



TRANSMITANCIA DE UNA CUBIERTA TRANSITABLE

Apellidos, nombre	Álvarez González, M ^a Ángeles (malvare@upvnet.upv.es)
Departamento	Construcciones Arquitectónicas
Centro	Escuela Técnica Superior de Arquitectura Universitat Politècnica de València

1 Resumen de las ideas clave

En este artículo vamos a calcular la demanda energética, según el Documento Básico. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente DB-HE 1:

Ideas clave
1. Documentos Básico de Ahorro de Energía
2. Características de la cubierta transitable
3. Cálculo de la transmitancia y comprobación

Tabla 1. Contenidos que se tratan en este artículo

Palabras clave: Ahorro energético, Cubierta, Transmitancia, CTE, HE-1

2 Introducción

La transmitancia térmica (U) es la medida del calor que fluye por unidad de tiempo y superficie, transferido a través de un sistema constructivo, formado por una o más capas de material, de caras plano paralelas, cuando hay un gradiente térmico de 1°C (274 K) de temperatura entre los dos ambientes que éste separa.¹

Las exigencias del Documento Básico de Ahorro de Energía son de obligado cumplimiento para las obras de nueva construcción y las intervenciones en edificios existentes.

Las secciones HE0, y la HE1 establecen los valores límite de demanda de energía y de transmitancia térmica de elementos constructivos, según zona climática, diferenciando el usos residencial privado de otros usos.

Se nos presenta la oportunidad de llevar a cabo un nuevo modelo constructivo basado en el ahorro de energía, en la reducción de emisiones, en el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y en la máxima eficiencia energética.



Figura 1. Sección HE 0. Limitación del consumo energético.
Fuente: <https://bit.ly/2l6gp4l>

¹ Wikipedia, enciclopedia libre: <https://goo.gl/STcStU>



Figura 2. Sección HE1. Limitación de la demanda energética.
Fuente: <https://bit.ly/2UFausZ>

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

1. El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los *edificios*, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*.
2. Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico "DB HE Ahorro de energía" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

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 y de 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.

Figura 3. Sección HE1. Limitación de la demanda energética.
Fuente: <https://bit.ly/2GIFPcK>



Figura 4. CTE. Parte I. Código Técnico de la Edificación.
Fuente: <https://goo.gl/ULSPBV>

3 Objetivos

Una vez que el alumno lea con detenimiento este documento será capaz de:

- Identificar la envolvente del edificio.
- Manejar la normativa para aplicarla al cálculo de una cubierta.
- Calcular la transmitancia de una cubierta transitable dada.
- Analizar el resultado del cálculo.

¿Qué vamos a conseguir con este artículo? conocer si nuestro diseño de cubierta es adecuado a la zona climática donde se ubicará con respecto a la demanda energética establecida en el CTE.

4 Desarrollo

Es necesario el conocimiento previo de materiales de construcción y sus características; diseño y construcción de forjados; cubiertas planas y el significado de la transmitancia.

4.1 Documentos Básico de Ahorro de Energía

Según los Documentos Básicos referenciados en el apartado de introducción, son objeto de la opción simplificada los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, para los cuales se calcularán los parámetros característicos que definen la envolvente térmica:

- Transmitancia térmica de muros de fachada (U_M)
- Transmitancia térmica de medianerías (U_{MD})
- Transmitancia térmica de particiones interiores en contacto con espacios no habitables
- **Transmitancia térmica de cubiertas (U_C)**
- Transmitancia térmica de suelos (U_S)
- Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno (U_T)
- Transmitancia térmica de huecos (U_H)
- Factor solar modificado de huecos (F_H)

4.2 Zona climática del edificio a estudio

En este punto, es importante determinar la zona climática a la que pertenece nuestra ubicación: Alicante capital



Figura 4. CTE. Documento de apoyo al DB-HE Ahorro de energía.
Fuente: <https://goo.gl/TwYZdh>

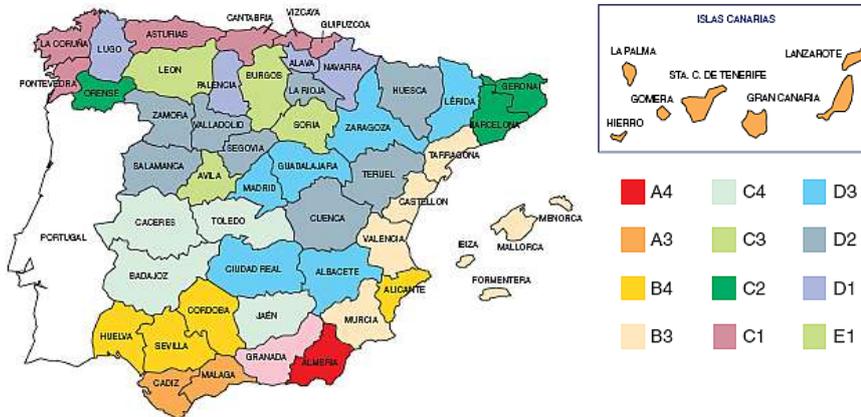


Figura 5. Mapa nacional de zonas climáticas. Fuente: <https://goo.gl/3VRz5Z>

4.3 Características de la cubierta transitable a estudio

La composición constructiva de nuestra cubierta transitable, desde la zona habitada al exterior, no existen claraboyas, ni lucernarios, es la siguiente:

- Baldosa cerámica 14x28 cm.
- Mortero de agarre de espesor 2 cm.
- Lámina de geotextil
- Aislamiento de poliestireno extruido e=7 cm.
- Lámina de geotextil
- Lámina de betún polimérico
- Mortero de regularización M-40 e=2 cm.
- Barrera de vapor
- Hormigón ligero formación de pendiente $E_{med}=10$ cm.
- Forjado reticular hormigón 25+5 cm.
- Guarnecido y enlucido de yeso e=1,5 cm.

4.4 Cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta

Vamos a proceder a la aplicación y cálculo de la CUBIERTA TRANSITABLE (Apéndice E.1.1) donde:

Para su obtención mantendremos el sistema tradicional por capas complementada con las resistencias térmicas superficiales de los cerramientos contenidas en la Tabla E.1.

$$U = 1/RT \text{ (W/m}^2\text{k)}$$

donde R_r (m²K/W) es la resistencia térmica total del elemento constructivo

Figura 6. Fórmula de la Transmitancia. Fuente: <https://bit.ly/2WOXpLd>

La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_T(\text{m}^2\text{K/W}) = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

$R_1, R_2, R_3 \dots R_n$: resistencias térmicas de cada capa.
 R_{si}, R_{se} : resistencias térmicas superficiales (Tabla E.1)

Figura 7. Resistencias térmicas. Fuente: <https://bit.ly/2WOXpLd>

$$R_n(\text{m}^2\text{K/W}) = e/\lambda$$

e , espesor de la capa de material (m)
 λ , conductividad térmica (W/mK)

Figura 8. Resistencias térmicas según espesor material y conductividad. Fuente: <https://bit.ly/2WOXpLd>

Recordemos los datos de partida:

Situación: Alicante. Zona Climática B4.

Uso: Vivienda

Cálculo de la transmitancia de la cubierta transitable cuyos materiales constan en el apartado anterior.

Según la tabla E.1 del Apéndice E, vemos que las resistencias superficiales para cerramientos horizontales tiene los valores:

$$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W} \quad R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

Figura 9. Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales en cerramientos en contacto con el aire exterior en $\text{m}^2\text{K/W}$. Fuente: <https://bit.ly/2WOXpLd>

Las resistencias de los materiales con que hemos diseñado nuestra cubierta transitable, podemos encontrarla directamente en el catálogo *Figura 10*.



Figura 10. CTE. Catálogo informático de elementos constructivos (CEC).
Fuente: <https://goo.gl/YX1aE1>

También podemos obtenerla por medio de la conductividad térmica del material y del espesor de los materiales que componen la cubierta.

Formaremos una tabla (*Tabla 2*):

MATERIAL	e (m)	λ W/mK	$R=e/\lambda$ (m ² K/W)
Rse			0,04
Baldosa cerámica 14x28 cm	0,005	1	0,005
Mortero de agarre	0,02	1	0,02
Geotextil			
Aislamiento poliestireno extruido	0,07	0,036	1,94
Geotextil			
Lámina de betún polimérico			
Mortero de regularización M-40	0,02	1	0,02
Barrera de vapor			
Hormigón ligero formación de pte	0,10	1,15	0,09
Forjado reticular hormigón 25+5	0,30	2	0,15
Guarnecido y enlucido de yeso	0,015	0,4	0,04
Rsi			0,17
TOTALES			2,475

Tabla 2. Relación de materiales y sus resistencias térmicas.
Fuente: elaboración propia

Sustituyendo valores,

$$U = 1/R_T = 1 / 2,475 = 0,404 \text{ W/m}^2\text{K}$$

4.4.1 Resultados

Según la Tabla 2.1 del apartado 2.1.4 del DB-HE-1, el máximo valor de la transmitancia térmica para cubiertas en Zona Climática B es de 0.59 W/m²K, por lo que el cerramiento propuesto cumpliría dicha exigencia.

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

⁽²⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

⁽³⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

Figura 11. Tabla 2.1 del apartado 2.1.4 del DB-HE-1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²K. Fuente: <https://bit.ly/2GIFPcK>

4.4.2 Justificación de los resultados

Según lo calculado, nuestro diseño cumple con la normativa de Ahorro energético, sin valorar la resistencia térmica que puede ofrecer la lámina de geotextil, la lámina de betún polimérico y la lámina de barrera de vapor; por lo que podremos utilizar estos materiales con las características y cualidades que consideremos oportunas.

De no cumplir, consideraríamos y determinaríamos las calidades de los materiales de lámina de geotextil, la lámina de betún polimérico y la lámina de barrera de vapor.

De seguir sin cumplir los límites de la Transmitancia, iremos incrementando las calidades de los materiales más susceptibles para ello. Si aún así no alcanzamos que la envolvente sea apta, el siguiente paso sería el incremento de las capas de los materiales.

5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto las exigencias de la normativa CTE referentes al ahorro energético y qué pasos hay que seguir para saber si el diseño de nuestra envolvente, en este caso. La cubierta, cumple con ella.

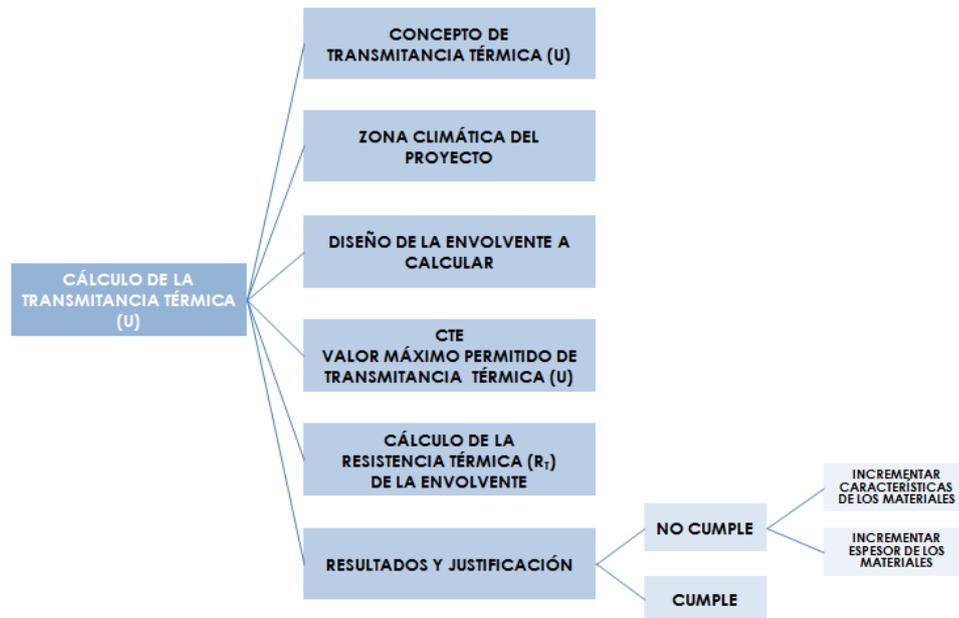


Figura 12. Estructura de este artículo docente. Fuente: elaboración propia

Para comprobar qué realmente has asimilado qué es la transmitancia y los pasos a seguir para su cálculo, te animo a que diseñes otro tipo de cubierta y la sitúes en un punto geográfico concreto.

Sigue los pasos indicados en este artículo docente y lo conseguirás... ¡A POR ELLO!

6 Bibliografía

- CTE. Parte I. Código Técnico de la Edificación: <https://goo.gl/ULSPBV>
- CTE. Documento de apoyo al DB-HE Ahorro de energía: <https://goo.gl/TwYZdh>
- CTE. Catálogo informático de elementos constructivos (CEC): <https://goo.gl/YX1aE1>
- Mapa nacional de zonas climáticas: <https://goo.gl/3VRz5Z>
- Sección HE0. Limitación del consumo energético: <https://goo.gl/ir79zW>
- Sección HE1. Limitación de la demanda energética: <https://goo.gl/JNygdn>
- Wikipedia, enciclopedia libre. Definición de transmitancia: <https://goo.gl/STcStU>