

Introducción a la física de la construcción



Introducción al estándar Passivhaus

Casas pasivas. El estándar energético Passivhaus en el clima mediterráneo

Anne Vogt, arquitecta, VAND arquitectura

Instituto de arquitectura COAM

17 de julio 2017

ÍNDICE

-Conceptos básicos de la física de construcción

-Confort y salud



Introducción al estándar Passivhaus

Casas pasivas. El estándar energético Passivhaus en el clima mediterráneo

Anne Vogt, arquitecta, VAND arquitectura

Instituto de arquitectura COAM

17 de julio 2017

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Para un análisis completo de la transferencia del calor es necesario considerar mecanismos fundamentales de transmisión: **conducción, convección y radiación**, además del mecanismo de **acumulación**.

La transferencia de calor de un elemento depende:

- de la conductividad térmica de los materiales que lo componen
- del espesor de cada capa
- de la geometría de su estructura (muros planos o curvos)
- de las condiciones ambientales interiores y exteriores.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Conductividad térmica λ

Define la cantidad de calor que pasa en una unidad de tiempo a través de una unidad de superficie con caras planas y paralelas con una diferencia de temperatura de 1 K.

Unidades: W/(mK)

La conductividad es la **propiedad del material** que define su capacidad de aislamiento.

Resistencia térmica R

Es el producto del espesor por la resistividad o el cociente entre espesor y conductividad térmica.

Unidades: m²K/W

$$R = \frac{e}{\lambda} = r \times e$$

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Conductividad de materiales de construcción

(Datos obtenidos del CTE)

Material	Conductividad (W/mK)
Hormigón armado	
Aislamiento	
Madera	
Acero	
Aluminio	
Arcilla	
Lana mineral	

Un valor de conductividad térmica bajo significa mayor capacidad de aislamiento del material.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Transmitancia térmica U

Se define como el flujo de calor en régimen estacionario dividido por el área y la diferencia de temperatura de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

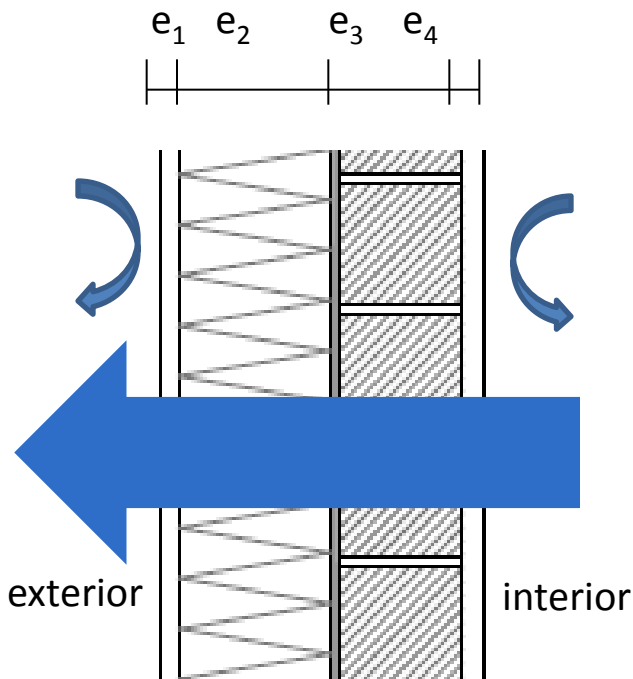
Unidades: $W/(m^2K)$

Las capas de distintos materiales y espesores le confieren al elemento constructivo resultante una serie de cualidades térmicas específicas que se evalúan mediante este parámetro.

El valor U describe el comportamiento de un elemento constructivo.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Cálculo del valor U en elementos constructivos homogéneos



$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{R_{si} + e_1/\lambda_1 + e_2/\lambda_2 + e_3/\lambda_3 + e_4/\lambda_4 + R_{se}}$$

U= transmitancia térmica

e= espesor de capa

λ = conductividad térmica

R_{si} = Resistencia térmica superficial interior

R_{se} = Resistencia térmica superficial exterior

Valores de U de la actualización del HE 2013

Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m ² •K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² •K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m ² •K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [m ³ /h•m ²]	< 50	< 50	< 50	< 27	< 27	< 27

⁽¹⁾ Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

⁽²⁾ Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

⁽³⁾ La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

Valores de U del HE 2006

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²K

Cerramientos y particiones interiores	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

Introducción al estándar Passivhaus

Casas pasivas. El estándar energético Passivhaus en el clima mediterráneo

Anne Vogt, arquitecta, VAND arquitectura

Instituto de arquitectura COAM

17 de julio 2017

Comparación espesores de muros de distintos materiales para alcanzar la U de 0,3 W/m²K:

Material	Conductividad térmica (W/mK)	Espesor necesario para alcanzar 0,3 W/m ² K (m)
Hormigón	2,30	
Tabique macizo	0,80	
Tabique aligerado	0,40	
Madera conífera	0,13	
Paja	0,055	
Aislamiento estándar	0,04	
Aislamiento mejorado	0,025	

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Cálculo del valor U con PHPP

resistencias térmicas

superficiales

1 Muro exterior M1

Assembly No. Building Assembly Description

Heat Transfer Resistance [m^2K/W]

interior R_{si} : 0,13

exterior R_{se} : 0,04

conductividad

Area Section 1	λ [W/(mK)]	Area Section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area Section 3 (optional)	λ [W/(mK)]
1. Revestimiento int	0,400				
2. 1/2 pie ladr. Perf.	0,512				
3. Aislamiento	0,045				
4. Acabado exterior	0,800				
5.					
6.					
7.					
8.					

espesores

Thickness [mm]
20
120
240
20
Total
40,0 cm

Percentage of Sec. 2 Percentage of Sec. 3

U-Value: **0,172** W/(m^2K)

transmitancia

Introducción al estándar Passivhaus

Casas pasivas. El estándar energético Passivhaus en el clima mediterráneo

Anne Vogt, arquitecta, VAND arquitectura

Instituto de arquitectura COAM

17 de julio 2017



PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Resistencia térmica superficial

$$R_{si} \quad R_{se}$$

Transporte de calor por transmisión + convección en superficies en contacto con el aire según la EN ISO 6946

	R_{si}	R_{se}
Dirección del flujo de calor	$m^2 K W^{-1}$	$m^2 K W^{-1}$
Horizontal	0,13	0,04
Hacia arriba	0,10	0,04
Hacia abajo	0,17	0,04

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Resistencia térmica de cámaras de aire

Valores CTE abril 2009: DB HE1 Apéndice E

Tabla E.2 Resistencias térmicas de cámaras de aire en $m^2 K/W$

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

Cálculo PHPP:

Espesor de capa de aire	<input type="text" value="100"/>	mm	Transferencia térmica por convección
Dirección del flujo de calor	<input type="text" value="x"/>	Horizontal	h_a 1,25 W/(m^2K)
(sólo marcar un campo)	<input type="text" value=""/>	Hacia abajo	Transferencia térmica por radiación
			h_a 4,17 W/(m^2K)
Coef. de emisión superficie 1	<input type="text" value="0,90"/>		Conductividad térmica equivalente
Coef. de emisión superficie 2	<input type="text" value="0,90"/>		λ <input type="text" value="0,54"/> W/(mK)

fuelle: PHPP 2008

Introducción al estándar Passivhaus

Casas pasivas. El estándar energético Passivhaus en el clima mediterráneo

Anne Vogt, arquitecta, VAND arquitectura

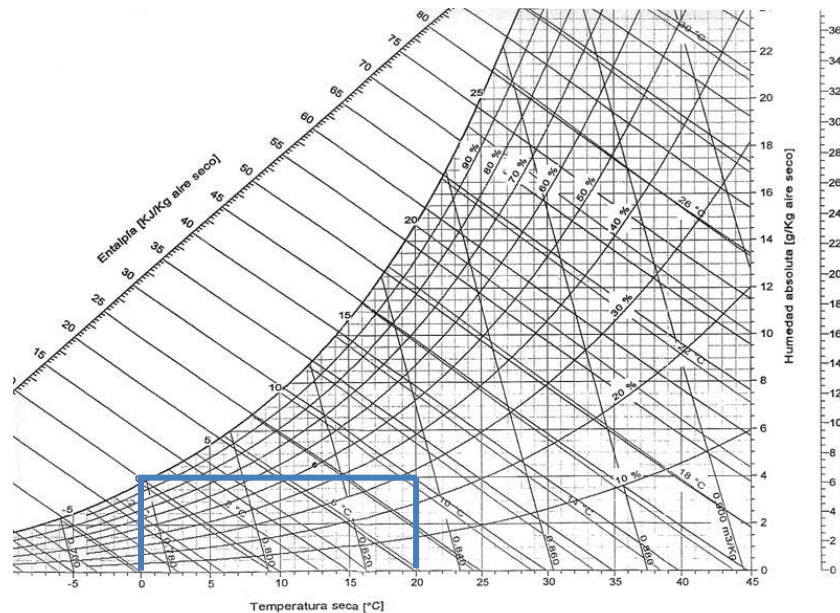
Instituto de arquitectura COAM

17 de julio 2017

PSICROMETRÍA. LA ENERGÍA DEL AIRE HÚMEDO

Es la ciencia que se ocupa de la determinación de las propiedades termodinámicas del aire húmedo, así como de la utilización y control de estas propiedades en el análisis de las condiciones y procesos que implica.

Mediante los **diagramas psicrométricos** podemos, a partir de dos parámetros que caracterizan un ambiente, conocer el resto de las variables del aire.



Introducción al estándar Passivhaus

Casas pasivas. El estándar energético Passivhaus en el clima mediterráneo

Anne Vogt, arquitecta, VAND arquitectura

Instituto de arquitectura COAM

17 de julio 2017

CALOR SENSIBLE: es la energía empleada en modificar la temperatura del aire atmosférico

CALOR LATENTE: es la energía empleada en modificar el contenido de vapor de agua del aire atmosférico.

TEMPERATURA SECA: Temperatura obtenida con un termómetro de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$, K)

TEMPERATURA DE ROCÍO: Temperatura a la cual comienza a condensarse el vapor de agua de un ambiente para unas condiciones dadas de humedad y presión ($^{\circ}\text{C}$, K)

PRESIÓN DE VAPOR: Presión parcial que ejerce el vapor de agua contenido en el aire (Pa)

PRESIÓN DE VAPOR DE SATURACIÓN: Presión parcial del vapor de agua de una mezcla saturada a una temperatura dada (Pa)

HUMEDAD ESPECÍFICA: Relación entre la masa de vapor de agua y la masa de aire seco contenidos en la muestra de aire húmedo. (kg/kg de aire seco)

HUMEDAD RELATIVA: Relación entre la presión parcial del vapor de agua del aire y la presión parcial de saturación del vapor de agua a la misma temperatura y presión (%)

ENTALPÍA: Magnitud termodinámica que indica la cantidad de energía que hay en la unidad de masa de material (J/kg de aire seco)

¿AISLAMIENTO EXTERIOR O INTERIOR?

Cuando se trabaja con aislamiento por el interior es fundamental realizar los cálculos procedentes para garantizar que no hay riesgo de condensaciones intersticiales según la EN ISO 13788

MÉTODOS ESTÁTICOS (GLASER)

Herramientas gratuitas para el cálculo.

Si no existen efectos significativos del agua de lluvia, este método se considera seguro.

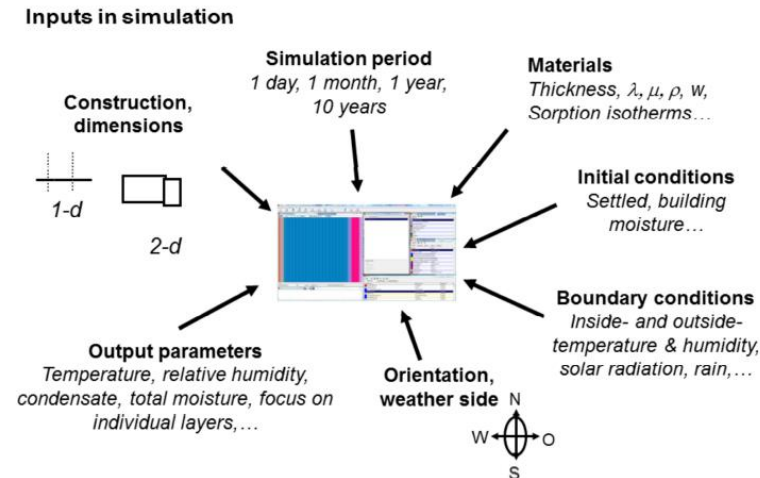
MÉTODOS DINÁMICOS

Herramientas complejas, muchos parámetros.

Resultados más realistas

Cálculos bi y tridimensionales

Herramientas de pago: Wufi y Delphin



Introducción al estándar Passivhaus

Casas pasivas. El estándar energético Passivhaus en el clima mediterráneo

Anne Vogt, arquitecta, VAND arquitectura

Instituto de arquitectura COAM

17 de julio 2017

MUCHAS GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN



Nuria Díaz Antón
Arquitecta
Certificador Passivhaus
nuria@vandarquitectura.info
661 952 118



Anne Vogt
Arquitecta
Certificador Passivhaus
anne@vandarquitectura.info
659 066 089



Introducción al estándar Passivhaus

Casas pasivas. El estándar energético Passivhaus en el clima mediterráneo

Anne Vogt, arquitecta, VAND arquitectura

Instituto de arquitectura COAM

17 de julio 2017