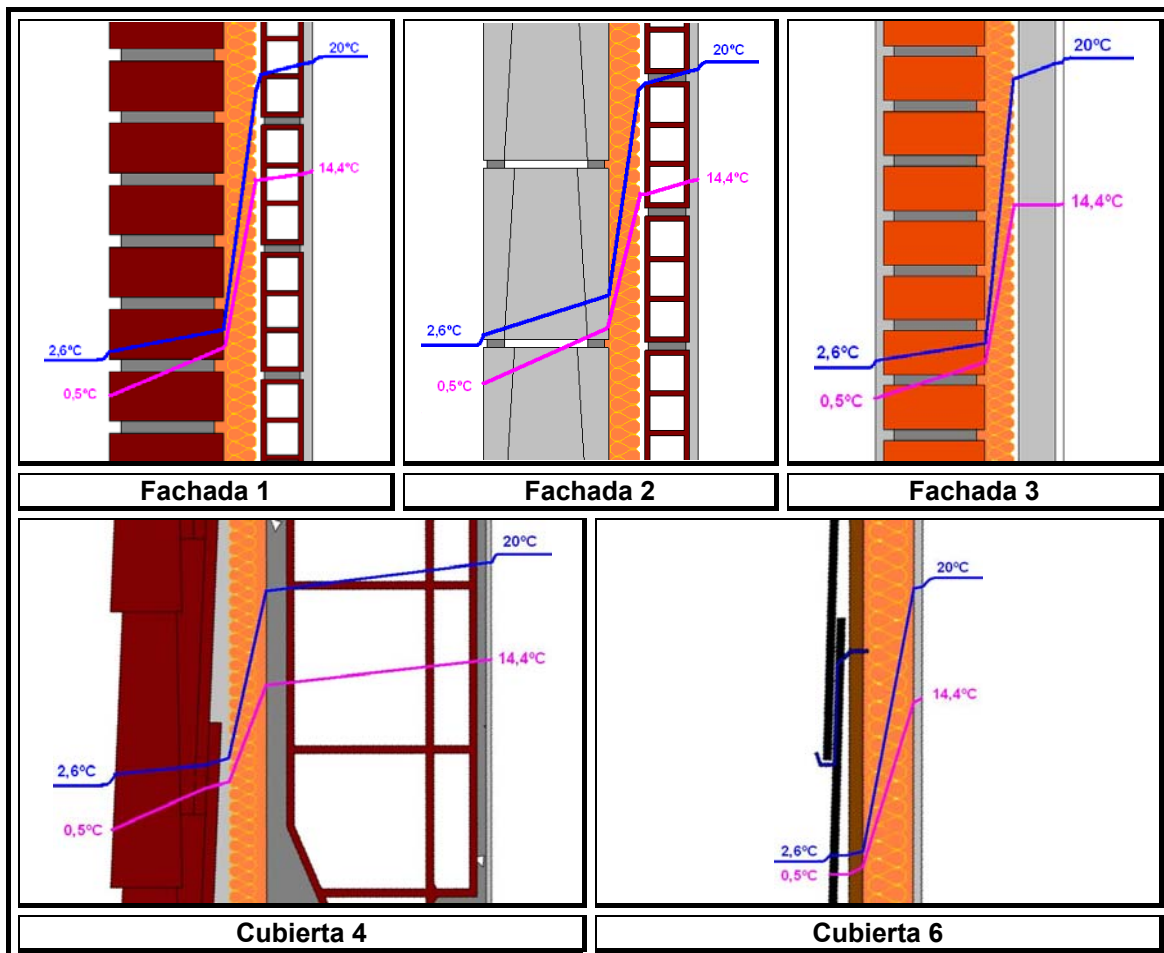
CÁLCULO DE CONDENSACIONES INTERSTICIALES

El DB-HE 1 incluye la exigencia de comprobar que las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores sean tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible dentro del mismo periodo, salvo para los materiales aislantes donde dice expresamente que:

“Salvo expresa justificación en el proyecto, se considerará nula la cantidad de agua condensada admisible en los materiales aislantes”.

El Anexo G del DB-HE 1 recoge el método de cálculo para las condensaciones intersticiales. Se habrá de tener en cuenta que las soluciones con barrera de vapor en la cara caliente (caso de cubiertas 1, 2 y 3) o aquellos cerramientos en contacto con el terreno quedarán exentos de la comprobación de condensaciones intersticiales.

En los siguientes ejemplos podemos ver algunas de las soluciones anteriormente analizadas. La curva azul representa la distribución de temperaturas o presiones de vapor en el interior del cerramiento, y la curva rosa representa la distribución de temperaturas de rocío o presiones de vapor de saturación en el interior del cerramiento. Un cruce entre ambas curvas supondría que hay condensaciones en la zona de cruce.



Estos cálculos se han realizado considerando las condiciones exteriores más desfavorables de la Tabla del Anexo G del DB-HE 1 (Burgos en enero, T_{med} 2,6°C, HR_{med} 86%) y las condiciones interiores más desfavorables seleccionando una clase de higrometría 5 (propia de lavanderías o piscinas, T 20°C, HR 75%). Cualquier otra capital de provincia o cualquier otra clase de higrometría presentará condiciones más favorables.

CONCLUSIONES

El CTE incrementa las exigencias de seguridad, habitabilidad y sostenibilidad de los edificios, y en lo que al ahorro de energía se refiere, incrementa los niveles de aislamiento térmico exigidos en edificios de nueva construcción, reformas integrales, o reformas que afecten a más del 25% de la envolvente de edificios de más de 1000 m². Este incremento es más significativo en cubiertas que en fachadas, y dependerá de diversos factores como la zona climática, los puentes térmicos, o, en el caso de fachadas, los valores de transmitancia de los huecos.

La espuma rígida de poliuretano aplicada in situ por proyección, al tener el menor valor de conductividad térmica de los materiales aislantes usados en la construcción ($\lambda=0.028$ W/m·K) alcanza el nivel de aislamiento requerido con el mínimo espesor. Este ahorro de espesor será más acusado en aquellas aplicaciones en las que sean necesarios niveles más altos de aislamiento.

En cuanto al riesgo de condensaciones intersticiales, el poliuretano es impermeable al agua, pero permeable al vapor de agua, con un valor de permeabilidad dependiente de la densidad que permite diseñar en la mayoría de los casos soluciones sin condensaciones intersticiales durante todo el año, en cualquier zona climática y para cualquier tipo de edificio. En las condiciones más críticas (ejemplos Cubiertas 1, 2 y 3) será necesaria la aplicación previa de una barrera de vapor en la cara caliente.

Por todo esto, la espuma rígida de poliuretano aplicada in situ por proyección se confirma como un magnífico aliado para cumplir con las exigencias de limitación de la demanda que impone el nuevo Código Técnico de la Edificación.

BIBLIOGRAFÍA

DB-HE 1. Documento Básico de Ahorro de Energía, sección de Limitación de la Demanda. Código Técnico de la Edificación.

Catálogo de Elementos Constructivos. (Borrador, versión 01).

Programa de Cálculo "Guía ATEPA de Poliuretano" Versión 2.1. ATEPA.

UNE 92120-1:1998 Productos de aislamiento térmico para construcción. Espuma rígida de poliuretano producida in situ por proyección. Parte 1: Especificaciones para los sistemas de poliuretano antes de la instalación.