

Cálculo de Transmitancia Térmica y Condensaciones en la Edificación

Guía de uso del programa "Guía Synthesia de Soluciones Constructivas con Poliuretano"

Objetivo

El objetivo del programa "[Guía Synthesia de Soluciones Constructivas con Poliuretano](#)" es facilitar los cálculos que exige el Código Técnico de la Edificación (CTE-2019) sobre las condiciones térmicas y de salubridad de los cerramientos (fachadas, cubiertas o suelos), tanto para calcular la **transmitancia térmica** (U), como para analizar el riesgo de **condensaciones intersticiales**.

Datos de partida

Para realizar ambos cálculos, necesitaremos la composición del cerramiento a estudiar (material y espesor de cada capa), y la población donde se ubica el edificio (altura sobre el nivel del mar).

Acceso al programa

El programa es gratuito y accesible en la dirección <http://guia.synthesia.com>.

The screenshot shows the website interface for the 'Guía Synthesia de soluciones constructivas con Poliuretano'. At the top left is the Synthesia logo. The main heading is 'Guía Synthesia de soluciones constructivas con Poliuretano'. Below this, there is a paragraph explaining the program's objective: 'El objetivo de Synthesia con este guía interactiva on-line es colaborar con los técnicos para realizar los cálculos que exige el Código Técnico de la Edificación (CTE) sobre las condiciones térmicas y de salubridad de los cerramientos, tanto en lo que respecta al cálculo de la transmitancia térmica (U) del cerramiento, como al estudio de condensaciones, intersticiales y superficiales.' Below this is another paragraph: 'Synthesia, siempre preocupada por el cumplimiento de las exigencias de la calidad de los materiales que comercializa, posee certificación de calidad Marca N de AENOR de sus sistemas de proyección de espuma rígida de poliuretano para su conductividad térmica (λ), resistividad al vapor de agua (μ) y reacción al fuego en euroclases.' A third paragraph states: 'Usar nuestra guía es totalmente gratuito, simplemente debes registrarte pulsando el botón que ves en la parte superior derecha de esta página.' A fourth paragraph says: 'Si ya eres un usuario registrado, introduce tu correo electrónico y tu contraseña en el formulario inferior para entrar nuevamente en la guía.' There is a registration form with fields for 'E-mail' and 'Contraseña' and an 'Entrar' button. Below the form is a link: '¿Olvidó su contraseña?'. On the right side, there is a call to action: 'Regístrate ahora en la Guía Synthesia del Poliuretano, es gratis' with a 'Regístrate ahora' button. Below this is a link: 'Descargar Manual de Instrucciones Guía Synthesia'. At the bottom right, there are logos for Synthesia, HURRE IBERICA (Panes sandwich de última generación), Poliuretanos, and aisla (Ética • Formación • Calidad, ASOCIACIÓN DE INSTALADORES DE AISLAMIENTO).

La primera vez que se utiliza es necesario crear un usuario en el botón “Regístrate ahora”, y completar los datos que se solicitan (nombre completo y e-mail). Al momento se recibe un correo electrónico en la dirección proporcionada con la contraseña que permite acceder a la aplicación, y que puede ser cambiada más tarde en la pestaña “Configuración”.

El listado de materiales

Pulsando en la pestaña “Materiales” accedemos al listado de materiales, agrupado por tipos y subtipos. Aquí encontraremos todos los materiales incluidos en el Catálogo de Elementos Constructivos del CTE, además de los materiales de la anterior Guía ATEPA del Poliuretano.

Usuario: Alvaro Pimentel Desconectar

Inicio Soluciones constructivas **Materiales** Instrucciones Configuración

Materiales

Tipo/subtipo de material

Nombre ▾	Subtipo	λ , W/m ² C ⁽¹⁾	MN-s/g·m ⁽²⁾	μ ⁽³⁾
Phono Spray I-905 (0,040) D-18 kg/m3	Poliuretano	0,040	110,0	20,0
Poliuretano Spray S-303E (0,028) D-30 kg/m3	Poliuretano	0,028	330,0	60,0
Poliuretano Spray RF-351C (0,028) Cs3d0 D-35 kg/m3	Poliuretano	0,028	330,0	60,0
Poliuretano Spray S-353E (0,028) D-35 kg/m3	Poliuretano	0,028	350,0	63,6
Poliuretano Spray S-403E (0,028) D-40 kg/m3	Poliuretano	0,028	495,0	90,0
Poliuretano Spray S-503E (0,028) D-50 kg/m3	Poliuretano	0,028	550,0	100,0
Poliuretano Spray (0,028) D-45 kg/m3	Poliuretano	0,028	627,0	114,0
Poliuretano Spray (0,028) D-55 kg/m3	Poliuretano	0,028	825,0	150,0
Urespray F-75 (D 1000) Elastómero de poliuretano	Impermeabilizantes	0,250	33000,0	6000,0
Acero	Metales	50,000	100000000,0	18181818,2
Acero Inoxidable	Metales	17,000	100000000,0	18181818,2
Agua a 10°C	Materiales Naturales	0,600	0,0	0,0
Agua a 40°C	Materiales Naturales	0,630	0,0	0,0
Agua a 80°C	Materiales Naturales	0,670	0,0	0,0
Aire (D 1,23)	Gases	0,025	5,5	1,0
Aluminio	Metales	230,000	100000000,0	18181818,2

Material estándar no modificable

Material de usuario

Editar/Modificar material

(1) Conductividad térmica, Lambda (λ)

(2) Resistencia a la difusión del vapor de agua

(3) Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (adimensional)

Podemos ver todos los materiales, o seleccionando en “Tipo-subtipo de material” podemos agruparlos según su tipo. También podemos utilizar el botón para realizar búsquedas de materiales por nombre.

Si quisiéramos añadir un nuevo material, pulsaremos el botón “Alta de nuevo material”, e introduciremos los siguientes datos:

The screenshot shows the Synthesia web application interface. At the top, the logo 'Synthesia' is on the left, and the title 'Guía de soluciones constructivas con Poliuretano' is on the right. Below the header, the user is identified as 'Alvaro Pimentel' with a 'Desconectar' link. A navigation bar contains 'Inicio', 'Soluciones constructivas', 'Materiales' (highlighted), 'Instrucciones', and 'Configuración'. The main content area is titled 'Alta de nuevo material' and contains the following form fields:

Nombre	<input type="text" value="Material Personalizado"/>
Subtipo	<input type="text" value="AISLAMIENTOS - Otros Aislamientos"/>
Conductividad (W/m K)	<input type="text" value="0,026"/>
Resistividad (MN·s/g·m)	<input type="text" value="357,5"/>
μ	<input type="text" value="65"/>

At the bottom of the form are two buttons: 'Alta de nuevo material' and 'Cancelar'. The footer contains the text: 'Copyright © Synthesia Internacional, SLU (2011). All Rights Reserved.'

- **Nombre:** por el que luego podremos identificar nuestro material
- **Subtipo:** para poder localizarlo con facilidad
- **Conductividad:** el valor de conductividad térmica, en W/m·K
- **Resistividad o μ :** el valor de Resistencia a la difusión del vapor de agua (en MN·s/g·m) o el Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (Factor μ , adimensional). Ambos están relacionados, por lo que introduciendo uno de los dos, el otro se recalcula.

Los materiales añadidos por el usuario sólo están disponibles para el usuario que los creó. Posteriormente el usuario podrá editar () o borrar () los materiales añadidos desde el listado de materiales.

Las soluciones constructivas

Pulsando en la pestaña “Soluciones constructivas” el programa muestra una serie de soluciones constructivas prediseñadas. Podemos crear nuestra solución constructiva de cero o a partir de una solución prediseñada.

Guía de soluciones constructivas con Poliuretano

Usuario: Alvaro Pimentel Desconectar

Inicio **Soluciones constructivas** Materiales Instrucciones Configuración

Soluciones constructivas

Alta de nueva solución

Nombre	Tipo de Cerramiento	
Cubierta Inclinada	CUBIERTA en contacto con el AIRE EXTERIOR	
Cubierta ligera aislada por el exterior	CUBIERTA en contacto con el AIRE EXTERIOR	
Cubierta ligera aislada por el interior	CUBIERTA en contacto con el AIRE EXTERIOR	
Cubierta plana no transitable convencional	CUBIERTA en contacto con el AIRE EXTERIOR	
Cubierta plana no transitable invertida	CUBIERTA en contacto con el AIRE EXTERIOR	
Cubierta plana transitable convencional	CUBIERTA en contacto con el AIRE EXTERIOR	
Cubierta plana transitable invertida	CUBIERTA en contacto con el AIRE EXTERIOR	
Fachada Ventilada + Poliuretano Projectado + Ladrillo perforado 1 pié + Enlucido de yeso	FACHADA en contacto con OTRO LOCAL	
Fachada Ventilada + Poliuretano Projectado + Ladrillo perforado 1 pié + Placa de Yeso Laminado	FACHADA en contacto con OTRO LOCAL	
Fachada Ventilada + Poliuretano Projectado + Ladrillo perforado 1/2 pié + Enlucido de yeso	FACHADA en contacto con OTRO LOCAL	
Fachada Ventilada + Poliuretano Projectado + Ladrillo perforado 1/2 pié + Placa de Yeso Laminado	FACHADA en contacto con OTRO LOCAL	
Ladrillo cara vista 1 pié + Poliuretano Projectado + Placa de Yeso Laminado	FACHADA en contacto con AIRE EXTERIOR	

- Solución estandar no modificable
- Solución de usuario
- Eliminar solución
- Consultar/modificar información de solución y Gráfica de condensaciones

Para editar una solución constructiva prediseñada, debemos pinchar sobre el icono situado a la derecha de cada solución.

Para imprimir el informe de una solución constructiva, debemos pulsar sobre el icono situado a la derecha de cada solución.

Para crear una solución constructiva nueva, debemos pulsar el botón “Alta de nueva solución”

Dentro de cada solución constructiva nos encontramos con los siguientes campos:

Synthesia Guía de soluciones constructivas con Poliuretano

Usuario: Alvaro Pimentel Desconectar

Inicio Soluciones constructivas Materiales Instrucciones Configuración

Modificar: Ladrillo cara vista 1/2 pie + Poliuretano Projectado + Tabique hueco doble+ Enlucido Yeso

Nombre: 1 Ladrillo cara vista 1/2 pie + Poliuretano Projectado + T

Tipo de Obra: 2 Obra nueva

Tipo de Cerramiento: 3 FACHADA en contacto con AIRE EXTERIOR

Ciudad: 4 España / Madrid

Altitud ciud.(m): 5 589

Zona climática ciud.: 6 D3

Localidad: 7

Altitud localidad: 8 0

Zona climática localidad: 9 D3

Descripción: 10 Cerramiento de fachada compuesto de hoja principal de ladrillo cara vista de 1/2 pie, poliuretano projectado, cámara de aire y trasdosado interior de ladrillo hueco doble enlucido de yeso.

Grosor (cm): 31 11

R_{se} ($m^2 \cdot K/W$): 12 0.04

R_{si} ($m^2 \cdot K/W$): 0.13 13

Resistencia térmica TOTAL ($m^2 \cdot K/W$): 14 0.932

Transmitancia Térmica (U) ($W/m^2 \cdot K$): 15 0.254 $U_{lim}: 0.27$

Guardar Guardar como ... Cancelar

Temperatura aire exterior: 6.20 19

Humedad exterior: 71 20

Temperatura aire interior: 20.00 21

Humedad interior: 55 22

Capas: 23

Alta de nueva capa: 24

Gráfica de condensaciones 29

No hay problemas de condensación de vapor de agua en el cerramiento

Imprimir 30

Material	Espesor	R	μ	λ	Temp.	T_{rocio}	P	Psat.	E. mín.
▲ ▼ Fab. Ladr. Perforado 1/2 pie métrico o catalán (G 40-60)	11.5 cm	0.166	10,0	0,694	6.9	3.1	765	994	-25
▲ ▼ Poliuretano projectado (0,028) D-35 kg/m³	9 cm	3.214	78,0	0,028	18.2	9.9	1221	2089	8.45 cm
▲ ▼ Cámara de aire vertical 02 cm sin ventilar	2 cm	0.169	1,0	0,118	18.8	9.9	1223	2169	---
▲ ▼ Tabicón Ladr. Hueco Doble (E 60-90)	7 cm	0.187	10,0	0,375	19.5	10.6	1279	2266	---
▲ ▼ Enlucido de Yeso (D 1000-1300)	1.5 cm	0.026	6,0	0,570	19.6	10.7	1286	2280	---

1. **Nombre:** Por el que se identifica la solución constructiva.
2. **Tipo de Obra:** Hay que especificar si se trata de una *Obra Nueva*, de una *Rehabilitación Integral* (más del 25% de la envolvente) o de una *Reforma* (menos del 25% de la envolvente).
3. **Tipo de cerramiento:** Debemos elegir un tipo de cerramiento del desplegable, en función de si es fachada, cubierta o suelo, y si está en contacto con otro local o el Terreno, o con el exterior.
4. **Ciudad:** Hay que escoger la ciudad o la provincia donde se ubica el edificio objeto del estudio edificio.
5. **Altitud ciud.:** Según la ciudad escogida, el programa le asigna su altura sobre el nivel del mar, en metros, según la Tabla a-Anejo B del DB-HE del CTE.
6. **Zona climática ciud.:** Según la ciudad escogida, el programa le asigna la zona climática según la Tabla a-Anejo B del DB-HE del CTE.
7. **Localidad:** Sólo si el edificio se encontrara en una localidad diferente de la capital de la provincia, deberemos especificar la localidad.
8. **Altitud localidad:** Sólo si el edificio se encontrara en una localidad diferente de la capital de la provincia, deberemos especificar la altura sobre el nivel del mar de la localidad, en metros.

9. **Zona climática localidad:** Sólo si el edificio se encontrara en una localidad diferente de la capital de la provincia, el programa asigna una nueva zona climática según la Tabla a-Anejo B del DB-HE del CTE..
10. **Descripción:** Permite escribir una descripción detallada de la solución constructiva.
11. **Grosor:** Grosor, en cm, de la solución constructiva, calculado según las capas que lo componen
12. **R_{se}:** Resistencia térmica superficial exterior de la solución constructiva, en m²·K/W, según la Tabla 1 del DA DB-HE/1 del CTE.
13. **R_{si}:** Resistencia térmica superficial interior de la solución constructiva, en m²·K/W, según la Tabla 1 del DA DB-HE/1 del CTE.
14. **Resistencia térmica TOTAL:** Resistencia térmica del cerramiento completo, en m²·K/W.
15. **Transmitancia Térmica (U):** Transmitancia térmica del cerramiento completo, en W/m²·K, calculada según el Apartado 2.1 del DA DB-HE/1 del CTE.
 - a. **En Obra Nueva**, el programa compara el valor con la Trasmítancia Térmica Límite que recoge la Tabla a-Anejo E del Anejo E del DB-HE del CTE para la zona climática donde se ubica el edificio, y marca si cumple  o no cumple  la exigencia.
 - b. **En Rehabilitación Integral (>25%)**, compara el valor con el proporcionado por la Tabla a-Anejo E del Anejo E del DB-HE del CTE.
 - c. **En Reforma (<25%)**, compara el valor con el proporcionado por la tabla 3.1.1.a del DB-HE1 del CTE.
16. **Botón "Guardar":** Para guardar la solución constructiva con los cambios realizados. Cuando modificamos una solución constructiva prediseñada, no podremos guardarla con el mismo nombre, por lo que tendremos que utilizar el botón "Guardar como..."
17. **Botón "Guardar como...":** Para guardar la solución constructiva con los cambios realizados, sin perder la solución original. Las soluciones constructivas añadidas por el usuario sólo están disponibles para el usuario que las creó. Posteriormente el usuario podrá editar () o borrar () las soluciones constructivas añadidas desde el listado de soluciones constructivas.
18. **Botón "Cancelar":** Para cancelar los cambios realizados. Esta acción no podrá deshacerse, y la pérdida de los cambios será permanente.
19. **Temperatura aire exterior:** Temperatura ambiental exterior del mes de enero, en °C, según la Tabla del Apéndice C del DA DB-HE/1 del CTE. Este dato es modificable si se conoce un dato más preciso, o se quieren realizar pruebas bajo condiciones ambientales diferentes de las propuestas en el CTE.
20. **Humedad exterior:** Humedad relativa ambiental exterior del mes de enero, en %, según la Tabla del Apéndice C del DA DB-HE/1 del CTE. Este dato es modificable si se conoce un dato más fiable, o se quieren realizar pruebas bajo condiciones ambientales diferentes de las propuestas en el CTE.
21. **Temperatura aire interior:** Temperatura ambiental interior, en °C, según el apartado 2.2.2 del DA DB-HE/2 del CTE. Este dato es modificable si se quieren realizar pruebas bajo condiciones ambientales diferentes de las propuestas en el CTE.
22. **Humedad interior:** Humedad relativa ambiental interior, en %, según el apartado 2.2.2 del DA DB-HE/2 del CTE. Este dato es modificable si se conoce un dato más fiable, o se quieren realizar pruebas bajo condiciones ambientales diferentes de las propuestas en el CTE.
23. **Capas:** Para editar las diferentes capas que forman el cerramiento.

24. **Botón “Alta de nueva capa”:** Para añadir capas al cerramiento. Si pulsamos este botón nos aparecen tres campos nuevos:
 - *Tipo/subtipo de material:* Para facilitar la búsqueda de materiales
 - *Material:* Se debe seleccionar el material de la lista
 - *Espesor:* Espesor de la capa, en cm
25. **E. mín.:** Espesor mínimo de la capa de aislamiento para cumplir con la Transmitancia Térmica Límite que marca el CTE.
26. **Botones de posición (▲▼):** Para posicionar cada capa en el orden adecuado.
27. **Botón “Modificar” (✎):** Para modificar cada capa.
28. **Botón “Eliminar” (🗑):** Para eliminar cada capa.
29. **Gráfica de condensaciones:** Análisis higrotérmico de las curvas de temperatura (azul) y temperatura de rocío (roja). Si ambas curvas se tocan o se cruzan, significa que en esa zona la temperatura es igual o menor que la temperatura de rocío, y se producen condensaciones intersticiales.
30. **Botón “Imprimir”:** Genera un informe escrito con el análisis de la solución constructiva, verificando el cumplimiento de las exigencias de aislamiento térmico y de ausencia de condensaciones del CTE.

Precauciones al utilizar el programa

- Las capas siempre deben definirse del exterior al interior. De esta forma la capa exterior quedará arriba, y la capa interior abajo. Esto es natural en fachadas o cubiertas, pero no en suelos, ya que las capas parecerán invertidas. En caso de suelos, la capa de acabado, situada en la parte superior (interior) de la edificación, deberá quedar abajo en el programa, y los cálculos serán correctos.
- El programa está diseñado para analizar soluciones sin barreras de vapor, o con una sola barrera de vapor. En caso de emplear más de una barrera de vapor, los cálculos serán válidos desde el exterior hasta la primera barrera, y desde la última barrera hasta el interior, por lo que no deben de tenerse en cuenta los posibles cruces de las curvas en el espacio comprendido entre ambas barreras, ya que entre dos barreras de vapor no hay flujo de vapor de agua.
- La representación de las curvas de temperatura (azul) y temperatura de rocío (roja) siempre se realiza con la solución en sentido vertical, el exterior a la izquierda y el interior a la derecha, independientemente de si estamos analizando una fachada, una cubierta o un suelo.

Ejemplo práctico

Supongamos que queremos analizar diferentes configuraciones de una solución constructiva para cumplir con la exigencia del CTE en un edificio de nueva construcción en Burgos.

Podemos comenzar una solución constructiva desde cero, mediante el botón “Alta de nueva solución”, o trabajar a partir de una de las soluciones prediseñadas que proporciona el programa. En este caso trabajaremos a partir de una de estas soluciones.

Comenzaremos entrando en la solución constructiva llamada “Tutorial 1” que podremos encontrar seleccionando la pestaña “Soluciones Constructivas” y buscando la palabra “Tutorial” con la herramienta de búsqueda (🔍).



Con el botón Consultar/modificar (🔍) entramos en la solución constructiva encontrada, llamada “Tutorial 1”.

Dentro de la solución constructiva, escogemos la ciudad “España / Burgos”.

Synthesia Guía de soluciones constructivas con Poliuretano

Usuario: Alvaro Pimentel Desconectar

Inicio Soluciones constructivas Materiales Instrucciones Configuración

Modificar: Tutorial 1 **Gráfica de condensaciones**

Nombre: Tutorial 1

Tipo de Obra: Obra nueva

Tipo de Cerramiento: FACHADA en contacto con AIRE EXTERIOR

Ciudad: España / Burgos

Altitud ciud.(m): 861

Zona climática ciud.: E1

Localidad:

Altitud localidad: 0

Zona climática localidad: E1

Descripción: Solución para aprendizaje con el Tutorial. Cerramiento exterior de fachada para mejora de la eficiencia energética del edificio.

Grosor (cm): 25.50

R_{se} ($m^2 \cdot K/W$): 0.04

R_{si} ($m^2 \cdot K/W$): 0.13

Resistencia térmica TOTAL ($m^2 \cdot K/W$): 2.53

Transmitancia Térmica (U) ($W/m^2 \cdot K$): 0.395 ✖ **U_{lim}: 0.25**

Guardar Guardar como ... Cancelar

Temperatura aire exterior: 2.60

Humedad exterior: 86

Temperatura aire interior: 20.00

Humedad interior: 55

Hay condensación intersticial en el cerramiento.

Imprimir

Capas

Alta de nueva capa

Material	Espesor	R	μ	λ	Temp.	T _{rocío}	P.	Psat.	E. min.
Fab. Ladr. Perforado 1/2 pie métrico o catalán (G 60-80)	11,5 cm	0.185	10,0	0,595	4,2	7,5	1038	824	---
Mortero de cemento (D 1800-2000) (in situ)	1,5 cm	0.008	10,0	1,300	4,3	8	1075	830	---
Lana Mineral (0,039)	8 cm	2.051	1,0	0,039	18,4	8,4	1104	2115	13,75 cm
Tabique Ladr. Hueco Sencillo (E 40-60)	4 cm	0.09	10,0	0,444	19	10,3	1251	2196	---
Enlucido de Yeso (D 1000-1300)	1,5 cm	0.026	6,0	0,570	19,2	10,7	1284	2224	---

Como vemos, la Transmitancia Térmica (U) de la solución constructiva es de $0.395 W/m^2 \cdot K$, mayor que la Transmitancia Térmica Límite del CTE para la zona de Burgos, Zona E1, de $0.25 W/m^2 \cdot K$, por lo que la solución no cumple con la exigencia de aislamiento térmico.

Así mismo, vemos en el gráfico de condensaciones que la curva azul (de temperatura) cruza la curva roja (temperatura de rocío) en el aislamiento térmico, el enfoscado y la fábrica de ladrillo, por lo que hay condensación de vapor en estas tres capas.

Podemos editar la capa de aislamiento térmico con el botón () situado a la derecha, y cambiar el espesor a 14 cm, siguiendo la recomendación del campo "E. mín." de 13.75 cm.

Capas

Alta de nueva capa

Material	Espesor	R	μ	λ	Temp.	T _{rocio}	P.	Psat.	E. mín.
▲ ▼ Fab. Ladr. Perforado 1/2 pie métrico o catalán (G 60-80)	11,5 cm	0.185	10,0	0,595	4,2	7,5	1038	824	---
▲ ▼ Mortero de cemento (D 1800-2000) (in situ)	1,5 cm	0.008	10,0	1,300	4,3	8	1075	830	---
▲ ▼ Lana Mineral (0,039)	8 cm	2.051	1,0	0,039	18,4	8,4	1104	2115	13,75 cm
▲ ▼ Tabique Ladr. Hueco Sencillo (E 40-60)	4 cm	0.09	10,0	0,444	19	10,3	1251	2196	---
▲ ▼ Enlucido de Yeso (D 1000-1300)	1,5 cm	0.026	6,0	0,570	19,2	10,7	1284	2224	---

Modificar capa

Tipo/subtipo de material: AISLAMIENTOS - MW

Material: Lana Mineral (0,039) -- $\lambda = 0,039$ -- $\mu = 1,0$

Espesor (cm.): 14

Modificar capa Cancelar

Al pulsar el botón "Modificar capa" se confirma el cambio, y se recalcula la solución, confirmando que ahora sí cumple con el aislamiento térmico.

Para evitar las condensaciones, podemos añadir una barrera de vapor pulsando el botón "Alta de nueva capa", y seleccionando 0.01 cm de papel Kraft, confirmando con el botón inferior.

Capas

Alta de nueva capa

Material	Espesor	R	μ	λ	Temp.	T _{rocio}	P.	Psat.	E. mín.
▲ ▼ Fab. Ladr. Perforado 1/2 pie métrico o catalán (G 60-80)	11,5 cm	0.185	10,0	0,595	4,2	7,5	1038	824	---
▲ ▼ Mortero de cemento (D 1800-2000) (in situ)	1,5 cm	0.008	10,0	1,300	4,3	8	1075	830	---
▲ ▼ Lana Mineral (0,039)	14 cm	3.59	1,0	0,039	18,4	8,4	1104	2115	13,75 cm
▲ ▼ Tabique Ladr. Hueco Sencillo (E 40-60)	4 cm	0.09	10,0	0,444	19	10,3	1251	2196	---
▲ ▼ Enlucido de Yeso (D 1000-1300)	1,5 cm	0.026	6,0	0,570	19,2	10,7	1284	2224	---

Alta de nueva capa

Tipo/subtipo de material: BARRERAS DE VAPOR - Barreras de vapor

Material: Papel Kraft -- $\lambda = 100,000$ -- $\mu = 181818,2$

Espesor (cm.): 0.01

Alta de nueva capa Cancelar

Para situar la barrera de vapor en el lugar adecuado, en la cara caliente del aislamiento, debemos utilizar las flechas (▲ ▼) situadas a la izquierda de dicha capa.

Material	Espesor	R	μ	λ	Temp.	T _{rocio}	P.	Psat.	E. mín.
▲ ▼ Fab. Ladr. Perforado 1/2 pie métrico o catalán (G 60-80)	11,5 cm	0.185	10,0	0,595	3,6	1,3	669	790	---
▲ ▼ Mortero de cemento (D 1800-2000) (in situ)	1,5 cm	0.008	10,0	1,300	3,6	1,3	672	790	---
▲ ▼ Lana Mineral (0,039)	14 cm	3.59	1,0	0,039	19	1,4	677	2196	13,75 cm
▲ ▼ Papel Kraft	0.01 cm	0	181818,2	100,000	19	10,5	1269	2196	---
▲ ▼ Tabique Ladr. Hueco Sencillo (E 40-60)	4 cm	0.09	10,0	0,444	19,4	10,7	1282	2252	---
▲ ▼ Enlucido de Yeso (D 1000-1300)	1,5 cm	0.026	6,0	0,570	19,5	10,7	1285	2266	---

Pulsando el botón “Imprimir” obtendremos un informe impreso de nuestra solución constructiva.

Si queremos probar el comportamiento de otros materiales, podemos modificar fácilmente cualquier solución constructiva. En el ejemplo, podemos cambiar el aislamiento de Lana Mineral por Poliuretano Projectado.

Para ello, primero eliminaremos la capa de enfoscado con el botón  situado a la derecha de dicha capa, y confirmaremos con el botón inferior, ya que con Poliuretano Projectado no es necesario enfoscado para garantizar la impermeabilidad de la fachada.

Material	Espesor	R	μ	λ	Temp.	T _{rocio}	P.	Psat.	E. min.
▲ ▼ Fab. Ladr. Perforado 1/2 pie métrico o catalán (G 60-80)	11,5 cm	0.185	10,0	0,595	3.6	1.3	669	790	---
▲ ▼ Mortero de cemento (D 1800-2000) (in situ)	1,5 cm	0.008	10,0	1,300	3.6	1.3	672	790	---
▲ ▼ Lana Mineral (0,039)	14 cm	3.59	1,0	0,039	19	1.4	677	2196	13.75 cm
▲ ▼ Papel Kraft	0.01 cm	0	181818,2	100,000	19	10.5	1269	2196	---
▲ ▼ Tabique Ladr. Hueco Sencillo (E 40-60)	4 cm	0.09	10,0	0,444	19.4	10.7	1282	2252	---
▲ ▼ Enlucido de Yeso (D 1000-1300)	1.5 cm	0.026	6,0	0,570	19.5	10.7	1285	2266	---

Eliminar capa

Material: CEMENTO - Mortero de cemento (D 1800-2000) (in situ)

Espesor (cm.): 1,5

Después, sustituiremos la barrera de vapor por una cámara de aire, que permitirá la transpiración del cerramiento, con el botón  situado a la derecha de la tercera capa, seleccionando una cámara de aire vertical no ventilada de 1 cm, confirmando con el botón inferior.

Capas

Alta de nueva capa

Material	Espesor	R	μ	λ	Temp.	T _{rocio}	P.	Psat.	E. min.
▲ ▼ Fab. Ladr. Perforado 1/2 pie métrico o catalán (G 60-80)	11,5 cm	0.185	10,0	0,595	3.6	1.3	669	790	---
▲ ▼ Lana Mineral (0,039)	14 cm	3.59	1,0	0,039	19	1.4	674	2196	13.85 cm
▲ ▼ Papel Kraft	0.01 cm	0	181818,2	100,000	19	10.5	1269	2196	---
▲ ▼ Tabique Ladr. Hueco Sencillo (E 40-60)	4 cm	0.09	10,0	0,444	19.4	10.7	1282	2252	---
▲ ▼ Enlucido de Yeso (D 1000-1300)	1.5 cm	0.026	6,0	0,570	19.5	10.7	1285	2266	---

Modificar capa

Tipo/subtipo de material: CAMARAS DE AJRE - Vertical sin ventilar

Material: Cámara de aire vertical 01 cm sin ventilar -- $\lambda = 0,067$ -- $\mu = 1,0$

Espesor (cm.): 1

Finalmente, cambiaremos los 14 cm de lana mineral por 10 cm de poliuretano proyectado densidad 35 kg/m³.

Capas

Alta de nueva capa

Material	Espesor	R	μ	λ	Temp.	T _{roció}	P.	Psat.	E. mín.
▲ ▼ Fab. Ladr. Perforado 1/2 pie métrico o catalán (G 60-80)	11,5 cm	0.185	10,0	0,595	3.6	1.3	669	790	---
▲ ▼ Lana Mineral (0,039)	14 cm	3.59	1,0	0,039	19	1.4	674	2196	13.25 cm
▲ ▼ Cámara de aire vertical 01 cm sin ventilar	1 cm	0.149	1,0	0,067	19	10.5	1269	2196	---
▲ ▼ Tabique Ladr. Hueco Sencillo (E 40-60)	4 cm	0.09	10,0	0,444	19.4	10.7	1282	2252	---
▲ ▼ Enlucido de Yeso (D 1000-1300)	1.5 cm	0.026	6,0	0,570	19.5	10.7	1285	2266	---

Modificar capa

Tipo/subtipo de material: AISLAMIENTOS - Poliuretano

Material: Poliuretano proyectado (0,028) D-35 kg/m³ -- $\lambda = 0,028$ -- $\mu = 78,0$

Espesor (cm.): 10

Modificar capa Cancelar

De esta forma, comprobamos que la solución con 10 cm cumple con la exigencia de aislamiento térmico, y la solución no tiene condensaciones.

Podemos imprimir un informe de la solución constructiva corregida pulsando de nuevo el botón "Imprimir"

10/1/2017 soluciónimpresa

Informe del Análisis Higrotérmico realizado con el programa "SYNTHESIA-CONDENSA"

Tutorial 1

Solución para aprendizaje con el Tutorial Ceramiento exterior de fachada para mejorar de la eficiencia energética del edificio.

Tipo de Ceramiento: FACHADA en contacto con AIRE EXTERIOR
Localización: Burgos (España)
Alta de referencia: 661 m
Zona climática: ET
 U_{lim} de la zona climática (ET): 0.25 W/m²·K

Cálculo de la Transmitancia Térmica del cerramiento

Datos

Resistencia Térmica Superficial exterior: 0.04 m²·K/W
Resistencia Térmica Superficial interior: 0.13 m²·K/W
Resistencia Térmica de cada capa del cerramiento:

Material	Espesor (cm)	Conductividad (W/m·K)	Resistencia Térmica (m ² ·K/W)
Fab. Ladr. Perforado 1/2 pie métrico o catalán (G 60-80)	11.00 cm	0.595	0.185
Poliuretano proyectado (0,028) D-35 kg/m ³	10.00 cm	0.028	3.571
Cámara de aire vertical 01 cm sin ventilar	1.00 cm	0.067	0.149
Tabique Ladr. Hueco Sencillo (E 40-60)	4.00 cm	0.444	0.09
Enlucido de Yeso (D 1000-1300)	1.50 cm	0.570	0.026

Cálculo de la Transmitancia Térmica del cerramiento (U)

$U = 0.239$ W/m²·K <= $U_{lim} = 0.25$ W/m²·K

La Transmitancia Térmica del cerramiento es menor o igual que la Transmitancia Térmica Límite que marca el CTE para la zona climática ET, por lo que el cerramiento CUMPLE con la exigencia.

Cálculo de condensaciones intersticiales del cerramiento

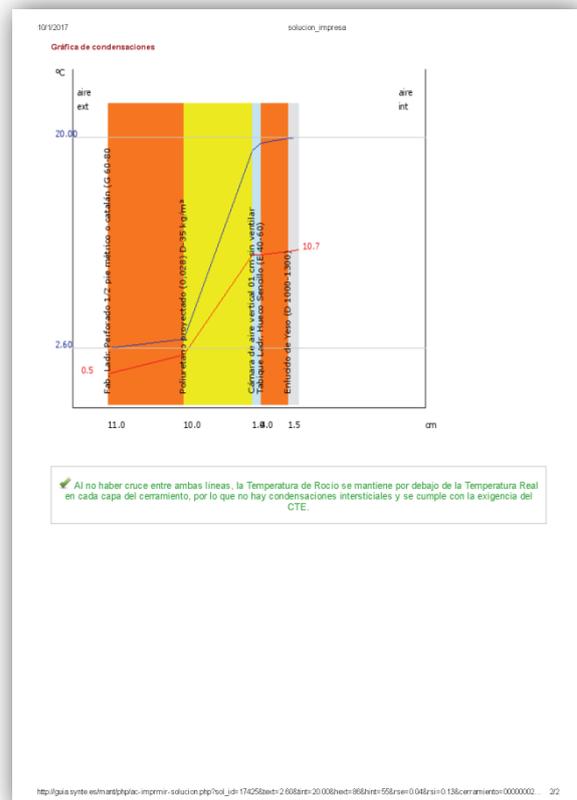
Datos

Condiciones ambientales interiores: 20.00 °C y 50% HR
Condiciones ambientales exteriores: 2.00 °C y 50% HR

Temperatura de Rocío y Presión de Saturación en cada capa del cerramiento

Material	Espesor (cm)	Factor de Resistencia al Paso de Vapor de Agua (μ)	Temperatura real (°C)	Temperatura de Rocío (°C)	Presión real (Pa)	Presión de Saturación (Pa)
Fab. Ladr. Perforado 1/2 pie métrico o catalán (G 60-80)	11.00 cm	10.0	3.5	2.1	709	785
Poliuretano proyectado (0,028) D-35 kg/m ³	10.00 cm	78.0	18.3	10.3	1250	2102
Cámara de aire vertical 01 cm sin ventilar	1.00 cm	1.0	18.9	10.3	1251	2182
Tabique Ladr. Hueco Sencillo (E 40-60)	4.00 cm	10.0	19.3	10.9	1279	2238
Enlucido de Yeso (D 1000-1300)	1.50 cm	6.0	19.4	10.7	1285	2252

http://gaa.synte.es/maestro/impresor-solucion.php?sol_id=174255&act=2&66&int=20.006&ext=66&int=55&res=0.04&rs=0.13&ceramiento=00000002... 1/2



Por último, podemos guardar la solución corregida como una solución de usuario, disponible sólo desde el usuario con el que haya sido creada, pulsando el botón "Guardar como..." y cambiando el nombre a "Tutorial 1 completado".