

THERM

Manual para el cálculo
de puentes térmicos



THERM

Manual para el cálculo
de puentes térmicos

o. Índice

1. Introducción	4
2. Principios básicos de la Térmica	8
2.1. Mecanismos de transferencia de calor	10
2.2. Transferencia de calor en la edificación	11
2.3. Fenómenos de transferencia de calor en un cerramiento	11
3. Definiciones	18
3.1. Envoltente térmica	20
3.2. Puente térmico	20
3.3. Planos de corte	21
3.4. K, Coeficiente global de transmisión de calor	22
3.5. U, Transmitancia de la envoltente térmica	27
3.6. Φ , Transmisión de calor considerando los puentes térmicos	30
3.7. Ψ , Transmitancia térmica lineal	30
3.8. Condensación superficial	36
3.9. Limitación del riesgo de formación de moho	38
4. Métodos de cálculo de puente térmico	40
4.1. Métodos simplificados	42
4.2. Método detallado	43
5. THERM	44
5.1. Interfaz THERM	46
5.2. Modelado	49
5.3. Cálculo	51
5.4. Resultados	52
5.5. Informe de cálculo	52
6. Atlas y soluciones ISOVER y Placo®	54
6.1. Sistema ECOSATE®	58
6.2. Placotherm® Integra	70
6.3. Placotherm® V	82
6.4. Fachada tradicional con trasdosado de ladrillo	94
6.5. Fachada tradicional con trasdosado de placa de yeso laminado	106
6.6. ECOSATE® trasdosado con trasdosado de placa de yeso laminado	118



En la actualidad, las personas pasan cada vez más tiempo en ambientes interiores, y esto repercute en la importancia que dan al ambiente interior. Una protección básica contra el frío y el calor no es suficiente para cubrir esta demanda social de un entorno con estabilidad de temperaturas y salubridad en el ambiente. Esto, a su vez, supone una alta exigencia sobre la calidad del diseño y la construcción de un edificio. Además de contar con un adecuado aislamiento térmico, la envolvente del edificio debe ser estanca al aire para evitar la entrada y salida incontrolada del mismo. Incluso una diferencia de temperatura entre el aire de la vivienda y las superficies colindantes del suelo, las paredes, el techo y las ventanas, pueden provocar corrientes y un flujo de aire no deseado, cuanto menor sea esta diferencia, mayor será la sensación de confort y bienestar en la vivienda.

Las exigencias en cuanto a la demanda energética son cada vez mayores, la normativa se va adaptando y se modifica cada pocos años, atendiendo a criterios cada vez más sostenibles.

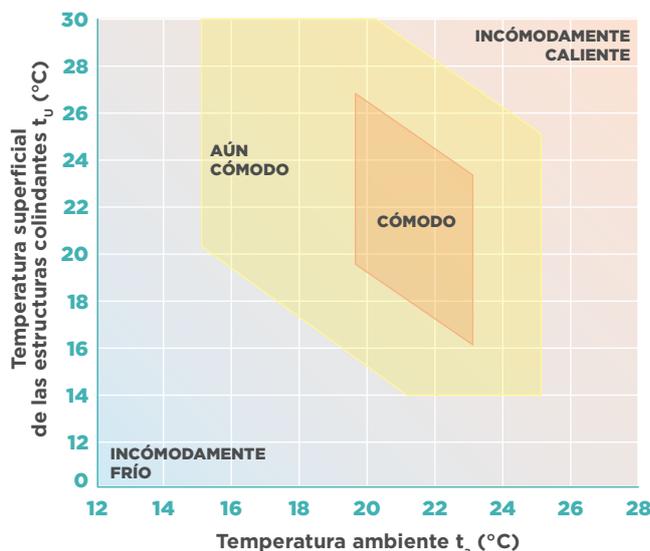
El 27 de diciembre de 2019 fue publicado en el boletín oficial del estado el Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Esta nueva versión, supone un avance hacia la consecución de soluciones energéticamente eficientes y sostenibles, que permi-

te abordar las implicaciones que para el sector de la construcción tendrá la adopción de la Directiva relativa a la eficiencia energética de los edificios. Bajo esta norma, los Estados Miembros deberán tomar las medidas necesarias para garantizar que se establezcan unos requisitos mínimos de eficiencia energética, de tal forma que todos los edificios construidos en Europa deberán de ser de consumo de energía casi nulo.

Las modificaciones afectan principalmente a los siguientes tres documentos básicos de salubridad DB-HS, donde se introduce una nueva exigencia básica HS 6, de protección frente al gas radón, al documento básico de seguridad en caso de incendio DB-SI, donde se introducen modificaciones relativas a la clase de reacción al fuego de los sistemas y materiales para limitar adecuadamente el riesgo de propagación del incendio por el exterior del edificio y al documento básico de ahorro de energía DB-HE, donde se modifican las exigencias de eficiencia energética.

El DB-HE Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación que mediante este Real Decreto se actualiza incluye todo tipo de edificios, tanto los de uso residencial privado (viviendas) como los de uso terciario. Asimismo, es de aplicación tanto a edificios de nueva construcción como a aquellas intervenciones que se realicen en edificios existentes (ampliaciones, reformas o cambios de uso).

IMAGEN 0
Confort térmico relacionado con la temperatura ambiente y la temperatura superficial de los componentes colidantes del edificio (paredes, suelos, ventanas, techos, etc.).



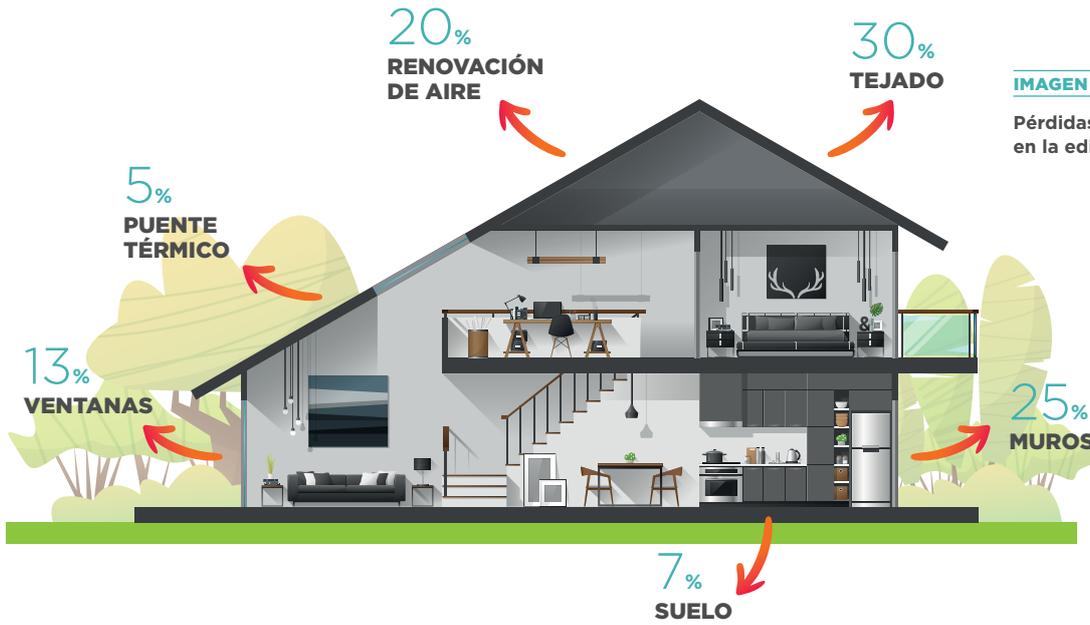


IMAGEN 1

Pérdidas de calor en la edificación.

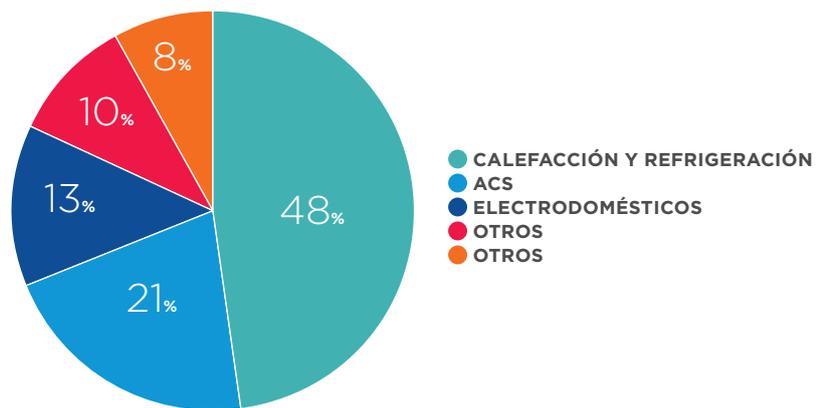
LA ENERGÍA QUE SE PIERDE NO SE VE, POR ESO NO SOMOS CONSCIENTES DEL DESPILFARRO ENERGÉTICO QUE SE ESTÁ PRODUCIENDO EN EDIFICIOS MAL AISLADOS.

Actualmente la calefacción y refrigeración consumen casi el 50% de nuestra demanda energética. Sin embargo,

el 90% de esta energía se puede ahorrar sin costes adicionales extraordinarios.

IMAGEN 2

Consumo de los hogares españoles. Fuente: IDAE.





2. Principios básicos de la Térmica

En un cerramiento ideal, en régimen estacionario y totalmente homogéneo y continuo, el flujo de calor es perpendicular a la cara de dicho cerramiento.

La envolvente del edificio es heterogénea, por lo que necesitamos incluir las discontinuidades existentes en el cálculo.

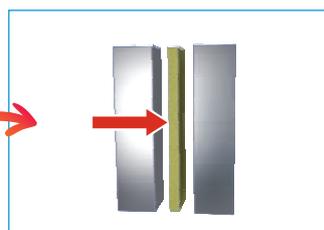
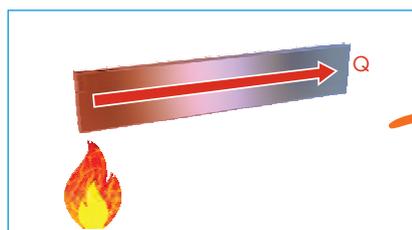
2.1. Mecanismos de transferencia de calor



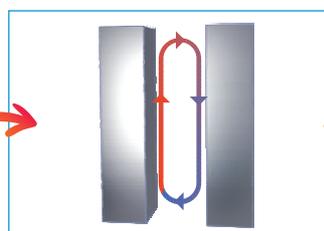
La transferencia de calor, es el proceso por el que se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura. El calor se transfiere mediante **conducción, convección o radiación**. Aunque estos tres procesos suelen tener lugar simultáneamente, puede ocurrir que uno de los mecanismos predomine sobre los otros dos.

La **conducción** requiere contacto físico entre los cuerpos que intercambian calor, pero en la **radiación** no hace falta que los cuerpos estén en contacto ni que haya ningún medio entre ellos, ni siquiera aire. La **convección** se produce a través del movimiento de un líquido o un gas en contacto con un cuerpo de temperatura diferente.

CONDUCCIÓN



CONVECCIÓN



RADIACIÓN

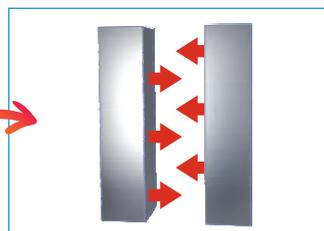
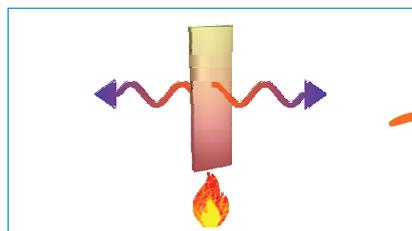


IMAGEN 3

Mecanismos de transferencia de calor.



Por ejemplo, el calor se transmite a través de la envolvente de una vivienda fundamentalmente por conducción a través de los muros, un radiador calienta

una habitación en gran medida por convección, y la Tierra recibe calor del Sol casi exclusivamente por radiación.

2.2. Transferencia de calor en la edificación

Las transferencias térmicas en una construcción son de distinta naturaleza. Son, en función de los materiales que componen las fachadas, las soleras, y las cubiertas, así como de la ventilación, las protecciones solares y de la ejecución en obra. Habrá que evaluar y controlar estos fenómenos para garantizar un hábitat cómodo tanto en invierno como en verano.

En invierno, para un edificio no aislado, debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del edificio, las pérdidas son máximas en el conjunto de las fachadas y de las conexiones estructurales. Además, la ventilación natural no se controla y

aumentan las pérdidas energéticas en el edificio. En verano, el sol recalienta el ambiente interior.

En una casa bien aislada, con un buen diseño y teniendo en consideración todas las condiciones de contorno del edificio, tanto en invierno como en verano, las transferencias de calor son reducidas y controladas sobre todo el conjunto. La ventilación mecánica controlada optimiza la renovación de aire con las menores pérdidas posibles. Además, aprovecha la orientación, el tamaño de los lucernarios y otras contribuciones gratuitas (los propios inquilinos, aparatos eléctricos...), para reducir la demanda energética del edificio.

2.3. Fenómenos de transferencia de calor en un cerramiento

Tal y como se analizó anteriormente, los mecanismos de transferencia de calor dependen entre otros factores de la superficie sobre la que actúan. Este punto se centra en el estudio de estos fenómenos para geometrías planas, las más características en edificación.

Una consecuencia de la variación de temperatura en el interior del cerramiento es la acumulación de calor, debido a la propiedad de los materiales de absorber o disipar energía cuando varía su temperatura, denominada calor específico.

2.3.1. Conducción térmica en paredes planas

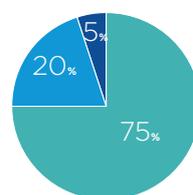
En el caso de un edificio, la conducción es el modo de transferencia térmica en el que el calor se mueve o viaja desde una capa de temperatura elevada del cerramiento a otra capa de inferior temperatura debido al contacto directo de las moléculas del material que constituyen el cerramiento.

Cuando el cerramiento se encuentra en equilibrio termodinámico resulta que el flujo de calor y la temperatura en cada punto del mismo permanece constante y el proceso se denomina transmisión en régimen estacionario y el flujo de calor depende de la **conductividad térmica** de los materiales.

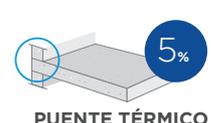
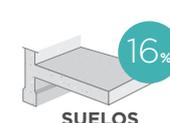
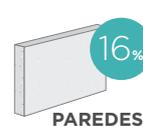
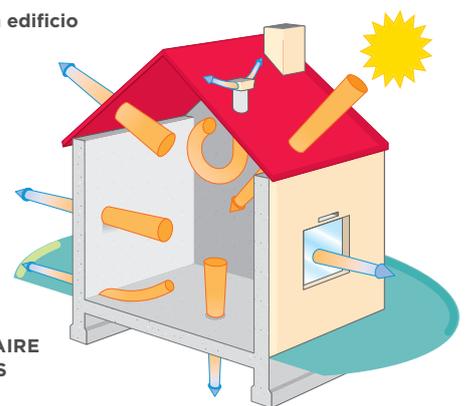
Cuando no existe el anterior equilibrio, ya sea porque el cerramiento no ha tenido tiempo para estabilizarse o debido a que las condiciones del entorno varían en el tiempo, el proceso se denomina transmisión en régimen transitorio, caracterizado porque la temperatura en cada punto del cerramiento varía en el tiempo.

IMAGEN 4

Pérdidas a través de un edificio sin aislamiento.



● ENVOLVENTE
● RENOVACIÓN DEL AIRE
● PUENTES TÉRMICOS



Cuando, por ejemplo, en un edificio la temperatura exterior es de -5 °C y la temperatura interior es de 20 °C, la diferencia entre estos dos niveles de temperatura crea un fenómeno físico de transferencia de energía que origina una transferencia de calor de la parte caliente a la parte fría (del interior del edificio al exterior).

Esta transferencia de energía o de calor se denomina densidad de flujo de calor y crece proporcionalmente cuando la diferencia de temperatura aumenta. Por ejemplo, si se somete a una pared de naturaleza y espesor conocido a una determinada diferencia de temperaturas, se obtendrá una densidad de flujo de calor, q. Si se duplica la diferencia de temperatura, el resultado será una densidad de flujo de calor del doble, 2q.

la conductividad térmica, más aislante será la pared (para una pared de igual espesor).

- **Del espesor de la pared:** a mayor espesor, más aislante será la pared (para una pared de igual conductividad térmica).
- **De la diferencia de temperatura** entre el exterior y el interior (a mayor diferencia de temperaturas, mayor será la transferencia de calor).

$$q = \frac{\Delta T}{R_{\text{pared}}} \quad R_{\text{pared}} = \frac{e}{\lambda}$$

Donde:

- q Densidad de flujo de calor (W/m²)
- ΔT Diferencia de temperatura entre la cara externa e interna (K).
- R Resistencia térmica una pared plana (m²K/W).
- e Espesor de la capa (m).
- λ Conductividad térmica del material (W/mK).

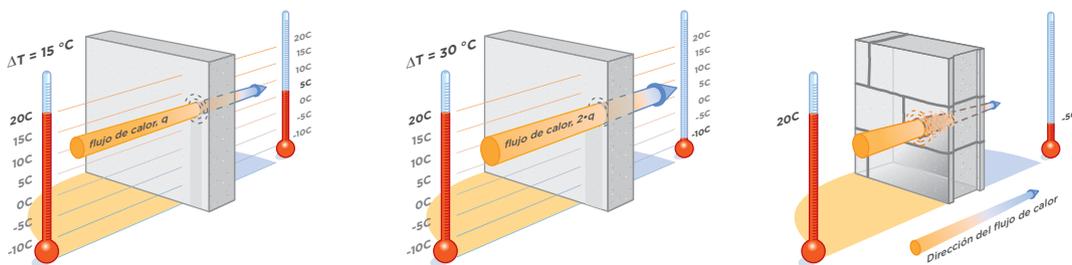


IMAGEN 5
Transferencia de energía a través de una pared plana.

El flujo de calor por lo tanto se define como la cantidad de energía o calor que atraviesa un cuerpo por unidad de superficie y por unidad de tiempo y se determina conforme la **ley de Fourier** para paredes planas:

Por lo tanto, el caso más sencillo de conducción es el que se establece en sólidos de caras paralelas de manera que el flujo será unidireccional, cuando dicho sólido se encuentra en equilibrio termodinámico sin

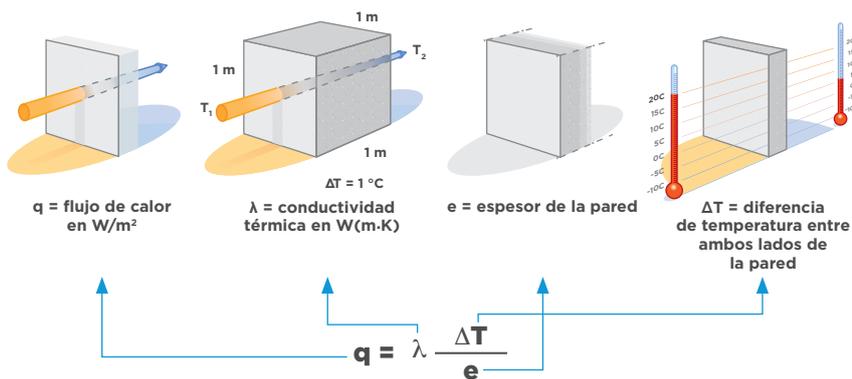


IMAGEN 6
Ley de Fourier.

Donde:

- q Densidad de flujo de calor (W/m²)
- ΔT Diferencia de temperatura entre la cara externa e interna (K).
- e Espesor de la capa (m).
- λ Conductividad térmica del material (W/mK).

Esta ley fundamental pone de manifiesto que el flujo de calor que atraviesa una pared depende:

- De un fenómeno de **transferencia de calor por conducción**.
- **De la Conductividad térmica (lambda del material)** que constituye la pared, la cual representa la cantidad de calor por segundo que atraviesa un metro de material, para una diferencia de temperaturas de un grado entre sus dos caras. Cuanto más baja es

variar su temperatura en el tiempo (lo que se denomina régimen estacionario y que implica que no existe acumulación de calor, y que además no existan fuentes o sumideros de calor).



Se emplea el concepto de resistencia térmica con el fin de determinar la densidad de flujo de calor en estado estacionario a través de la pared, como simplificación de la ley de Fourier.

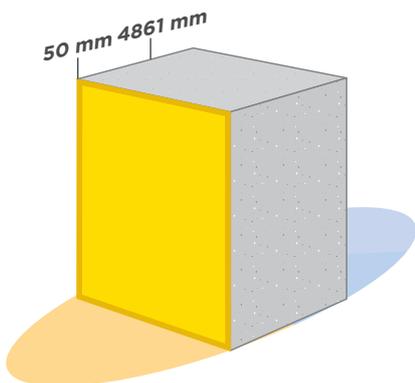
Por lo tanto, la **resistencia térmica** es la oposición que ofrece un cerramiento al paso de calor por segundo y por metro cuadrado para una diferencia de temperaturas de un grado.

$$q = \lambda \frac{\Delta T}{e}$$

Donde:

- q Densidad de flujo de calor (W/m²)
- ΔT Diferencia de temperatura entre la cara externa e interna (K).
- R Resistencia térmica una pared plana (m²K/W).
- e Espesor de la capa (m).
- λ Conductividad térmica del material (W/mK).

Ejemplo 1



Determinar el espesor que debe tener una pared de granito para alcanzar la misma resistencia térmica que una lana mineral de 50 milímetros de espesor y una conductividad térmica de 0,036 W/mK. El granito tiene una conductividad de 3,5 W/mK.

$$R = \frac{e_{\text{lana mineral}}}{\lambda_{\text{lana mineral}}} = \frac{e_{\text{granito}}}{\lambda_{\text{granito}}}$$

$$e_{\text{granito}} = \frac{0,05 \times 3,5}{0,036} = 4,861 \text{ m}$$

HACE FALTA CERCA DE 100 VECES MÁS ESPESOR.

IMAGEN 7

Muro de granito.

El objetivo que se persigue al aislar es disminuir el flujo de calor que atraviesa un cerramiento. Cuanto mayor es la resistencia al flujo de calor ofrecido por un material de un espesor determinado, más aislante es ese material y menor cantidad de energía deja pasar.

En la siguiente tabla, se puede observar que, para alcanzar la misma resistencia térmica en un cerramiento con distintos materiales caracterizados por su conductividad térmica, es necesario incrementar el espesor de los mismos a medida que la conductividad térmica del material aumenta:

La conductividad térmica es por lo tanto el parámetro fundamental que caracteriza el comportamiento térmico de todo aislante, a menor conductividad térmica, mayor capacidad aislante del material para un mismo espesor.

Se define como aislante todo producto en el que la resistencia térmica declarada a una temperatura de 10 °C es superior a 0,25 m²K/W y en la que la conductividad térmica declarada a una temperatura de 10 °C es inferior a 0,060 W/mK.

R = 1,5 (m²K/W)	λ(W/mK)	0,028	0,032	0,036	0,038
	L (cm)	4,20	4,80	5,40	5,70

Los fabricantes deben declarar la resistencia térmica siguiendo una serie de procedimientos normalizados.

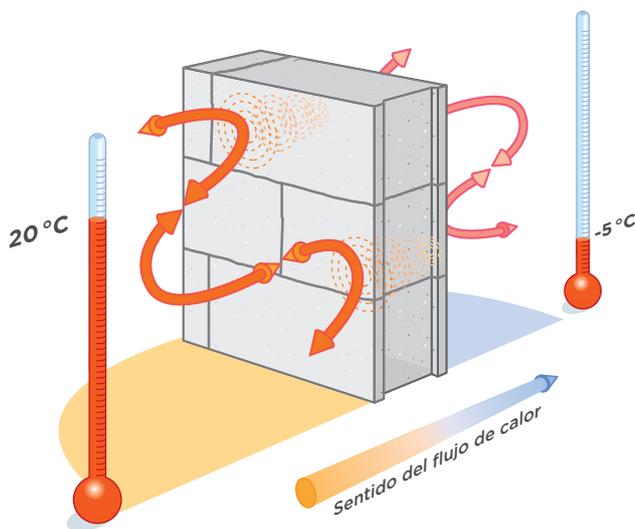


2.3.2. Convección y radiación térmica en paredes planas. Fenómenos superficiales

La existencia de un cerramiento con deficiente resistencia térmica (sin aislamiento o aislamiento no eficiente) implica la creación de una zona de altas turbulencias en las proximidades del cerramiento, provocado por los cambios de temperatura, que origina cambios en la densidad del aire formándose las corrientes de convección.

IMAGEN 8

Fenómeno de convección.



En el caso que la fuerza motriz que mueve el aire proceda exclusivamente de la diferencia de densidad en el aire que resulta del contacto con la superficie a diferente temperatura y que da lugar a fuerzas ascendentes se producirá el proceso de transmisión denominado **convección libre** o natural.

Cuando exista una fuerza motriz exterior, como el viento, que mueva al aire sobre una superficie a diferente temperatura se producirá una **convección forzada**, con lo que, debido al incremento de la velocidad del aire, se transmitirá una mayor cantidad de calor que en la convección libre para una determinada diferencia de temperaturas. En el caso que se superpongan ambas fuerzas motrices, por ser de magnitudes semejantes, el proceso se denomina convección mixta.

Al considerar la transferencia de calor por convección de la superficie sólida de temperatura T_s hacia un fluido cuya temperatura en un punto suficientemente lejos de la superficie es T_∞ , con un coeficiente de transferencia de calor por convección h_{cv} , la ley de enfriamiento de Newton para el flujo de calor por convección, se puede simplificar de la misma manera que para la conducción en paredes planas, para obtener:

$$q = h_{cv} \cdot (T_s - T_\infty) = \frac{\Delta T}{R_{cv}}$$

$$R_{cv} = \frac{1}{h_{cv}}$$

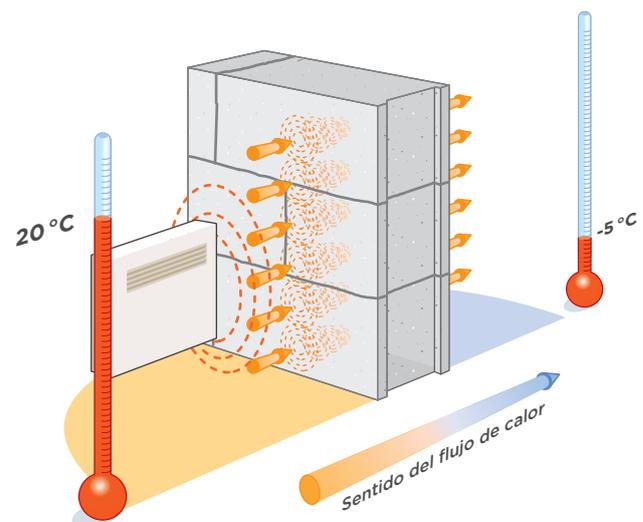
Donde:

- q Densidad de flujo de calor por convección en una pared plana (W/m^2).
- ΔT Diferencia entre la temperatura de la pared y la temperatura del aire a una distancia lejana a esta (K).
- R_{cv} Resistencia térmica por convección (m^2K/W).
- h_{cv} Coeficiente de transferencia de calor por convección ($W/m^2 K$).

Cuando el coeficiente de transferencia de calor por convección es muy grande ($h_{cv} \rightarrow \infty$), la resistencia a la convección se hace cero y $T_s \approx T_\infty$, es decir, la superficie no ofrece resistencia a la convección y por tanto no desacelera el proceso de transferencia de calor.

IMAGEN 9

Fenómeno de radiación.



De manera análoga, los efectos de la radiación pueden ser significativos y es posible que sea necesario considerarlos. La densidad de flujo de calor por radiación, se puede expresar como,

$$q = h_r (T_s - T_\infty) = \frac{\Delta T}{R_{rad}}$$

$$R_{rad} = \frac{1}{h_r}$$

Donde:

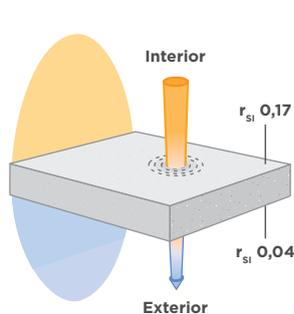
- q Densidad de flujo de calor por radiación en una pared plana (W/m²).
- T_s Temperatura superficie (K).
- T_∞ Temperatura lejos de la superficie (K).
- h_r Coeficiente de transmisión de calor por radiación (W/m² K).
- ΔT Incremento de temperatura.
- R_{rad} Resistencia térmica a la radiación (m²k/W).

Una superficie expuesta al aire circundante comprende convección y radiación de manera simultánea y la transferencia de calor total en la superficie se determina al sumar (o restar, si tienen direcciones opuestas) las componentes de radiación y convección. Las resistencias a la convección y a la radiación son paralelas entre sí y pueden provocar algunas complicaciones en la red de resistencias térmicas. Cuando Ts≈T∞, el efecto de radiación se puede tener en cuenta de manera apropiada al reemplazar h en la relación de la resistencia a la convección por la siguiente fórmula:

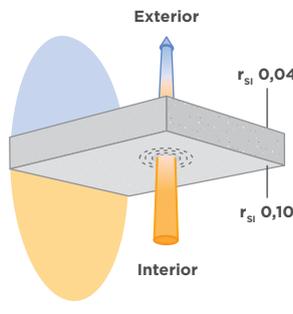
$$h_{superficial} = h_{cv} + h_r$$

IMAGEN 10

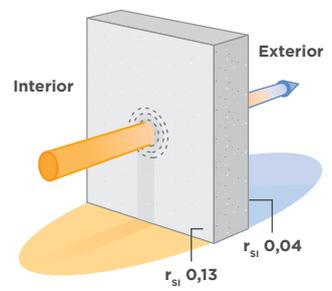
Resistencias superficiales según sentido del flujo.



Flujo descendente Σr_s = 0,21 m²·K/W



Flujo ascendente Σr_s = 0,14 m²·K/W



Paredes verticales Σr_s = 0,17 m²·K/W

Donde:

- h_{cv} Coeficiente superficial de transmisión de calor por conducción (W/m²K).
- h_r Coeficiente superficial de transmisión de calor por radiación (W/m²K).

Denominándose a dicha resistencia por tanto, resistencia térmica superficial, la cual incluye los efectos de convección y radiación.

$$R_{sup} = \frac{1}{h_{sup}} \quad [m^2K/W]$$

En conclusión, para determinar la resistencia térmica total de un cerramiento que separa dos ambientes a diferentes temperaturas, no solamente debemos tener en cuenta la resistencia térmica interna de dicha pared, sino también otras resistencias suplementarias, que se denominan **resistencias térmicas superficiales** interna y externa, debidas a las dificultades que se presentan en el intercambio de calor entre la pared y el aire (transferencias de calor por convección y radiación).

Las resistencias térmicas superficiales R_{si} y R_{se} pueden definirse como 1/h_i y 1/h_e, siendo h_i y h_e los coeficientes superficiales de transmisión de calor interior y exterior que vienen dados en W/m²K.

Cada pared genera resistencias superficiales en función su naturaleza y sentido del flujo de calor. Convencionalmente están admitidas en los cálculos térmicos de un proyecto para tener en cuenta los intercambios térmicos por convección y radiación, de la parte del exterior e interior.



Los parámetros fundamentales que se utilizan para el cálculo simplificado del valor del coeficiente h son la dirección del flujo de calor y la velocidad del aire, este último factor referido únicamente a ambientes interiores con el aire casi en reposo o a ambientes exteriores con viento con una velocidad de proyecto típica de invierno, la cual se suele considerar en torno a 3 m/s (≈ 11 km/h). No se consideran otros factores que influyen en el proceso físico de transmisión de calor como la rugosidad de la superficie, la magnitud del salto térmico, el tamaño de la superficie, la veloci-

dad exacta del aire o la emitancia de la superficie, por tratarse de un cálculo aproximado.

Aunque existe normativa específica para el cálculo de los coeficientes superficiales (descrita en apartados anteriores), en la práctica se suelen utilizar las resistencias térmicas superficiales, R_{se} y R_{si} , cuyos valores se obtienen experimentalmente según lo especificado en la norma UNE EN ISO 6946 "Elementos y componentes de edificación. Resistencia y transmitancia térmica. Método de cálculo".

Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior m^2K/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 fijo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y fijo ascendente (techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y fijo descendente (suelo)		0,04	0,17

Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores m^2K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y fijo horizontal		0,13	0,13
Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y fijo ascendente (techo)		0,10	0,10
Particiones interiores horizontales y fijo descendente (suelo)		0,17	0,17



3. Definiciones

En este manual, se obtiene el valor de la transmitancia del puente térmico lineal. Para ello, se debe saber cómo calcularlo, cómo reconocerlo y cómo localizarlo.

Los valores obtenidos mediante el procedimiento de cálculo detallado en este manual podrán aportar el comportamiento térmico del puente térmico estudiado y podrán ser utilizados posteriormente en las fórmulas de justificación de cumplimiento del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.

3.1. Envoltente térmica

Según lo establecido en el anejo C del documento básico de ahorro de energía del código técnico de la edificación, (CTE-DB-HE 2019 anejo C) la envoltente térmica está compuesta por todos los cerramientos y particiones interiores, incluyendo sus puentes térmicos, que delimitan todos los espacios habitables del edificio o parte del edificio. No obstante, a criterio del proyectista:

- a) podrá incluirse alguno o la totalidad de los espacios no habitables.
- b) podrán excluirse espacios tales como:
 - i) espacios habitables que vayan a permanecer no acondicionados durante toda la vida del edificio, tales como escaleras, ascensores o, pasillos no acondicionados,
 - ii) espacios muy ventilados, con una ventilación permanente de, al menos, $10 \text{ dm}^3/\text{s}$ por m^2 de área útil de dicho espacio,
 - iii) espacios con grandes aperturas permanentes al exterior, de al menos $0,003 \text{ m}^2$ por m^2 de área útil de dicho espacio.

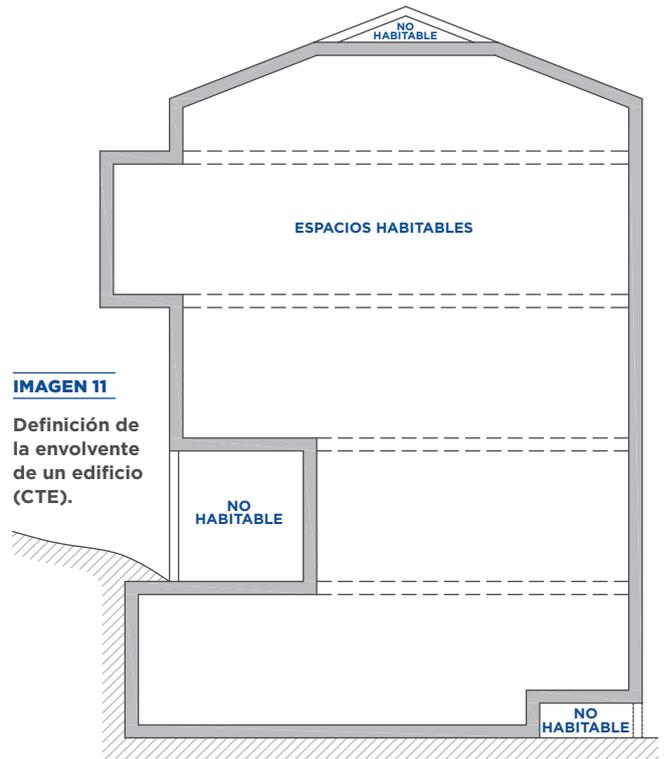


IMAGEN 11

Definición de la envoltente de un edificio (CTE).

3.2. Puente térmico

Se puede definir un puente térmico como una **zona puntual o lineal de la envoltente de un edificio, en la que se transmite más fácilmente el calor que en las zonas aledañas, debido a una variación de la resistencia térmica**. Esta variación puede deberse a diferentes motivos, un cambio de espesor del cerramiento o de los materiales empleados (imagen 12), la penetración completa o parcial de elementos constructivos con diferente conductividad (imagen 13), la diferencia entre el área externa e interna del elemento (imagen 14).

Estas variaciones conllevan una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento, que aumenta la demanda energética, y disminuye la

temperatura superficial interior, aumentando el riesgo de condensaciones.

Un método fiable para detectar los puentes térmicos es visualizar gráficamente al edificio.

Para ello, al examinar los planos de planta y sección, hacemos una línea amarilla dónde se encuentre el aislamiento, de esta forma se observa si hay alguna interrupción en el mismo. Los puntos en los que la línea amarilla deja de ser continua son los puntos débiles en los que pueden producirse puentes térmicos. Si es posible, se le dará una solución de continuidad, si no lo es, se tendrá que buscar una solución que minimice el impacto.

IMAGEN 12

Puente térmico de encuentro de forjado con fachada.

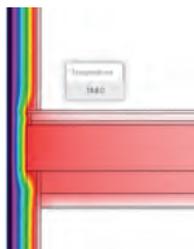


IMAGEN 13

Puente térmico de encuentro de pilar con fachada.

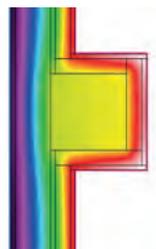


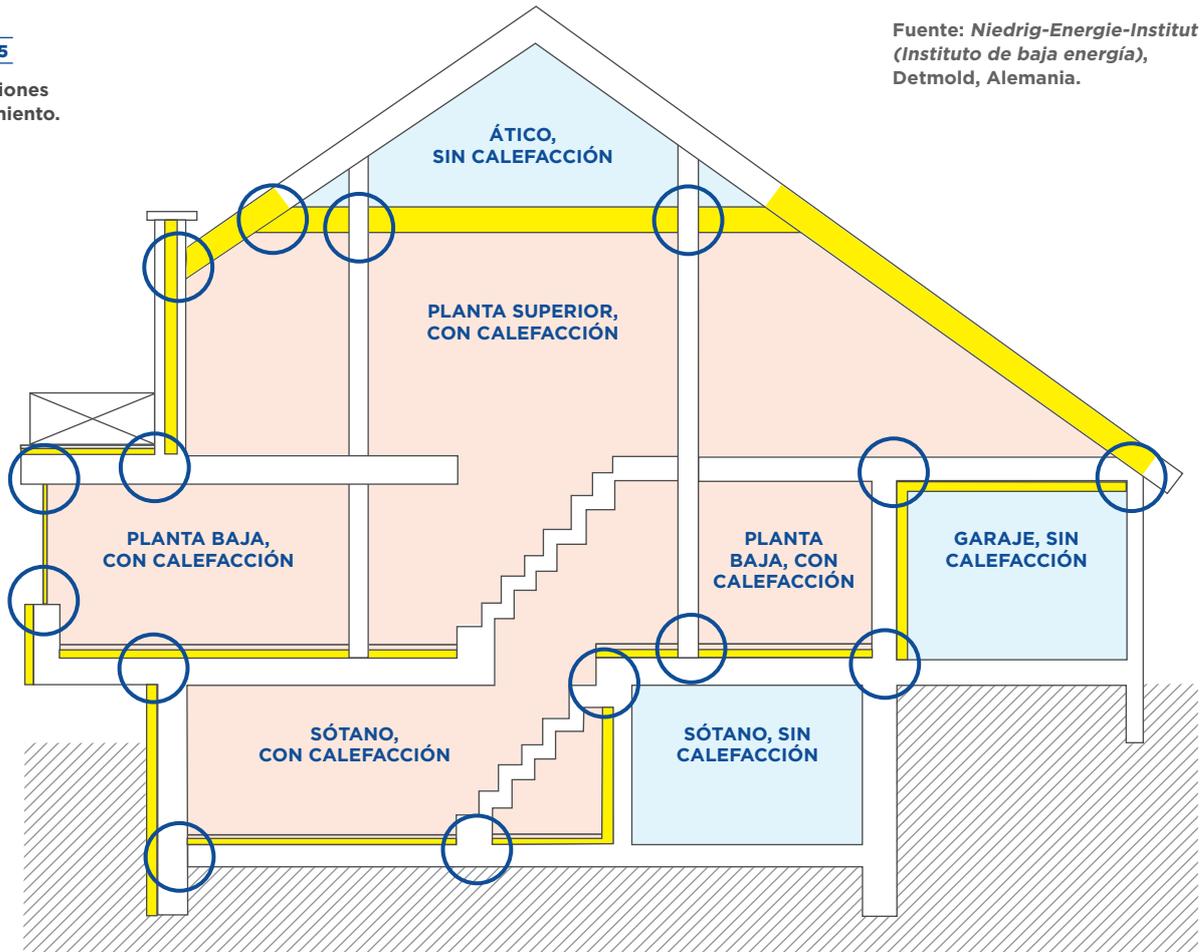
IMAGEN 14

Puente térmico de encuentro en esquina.



IMAGEN 15

Interrupciones del aislamiento.



Fuente: *Niedrig-Energie-Institut (Instituto de baja energía), Detmold, Alemania.*

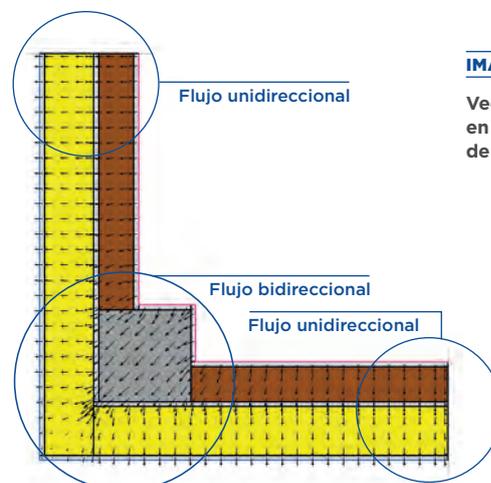
Los valores, cada vez más restrictivos, de la transmitancia térmica de la envolvente, llevan a estudiar con especial cuidado los puntos singulares de la edifica-

ción en los que exista una discontinuidad del sistema constructivo elegido, de forma que no se vean disminuidas las prestaciones exigidas por la normativa.

3.3. Planos de corte

Estudiar los puentes térmicos de un edificio completo dificultaría su cálculo en exceso. Por este motivo se lleva a cabo un estudio individualizado. Para ello debemos considerar una porción tal que, represente el impacto del puente térmico y al mismo tiempo el plano de corte este lo suficientemente alejado como para que no se vea afectado por el mismo.

En la imagen 16 se puede comprobar como la porción dibujada está suficientemente alejada de la influencia del puente térmico porque el flujo de calor es unidireccional.

**IMAGEN 16**

Vectores de flujo en puente térmico de pilar de esquina.

Los planos de corte que se deben contemplar para una correcta definición del detalle en estudio están definidos en las imágenes 17, 18 y 19 extraídas de la norma UNE ISO 10211.

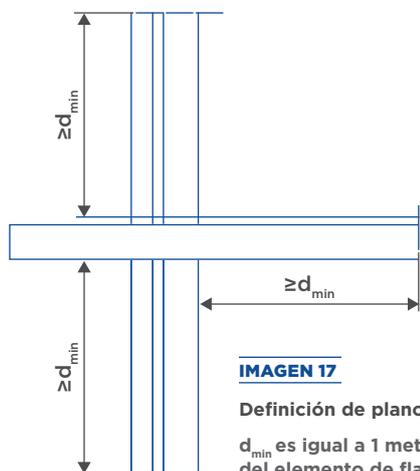


IMAGEN 17
Definición de planos de corte.
 d_{min} es igual a 1 metro o 3 veces el espesor del elemento de flanco, el que sea mayor.

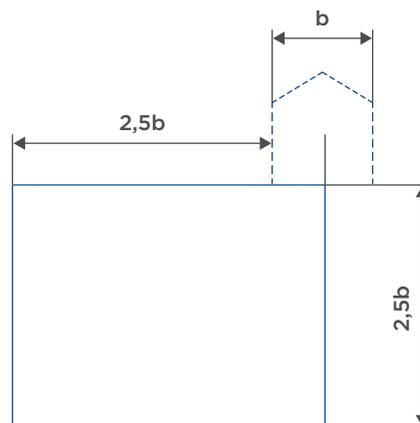


IMAGEN 19
Definición de planos de corte.
En el caso de calcular un puente térmico, donde alguno de sus elementos está en contacto con el terreno, para definir los planos de corte se debe utilizar el criterio representado en la imagen 19, donde b es la anchura del suelo.

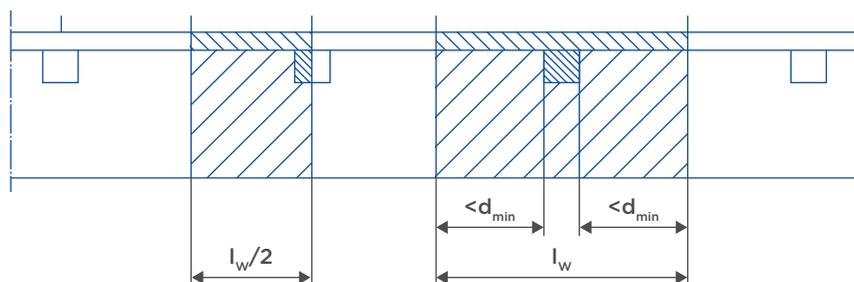


IMAGEN 18
Definición de planos de corte con simetría.
Pueden usarse como planos de corte aquellos de simetría del modelo.

3.4. K, Coeficiente global de transmisión de calor

El coeficiente global de transmisión de calor K, integra las características de los elementos que configuran la envolvente térmica, su proporción, así como el cuidado de puentes térmicos con el objetivo de asegurar

la eficiencia de la envolvente térmica en relación a la transmisión de calor, teniendo en cuenta el volumen habitable protegido y su superficie de intercambio con el exterior.

$$K = \sum_x H_x / A_{int} = \sum_{tr,x} b_{tr,x} (\sum_x U_{x,i} A_{x,i} + \sum_k \psi_{x,k} L_{x,k} + \sum_j x_{x,j}) / \sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$$

Donde:

- H_x es el coeficiente de transferencia de calor del elemento x perteneciente a la envolvente térmica (se incluyen aquellos elementos en contacto con el terreno y con el ambiente exterior - incluyendo los puentes térmicos - y se excluyen aquellos en contacto con otros edificios u espacios adyacentes). Vendría a ser el total de la transmitancia de la envolvente térmica..
- A_{int} es el área de intercambio de la envolvente térmica obtenida como suma de los distintos componentes considerados en la transmisión de calor.
- $b_{tr,x}$ es el factor de ajuste para los elementos de la envolvente. Su valor es 1 excepto para elementos en contacto con edificios o espacios adyacentes a la envolvente térmica, donde toma el valor de 0.

- $A_{x,i}$ es el área de intercambio del elemento de la envolvente térmica considerado.
- $U_{x,i}$ es el valor de la transmitancia térmica del elemento de la envolvente térmica considerado incluyendo las resistencias superficiales con el aire (la transmitancia térmica aplicable a los elementos en contacto con el terreno incluye también el efecto del terreno).
- $L_{x,k}$ es la longitud del puente térmico considerado.
- $\psi_{x,k}$ es el valor de la transmitancia térmica lineal del puente térmico considerado.
- $X_{x,k}$ es la transmitancia puntal del puente térmico considerado.



Los valores máximos de K están definidos, según el uso del edificio, en las tablas 3.1.1.b – HE1 (imagen 20) para uso residencial privado y 3.1.1.c – HE1 (imagen 21) para uso distinto del residencial privado.

Estos valores dependen de si el edificio es nuevo o existente, la compacidad del edificio y la zona climática en la que se encuentra.

Siendo la compacidad, la relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica (V) del edificio o parte del edificio y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente térmica ($A=\sum A_i$). Se expresa en m^3/m^2 .

IMAGEN 20

Tabla 3.1.1.b -HE1
Valor límite K_{lim} [W/m^2K] para uso residencial privado.

	Compacidad V/A [m^3/m^2]	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	$V/A \leq 1$	0,67	0,60	0,58	0,53	0,48	0,43
	$V/A \geq 4$	0,86	0,80	0,77	0,72	0,67	0,62
Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio.	$V/A \leq 1$	1,00	0,87	0,83	0,73	0,63	0,54
	$V/A \geq 4$	1,07	0,94	0,90	0,81	0,70	0,62

IMAGEN 21

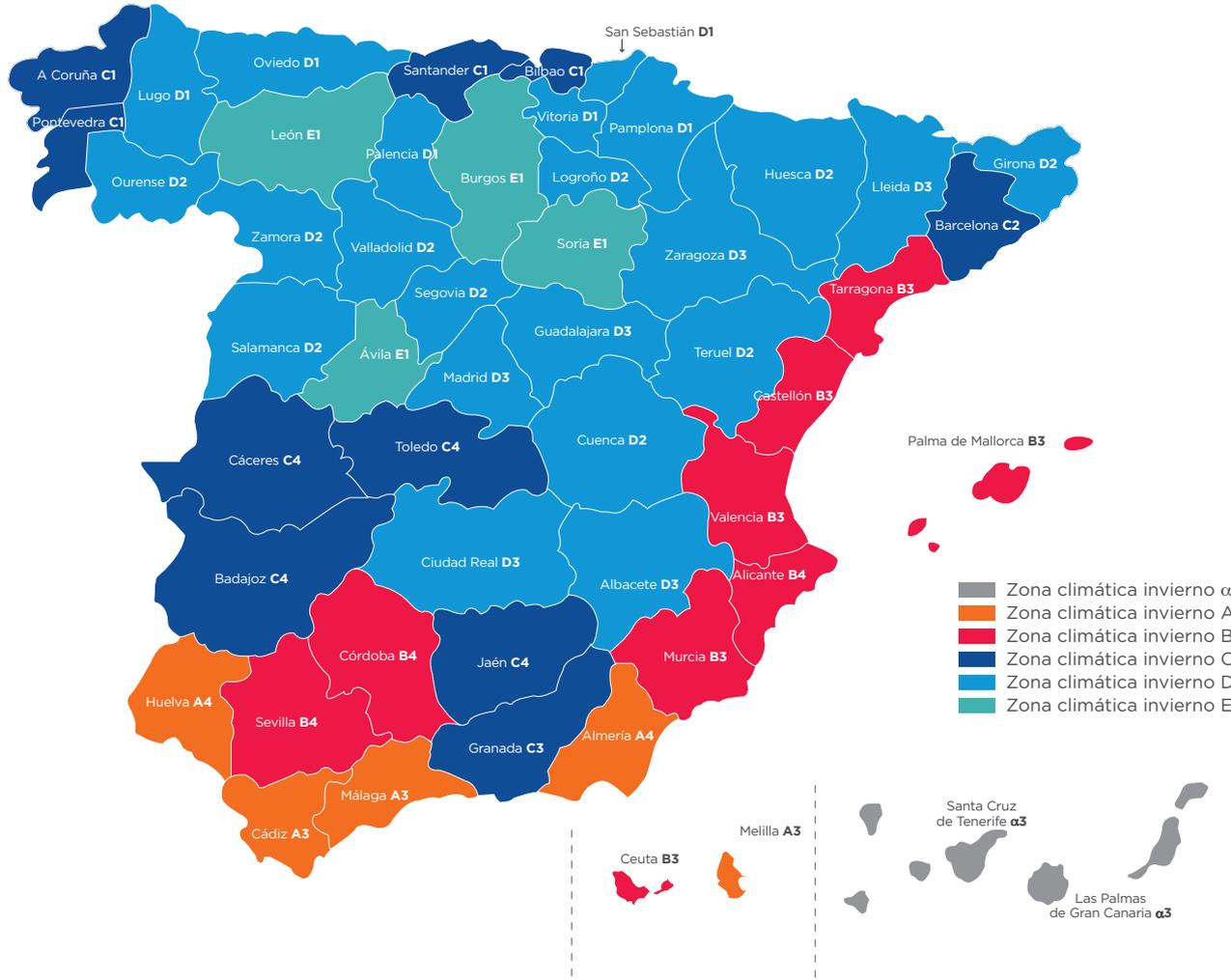
Tabla 3.1.1.c -HE1
Valor límite K_{lim} [W/m^2K] para uso distinto del residencial privado.

	Compacidad V/A [m^3/m^2]	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos. Ampliaciones. Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio.	$V/A \leq 1$	0,96	0,81	0,76	0,65	0,54	0,43
	$V/A \geq 4$	1,12	0,98	0,92	0,82	0,70	0,59

Para la zonificación, se establecen 13 zonas climáticas identificadas mediante una letra mayúscula correspondiente a la severidad climática de invierno (A-E) y un número (1-4) correspondiente a los valores de verano. Se ha introducido una nueva zona climática alfa (α) correspondiente a las Islas Canarias.

IMAGEN 22

Zonificación climática en España.



Ejemplo 2. CÁLCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR (K)

Guía de aplicación del DB HE 2019. Edificio de uso residencial privado, en Madrid (zona D3), en formato de bloque aislado de 20x20 m que dispone de 4 plantas de viviendas, una planta de trasteros y una planta de garaje, todas ellas sobre rasante y de 3 metros de altura cada una, y una superficie total de huecos de aproximadamente un 25% en cada fachada con un total de 240 m².

Podrían realizarse al menos las siguientes posibles definiciones de envolvente térmica.



Tomando como valores de transmitancia ($U_{x,i}$) de los diferentes elementos y como valores de transmitancia térmica lineal ($\Psi_{x,k}$) de los diferentes puentes térmicos los señalados en la tabla siguiente:

	Transmitancia térmica (W/m ² K)		Transmitancia térmica lineal (W/m ² K)
U_M	0,27	Ψ_M	0,10
U_C	0,22	Ψ_C	0,24
U_{NH}	0,65	Ψ_S	0,28
U_H	1,60	Ψ_H	0,05

CASO 1

La envolvente térmica solo engloba las plantas de las viviendas (V/A=4,13)

Todas las superficies tienen un factor de ajuste ($b_{tr,x}$) de 1, excepto el elemento horizontal separación de las viviendas con el garaje y el elemento horizontal de separación de vivienda con trastero, por lo que:

$$K = \sum_x H_x / A_{int} = \sum_x b_{tr,x} [\sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k l_{x,k} \Psi_{x,k} + \sum_j x_{x,j}] / \sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$$

Superficies	A	U	$b_{tr,x}$	TOTAL
Fachadas	$(20 \times 12 \times 4) - 240 = 720$	0,27	1	194,4
Partición con trasteros	$20 \times 10 = 200$	0,65	0	0
Cubierta	$20 \times 10 = 200$	0,22	1	44
Partición con garaje	$20 \times 20 = 400$	0,65	0	0
Huecos	240	1,60	1	384
$b_{tr,x} * \sum_i A_{x,i} U_{x,i}$				622,4

Puentes térmicos	I	ψ	$b_{tr,x}$	TOTAL
Fachadas	$(20 \times 4 \times 3) = 240$	0,10	1	24
Cubierta	$20 + 10 + 10 = 40$	0,24	1	9,6
Partición con garaje	$20 \times 4 = 80$	0,28	1	22,4
Huecos	$(240 \times 2) + 2 = 482$	0,05	1	24,1
$b_{tr,x} * \sum_k I_k \psi_k$				80,1

Área intercambio E.T.	A	$b_{tr,x}$	TOTAL
Fachadas	$(20 \times 12 \times 4) = 960$	1	960
Cubierta	$20 \times 10 = 200$	1	200
Partición con garaje	$20 \times 20 = 400$	0	0
Partición con trasteros	$20 \times 10 = 200$	0	0
$\sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$			1160

$$K = (622,4 + 80,1) / 1160 = 0,60$$

$$K_{lim} (V/A \geq 4) = 0,67$$

$$0,60 < 0,67 \text{ CUMPLE K}$$

En este caso hay que tener en cuenta que la superficie útil para el cálculo de los indicadores de consumo es de 1600 m².

CASO 2

La envolvente térmica engloba las viviendas y los trasteros (V/A=3,50)

Todas las superficies tienen un factor de ajuste ($b_{tr,x}$) de 1 menos el elemento horizontal de separación de las viviendas con el garaje, por lo que:

$$K = \sum_x H_x / A_{int} = \sum_x b_{tr,x} [\sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k I_{x,k} \psi_{x,k} + \sum_j x_{x,j}] / \sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$$

Superficies	A	U	$b_{tr,x}$	TOTAL
Fachadas	$(20 \times 12 \times 4) - 240 = 720$	0,27	1	194,4
Fachadas trasteros	$(20 + 20 + 20) \times 3 = 180$	0,27	1	48,6
Cubierta	$20 \times 20 = 400$	0,22	1	88
Partición con garaje	$20 \times 20 = 400$	0,65	0	0
Huecos	240	1,60	1	384
$b_{tr,x} * \sum_i A_{x,i} U_{x,i}$				715

Puentes térmicos	I	ψ	$b_{tr,x}$	TOTAL
Fachadas	$(20 \times 4 \times 3) + (20 + 10 + 10) = 280$	0,10	1	28
Cubierta	$20 \times 5 = 100$	0,24	1	24
Partición con garaje	$20 \times 4 = 80$	0,28	1	22,4
Huecos	$(240 \times 2) + 2 = 482$	0,05	1	24,1
$b_{tr,x} * \sum_k I_k \psi_k$				98,5

Área intercambio E.T.	A	b _{tr,x}	TOTAL
Fachadas	(20 x 12 x 4) = 960	1	960
Fachadas trasteros	(20 + 20 + 20) x 3 = 180	1	180
Cubierta	20 x 20 = 400	1	400
Partición con garaje	20 x 10 = 200	0	0
$\sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$			1540

$$K = (715 + 98,5) / 1540 = 0,53$$

$$K_{lim} (V/A = 3,5) = 0,64$$

$$0,53 < 0,64 \text{ CUMPLE K}$$

3.5. U, Transmitancia de la envolvente térmica

Este cálculo es aplicable a la parte opaca de todos los cerramientos en contacto con el aire exterior tales como muros de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior.

$$U = 1/R_T$$

Siendo R_T la resistencia térmica total del elemento constructivo [m^2K/W].

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

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 \dots R_n + R_{se}$$

Siendo:

$R_1 + R_2 \dots R_n$ las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión $R=e/\lambda$ [m^2K/W] donde e es el espesor de la capa [m] en caso de una capa de espesor variable se considera el espesor medio; y λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa.

R_{si} , R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla 1 de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m^2K/W].

IMAGEN 23

Tabla 1. DA_DB-HE-1

Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior [$m^2 \cdot K/W$]

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 (techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (suelo)		0,04	0,17

Los valores máximos para U están definidos, en la tabla 3.1.1.a -HE1.

IMAGEN 24

Tabla 3.1.1.a -HE1
Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [W/m²K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s, U_M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T)	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{MD})						
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	3,20	2,70	2,30	2,10	1,80	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%					5,70	

* Los huecos con uso de escaparate en unidades de uso con actividad comercial pueden incrementar el valor de U_H en un 50%.

En la tabla a del Anejo E del DB-HE se encuentran los valores orientativos para el predimensionamiento de las soluciones constructivas.

IMAGEN 25

Tabla a - Anejo E
Transmitancia térmica del elemento, U [W/m²K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s, U_M)	0,56	0,50	0,38	0,29	0,27	0,23
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	0,50	0,44	0,33	0,23	0,22	0,19
Elementos en contacto con espacios no habitables o con el terreno, U_T	0,80	0,80	0,69	0,48	0,48	0,48
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	2,70	2,70	2,00	2,00	1,80	1,50

PARA LA REDACCIÓN DEL ATLAS DE PUENTES TÉRMICOS ISOVER Y PLACO®, SE HAN TOMADO COMO VALORES LÍMITE DE U LOS INCLUIDOS EN LA TABLA A DEL ANEJO E.

Ejemplo 3

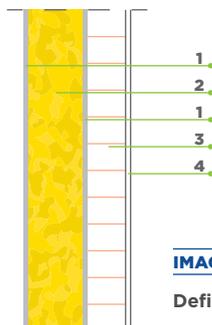


IMAGEN 26

Definición de cerramiento ECOSATE®.

Cálculo U de un cerramiento de fachada SATE formado por:

- 1 10 mm ECOSATE® BASE. ($\lambda = 0,44 \text{ W/mK}$) $R_1 = e / \lambda = 0,010 / 0,44 = 0,023$
- 2 140 mm CLIMA 34. ($\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$) $R_2 = 4,10$ (valor extraído de la ficha técnica del producto).
- 3 10 mm ECOSATE® BASE. ($\lambda = 0,44 \text{ W/mK}$) $R_3 = e / \lambda = 0,010 / 0,44 = 0,023$
- 4 115 Fábrica de ladrillo perforado. ($\lambda = 0,567 \text{ W/mK}$) $R_4 = e / \lambda = 0,115 / 0,567 = 0,203$
- 5 15 mm Proyal® XXI. ($\lambda = 0,18 \text{ W/mK}$) $R_5 = e / \lambda = 0,015 / 0,18 = 0,083$

Se obtienen los valores de conductividad térmica de los productos de construcción de la biblioteca del CTE, excepto para el caso de los aislamientos, para los que aconsejamos que se consulten los valores de los mismos en las fichas técnicas, ya que son productos en constante evolución.

Para las soluciones de ECOSATE® de ISOVER, se dispone en la actualidad de dos productos de lana mineral.

Panel CLIMA 34 y Panel TF PROFÍ de conductividades térmicas 0.034 y 0.035 W/mK respectivamente. En las fichas técnicas de ambos, está especificada la resistencia térmica del producto según su espesor, para facilitar al usuario el cálculo.

Producto	Espesor d, mm	Resistencia térmica declarada RD, m²·K/W	Código de designación
	EN 823	EN 12667 - EN 12939	EN 13162
CLIMA 34	40	1,15	MW-EN 13162-T5-WS-MU1-CS(15)10 - TR7,5
	60	1,75	
	80	2,35	
	100	2,90	
	120	3,50	
	140	4,10	

IMAGEN 27

Resistencia térmica de CLIMA 34.

Producto	Espesor d, mm	Resistencia térmica declarada RD, m²·K/W	Código de designación
	EN 823	EN 12667 - EN 12939	EN 13162
TF PROFÍ	30	0,80	MW-EN 13162-T5-DS(70/90)-CS(10)30-TR10-WS-WL(P)-MU1
	40	1,10	
	60	1,65	
	80	2,20	
	120	2,75	
	140	4,10	

IMAGEN 28

Resistencia térmica de TF PROFÍ.

De la tabla 1, obtenemos los valores para R_{si} y R_{se} , cerramiento vertical, 0.04 y 0.13 respectivamente.

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 \dots R_n + R_{se} = 0,04 + 0,023 + 4,118 + 0,023 + 0,203 + 0,083 + 0,13 = 4,62 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$U = 1/R_T = 1/4,62 = 0,216 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

IMAGEN 29

Extracto de la tabla 3.1.1.a - HE1

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s, U_M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37

EL CERRAMIENTO CUMPLE CON EL VALOR U_{LIM} PARA CUALQUIERA DE LAS ZONAS CLIMÁTICAS.

3.6. Φ , Transmisión de calor considerando los puentes térmicos

La transmisión de calor a través de la envolvente térmica, entre los ambientes interior y exterior, despreciando la contribución de los puentes térmicos puntuales, puede describirse, de manera simplificada, mediante la siguiente expresión:

$$\Phi_T (W) = \underbrace{\left(\sum U_i A_i + \sum \Psi_j L_j \right)}_{\text{Pérdidas teóricas del cerramiento}} + \overbrace{\sum \Psi_j L_j}^{\text{Pérdidas adicionales por puentes térmicos}} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Donde:

- Φ_T flujo de calor con conducción [W].
- U_i transmitancia térmica del elemento i de la envolvente [W/m²K], de área A_i [m²].
- Ψ_j transmitancia lineal del encuentro j del edificio [W/mK], y L_j la longitud de ese encuentro [m].
- $\theta_i - \theta_e$ diferencia de temperatura entre interior y exterior [K].

Si se trabaja con secciones 2D en vez de áreas, se usarán con longitudes:

$$\Phi_T (W/m) = (\sum U_i L_i + \sum \Psi_j) \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Donde:

- Φ_T flujo de calor con conducción [W/m].
- U_i transmitancia térmica del elemento i de la envolvente [W/mK], y L_i la longitud de ese encuentro [m].
- Ψ_j transmitancia lineal del encuentro j del edificio [W/K].
- $\theta_i - \theta_e$ diferencia de temperatura entre interior y exterior [K].

El flujo de calor producido, es igual a la suma de los flujos bidimensionales de los elementos principales de la envolvente y unidimensionales por el puente térmico lineal.

3.7. Ψ , Transmitancia térmica lineal

Describe la transferencia térmica adicional de un encuentro en relación a la transferencia térmica unidimensional de referencia que se produce en los elementos adyacentes.

Se puede calcular a partir de la ecuación anterior.

$$\Psi = \frac{\Phi}{\theta_i - \theta_e} - \sum U_i L_i$$

Donde:

- Ψ transmitancia lineal del encuentro j del edificio [W/mK].
- Φ_T flujo de calor con conducción [W].
- U_i transmitancia térmica del elemento i de la envolvente [W/mK], y L_i la longitud de ese encuentro [m].
- $\theta_i - \theta_e$ diferencia de temperatura entre interior y exterior [K].

3.7.1. Salto térmico

Se ha considerado que el flujo de calor por cada grado de diferencia de temperatura (factor de acoplamiento) es independiente del salto térmico para los rangos de temperatura existentes en condiciones normales.

El salto térmico empleado, en el cálculo de puentes térmicos de este atlas, responde a condiciones de invierno y es de 20 °C, con $T_i = 20$ °C y $T_e = 0$ °C.

Ejemplo 4

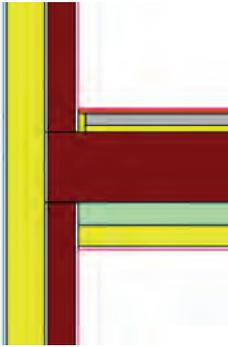


IMAGEN 30

Encuentro de fachada con ECOSATE® y forjado horizontal.

La transmitancia de calor es independiente del salto térmico. En los siguientes dos ejemplos se puede comprobar como el flujo de calor aumenta con el salto térmico, pero eso no afecta al valor de la transmitancia térmica.

En ambos casos se utiliza la misma solución constructiva y encuentro de cerramiento vertical con solución constructiva ECOSATE® y forjado horizontal.

En el primer caso, la temperatura exterior de cálculo será de -4 °C y la interior de 20 °C, siendo el salto térmico de 24 °C.

En el segundo caso, la temperatura exterior de cálculo será de 0 °C y la interior de 20 °C, siendo el salto térmico de 20 °C.

U-Factor	delta T	Length	Position	Heat Flow
W/m2K	C	m		W
EXTERIOR	0.197	24	200	11.686
CERRAMIENTO 1	0.197	24	26.25	9.181

IMAGEN 31

Datos de cálculo THERM.

U-Factor	delta T	Length	Position	Heat Flow
W/m2K	C	m		W
EXTERIOR	0.197	20	200	9.779
CERRAMIENTO 1	0.197	20	26.25	9.181

IMAGEN 32

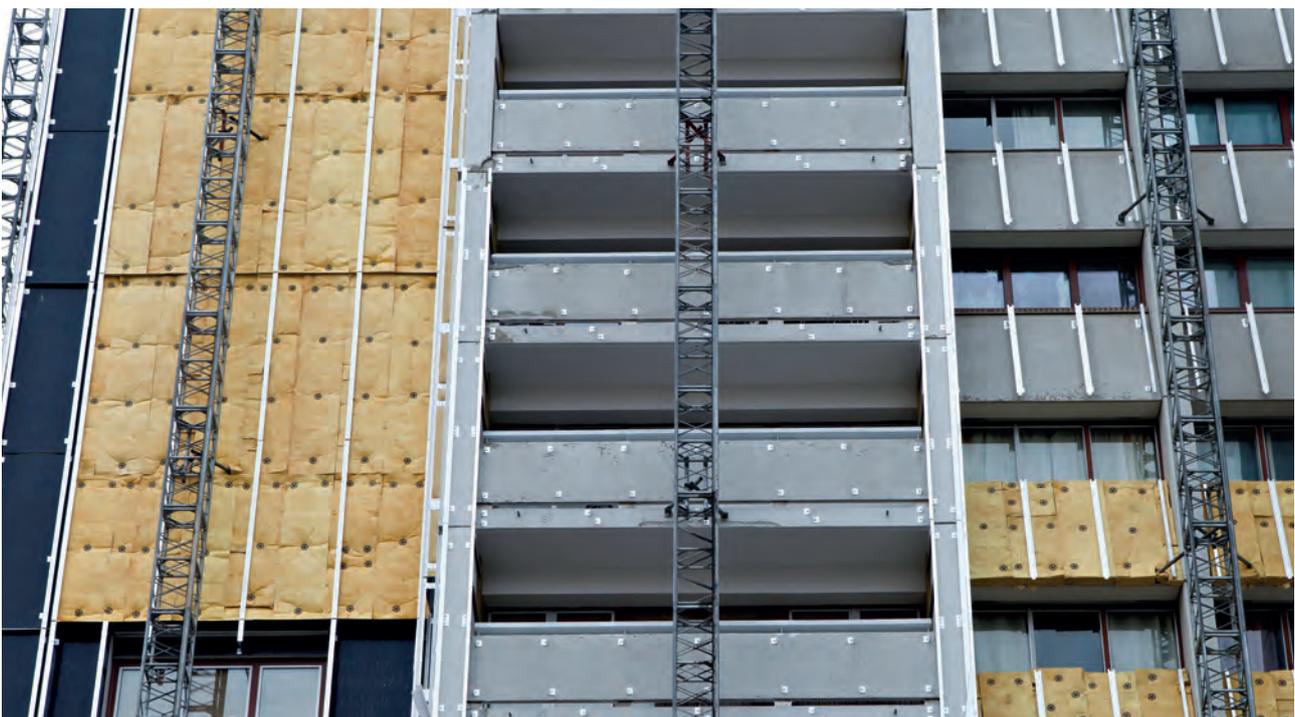
Datos de cálculo THERM.

$$\Psi = \phi / (\theta_i - \theta_e) - \sum U_i L_i$$

$$\Psi = 11.6860 / 24 - 0.1907 \times 2 = 0.4869 - 0.3814 = 0.1055$$

$$\Psi = \phi / (\theta_i - \theta_e) - \sum U_i L_i$$

$$\Psi = 9.7379 / 20 - 0.1907 \times 2 = 0.4869 - 0.3814 = 0.1055$$





3.7.2. Criterio dimensional

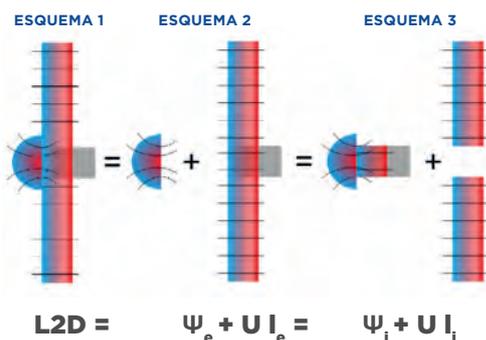
En el esquema 1, está representado el flujo de calor unidimensional que se pierde en el cerramiento completo, incluido el puente térmico.

En el esquema 2, se divide la pérdida de calor en dos partes, la primera es el valor que se transmite por el puente térmico, la segunda es el valor del cerramiento, teniendo en cuenta un sistema dimensional exterior.

En el esquema 3, se divide la pérdida de calor en dos partes, la primera es el valor que se transmite por el puente térmico, la segunda es el valor del cerramiento, teniendo en cuenta un sistema dimensional interior.

IMAGEN 33

Significado de Ψ , según la superposición realizada.



El flujo de calor es el mismo con independencia de cómo hagamos el cálculo, por lo tanto, $\Psi_{ext} \neq \Psi_{int}$.

Donde:

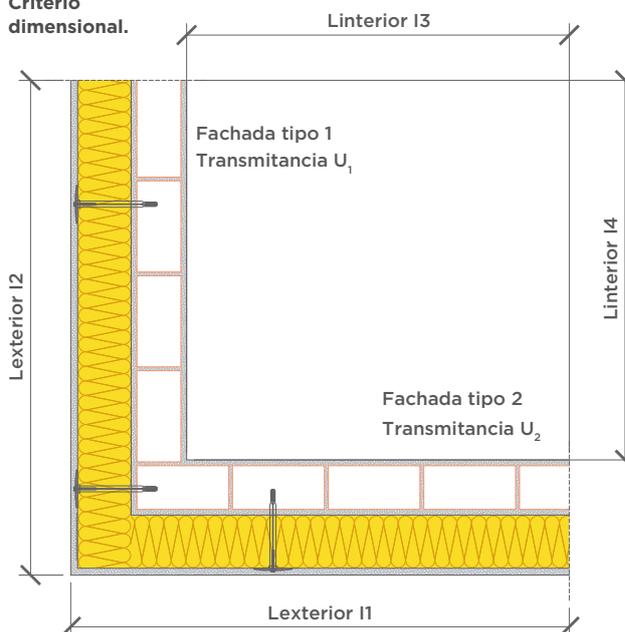
- L_{2D} es el coeficiente de acoplamiento térmico obtenido para el cálculo bidimensional.
- Ψ_e transmitancia lineal del encuentro con criterio dimensional exterior [W/mK].
- Ψ_i transmitancia lineal del encuentro con criterio dimensional interior [W/mK].
- U transmitancia térmica del elemento de la envolvente [W/mK].
- I_e la longitud del encuentro con criterio dimensional exterior [m].
- I_i la longitud del encuentro con criterio dimensional interior [m].

En nuestro marco normativo y en las herramientas oficiales para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios, es más frecuente usar el sistema de dimensiones interiores.

En la imagen 34, los valores I_1, I_2 corresponden a sistema de dimensiones exteriores, los valores I_3, I_4 corresponden con valores de dimensiones interiores.

IMAGEN 34

Criterio dimensional.



Ejemplo 5



Cálculo del valor de la transmitancia del puente térmico, con criterio dimensional interior y exterior, para el encuentro de un pilar en esquina con sistema ECOSATE®. Valores para el cálculo obtenidos con THERM.

Las longitudes l_1, l_2 son 1.35 m.

Las longitudes l_3, l_4 son 0.85 m.

El valor del flujo de calor obtenido mediante el cálculo bidimensional con THERM es: $\Phi=11,083$.

La transmitancia térmica del elemento objeto de cálculo es $U_1 = U_2 = 0.2002$.

El salto térmico considerado para el cálculo es de 24 °C.

IMAGEN 35

Pilar en esquina Sistema ECOSATE®.

Por lo tanto;

Si se trabaja con longitudes exteriores

$$\Phi = (U_1 L_1 + U_2 L_2 + \Psi_{\text{ext}}) \cdot \Delta T$$

se calcula el valor de Ψ_{ext} para longitudes exteriores

$$\Psi_{\text{ext}} = \Phi / \Delta T - (U_1 L_1 + U_2 L_2)$$

$$\Psi_{\text{ext}} = 11,083 / 24 - (0.2002 \times 1.35 + 0.2002 \times 1.35)$$

$$\Psi_{\text{ext}} = 0,1443 \quad \Psi_{\text{int}} = 0,2502$$

Si se trabaja con longitudes interiores

$$\Phi = (U_1 L_3 + U_2 L_4 + \Psi_{\text{int}}) \cdot \Delta T$$

se calcula el valor de Ψ_{int} para longitudes interiores

$$\Psi_{\text{int}} = \Phi / \Delta T - (U_1 L_3 + U_2 L_4)$$

$$\Psi_{\text{int}} = 11,083 / 24 - (0.2002 \times 0.85 + 0.2002 \times 0.85)$$

EL FLUJO DE CALOR ES EL MISMO CON INDEPENDENCIA DE CÓMO SE HAGA EL CÁLCULO, POR LO TANTO, $\Psi_{\text{ext}} \neq \Psi_{\text{int}}$

Ejemplo 6



IMAGEN 36

Encuentro de fachada Placotherm® Integra con forjado intermedio.

Cálculo del valor de la transmitancia del puente térmico, con criterio dimensional interior y exterior, para el encuentro de una fachada Placotherm® Integra con un forjado intermedio. Valores para el cálculo obtenidos con THERM.

La longitud l_i es 2.00 m.

Las longitudes l_e es 2.60 m.

El valor del flujo de calor obtenido mediante el cálculo bidimensional con THERM es: $\Phi=14,482$.

La transmitancia térmica del elemento objeto de cálculo es $U_1 = 0.1766$.

El salto térmico considerado para el cálculo es de 24 °C.

Por lo tanto;

Si se trabaja con longitudes exteriores

$$\Phi = (U_1 L_e + \Psi_{\text{ext}}) \cdot \Delta T$$

se calcula el valor de Ψ_{ext} para longitudes exteriores

$$\Psi_{\text{ext}} = \Phi / \Delta T - (U_1 L_e)$$

$$\Psi_{\text{ext}} = 14,482 / 24 - (0.1766 \times 2.60)$$

$$\Psi_{\text{ext}} = 0,1443 \quad \Psi_{\text{int}} = 0,2502$$

Si se trabaja con longitudes interiores

$$\Phi = (U_1 L_i + \Psi_{\text{int}}) \cdot \Delta T$$

se calcula el valor de Ψ_{int} para longitudes interiores

$$\Psi_{\text{int}} = \Phi / \Delta T - (U_1 L_i)$$

$$\Psi_{\text{int}} = 14,482 / 24 - (0.1766 \times 2.00)$$

EL FLUJO DE CALOR ES EL MISMO CON INDEPENDENCIA DE CÓMO SE HAGA EL CÁLCULO, POR LO TANTO, $\Psi_{\text{ext}} \neq \Psi_{\text{int}}$

3.7.3. Media ponderada

Puede ser necesario usar un único valor de transmitancia térmica lineal, por ejemplo, para el caso de pilares integrados en fachada.

Para estos casos el valor de Ψ_j se calcula con la siguiente expresión:

$$\Psi_j = \frac{\sum(\Psi_{ji} L_{ji})}{\sum L_{ji}}$$

Donde:

- Ψ_j transmitancia térmica lineal para la tipología de puente térmico j [W/mK].
- Ψ_{ji} cada valor de transmitancia térmica lineal para la tipología de puente térmico j [W/mK].
- U transmitancia térmica del elemento de la envolvente [W/mK].
- L_{ji} suma de las longitudes de los puentes térmicos tipo j [m].

Ejemplo 7

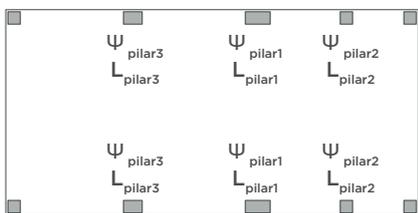


IMAGEN 37

Definición de pilares de planta para cálculo de la media ponderada.

Es bastante frecuente que en un mismo edificio nos encontremos con diferentes elementos de la misma categoría como es el caso de los pilares. No todos los programas de cálculo de eficiencia energética nos permiten introducir diferentes datos para la transmitancia lineal de elementos de la misma categoría.

Es decir, para el cálculo de diferentes tipos de pilares, hay que calcular la media ponderada de los mismos.

$$\begin{aligned} \Psi_{pilar1} &= 0.3681 \quad L_{pilar1} = 0.60 \\ \Psi_{pilar2} &= 0.2211 \quad L_{pilar2} = 0.30 \\ \Psi_{pilar3} &= 0.2995 \quad L_{pilar2} = 0.45 \end{aligned}$$

$$\Psi = \frac{(\Psi_{pilar1} L_{pilar1} + \Psi_{pilar2} L_{pilar2} + \Psi_{pilar3} L_{pilar3})}{L_{pilar1} + L_{pilar2} + L_{pilar3}}$$

$$\Psi = \frac{2 (0.3681 \times 0.60 + 0.2211 \times 0.30 + 0.2995 \times 0.45)}{2 (0.60 + 0.30 + 0.45)}$$

$$\Psi_j = 0,3126 \text{ W/mK}$$

3.7.4. Interpretación de los resultados

De la guía de aplicación del DB HE 2019, se obtiene la siguiente tabla en la que se clasifican, según su valor, los puentes térmicos.

Para valores de Ψ menores de 0.01 [W/mK] se considera ausencia de puente térmico (✓).

IMAGEN 38

Clasificación del puente térmico.

Clasificación del puente térmico según la solución constructiva del aislamiento	Ψ [W/mK]	Valoración del puente térmico
Grupo 1: Continuidad del aislamiento por el int. o el ext.	0,01 - 0,20	CORRECTO
Grupo 2: Sin continuidad del aislamiento por el int. o el ext.	0,20 - 0,50	PELIGROSO
Grupo 3: Sin aislamiento o con separación por grandes masas macizas	> 0,50	DEFICIENTE

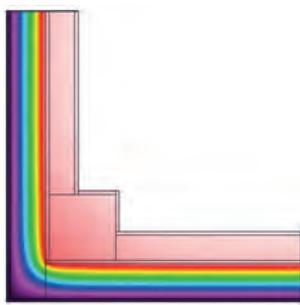
Para la redacción del Atlas de puentes térmicos, se han analizado diferentes encuentros de elementos constructivos, con varias soluciones constructivas. En todos los casos, se ha tratado de minimizar el impacto del puente térmico, aunque no siempre se obtiene un valor correcto en su tratamiento.

Con las imágenes térmicas se han representado los diferentes comportamientos de un mismo encuentro con diferentes soluciones constructivas, de las cuales se pueden obtener las siguientes conclusiones:

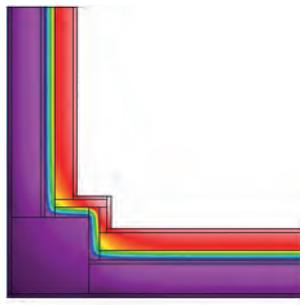
PARA EL CORRECTO COMPORTAMIENTO DEL PUEBTE TÉRMICO UN FACTOR DETERMINANTE ES LA CONTINUIDAD EN EL AISLAMIENTO. BIEN SEA EN EL INTERIOR O EN EL EXTERIOR.

IMAGEN 39

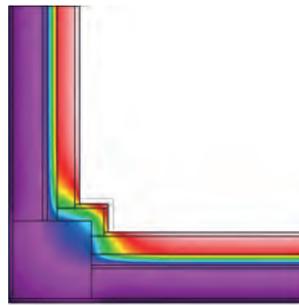
Aislamiento continuo por el exterior.
Sistema ECOSATE® $\psi_i = 0,1218$ [W/mK].

CORRECTO**IMAGEN 40**

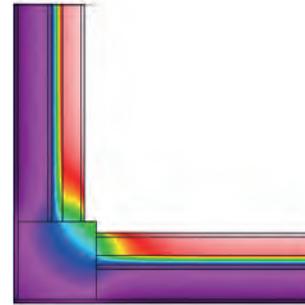
Aislamiento continuo por el interior.
Sistema ECOSEC $\psi_i = 0,1096$ [W/mK].

CORRECTO**IMAGEN 41**

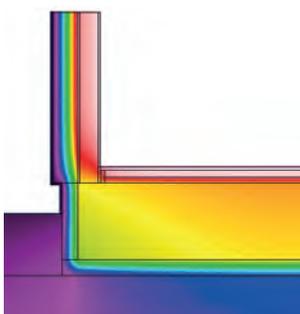
Forrado de pilar con LHS.
 $\psi_i = 0,4989$ [W/mK].

PELIGROSO**IMAGEN 42**

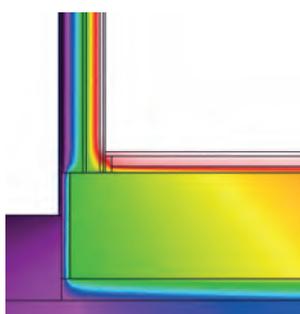
Pilar sin revestir.
 $\psi_i = 0,8683$ [W/mK].

DEFICIENTE**IMAGEN 39b**

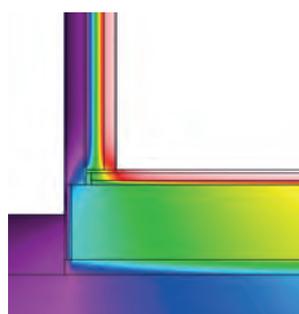
Aislamiento continuo por el exterior.
Sistema ECOSATE® $\psi_i = 0,106$ [W/mK].

CORRECTO**IMAGEN 40b**

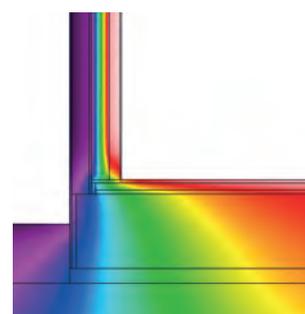
Aislamiento continuo interior-exterior.
Sistema Placotherm® Integra $\psi_i = 0,184$ [W/mK].

CORRECTO**IMAGEN 41b**

Aislamiento continuo por el interior.
Sistema ECOSEC $\psi_i = 0,239$ [W/mK].

PELIGROSO**IMAGEN 42b**

Sin continuidad en el aislamiento.
 $\psi_i = 0,640$ [W/mK].

DEFICIENTE

3.8. Condensación superficial

Otro de los efectos de los puentes térmicos es el aumento del riesgo de formación de condensaciones superficiales en la cara interior del elemento constructivo al existir puntos fríos en la zona afectada por el puente térmico como resultado del mayor flujo térmico en esas zonas.

La condensación de vapor de agua depende de la cantidad de vapor presente en el aire (presión de vapor) y de la temperatura. La concentración máxima de vapor de agua en el aire (presión de saturación de vapor) es función de la temperatura. El aire frío permite una menor cantidad de vapor de agua que el aire caliente.

El fenómeno de condensación se producirá, cuando la presión de vapor del aire (cantidad de vapor de agua) sea mayor que la presión de saturación del aire a esa temperatura. Por este motivo, si no se dispone de un buen aislamiento o incluso de una barrera de vapor en ambientes húmedos y fríos, se tendrá riesgo de condensaciones en las superficies frías de las distintas capas del cerramiento.

Para analizar la posibilidad de condensaciones en los puntos fríos se utilizan los diagramas psicrométricos, que relacionan la temperatura seca, humedad absoluta y humedad relativa.

La humedad absoluta es una magnitud que indica la cantidad de vapor de agua que contiene el aire y se mide en gramos de agua por cada kilogramo de aire.

La cantidad de agua que puede contener el aire en forma de vapor tiene un límite (humedad de saturación), que depende de la temperatura y es mayor (admite más vapor de agua) a mayor temperatura.

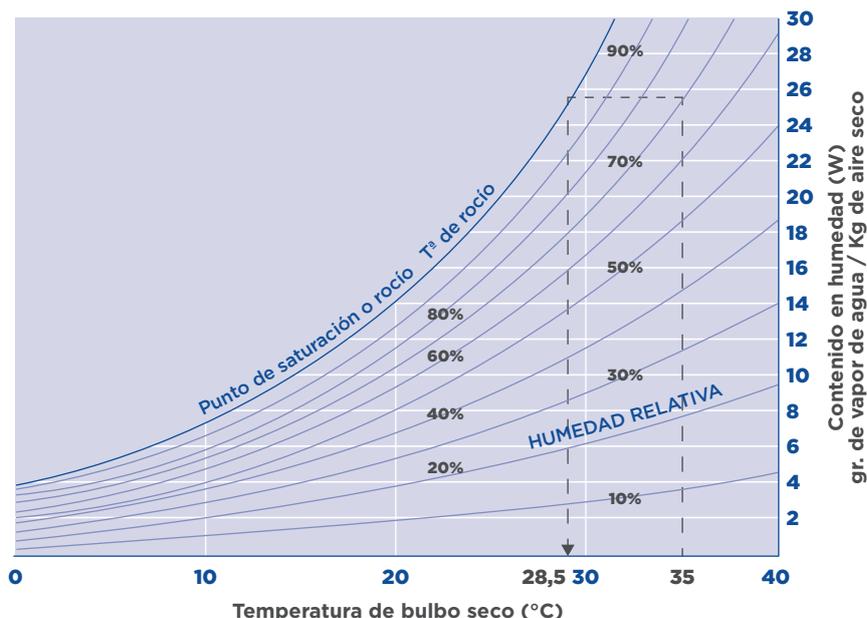
La proporción entre la cantidad de agua en forma de vapor que contiene el aire en relación a la cantidad de saturación, expresada como porcentaje, es conocida como humedad relativa (HR). Así, una humedad relativa del 100% significa que el aire ha alcanzado el límite de humedad de saturación. Para una humedad absoluta dada, la temperatura a la que se alcanza el 100% de humedad relativa se conoce como temperatura de rocío.

Así cuando la temperatura del aire desciende por debajo de la temperatura de rocío el exceso de humedad, aquella cantidad de agua que ya no puede permanecer en forma de vapor, condensa en forma líquida.

Las superficies frías de los puentes térmicos son lugares propicios para la aparición de condensaciones de ese tipo.

IMAGEN 43

Diagrama psicrométrico.
 Temperatura normal.
 Nivel del mar.
 Presión barométrica 101,325 kPa.



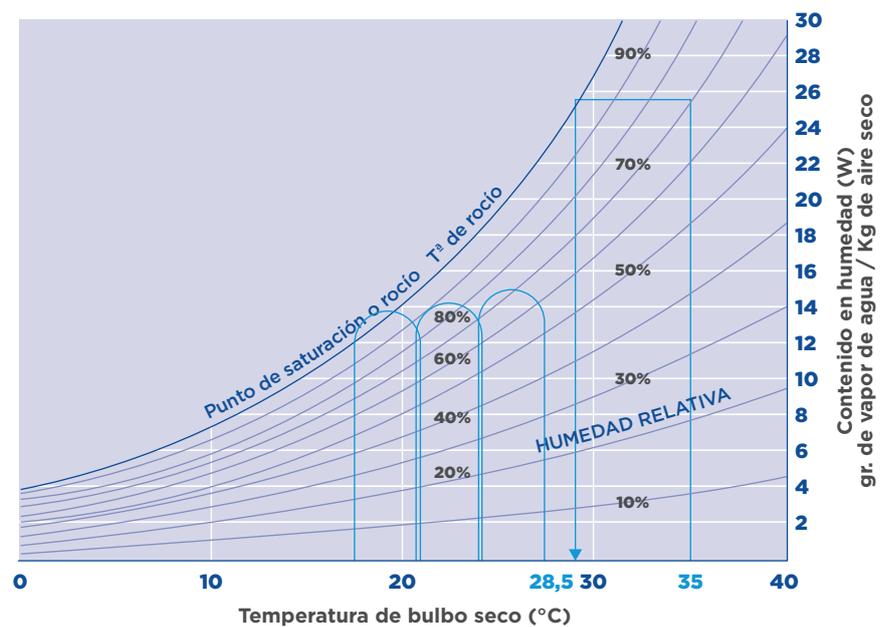


Ejemplo 8

Tenemos un espacio en el que vamos a mantener una humedad absoluta de 12.5g/kg. Con una temperatura de 26 °C, la humedad relativa del mismo será del 60%. Si bajamos la temperatura hasta los 23 °C, la humedad relativa será del 70%. Bajamos la temperatura, de nuevo, hasta los 21 °C, para este caso la humedad relativa es del 80% y si seguimos bajando la temperatura, a los 17.7 °C se alcanzará la temperatura de rocío, 100% de humedad relativa. Será entonces cuando el vapor de agua comenzará a condensar, eliminando el exceso de humedad absoluta en forma de agua y manteniendo la humedad relativa al 100%.

IMAGEN 44

Diagrama psicrométrico.



3.9. Limitación del riesgo de formación de moho

Las condensaciones superficiales suponen un riesgo para la salud al propiciar la formación de moho, habiéndose comprobado que este riesgo se incrementa significativamente al mantenerse una humedad relativa superior al 80% en una superficie durante varios días.

Esta condición puede simplificarse y reformularse exigiendo que la temperatura de la superficie interior supere la temperatura superficial aceptable, la que implica una humedad relativa superior al 80% en la superficie interior del cerramiento.

El método de los factores de temperatura permite hacer esa comprobación. Este consiste en comparar dos factores adimensionales: el factor de temperatura de la superficie interior (f_{Rsi}) y el factor de temperatura útil sobre la superficie interior ($f_{Rsi,min}$). El primero debe ser mayor que el segundo, para todos los meses del año: $f_{Rsi} > f_{Rsi,min}$.

$$f_{Rsi} = \frac{\Theta_{si} - \Theta_e}{\Theta_i - \Theta_e}$$

$$f_{Rsi,min} = \frac{\Theta_{si,min} - \Theta_e}{\Theta_i - \Theta_e}$$

Donde:

- Θ_{si} temperatura mínima en la superficie interior del cerramiento (°C).
- Θ_i temperatura del ambiente interior (°C).
- Θ_e temperatura del ambiente exterior (°C).
- $\Theta_{si,min}$ temperatura superficial aceptable (°C).

El Documento de Apoyo DA DB-HE/2 “Comprobación de la limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos” recoge los valores de $f_{Rsi,min}$ para las distintas zonas climáticas, obtenidas considerando las condiciones interiores de cálculo reglamentarias.



IMAGEN 45

Tabla 1 - DA DB-HE.

Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$

Categoría del espacio	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Clase de higrometría 5	0,70	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90
Clase de higrometría 4	0,56	0,66	0,66	0,69	0,75	0,78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,42	0,50	0,52	0,56	0,61	0,64

- Clase de higrometría 5
Correspondiente a espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías, restaurantes y piscinas: 70%.
- Clase de higrometría 4
Correspondiente a espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar: 62%.
- Clase de higrometría 3 o inferior
Correspondiente a espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad, como oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento y todos los espacios en edificios de uso residencial: 55%.

Ejemplo 9

IMAGEN 46

Ejemplo de fachada tradicional con trasdosado de placa de yeso con pilar.



Suponemos un edificio situado en una zona climática E, de uso residencial, por lo tanto, una clase de higrometría 3. Para el encuentro de una fachada tradicional de ladrillo cerámico, trasdosado con placa de yeso laminado con un pilar integrado.

Según la tabla 1, el valor $f_{Rsi,min}$ es 0,64.

Categoría del espacio	E
Clase de higrometría 5	0,90
Clase de higrometría 4	0,78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,64

Simulando la solución constructiva con el programa THERM nos indica que la temperatura superficial más desfavorable es de θ_{si} 17,9°C.

Se toma $\theta_i=20^\circ\text{C}$ y $\theta_e = -4^\circ\text{C}$

Aplicando la fórmula:

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

$$f_{Rsi} = (17,9 - (-4)) / (20 - (-4)) = 21,9 / 24 = 0,9125$$

$f_{Rsi} > f_{Rsi,min}$ 0,9125 > 0,64, no se prevé la producción de condensaciones en esta solución.



4. Métodos de cálculo de puente térmico

Para la redacción de este manual se ha empleado la metodología del cálculo bidimensional a través del programa de elementos finitos THERM mediante la modelización de los encuentros entre elementos constructivos más habituales.

4.1. Métodos simplificados

Es posible realizar simplificaciones adicionales de la fórmula simplificada para posibilitar el cálculo de la componente bidimensional de la transferencia de calor $\Sigma\Psi_j L_j$ a partir de estimaciones de dicha componente. Las aproximaciones más habituales son:

4.1.1. Método simplificado con estimación de Ψ

Los valores de Ψ_j se igualan para cada grupo de encuentros según las características generales del detalle, utilizando un valor representativo o tabulado para todos ellos, sin necesidad de realizar un cálculo individualizado.

4.1.2. Método simplificado con estimación de L

Las longitudes L_j de cada detalle se estiman a partir de las características generales del edificio (tipología, compacidad...) o medidas globales (superficie, nº de plantas...) para evitar la medición directa.

4.1.3. Método simplificado con factor corrector de U

La componente bidimensional en su totalidad se estima como una fracción de la componente unidimensional, de modo que:

$$\Sigma\Psi_j L_j \leftrightarrow \alpha \Sigma U_i A_i; \phi t = (1 + \alpha) \Sigma U_i A_i (\theta_i - \theta_e)$$

El valor de α varía en función de las características del edificio objeto y sus puentes térmicos o puede adoptar un valor constante





4.2. Método detallado

Los métodos detallados permiten el cálculo preciso de los puentes térmicos. Se divide en dos según el modelado sea en 2D o 3D.

4.2.1. Método detallado con modelado tridimensional

En este método se evalúa el efecto global de los puentes térmicos mediante la simulación con modelos tridimensionales de cálculo numérico. Es un método que exige un coste de modelización alto y que proporciona poca información previa a la simulación.

4.2.2. Método detallado con modelado bidimensional

Analiza el efecto de los puentes térmicos utilizando la formulación de la transmitancia simplificada y supone la aplicabilidad del principio de superposición de flujos:

$$\Phi_T = \sum U_i A_i + \sum \Psi_j L_j \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Donde:

Φ_T flujo de calor con conducción [W].

U_i transmitancia térmica del elemento i de la envolvente [W/m²K], de área A_i [m²].

Ψ_j transmitancia lineal del encuentro j del edificio [W/mK], y L_j la longitud de ese encuentro [m].

$(\theta_i - \theta_e)$ diferencia de temperatura entre interior y exterior [K].

Cuando no es posible calcular Ψ la transmitancia térmica lineal de forma analítica, se puede recurrir a diferentes programas de cálculo, o atlas con valores predeterminados.



5. THERM

THERM es un programa informático para el análisis de la transmisión del calor por conducción bidimensional a través de elementos constructivos, basado en el método de los elementos finitos.

Ha sido desarrollado por el Lawrence Berkeley National Laboratory y puede descargarse en el siguiente enlace <https://windows.lbl.gov/tools/therm/software-download>

En ISOVER y Placo® se ha desarrollado una librería donde se puede encontrar, además de los materiales incluidos en la librería del CTE, todos nuestros productos, de forma que ya están definidas sus características técnicas. Se puede descargar esta librería en los enlaces:

ISOVER:
www.isover.es/nuevo-manual-de-therm

Placo®:
www.placo.es/guias-y-manuales/nuevo-manual-de-therm

Con este manual se pretende mostrar que el uso de THERM es **fácil** y **sencillo**. Sólo se tienen que seguir los siguientes pasos para conseguir un resultado óptimo.

1. Definir uso y zona climática.
2. Definir la envolvente del edificio.
 - 2.1. Calcular U y comprobar U_{lim} .
 - 2.2. Detectar los puentes térmicos y calcular el valor de Ψ .
 - 2.3. Comprobar las condensaciones superficiales.
 - 2.4. Comprobar K_{lim} en uno de los programas autorizados para este fin. (Aunque los elementos

por separado cumplan las condiciones de U_{lim} y condensaciones, no implica que la K_{lim} se cumpla, ya que este valor depende de la geometría del edificio).

De THERM se obtendrán de manera automática los datos necesarios para definir los puentes térmicos existentes en nuestro edificio y la temperatura mínima para la comprobación de condensaciones superficiales. Además de valores que, de forma muy intuitiva, ayudan a comprender los puntos más débiles de los encuentros y actuar sobre ellos.

5.1. Interfaz THERM

En este manual se aportan nociones básicas sobre las herramientas de THERM para el cálculo de la transmitancia térmica lineal del puente térmico, así como la temperatura mínima de la solución constructiva.

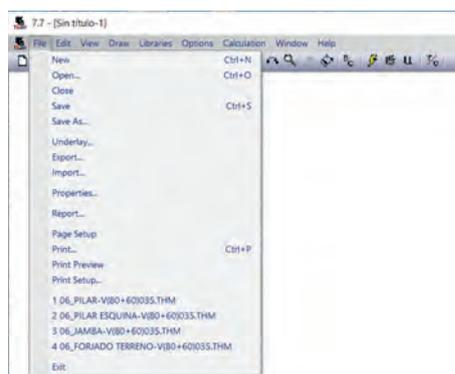
Para ello, se van a describir las herramientas necesarias para definir un detalle constructivo, así como la interpretación de los resultados.

5.1.1. Barra de herramientas de acceso rápido



Nuevo / Abrir / Guardar / Imprimir / Propiedades del archivo / Dibujar polígono / Dibujar rectángulo / Dibujar varios. / Insertar punto / Medir / Mover puntos / Mover objeto / Establecer el origen/ Ajustes / Zoom / Seleccionar material / Rellenar / Condiciones de contorno / Calcular / Mostrar resultados / Mostrar transmitancia / Modificar unidades.

5.1.2. Menú desplegable Archivo. File



New: crear un modelo nuevo.

Open: abrir un modelo existente.

Close: cerrar el modelo que tenemos abierto.

Save: guardar el modelo actual.

Save as: guardar el modelo actual cambiando el nombre.

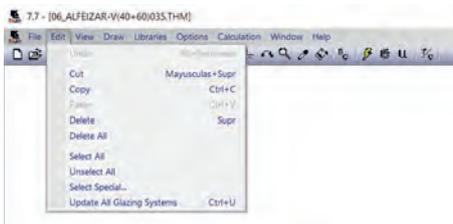
Underlay: cargar un fichero en formato dxf o BMP como base para el dibujo del puente térmico.

Se recomienda el uso del formato dxf. Con este archivo, THERM reconoce los contornos del dibujo y ayuda a precisar los encuentros entre los diferentes materiales.

Propierties: propiedades del Archivo. Definir algunas propiedades generales, como título, autor, empresa, cliente, del archivo.

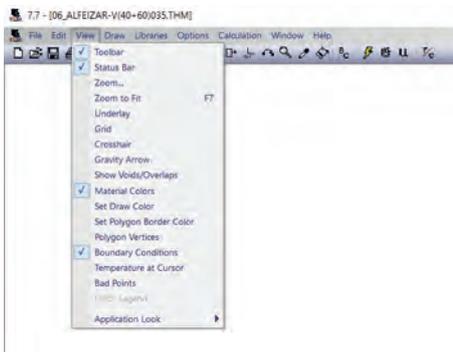
Report: muestra las características que están definidas así como los resultados del cálculo.

5.1.3. Menú desplegable Editar. Edit



Herramientas básicas para editar el detalle: **Deshacer, Cortar, Copiar, Pegar, Eliminar...**

5.1.4. Menú desplegable Vista. View



Toolbar / Status bar / Zoom: estas tres opciones permiten ocultar y/o mostrar las barras de herramientas.

Zoom: para acercarse y/o alejarse del detalle.

Se puede usar el icono o simplemente con el botón derecho del ratón, al hacer clic se acerca a la zona en la que se encuentre el cursor. Para alejarse se combina el botón derecho del ratón con la tecla de mayúscula.

Zoom to fit: para hacer un zoom a todo el dibujo.

También se puede combinar el botón derecho del ratón con la tecla de control.

Underlay: ocultar y/o mostrar la base de dibujo sobre la que estamos trabajando.

Show Voids/Overlaps: Muestra huecos en el detalle o capas superpuestas que pueden generar un error al calcular.

Temperature at cursor: Muestra la temperatura que hay en el detalle constructivo en el punto en el que se encuentra el cursor.

Esta herramienta es de gran ayuda, para precisar la temperatura mínima del detalle, que será la que se usará para la comprobación de condensaciones superficiales.

Bad points: muestra errores de vértices, huecos o capas superpuestas generadas al definir las condiciones de contorno.

5.1.5. Menú desplegable Dibujo. Draw



Polygon: dibujar polígono.

Un polígono se cierra acercándonos al punto de inicio o pulsando la tecla C. En la medida de lo posible, solo se usará esta herramienta para dibujar polígonos sencillos. Para formas que sean más complejas, lo ideal es descomponerlas en formas más sencillas, principalmente rectángulos.

Rectangle: dibujar rectángulo.

Acercando el ratón al vértice del dibujo y pulsando la barra de espacio, se fuerza la posición del ratón al vértice dibujado en el DXF.

Boundary Conditions: condiciones de contorno, reconoce de manera automática el contorno de la solución constructiva y asigna características de entorno adiabático para todo el contorno. Estas características tendrán que ser modificadas de manera manual según el contorno sea interior o exterior, seleccionando con doble clic las líneas que se han creado o con un solo clic y usando la barra desplegable de materiales.

Fill Void: rellena un espacio, puede ser con material o con polígono.

Insert Point: insertar punto en un polígono definido previamente.

Esta herramienta permite crear "testigos" en los cerramientos, con la finalidad de comprobar el valor de la transmisión unidireccional del cerramiento.

Delete Point: eliminar puntos. Para simplificar un polígono en el caso de que se quiera modificar.

Edit Points: mover los puntos. En el caso de que al dibujar los contornos de los diferentes materiales, los contornos no coincidan, seleccionando esta opción permite mover los puntos del contorno hasta hacerlos coincidir.

Move Polygon: para desplazar un polígono completamente.

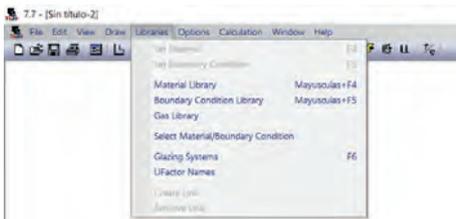
Tape Measure: medir. Al igual que pasa al dibujar, THERM atrae el cursor al punto en el que se encuentra la intersección más cercana.

Set Drawing Scale: permite modificar la escala de un detalle, relacionando con una medida existente.

Repeat Mode (draw many): si se tiene marcada esta opción, permite seguir trabajando sin la necesidad de pinchar en el icono cada vez.

Clear Bad Points: si da un error de cálculo por superposición de polígonos, puntos... después de corregirlo, se usa esta opción para eliminar los errores. *Si no están corregidos, seguirán apareciendo marcados en rojo.*

5.1.6. Menú desplegable Librerías. Libraries



Material Library: librería de materiales.

Se instala la librería de materiales ISOVER y Placo®, que se puede descargar en los enlaces: **ISOVER:** www.isover.es/nuevo-manual-de-therm **Placo®:** www.placo.es/guias-y-manuales/nuevo-manual-de-therm. De esta manera, además de tener todos los materiales definidos en la librería del Código Técnico de la Edificación, se tiene acceso a todos los productos de ISOVER, Placo® y weber. También se pueden crear nuevos materiales.

Calculation: calcular, una vez se ha ejecutado el comando aparecen en la solución constructiva las líneas isotérmicas.

Show results: esta opción permite seleccionar la visualización que se quiera de los resultados obtenidos.

Select Material / Boundary Condition: esta herramienta permite copiar un material o una condición de contorno.

Para el caso de obtener los resultados por infrarrojos, es interesante tener marcada la opción de Show Polygon outlines over color infrared and flux images, de esta forma se puede identificar de manera más intuitiva la relación entre los cambios de temperatura y los materiales y/o los encuentros entre los mismos.

Show U-factors: muestra, el flujo de calor, las transmittancias térmicas de los cerramientos que intervienen, y las longitudes que se están considerando para el cálculo.

Hay que tener en cuenta que para suelos se utiliza el sistema dimensional interior, pero para las fachadas puede usarse sistema dimensional interior o exterior, y por lo tanto, el valor de la transmitancia del puente térmico será diferente.

IMAGEN 47

Vector de flujo.

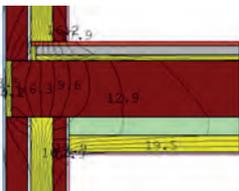


IMAGEN 48

Isotermas.

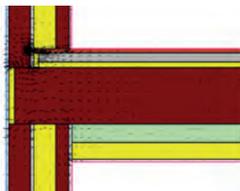
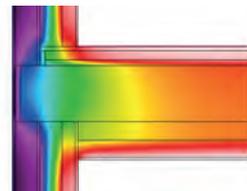


IMAGEN 49

Infrarrojos.



Boundary Conditions Library: condiciones de contorno. En esta pestaña se definen las condiciones de contorno interior y exterior.

Select Material / Boundary Condition: esta herramienta permite copiar un material o una condición de contorno.

5.1.7. Menú desplegable Cálculos. Calculation

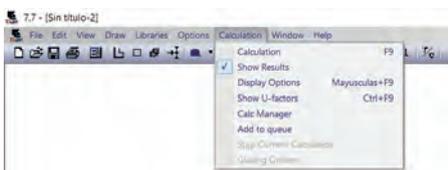
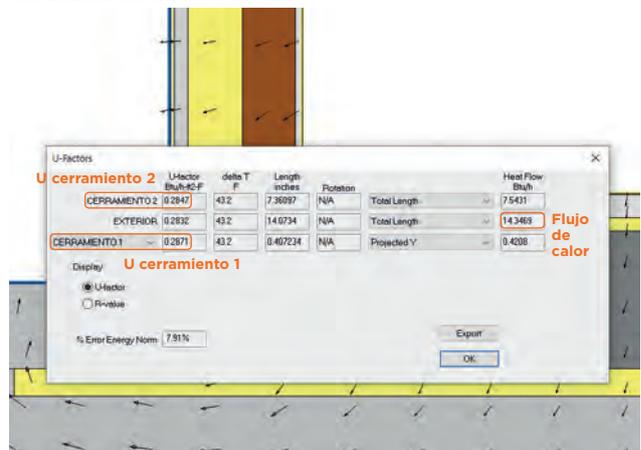


IMAGEN 50

Resultados de transmitancias.



5.2. Modelado

Para el estudio del puente térmico, se tiene que definir previamente las capas de nuestro encuentro, con las dimensiones reales, diferenciando cada material y simplificando las geometrías.

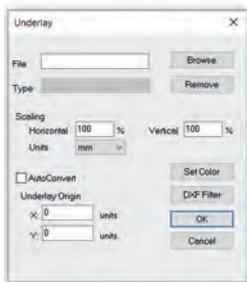
No es necesario dibujar el mortero entre los ladrillos, o los anclajes de los aislamientos.

Los planos de corte deben situarse a una distancia suficiente para que la transmisión de calor sea unidireccional. Como se ha definido en el apartado 3.3 Planos de corte de este manual, es suficiente con 1 m o 3 veces el espesor del elemento en estudio.

5.2.1. Definición de la plantilla

OPCIÓN 1

Usar el modelo dxf como plantilla para dibujar en THERM.



Insertar modelo dxf. File → Underlay

Browse: se selecciona el archivo a insertar, teniendo la precaución, si el dibujo está en m, de que THERM trabaja en milímetros. Si la plantilla dxf ha sido dibujada en metros, hay que modificar la escala, añadiendo 000 *.



Comprobar que el modelo DXF se ha importado en la escala correcta con la herramienta de medir.

Usando como base el dibujo en DXF se simplifica la geometría en rectángulos. Se puede usar la opción de polígono siempre que el contorno no sea muy complicado, para evitar posibles errores la mejor opción es descomponer la forma compleja en rectángulos.

THERM “detecta” las esquinas de nuestro DXF para posicionarnos en el lugar correcto. Para forzar el vértice exacto se puede pulsar la barra espaciadora.

OPCIÓN 2

Usar el modelo dxf para generar los polígonos.

Para esta opción es necesario definir un poco más nuestro detalle en AutoCAD®. Se debe hacer una polilínea por cada material que queramos importar a THERM.



Insertar modelo dxf. File → Underlay

Browse: se selecciona el archivo a insertar, teniendo la precaución, si el dibujo está en m, de que THERM trabaja en milímetros, hay que modificar la escala, añadiendo 000 *.

Se marca la opción AutoConvert, y automáticamente se dibujan todos los polígonos en THERM.



Comprobar que el modelo DXF se ha importado en la escala correcta con la herramienta de medir.



Insertar puntos adicionales en las superficies interiores para asignar etiquetas. Estos puntos tienen que estar suficientemente separados del puente térmico, para no estar influidos por el mismo.

IMAGEN 51

Testigo.



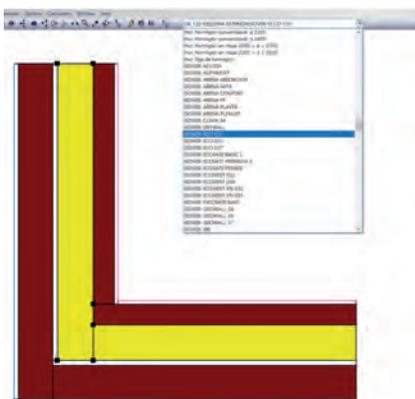
Testigo de cerramiento 1, en la condición de contorno interior

Condición de contorno interior

5.2.2. Definición de materiales

IMAGEN 52

Librería de materiales.

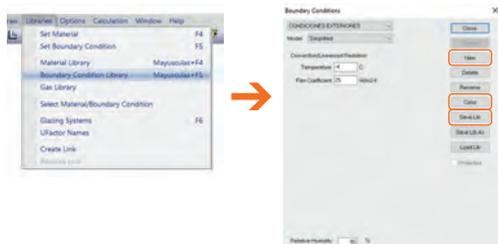


En el apartado 5.1.6 Libraries, de este manual, se hace referencia a la instalación de la librería de ISOVER y Placo® en la que están definidos los materiales que se necesitan. También, se pueden crear nuevos materiales.

Para asignar los materiales, se hace click dentro del polígono en el que se quiere asignar el material, y una vez seleccionado, se elige el material en la pestaña desplegable.

Con la mayúscula pulsada, se puede seleccionar más de un polígono con el mismo material. También se puede asignar el mismo material a diferentes polígonos usando la siguiente herramienta , el cuentagotas para seleccionar el material, el cubo para rellenar del material seleccionado. Para hacerlo varias veces, hay que tener seleccionada la herramienta Draw Many .

5.2.3. Definición de condiciones de contorno



En **libraries** → **Boundary Conditions library** → **New** se definen las condiciones de contorno que se necesitan. Las que trae el programa predefinidas no nos sirven porque son para otros cálculos o con otras normativas diferentes al Código Técnico de la Edificación.

Condiciones de contorno adiabáticas, está definida por defecto, se usan estas condiciones para los límites del detalle constructivo, donde el flujo de calor es unidireccional.

Condición de contorno exterior: se define el nombre que se quiere que aparezca en los cálculos, para este caso CONDICIONES EXTERIORES, se selecciona Model Simplified (modelo simplificado), la temperatura 0°C, Film coefficient (coeficiente de convección; es la inversa de la resistencia térmica superficial definida en la tabla 1 del documento de apoyo al DB HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente) $1/R_{se} = 1/0.04=25$. Se define la humedad relativa 90%, para las condiciones exteriores este dato no es importante ya que las condensaciones se nos van a producir en la cara interior. También se puede definir el color, para facilitar identificar que se ha asignado de forma correcta las condiciones de contorno.

Condición de contorno interior: Se define el nombre que se quiere que aparezca en los cálculos, para este caso CONDICIONES INTERIORES, se selecciona Model Simplified (modelo simplificado), la temperatura 20°C, Film coefficient (coeficiente de convección; es la inversa de la resistencia térmica superficial definida en la tabla 1 del documento de apoyo al DB HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente) $1/R_{si} = 1/0.13=7.7$. Se define la humedad relativa 55% (clase de higrometría 3 o inferior, según el apartado 2.2.2 del documento de apoyo al DB HE/2 comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos). También se puede definir el color, para facilitar identificar que se ha asignado de forma correcta las condiciones de contorno.

IMAGEN 53

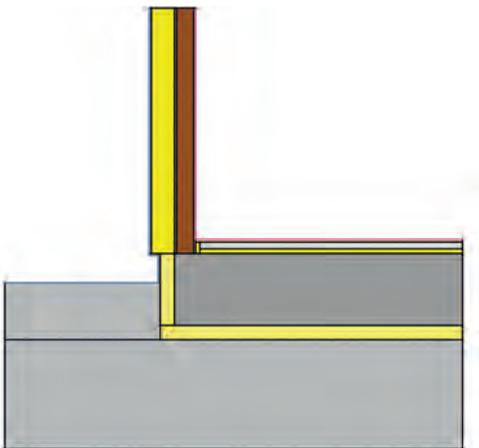
Tabla 1. DA_DB-HE-1

Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior [m²K/W]

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (suelo)		0,04	0,17

IMAGEN 54

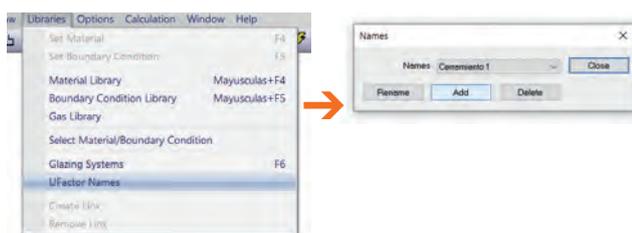
Definición de condiciones de contorno.



En **Libraries** → **UFactor Names** → **Add** se definen las etiquetas que se van a necesitar. Una por cada cerramiento que interviene. Esta etiqueta sirve para tener los valores de transmitancia del elemento.

Para poder realizar el cálculo es necesario haber etiquetado al menos una de las superficies.

Cuando se tiene el detalle dibujado y con los materiales asignados se pulsa el botón de draw boundary conditions , y automáticamente define todo el contorno con condiciones adiabáticas. Sobre los cerramientos, con la condición de contorno seleccionada, se crea un punto adicional para poder asignar una etiqueta a cada uno de los cerramientos .



5.3. Cálculo

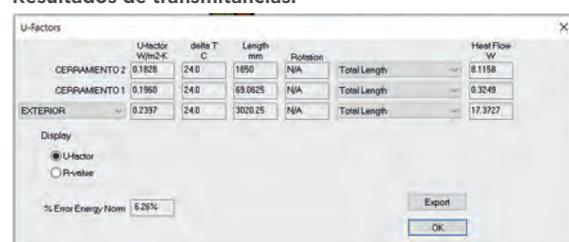
Cuando se ha definido completamente el sistema, las condiciones de contorno y las etiquetas, pulsando en el icono de cálculo, este se realiza de manera automática y aparecen en el dibujo las líneas isotermas



Una vez THERM ha realizado el cálculo, pulsa el botón show U-factors y abre el siguiente cuadro, en el que se tiene la transmitancia de los cerramientos que se han etiquetado y el flujo de calor total.

IMAGEN 55

Resultados de transmitancias.



U-factor	delta T	Length	Distortion	Heat Flow	
Win24C	C	mm		W	
CERRAMIENTO 2	0.1928	240	1850	N/A	Total Length: 8.1158
CERRAMIENTO 1	0.1960	240	69.0625	N/A	Total Length: 0.3249
EXTERIOR	0.2397	240	3020.25	N/A	Total Length: 17.3727

Display: U-factor P-value
% Error Energy Norm: 6.26%





6. Atlas y soluciones ISOVER y Placo®

Tras el análisis de las diferentes tipologías constructivas, se destaca que la continuidad del aislamiento es el factor más determinante para mejorar el rendimiento térmico de la solución.

Se ha usado la tabla A del Anejo E, CTE DB HE de predimensionado de soluciones constructivas de residencial privado para la redacción de este atlas.

IMAGEN 59

Zonificación climática en España.

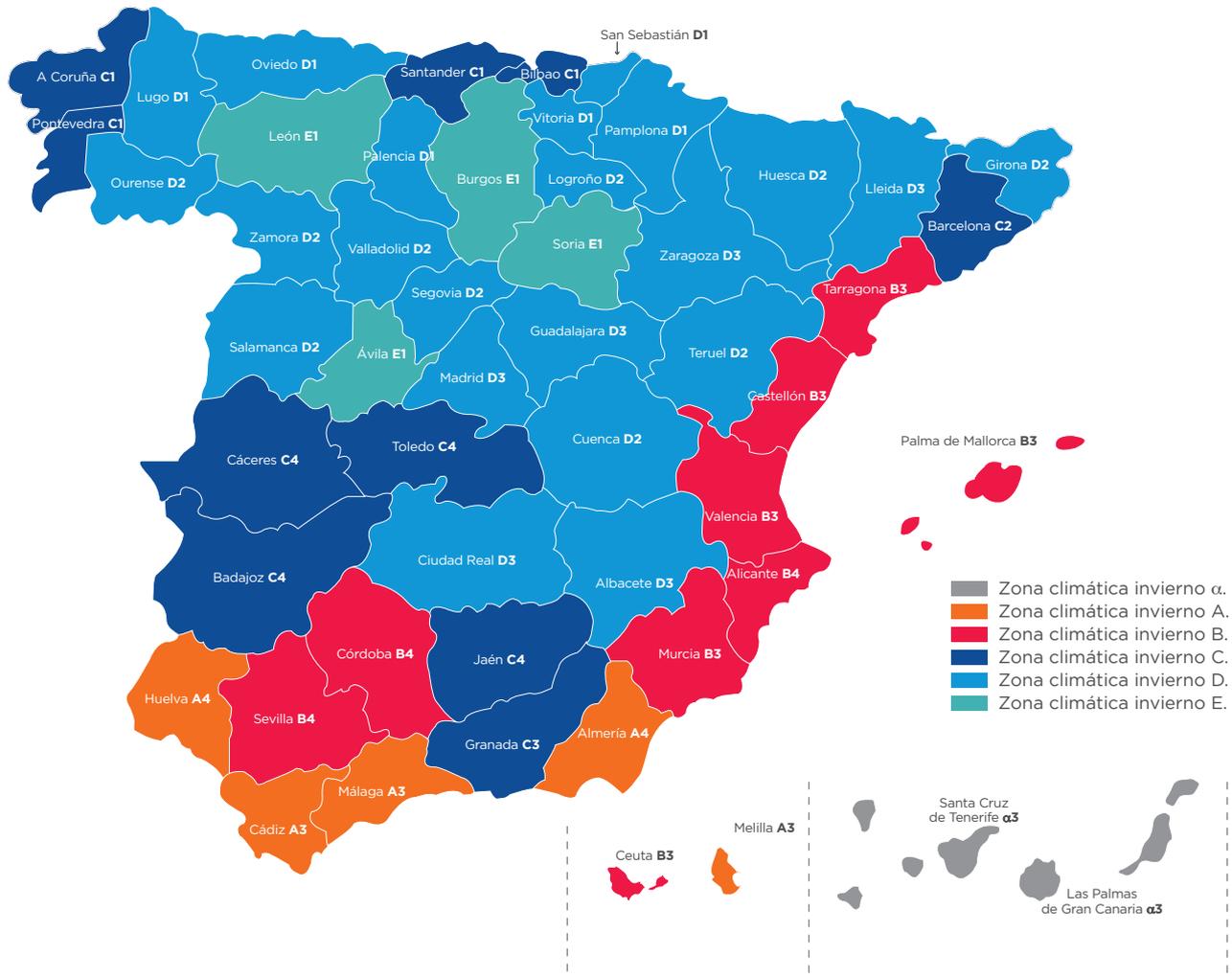


IMAGEN 60

Tabla a - Anejo E
Transmitancia térmica del elemento, U [W/m²K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s, U_M)	0,56	0,50	0,38	0,29	0,27	0,23
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_C)	0,50	0,44	0,33	0,23	0,22	0,19
Elementos en contacto con espacios no habitables o con el terreno, U_T	0,80	0,80	0,69	0,48	0,48	0,48
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	2,70	2,70	2,00	2,00	1,80	1,50



ISOVER
SAINT-GOBAIN



Placo
SAINT-GOBAIN



IMAGEN 61

Tabla 1 - DA DB-HE.

Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$

Categoría del espacio	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Clase de higrometría 5	0,70	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90
Clase de higrometría 4	0,56	0,66	0,66	0,69	0,75	0,78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,42	0,50	0,52	0,56	0,61	0,64

- **Clase de higrometría 5**
Correspondiente a espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías, restaurantes y piscinas: 70%.
- **Clase de higrometría 4**
Correspondiente a espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar: 62%.
- **Clase de higrometría 3 o inferior**
Correspondiente a espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad, como oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento y todos los espacios en edificios de uso residencial: 55%.

Para la comprobación de condensaciones superficiales se usa el valor del factor de temperatura de la superficie interior, según el uso de nuestro espacio.

Para cada solución de puente térmico ofrecida en este Atlas, las condiciones utilizadas han sido: Zona climática E, clase de higrometría 3.

Se ha considerado un salto térmico de 20 °C, respondiendo a condiciones de invierno, siendo por lo tanto la temperatura interior de 20 °C y la exterior de 0 °C

En las soluciones en las que puedan usarse diferentes criterios dimensionales, se han calculado ambas.

6.1. Sistema ECOSATE®



El sistema ECOSATE® es el sistema de **aislamiento en fachada por el exterior** desarrollado por ISOVER que permite el aislamiento térmico completo del edificio.

Los sistemas SATE (Sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior), están formados por varios elementos que combinados dan como resultado una solución constructiva con un excelente **aislamiento térmico**, al proporcionar al edificio una envolvente continua que minimiza las pérdidas energéticas del mismo. Además, al utilizar paneles de lana mineral, a dicho aislamiento térmico se une **aislamiento acústico** y de **protección contra incendios** en las fachadas de los edificios.

Es una solución apta para cualquier tipo de proyecto, ya sea de **nueva construcción** o de **rehabilitación**, así como para viviendas unifamiliares o edificios de vivienda colectiva. Presenta ciertas ventajas en rehabilitación debido a:

Al realizar la obra por la parte exterior de la fachada evita la pérdida de superficie útil en el edificio.

Las personas que lo habitan o que trabajan en él no necesitan desplazarse fuera del mismo durante la obra.

Proporcionan un revestimiento continuo, transpirable, impermeable y con multitud de acabados finales.

Los paneles de aislamiento **Clima 34 / TF Profi** en un SATE están especialmente concebidos para dar respuesta a las necesidades de aislamiento en España, según cada zona climática y sus requerimientos. Dentro de las opciones de acabado, ofrece una **amplia gama de colores** para cumplir todos los requerimientos estéticos del edificio.

Producto	λ	Espesor mm	U=1/ (0,494+R _{At}) (W/m ² K)	Zona climática						
				α	A	B	C	D	E	
CLIMA 34	0,034	60	0,44	•	•					
	0,034	80	0,35	•	•	•				
	0,034	100	0,29	•	•	•	•			
	0,034	120	0,25	•	•	•	•	•		
	0,034	140	0,22	•	•	•	•	•	•	

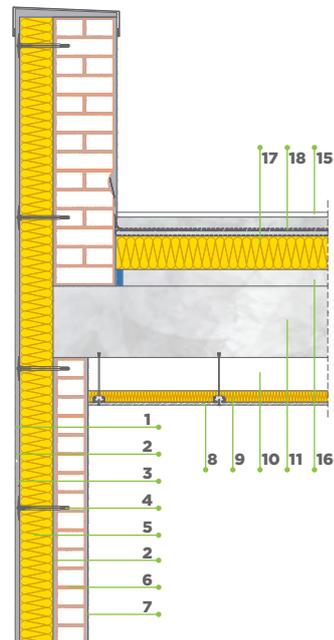
Producto	λ	Espesor mm	U=1/ (0,494+R _{At}) (W/m ² K)	Zona climática						
				α	A	B	C	D	E	
TF PROFÍ	0,035	60	0,45	•	•					
	0,035	80	0,36	•	•	•				
	0,035	100	0,30	•	•	•				
	0,035	120	0,25	•	•	•	•	•		
	0,035	140	0,22	•	•	•	•	•	•	

Nota: Para la comprobación de condensaciones superficiales, se han considerado todas las zonas climáticas con una clase de higrometría 3.

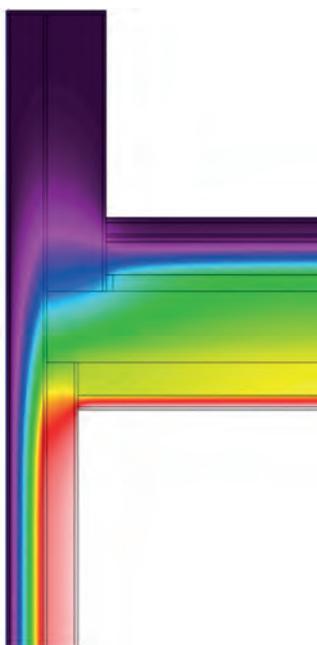
Se ha considerado un salto térmico de 20°C, respondiendo a condiciones de invierno, siendo por lo tanto la temperatura interior de 20°C y la exterior de 0°C

En las soluciones en las que puedan usarse diferentes criterios dimensionales, se han calculado ambas.

6.1.1. Encuentro de fachada con cubierta plana



- 1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
- 2. 8 mm ECOSATE® BASE.
- 3. ECOSATE® MALLA.
- 4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
- 5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFÍ (el espesor varía según la zona climática).
- 6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
- 7. 15 mm Proyal® XXI.
- 8. Placa de yeso laminado Placo® 4PRO®.
- 9. 48 mm arena APTA.
- 10. 140 mm Cámara de aire (según proyecto).
- 11. 300 mm Forjado (según proyecto).
- 15. Material de acabado.
- 16. Formación de pendiente $e_{\text{medio}} = 6 \text{ cm}$.
- 17. 140 mm ALPHATOIT o IXXO (el espesor varía según la zona climática).
- 18. Impermeabilización y capa separadora.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

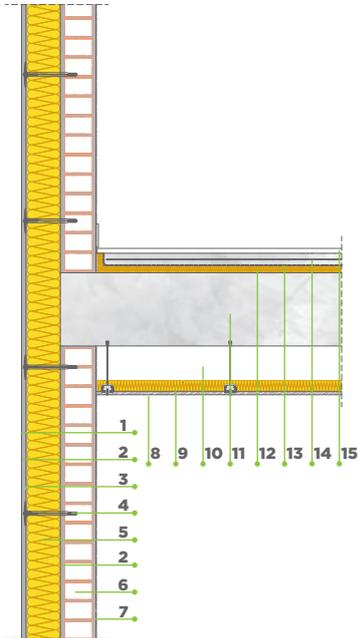
Cubierta	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	17,90	17,70	17,60	17,30	16,80	16,50
f_{Rsi}	0,90	0,89	0,88	0,87	0,84	0,83
$f_{Rsi, \text{min}}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

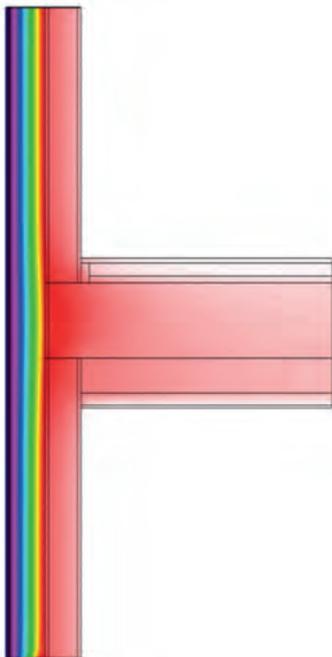
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Cubierta	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
CLIMA 34	$U_{\text{cerramiento}}$	0,22	0,25	0,29	0,35	0,44	0,60
	Ψ_i (W/mK)	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11
	Ψ_e (W/mK)	-0,09	-0,11	-0,14	-0,18	-0,24	-0,36
TF PROFÍ	$U_{\text{cerramiento}}$	0,22	0,25	0,30	0,36	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11
	Ψ_e (W/mK)	-0,09	-0,11	-0,14	-0,18	-0,25	-0,36

6.1.2. Encuentro de fachada con forjado intermedio



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según la zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.
8. Placa de yeso laminado Placo® 4PRO®.
9. 48 mm arena APTA.
10. 140 mm Cámara de aire (según proyecto).
11. 300 mm Forjado (según proyecto).
12. 30 mm PANEL SOLADO.
13. Lámina de polietileno.
14. 40 mm Capa de compresión armada.
15. Material de acabado.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Forjado intermedio	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	19,10	19,00	18,90	18,80	18,70	17,80
f_{Rsi}	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,89
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

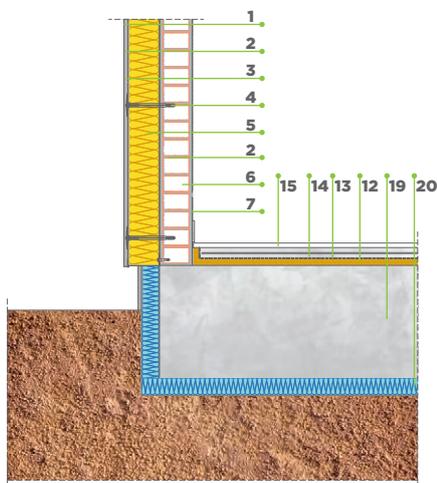
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Forjado intermedio	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
CLIMA 34	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29	0,35	0,44	0,60
	Ψ_i (W/mK)	0,12	0,13	0,16	0,18	0,23	0,28
	Ψ_e (W/mK)	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,03	-0,06
TF PROFI	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,30	0,36	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)	0,12	0,14	0,16	0,19	0,23	0,29
	Ψ_e (W/mK)	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,03	-0,07

6.1.3.

Encuentro de fachada con forjado en contacto con el terreno



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según la zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.
12. 30 mm PANEL SOLADO.
13. Lámina de polietileno.
14. 40 mm Capa de compresión armada.
15. Material de acabado.
19. 500 mm Losa de cimentación (según proyecto).
20. 80 mm XPS.

Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Terreno	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	18,60	18,60	18,50	18,30	18,10	17,80
f_{Rsi}	0,93	0,93	0,93	0,92	0,91	0,89
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

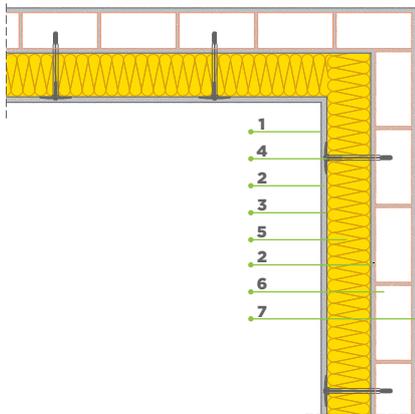
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

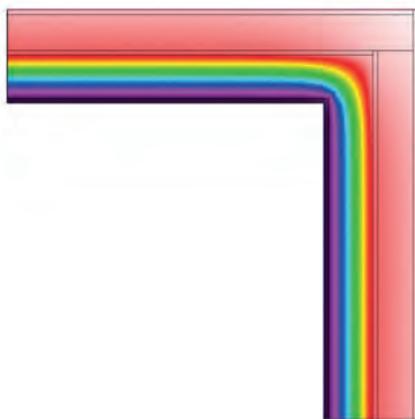
Producto	Terreno	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
CLIMA 34	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29	0,35	0,44	0,60
	Ψ_i (W/mK)	0,15	0,17	0,17	0,18	0,20	0,23
	Ψ_e (W/mK)	0,09	0,09	0,09	0,08	0,07	0,05
TF PROFI	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,30	0,36	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)	0,15	0,17	0,18	0,18	0,20	0,23
	Ψ_e (W/mK)	0,09	0,09	0,09	0,08	0,07	0,05

6.1.4.

Encuentro de fachada en esquina interior



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFÍ (el espesor varía según la zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

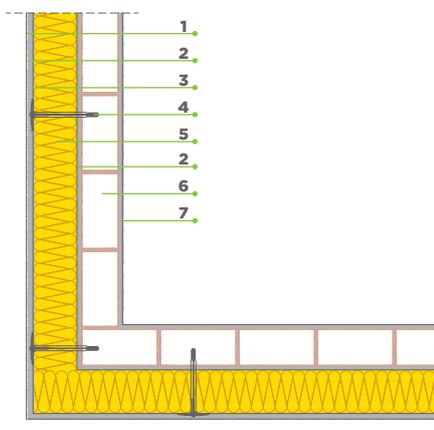
Esquina interior	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	19,40	19,40	19,30	19,10	18,90	18,50
f_{Rsi}	0,97	0,97	0,97	0,96	0,95	0,93
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

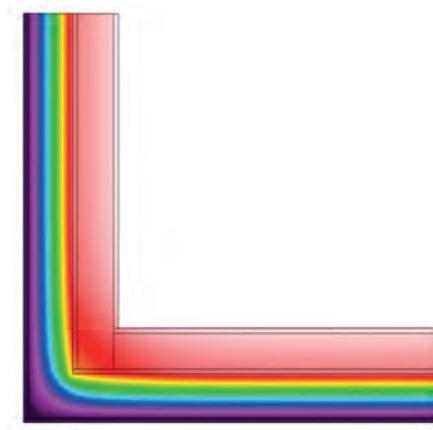
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Esquina interior	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
CLIMA 34	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29	0,35	0,44	0,60
	Ψ_i (W/mK)	-0,11	-0,10	-0,10	0,10	-0,09	-0,07
	Ψ_e (W/mK)	0,03	0,04	0,06	0,08	0,12	0,18
TF PROFÍ	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,30	0,36	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)	-0,11	-0,11	-0,10	-0,10	-0,09	-0,07
	Ψ_e (W/mK)	0,03	0,05	0,06	0,09	0,12	0,19

6.1.5. Encuentro de fachada en esquina exterior



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFÍ (el espesor varía según la zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Esquina exterior	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	18,70	18,40	18,20	18,00	17,40	18,00
f_{Rsi}	0,94	0,92	0,91	0,90	0,87	0,90
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

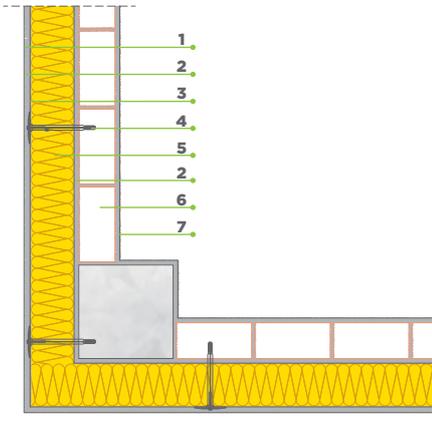
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

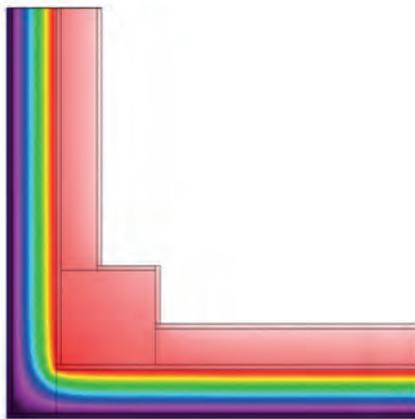
Producto	Esquina exterior	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
CLIMA 34	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29	0,35	0,44	0,60
	Ψ_i (W/mK)	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11
	Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,08	-0,08	-0,09	-0,11	-0,14
TF PROFÍ	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,30	0,36	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15
	Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,07	-0,07	-0,08	-0,09	-0,11

6.1.6.

Encuentro de fachada con pilar en esquina



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFÍ (el espesor varía según la zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

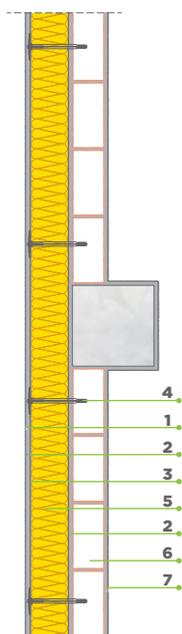
Pilar esquina	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	18,90	18,70	18,50	18,30	17,70	17,10
f_{Rsi}	0,95	0,94	0,93	0,92	0,89	0,86
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Pilar esquina	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
CLIMA 34	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29	0,35	0,44	0,60
	Ψ_i (W/mK)	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15
	Ψ_e (W/mK)	-0,06	-0,07	-0,07	-0,08	-0,09	-0,11
TF PROFÍ	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,30	0,36	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15
	Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,07	-0,08	-0,08	-0,09	-0,11

6.1.7. Encuentro de fachada con pilar integrado



- 1.** ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
- 2.** 8 mm ECOSATE® BASE.
- 3.** ECOSATE® MALLA.
- 4.** ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
- 5.** 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según la zona climática).
- 6.** 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
- 7.** 15 mm Proyal® XXI.

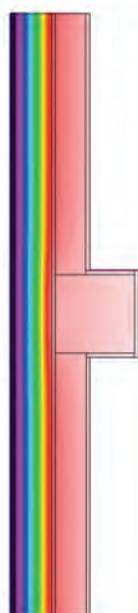
Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Pilar	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	19,50	19,40	19,30	19,10	18,70	18,50
f_{Rsi}	0,98	0,97	0,97	0,96	0,94	0,93
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

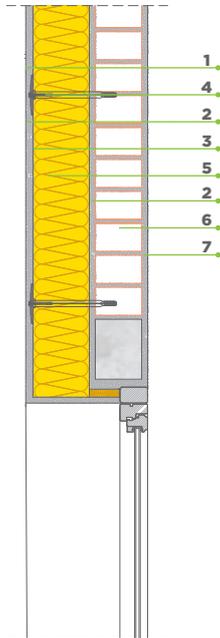
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Pilar	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
CLIMA 34	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29	0,35	0,44	0,60
	Ψ_i (W/mK)	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04
TF PROFI	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,30	0,36	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05



6.1.8.

Encuentro de fachada con dintel



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFÍ (el espesor varía según la zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Dintel	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	19,00	19,00	19,00	19,00	18,50	18,00
f_{Rsi}	0,95	0,95	0,95	0,95	0,93	0,90
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

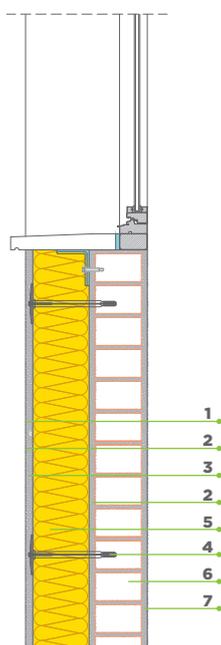
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Dintel	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
CLIMA 34	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29	0,35	0,44	0,60
	Ψ_i (W/mK)	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17
TF PROFÍ	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,30	0,36	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17

Nota: No está incluido el valor de la transmitancia de la carpintería.

6.1.9.

Encuentro de fachada con alféizar



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según la zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.

Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Alféizar	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	18,40	18,40	18,30	18,30	18,10	17,90
f_{Rsi}	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,90
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42



Valores de Ψ

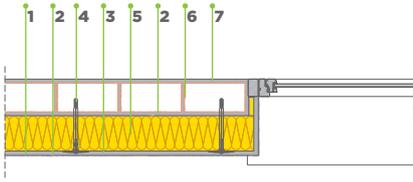
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Alféizar	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
CLIMA 34	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29	0,35	0,44	0,60
	Ψ_i (W/mK)	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,10
TF PROFI	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,30	0,36	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)	0,15	0,14	0,14	0,14	0,12	0,10

Nota: No está incluido el valor de la transmitancia de la carpintería.

6.1.10.

Encuentro de fachada con jamba



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según la zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Jamba	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	17,90	17,90	17,90	17,80	17,70	17,60
f_{Rsi}	0,90	0,90	0,90	0,89	0,89	0,88
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Jamba	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
CLIMA 34	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29	0,35	0,44	0,60
	Ψ_i (W/mK)	0,22	0,22	0,21	0,20	0,18	0,16
TF PROFI	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,30	0,36	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)	0,22	0,21	0,20	0,20	0,18	0,16

Nota: No está incluido el valor de la transmitancia de la carpintería.

6.2. PLACOTHERM® INTEGRA



Placotherm® Integra es una solución de **hoja completa de fachada** para acabado de mortero, SATE o anclaje de fachada ventilada.

Cuenta con unas características que la hacen destacar debido a:

- Proporciona unas **altas prestaciones** en un espesor de pared reducido.
- Su construcción en seco facilita una **rápida puesta en obra**.
- Supone una solución de **aislamiento térmico** adaptada al nuevo CTE.
- Proporciona **alta protección acústica**, basándose en el conocido esquema masa-muelle-masa.
- Es una **solución de bajo peso**, por lo que no supone un gran aporte de carga a la estructura portante.
- Tiene las **máximas prestaciones frente a impactos** exteriores.
- Proporciona **altas prestaciones frente al fuego**.

En este caso su aplicación se dirige a los **edificios de obra nueva** de manera que conseguiremos que cumplan con una alta eficiencia energética o a la ampliación de edificios existentes. Aunque debido a su rápida puesta en obra mediante la construcción en seco también es adecuado para la **construcción modular** de rápida ejecución, o la **construcción en seco** para cerramientos de fachadas.

Se compone de dos hojas de aislamiento de **Lana Mineral ISOVER**, ambas de igual composición, con revestimiento de **Placa de Yeso Laminado Placo®** al interior, y al exterior placa **Glasroc® X / Aquaroc®** con el correspondiente acabado.

Producto	λ	Espesor mm	U=1/ (0,494+R _{AT}) (W/m²K)	Zona climática					
				α	A	B	C	D	E
arena APTA	0,034	90+48	0,22	•	•	•	•	•	•
	0,034	90+55	0,21	•	•	•	•	•	•
	0,034	90+65	0,2	•	•	•	•	•	•
	0,034	90+90	0,17	•	•	•	•	•	•
	0,034	65+48	0,26	•	•	•	•		
	0,034	65+55	0,25	•	•	•	•		
	0,034	65+65	0,23	•	•	•	•	•	•
	0,034	65+90	0,20	•	•	•	•	•	•

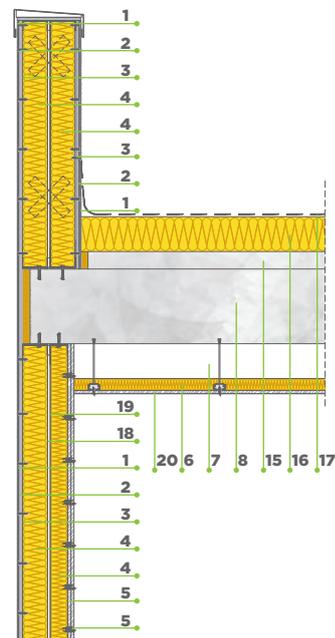
Nota: Para la comprobación de condensaciones superficiales, se han considerado todas las zonas climáticas con una clase de higrimetría 3.

Se ha considerado un salto térmico de 20°C, respondiendo a condiciones de invierno, siendo por lo tanto la temperatura interior de 20°C y la exterior de 0°C

En las soluciones en las que puedan usarse diferentes criterios dimensionales, se han calculado ambas.

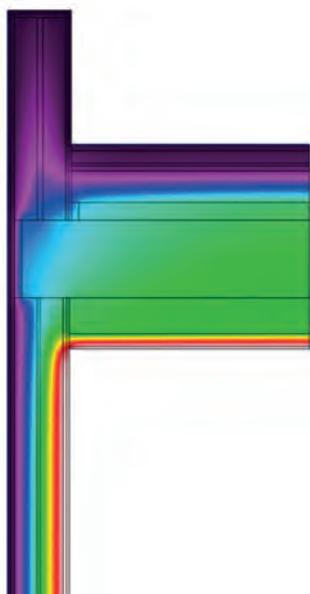
6.2.1.

Encuentro de fachada con cubierta plana



- 1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
- 2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
- 3. Lámina Placotherm®.
- 4. arena APTA (el espesor varía según la zona climática).
- 5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
- 6. 48 mm arena APTA.
- 7. 140 mm Cámara de aire (según proyecto).
- 8. 300 mm Forjado (según proyecto).
- 15. Formación de pendiente $e_{medio} = 6\text{cm}$.
- 16. 140 mm IX XO (el espesor varía según la zona climática).
- 17. Impermeabilización autoprottegida.
- 18. Estructura metálica de fachada, formada por railes THR 100 o THR 75 y montantes THM 100 o THM 75 (según cálculos).
- 19. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).
- 20. Placa de yeso laminado Placo® 4PRO®.

Comprobación de la limitación de producción de condensaciones



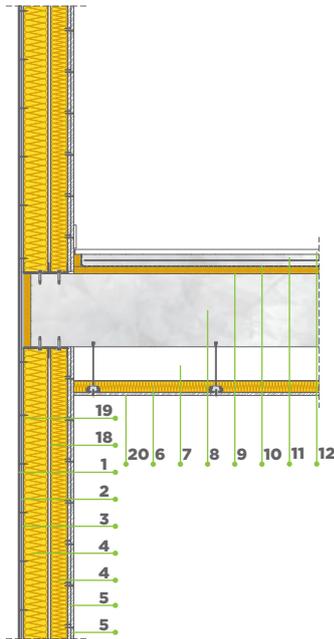
Cubierta	Espesor							
	90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	E	D	C	B
θ_{si}	17,60	17,50	17,50	17,40	17,60	17,50	17,50	17,40
f_{Rsi}	0,88	0,88	0,88	0,87	0,88	0,88	0,875	0,87
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,64	0,61	0,56	0,52

Valores de Ψ

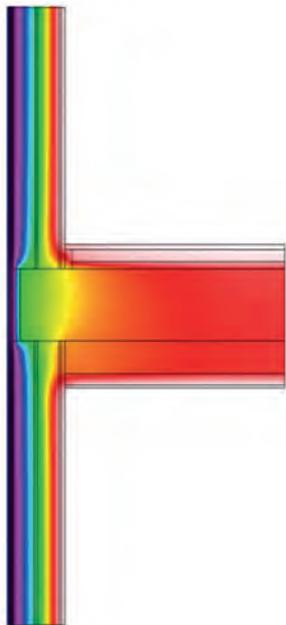
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Cubierta	Espesor							
		90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,17	0,20	0,21	0,22	0,20	0,23	0,25	0,26
	Ψ_i (W/mK)	0,04	0,04	0,00	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00
	Ψ_e (W/mK)	-0,11	-0,13	-0,18	-0,19	-0,12	-0,14	-0,18	-0,19

6.2.2. Encuentro de fachada con forjado intermedio



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. arena APTA (el espesor varía según la zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
6. 48 mm arena APTA.
7. 140 mm Cámara de aire (según proyecto).
8. 300 mm Forjado (según proyecto).
9. 30 mm Panel Solado.
10. Lámina de Polietileno.
11. 40 mm Capa de compresión armada.
12. Material de acabado.
18. Estructura metálica de fachada, formada por railes THR 100 o THR 75 y montantes THM 100 o THM 75 (según cálculos).
19. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).
20. Placa de yeso laminado Placo® 4PRO®.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Forjado intermedio	Espesor							
	90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	E	D	C	B
θ_{si}	18,70	18,70	18,70	18,70	18,70	18,50	18,50	18,40
f_{Rsi}	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,925	0,92
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,64	0,61	0,56	0,52

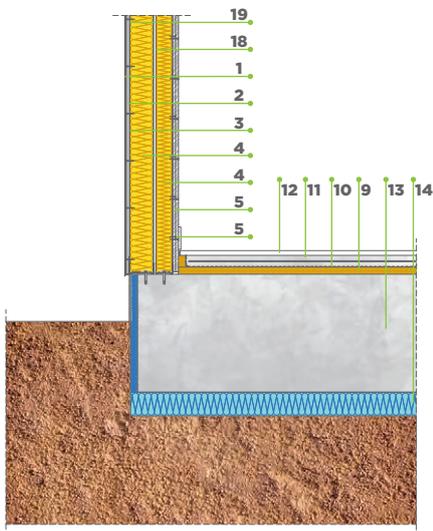
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

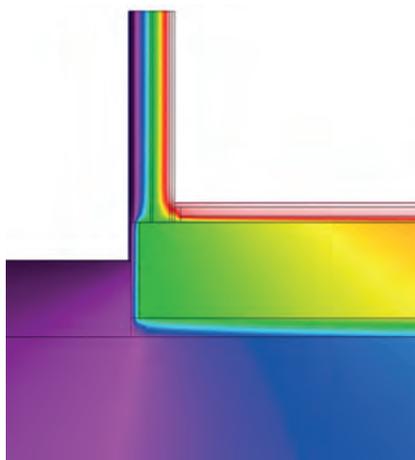
Producto	Forjado intermedio	Espesor							
		90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,17	0,20	0,21	0,22	0,20	0,23	0,25	0,26
	Ψ_i (W/mK)	0,26	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28
	Ψ_e (W/mK)	0,16	0,15	0,14	0,13	0,16	0,14	0,13	0,12

6.2.3.

Encuentro de fachada con forjado en contacto con el terreno



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. arena APTA (el espesor varía según la zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
9. 30 mm Panel Solado.
10. Lámina de Polietileno.
11. 40 mm Capa de compresión armada.
12. Material de acabado.
13. 500 mm Losa de cimentación (según proyecto).
14. 80 mm XPS.
18. Estructura metálica de fachada, formada por railes THR 100 o THR 75 y montantes THM 100 o THM 75 (según cálculos).
19. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Forjado terreno	Espesor							
	90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	E	D	C	B
θ_{si}	18,60	18,60	18,60	18,60	18,60	18,60	18,60	18,60
f_{Rsi}	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,64	0,61	0,56	0,52

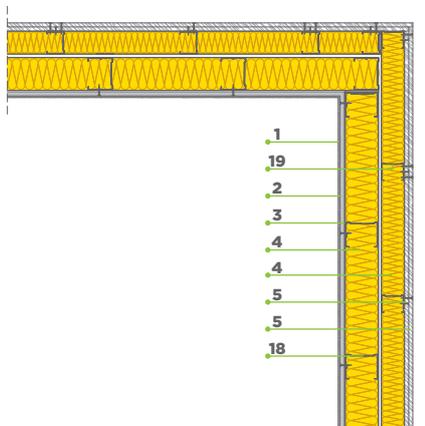
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

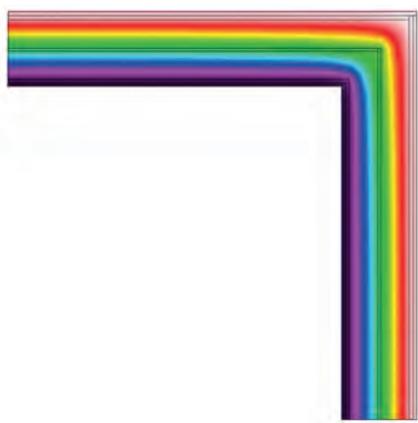
Producto	Forjado terreno	Espesor							
		90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,17	0,20	0,21	0,22	0,20	0,23	0,25	0,26
	Ψ_i (W/mK)	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
	Ψ_e (W/mK)	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,19	0,19

6.2.4.

Encuentro de fachada en esquina interior



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. arena APTA (el espesor varía según la zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
18. Estructura metálica de fachada, formada por railes THR 100 o THR 75 y montantes THM 100 o THM 75 (según cálculos).
19. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

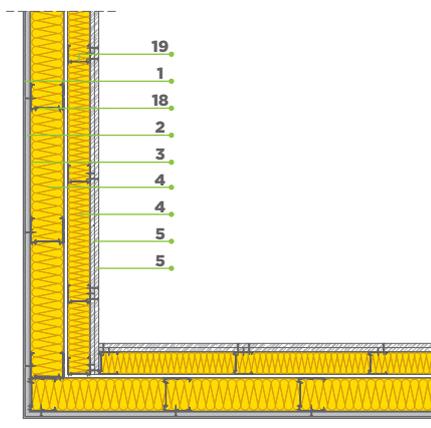
Esquina interior	Espesor							
	90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	E	D	C	B
θ_{si}	19,70	19,70	19,70	19,70	19,70	19,70	19,70	19,70
f_{Rsi}	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,985	0,985
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,64	0,61	0,56	0,52

Valores de Ψ

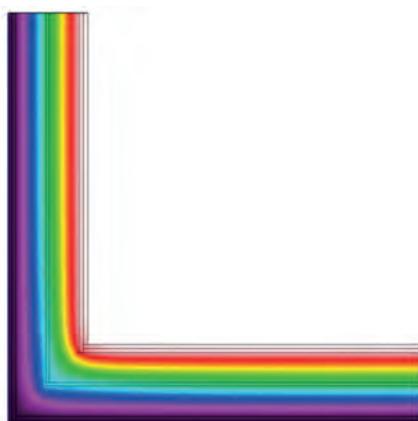
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Esquina interior	Espesor							
		90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,17	0,20	0,21	0,22	0,20	0,23	0,25	0,26
	Ψ_i (W/mK)	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,06	-0,06
	Ψ_e (W/mK)	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05

6.2.5. Encuentro de fachada en esquina exterior



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. arena APTA (el espesor varía según la zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
18. Estructura metálica de fachada, formada por railes THR 100 o THR 75 y montantes THM 100 o THM 75 (según cálculos).
19. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

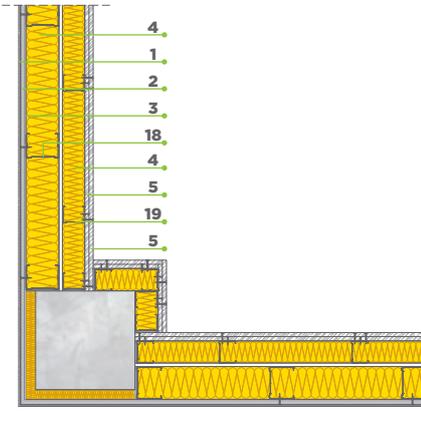
Esquina exterior	Espesor							
	90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	E	D	C	B
θ_{si}	18,90	18,70	18,70	18,70	18,90	18,70	18,70	18,70
f_{Rsi}	0,95	0,94	0,94	0,94	0,95	0,94	0,935	0,935
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,64	0,61	0,56	0,52

Valores de Ψ

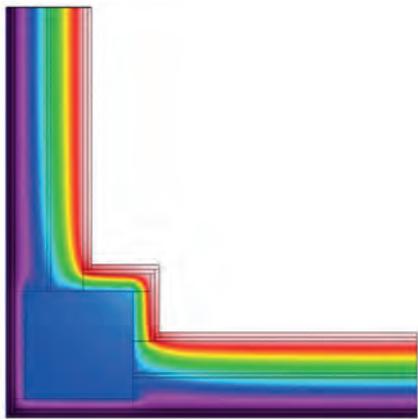
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Esquina exterior	Espesor							
		90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,17	0,20	0,21	0,22	0,20	0,23	0,25	0,26
	Ψ_i (W/mK)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
	Ψ_e (W/mK)	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02

6.2.6. Encuentro de fachada con pilar en esquina



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. arena APTA (el espesor varía según la zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
18. Estructura metálica de fachada, formada por railes THR 100 o THR 75 y montantes THM 100 o THM 75 (según cálculos).
19. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

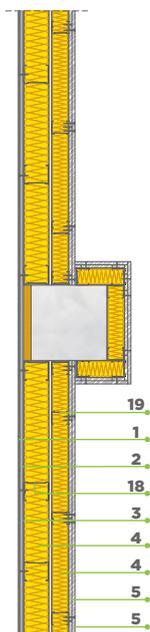
Pilar esquina	Espesor							
	90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	E	D	C	B
θ_{si}	18,20	18,20	17,70	17,70	18,20	18,20	17,70	17,70
f_{Rsi}	0,91	0,91	0,89	0,89	0,91	0,91	0,89	0,885
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,64	0,61	0,56	0,52

Valores de Ψ

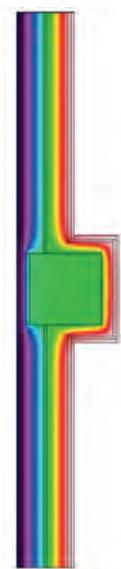
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Pilar esquina	Espesor							
		90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
arena APTA	$U_{ceramiento}$	0,17	0,20	0,21	0,22	0,20	0,23	0,25	0,26
	Ψ_i (W/mK)	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,08
	Ψ_e (W/mK)	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,03

6.2.7. Encuentro de fachada con pilar integrado



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. arena APTA (el espesor varía según la zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
18. Estructura metálica de fachada, formada por railes THR 100 o THR 75 y montantes THM 100 o THM 75 (según cálculos).
19. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Pilar	Espesor							
	90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	E	D	C	B
θ_{si}	18,60	18,50	18,50	18,50	18,60	18,50	18,50	18,50
f_{Rsi}	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,925	0,925
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,64	0,61	0,56	0,52

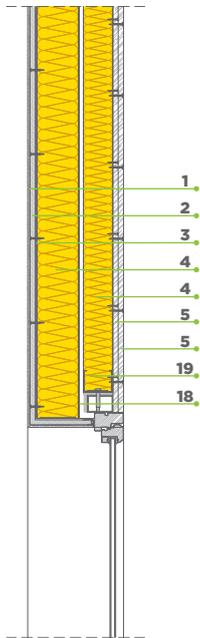
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Pilar	Espesor							
		90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,17	0,20	0,21	0,22	0,20	0,23	0,25	0,26
	Ψ_i (W/mK)	0,12	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,10	0,10

6.2.8.

Encuentro de fachada con dintel



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. arena APTA (el espesor varía según la zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
18. Estructura metálica de fachada, formada por railes THR 100 o THR 75 y montantes THM 100 o THM 75 (según cálculos).
19. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

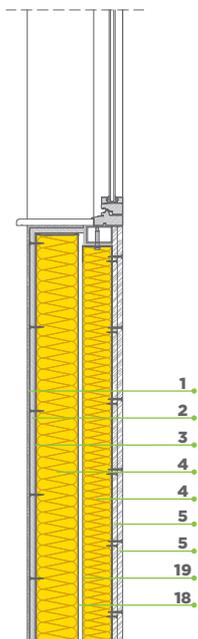
Dintel	Espesor							
	90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	E	D	C	B
θ_{si}	19,20	19,20	19,10	19,10	19,20	19,20	19,10	19,10
f_{Rsi}	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,955	0,955
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,64	0,61	0,56	0,52

Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Dintel	Espesor							
		90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,17	0,20	0,21	0,22	0,20	0,23	0,25	0,26
	Ψ_i (W/mK)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10	0,08	0,08	0,08

6.2.9. Encuentro de fachada con alféizar



- 1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
- 2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
- 3. Lámina Placotherm®.
- 4. arena APTA (el espesor varía según la zona climática).
- 5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
- 18. Estructura metálica de fachada, formada por railes THR 100 o THR 75 y montantes THM 100 o THM 75 (según cálculos).
- 19. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Alféizar	Espesor							
	90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	E	D	C	B
θ_{si}	18,30	18,30	18,10	17,90	18,30	18,30	18,10	17,90
f_{Rsi}	0,92	0,92	0,91	0,90	0,92	0,92	0,905	0,895
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,64	0,61	0,56	0,52

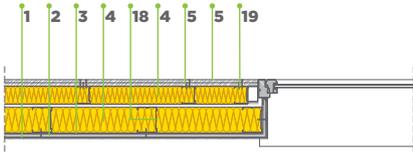
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Alféizar	Espesor							
		90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,17	0,20	0,21	0,22	0,20	0,23	0,25	0,26
	Ψ_i (W/mK)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

6.2.10.

Encuentro de fachada con jamba



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. arena APTA (el espesor varía según la zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
18. Estructura metálica de fachada, formada por railes THR 100 o THR 75 y montantes THM 100 o THM 75 (según cálculos).
19. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Jamba	Espesor							
	90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	E	D	C	B
θ_{si}	19,20	19,20	19,10	19,10	19,20	19,20	19,10	19,10
f_{Rsi}	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,955	0,955
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,64	0,61	0,56	0,52

Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Jamba	Espesor							
		90+90	90+65	90+55	90+48	65+90	65+65	65+55	65+48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,17	0,20	0,21	0,22	0,20	0,23	0,25	0,26
	Ψ_i (W/mK)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10	0,08	0,08	0,08

6.3. PLACOTHERM® V



Placotherm® V es la solución para la renovación y **revestimiento por el exterior de fachada** de Placo®, que permite adosar por la cara exterior del cerramiento de fachada existente una solución de aislamiento térmico, eliminando los habituales puentes térmicos asociados a los cantos de forjados, pilares, encuentros con persianas y carpinterías.

Se renueva térmicamente la envolvente del edificio y se incrementa su inercia térmica y espesores de aislamiento, al tiempo que ofrece la oportunidad de incorporar una **cámara de aire** ventilada o no ventilada por el exterior del edificio. Se logra así, satisfacer los criterios más exigentes de **eficiencia energética** en edificios con déficit en su envolvente.

Consigue eliminar las humedades y condensaciones en la fachada original, al crear una nueva envolvente para el edificio, basada en las placas **Glasroc® X / Aquaroc®** de alta resistencia a la humedad, con las características de impermeabilidad añadidas que aporta el sistema de revestimiento con morteros. También, la ventilación interior de la cámara de aire previene cualquier condensación o acumulación de humedades.

Además, es una oportunidad para la mejora estética del edificio:

- **Mejora la estética**, corrige desplomes, oculta imperfecciones y actualiza el diseño estético exterior de los edificios.
- Mayor **durabilidad y seguridad**, garantizada por su sistema de estructura portante en aluminio aleado de alta resistencia y durabilidad contra la corrosión en condiciones de intemperie, siendo una solución ligera que no sobrecarga la fachada existente.

De la misma manera, mejora el **aislamiento acústico** de la envolvente del edificio, incluso el **aislamiento a ruido de tráfico** de hasta 11 dB, respecto a la misma fachada sin rehabilitar.

Producto	λ	Espesor mm	U=1/ (0,494+R _{AT}) (W/m²K)	Zona climática					
				α	A	B	C	D	E
ECOVENT VN 032	0,032	60	0,43	•	•				
	0,032	80	0,34	•	•	•			
	0,032	100	0,28	•	•	•	•		
ECOVENT VN 035	0,035	60	0,46	•	•				
	0,035	80	0,36	•	•	•			
	0,035	100	0,3	•	•	•			
	0,035	120	0,26	•	•	•	•		
ECOVENT 032	0,032	60	0,43	•	•				
	0,032	80	0,34	•	•	•			
	0,032	100	0,28	•	•	•	•		
ECOVENT 034	0,034	60	0,45	•	•				
	0,034	80	0,35	•	•	•			
	0,034	100	0,29	•	•	•	•		
	0,034	120	0,25	•	•	•	•	•	
GEOWALL 34	0,034	60	0,45	•	•				
	0,034	80	0,35	•	•	•			
	0,034	100	0,29	•	•	•	•		

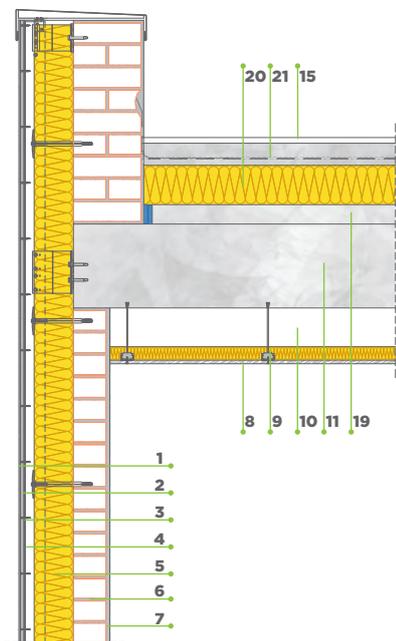
Nota: Para la comprobación de condensaciones superficiales, se han considerado todas las zonas climáticas con una clase de higrometría 3.

Se ha considerado un salto térmico de 20°C, respondiendo a condiciones de invierno, siendo por lo tanto la temperatura interior de 20°C y la exterior de 0°C

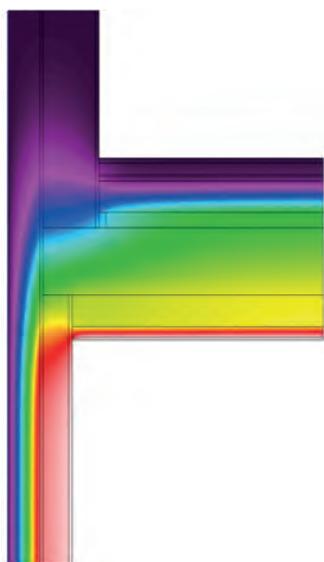
En las soluciones en las que puedan usarse diferentes criterios dimensionales, se han calculado ambas.

6.3.1.

Encuentro de fachada con cubierta plana



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. Perfil T o Perfil L.
5. 140 mm Ecovent® o Ecovent® VN anclado al elemento portante con fijaciones y arandelas ECOVENT® DH (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.
8. Placa de yeso laminado Placo® 4PRO®.
9. 48 mm arena APTA.
10. 140 mm Cámara de aire (según proyecto).
11. 300 mm Forjado (según proyecto).
15. Material de acabado.
19. Formación de pendiente $e_{\text{medio}} = 6\text{cm}$.
20. 140 mm ALPHATOIT o IXXO (el espesor varía según la zona climática).
21. Impermeabilización y capa separadora.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

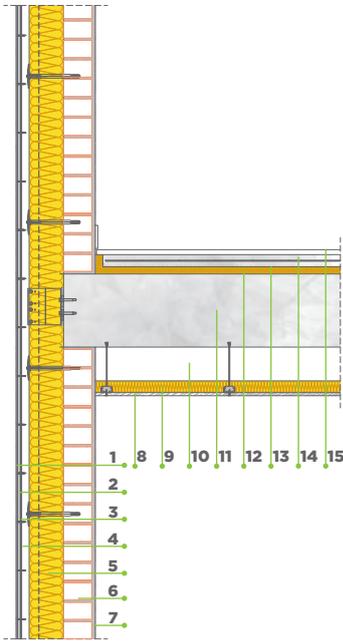
Cubierta	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	17,50	17,40	17,40	17,10	16,80	15,90
f_{Rsi}	0,88	0,87	0,87	0,86	0,84	0,80
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

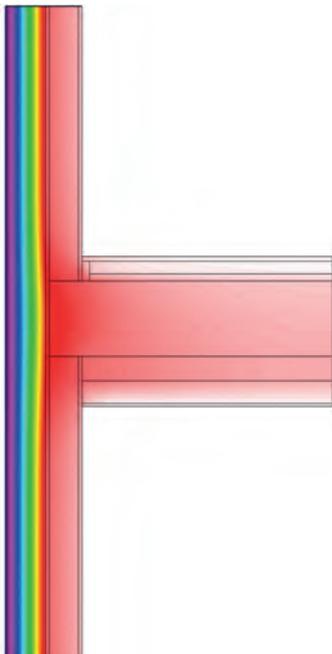
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Cubierta	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECOVENT VN 032	$U_{\text{cerramiento}}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,11	0,12	0,13	
	Ψ_e (W/mK)			-0,11	-0,14	-0,21	
ECOVENT VN 035	$U_{\text{cerramiento}}$	0,22	0,26	0,30	0,36	0,46	
	Ψ_i (W/mK)	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	
	Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,09	-0,12	-0,16	-0,23	
ECOVENT 032	$U_{\text{cerramiento}}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,11	0,12	0,13	
	Ψ_e (W/mK)			-0,11	-0,14	-0,21	
ECOVENT 034	$U_{\text{cerramiento}}$		0,25	0,29	0,35	0,45	
	Ψ_i (W/mK)		0,11	0,12	0,12	0,13	
	Ψ_e (W/mK)		-0,09	-0,12	-0,16	-0,23	
GEOWALL 34	$U_{\text{cerramiento}}$			0,29	0,35	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)			0,12	0,12	0,13	0,13
	Ψ_e (W/mK)			-0,12	-0,16	-0,23	-0,34

6.3.2. Encuentro de fachada con forjado intermedio



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. Perfil T o Perfil L.
5. 140 mm Ecovent® o Ecovent® VN anclado al elemento portante con fijaciones y arandelas ECOVENT® DH (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyál® XXI.
8. Placa de yeso laminado Placo® 4PRO®.
9. 48 mm arena APTA.
10. 140 mm Cámara de aire (según proyecto).
11. 300 mm Forjado (según proyecto).
12. 30 mm Panel Solado.
13. Lámina de Polietileno.
14. 40 mm Capa de compresión armada.
15. Material de acabado.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Forjado intermedio	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	19,10	19,00	18,90	18,70	18,20	17,80
f_{Rsi}	0,96	0,95	0,95	0,94	0,91	0,89
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

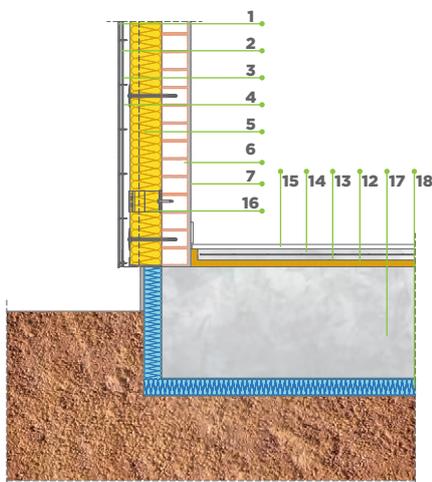
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

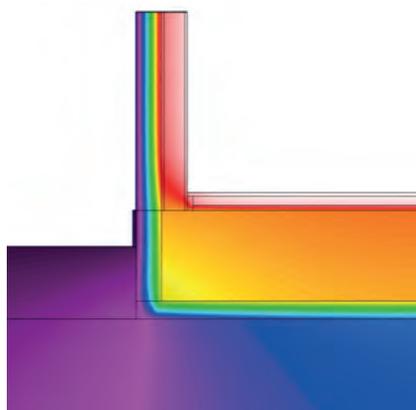
Producto	Forjado intermedio	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECOVENT VN 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,15	0,18	0,21	
	Ψ_e (W/mK)			-0,02	-0,02	-0,04	
ECOVENT VN 035	$U_{cerramiento}$	0,22	0,26	0,30	0,36	0,46	
	Ψ_i (W/mK)	0,12	0,14	0,16	0,19	0,26	
	Ψ_e (W/mK)	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	0,00	
ECOVENT 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,15	0,18	0,22	
	Ψ_e (W/mK)			-0,02	-0,02	-0,04	
ECOVENT 034	$U_{cerramiento}$		0,25	0,29	0,35	0,45	
	Ψ_i (W/mK)		0,14	0,16	0,18	0,22	
	Ψ_e (W/mK)		-0,01	-0,02	-0,02	-0,04	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,29	0,35	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)			0,16	0,18	0,22	0,29
	Ψ_e (W/mK)			-0,02	-0,02	-0,04	-0,07

6.3.3.

Encuentro de fachada con forjado en contacto con el terreno



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. Perfil T o Perfil L.
5. 140 mm Ecovent® o Ecovent® VN anclado al elemento portante con fijaciones y arandelas ECOVENT® DH (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.
12. 30 mm Panel Solado.
13. Lámina de Polietileno.
14. 40 mm Capa de compresión armada.
15. Material de acabado.
16. Ménsula de Fijación/Retención.
17. 500 mm Losa de cimentación (según proyecto).
18. 80mm XPS.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Forjado terreno	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	18,60	18,40	18,30	18,20	18,00	17,60
f_{Rsi}	0,93	0,92	0,92	0,91	0,90	0,88
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

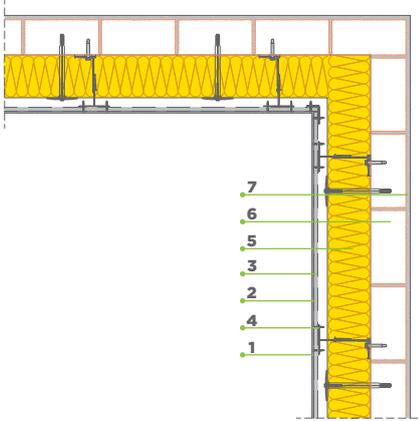
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

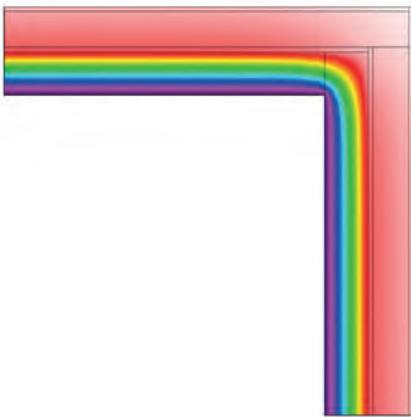
Producto	Forjado terreno	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECOVENT VN 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,17	0,18	0,19	
	Ψ_e (W/mK)			0,09	0,08	0,07	
ECOVENT VN 035	$U_{cerramiento}$	0,22	0,26	0,30	0,36	0,46	
	Ψ_i (W/mK)	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	
	Ψ_e (W/mK)	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	
ECOVENT 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,18	0,18	0,19	
	Ψ_e (W/mK)			0,09	0,08	0,07	
ECOVENT 034	$U_{cerramiento}$		0,25	0,29	0,35	0,45	
	Ψ_i (W/mK)		0,17	0,23	0,32	0,44	
	Ψ_e (W/mK)		0,10	0,15	0,21	0,30	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,29	0,35	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)			0,23	0,32	0,44	0,63
	Ψ_e (W/mK)			0,15	0,21	0,30	0,45

6.3.4.

Encuentro de fachada en esquina interior



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. Perfil T o Perfil L.
5. 140 mm Ecovent® o Ecovent® VN anclado al elemento portante con fijaciones y arandelas ECOVENT® DH (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

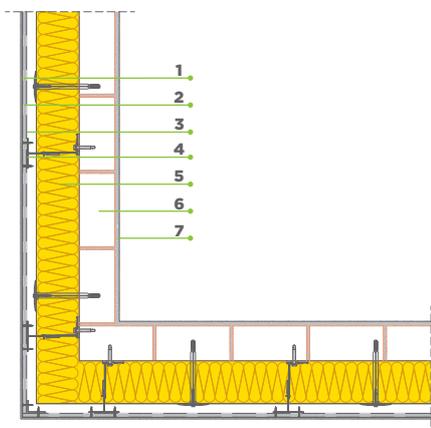
Esquina interior	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	19,40	19,40	19,30	19,10	18,90	18,50
f_{Rsi}	0,97	0,97	0,97	0,96	0,95	0,93
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

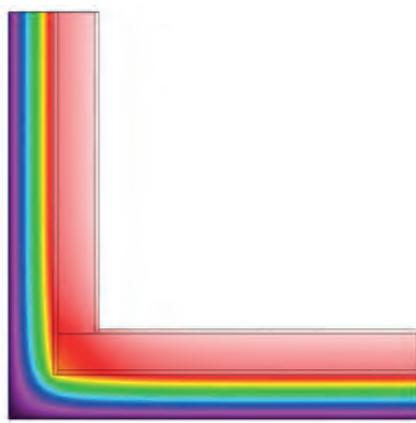
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Esquina interior	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECOVENT VN 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			-0,11	-0,13	-0,15	
	Ψ_e (W/mK)			0,02	0,02	0,03	
ECOVENT VN 035	$U_{cerramiento}$	0,22	0,26	0,30	0,36	0,46	
	Ψ_i (W/mK)	-0,10	-0,11	-0,12	-0,14	-0,16	
	Ψ_e (W/mK)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	
ECOVENT 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			-0,11	-0,13	-0,15	
	Ψ_e (W/mK)			0,02	0,02	0,03	
ECOVENT 034	$U_{cerramiento}$		0,25	0,29	0,35	0,45	
	Ψ_i (W/mK)		-0,11	-0,12	-0,13	-0,15	
	Ψ_e (W/mK)		0,02	0,02	0,02	0,03	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,29	0,35	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)			-0,12	-0,13	-0,15	-0,18
	Ψ_e (W/mK)			0,02	0,02	0,03	0,03

6.3.5. Encuentro de fachada en esquina exterior



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. Perfil T o Perfil L.
5. 140 mm Ecovent® o Ecovent® VN anclado al elemento portante con fijaciones y arandelas ECOVENT® DH (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

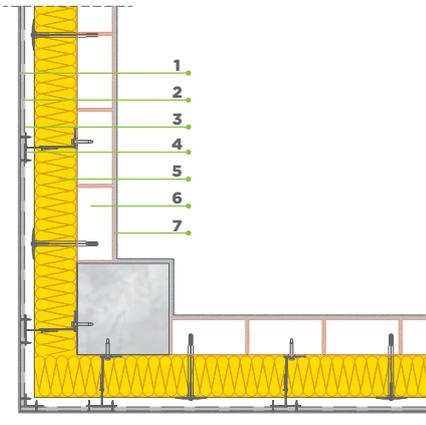
Esquina exterior	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	18,70	18,40	18,20	18,00	17,40	18,00
f_{Rsi}	0,94	0,92	0,91	0,90	0,87	0,90
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

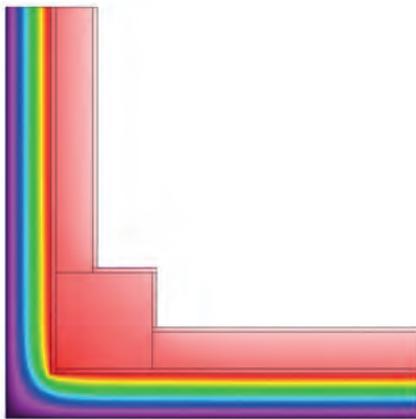
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Esquina exterior	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECOVENT VN 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,07	0,08	0,09	
	Ψ_e (W/mK)			-0,06	-0,06	-0,07	
ECOVENT VN 035	$U_{cerramiento}$	0,22	0,26	0,30	0,36	0,46	
	Ψ_i (W/mK)	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	
	Ψ_e (W/mK)	-0,06	-0,06	-0,06	-0,07	-0,08	
ECOVENT 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,07	0,08	0,09	
	Ψ_e (W/mK)			-0,06	-0,06	-0,07	
ECOVENT 034	$U_{cerramiento}$		0,25	0,29	0,35	0,45	
	Ψ_i (W/mK)		0,07	0,08	0,09	0,10	
	Ψ_e (W/mK)		-0,06	-0,06	-0,07	-0,08	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,29	0,35	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)			0,08	0,09	0,10	0,11
	Ψ_e (W/mK)			-0,06	-0,07	-0,08	-0,10

6.3.6. Encuentro de fachada con pilar en esquina



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. Perfil T o Perfil L.
5. 140 mm Ecovent® o Ecovent® VN anclado al elemento portante con fijaciones y arandelas ECOVENT® DH (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

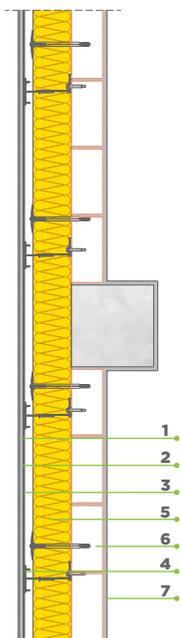
Pilar esquina	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	18,90	18,70	18,50	18,30	17,70	17,10
f_{Rsi}	0,95	0,94	0,93	0,92	0,89	0,86
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

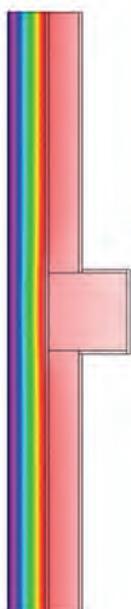
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Pilar esquina	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECOVENT VN 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,08	0,10	0,12	
	Ψ_e (W/mK)			-0,05	-0,05	-0,05	
ECOVENT VN 035	$U_{cerramiento}$	0,22	0,26	0,30	0,36	0,46	
	Ψ_i (W/mK)	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	
	Ψ_e (W/mK)	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,06	
ECOVENT 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,08	0,10	0,12	
	Ψ_e (W/mK)			-0,05	-0,05	-0,05	
ECOVENT 034	$U_{cerramiento}$		0,25	0,29	0,35	0,45	
	Ψ_i (W/mK)		0,08	0,09	0,10	0,12	
	Ψ_e (W/mK)		-0,05	-0,05	-0,05	-0,06	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,29	0,35	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)			0,09	0,10	0,12	0,15
	Ψ_e (W/mK)			-0,05	-0,05	-0,06	-0,06

6.3.7. Encuentro de fachada con pilar integrado



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. Perfil T o Perfil L.
5. 140 mm Ecovent® o Ecovent® VN anclado al elemento portante con fijaciones y arandelas ECOVENT® DH (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Pilar	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	19,50	19,40	19,30	19,10	18,70	18,50
f_{Rsi}	0,98	0,97	0,97	0,96	0,94	0,93
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

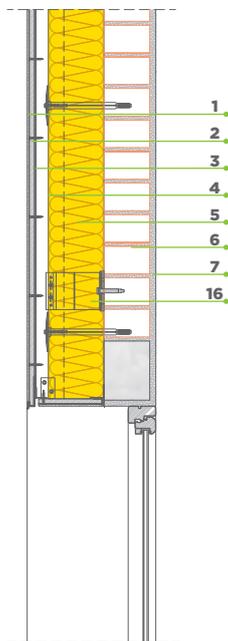
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Pilar	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECOVENT VN 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,02	0,02	0,03	
ECOVENT VN 035	$U_{cerramiento}$	0,22	0,26	0,30	0,36	0,46	
	Ψ_i (W/mK)	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	
ECOVENT 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,02	0,02	0,03	
ECOVENT 034	$U_{cerramiento}$		0,25	0,29	0,35	0,45	
	Ψ_i (W/mK)		0,01	0,02	0,02	0,03	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,29	0,35	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)			0,02	0,02	0,03	0,05

6.3.8.

Encuentro de fachada con dintel



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. Perfil T o Perfil L.
5. 140 mm Ecovent® o Ecovent® VN anclado al elemento portante con fijaciones y arandelas ECOVENT® DH (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.
16. Ménsula de Fijación/ Retención.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Dintel	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	17,30	17,30	17,20	17,10	16,80	16,80
f_{Rsi}	0,87	0,87	0,86	0,86	0,84	0,84
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

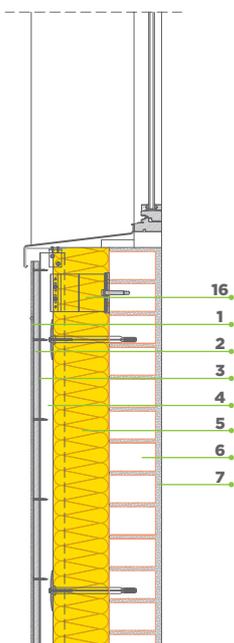
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Dintel	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECOVENT VN 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,27	0,26	0,24	
ECOVENT VN 035	$U_{cerramiento}$	0,22	0,26	0,30	0,36	0,46	
	Ψ_i (W/mK)	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	
ECOVENT 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,27	0,26	0,24	
ECOVENT 034	$U_{cerramiento}$		0,25	0,29	0,35	0,45	
	Ψ_i (W/mK)		0,27	0,27	0,26	0,25	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,29	0,35	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)			0,27	0,26	0,25	0,23

6.3.9.

Encuentro de fachada con alféizar



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. Perfil T o Perfil L.
5. 140 mm Ecovent® o Ecovent® VN anclado al elemento portante con fijaciones y arandelas ECOVENT® DH (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.
16. Ménsula de Fijación/Retención.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Alféizar	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	18,40	18,40	18,30	18,30	18,10	17,90
f_{Rsi}	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,90
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

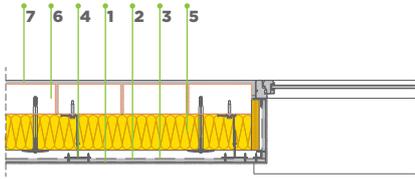
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Alféizar	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECOVENT VN 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,09	0,09	0,08	
ECOVENT VN 035	$U_{cerramiento}$	0,22	0,26	0,30	0,36	0,46	
	Ψ_i (W/mK)	0,10	0,10	0,09	0,09	0,07	
ECOVENT 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,09	0,09	0,08	
ECOVENT 034	$U_{cerramiento}$		0,25	0,29	0,35	0,45	
	Ψ_i (W/mK)		0,10	0,09	0,09	0,07	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,29	0,35	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)			0,09	0,09	0,07	0,06

6.3.10.

Encuentro de fachada con jamba



1. 8 mm Placotherm® Base, con imprimación y mortero de acabado.
2. 12.5 mm Placa GLASROC® X o AQUAROC®.
3. Lámina Placotherm®.
4. Perfil T o Perfil L.
5. 140 mm Ecovent® o Ecovent® VN anclado al elemento portante con fijaciones y arandelas ECOVENT® DH (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Jamba	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	18,10	18,10	18,10	180	17,80	17,60
f_{Rsi}	0,91	0,91	0,91	0,90	0,89	0,88
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Jamba	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECOVENT VN 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,16	0,15	0,14	
ECOVENT VN 035	$U_{cerramiento}$	0,22	0,26	0,30	0,36	0,46	
	Ψ_i (W/mK)	0,17	0,17	0,16	0,15	0,14	
ECOVENT 032	$U_{cerramiento}$			0,28	0,34	0,43	
	Ψ_i (W/mK)			0,16	0,15	0,14	
ECOVENT 034	$U_{cerramiento}$		0,25	0,29	0,35	0,45	
	Ψ_i (W/mK)		0,17	0,16	0,15	0,14	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,29	0,35	0,45	0,61
	Ψ_i (W/mK)			0,16	0,15	0,14	0,13

6.4. Fachada tradicional con trasdosado de ladrillo



En ocasiones, es necesario realizar el **aislamiento en fachada por el interior**, por ejemplo, si se necesita una fachada de fábrica vista al exterior. En este caso podremos utilizar el sistema ECOSEC, sistema de aislamiento termo acústico con contribución a la impermeabilización con trasdosado interior de ladrillo hueco con revestimiento interno que puede ser enlucido, enfoscado o alicatado. Este sistema incluye una capa de **Lana Mineral ISOVER**.

Consigue proporcionar **aislamiento térmico**, asegurando un espesor uniforme en toda la superficie aislada y, por lo tanto, un valor de aislamiento constante del cerramiento.

Su puesta en obra requiere el uso de paneles de lana mineral de la gama **ECO** o **GEO WALL** de ISOVER, con espesor variable según la zona climática.

Esta solución será más habitual en **rehabilitación**, principalmente en edificios en los que la normativa urbanística obligue a mantener la estética de la fachada al exterior. Aunque suponga cierta pérdida de volumen interior, nos permite conseguir valores de aislamiento adecuados, manteniendo las condiciones históricas o estéticas del edificio.

Producto	λ	Espesor mm	U=1/ (0,494+R _{AT}) (W/m ² K)	Zona climática					
				α	A	B	C	D	E
ECO 037	0,037	60	0,41	•	•				
	0,037	80	0,34	•	•	•			
	0,037	100	0,28	•	•	•	•		
	0,037	120	0,25	•	•	•	•	•	
ECO 035	0,035	60	0,40	•	•				
	0,035	80	0,32	•	•	•			
	0,035	100	0,27	•	•	•	•	•	
ECO 032	0,032	60	0,37	•	•	•			
	0,032	80	0,30	•	•	•			
	0,032	100	0,25	•	•	•	•	•	
GEO WALL 37	0,037	60	0,41	•	•				
	0,037	80	0,34	•	•	•			
	0,037	100	0,28	•	•	•	•		
	0,037	120	0,25	•	•	•	•	•	
GEO WALL 35	0,035	40	0,51	•					
	0,035	60	0,40	•	•				
	0,035	80	0,32	•	•	•			
GEO WALL 34	0,035	100	0,27	•	•	•	•	•	
	0,035	120	0,24	•	•	•	•	•	
	0,035	140	0,21	•	•	•	•	•	•
	0,032	40	0,49	•	•				
GEO WALL 34	0,032	60	0,37	•	•	•			
	0,032	80	0,30	•	•	•			
	0,032	100	0,25	•	•	•	•	•	

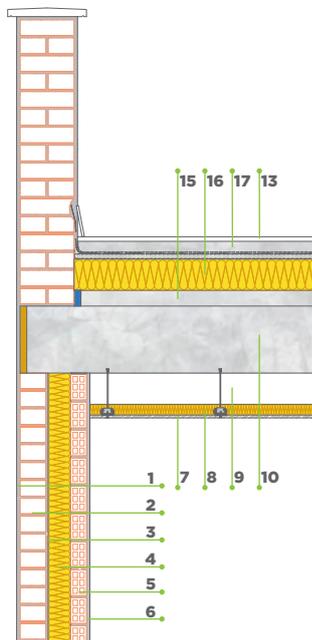
Nota: Para la comprobación de condensaciones superficiales, se han considerado todas las zonas climáticas con una clase de higrometría 3.

Se ha considerado un salto térmico de 20°C, respondiendo a condiciones de invierno, siendo por lo tanto la temperatura interior de 20°C y la exterior de 0°C

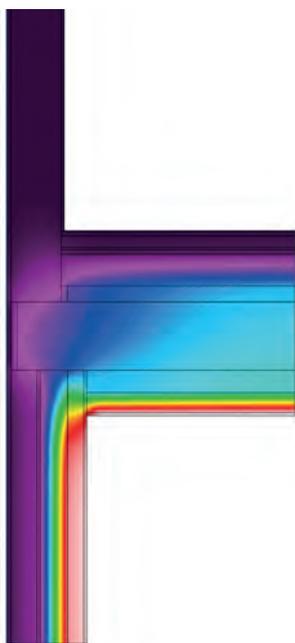
En las soluciones en las que puedan usarse diferentes criterios dimensionales, se han calculado ambas.

6.4.1.

Encuentro de fachada con cubierta plana



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 3-8 mm Embarrado de mortero webertherm Aislaterm.
4. 100 mm ECO 032/ECO 035/ ECO 037/ GEOWALL 34/ GEOWALL 35/ GEOWALL 37 (el espesor varía según zona climática).
5. 70 mm Ladrillo hueco doble.
6. 15 mm Proyal® XXI.
7. Placa de yeso laminado Placo® 4PRO®.
8. 48 mm arena APTA.
9. 140 mm Cámara de aire (según proyecto).
10. 300 mm Forjado (según proyecto).
13. 40 mm Capa de compresión armada.
15. Formación de pendiente $e_{\text{medio}} = 6\text{cm}$.
16. 140 mm ALPHATOIT o IXXO (el espesor varía según zona climática).
17. Impermeabilización y capa separadora.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

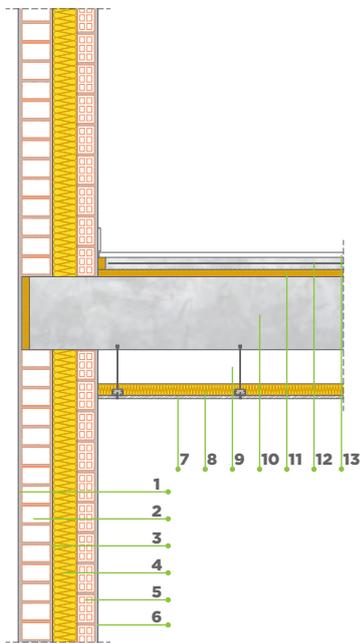
Cubierta	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	16,90	16,80	16,60	16,40	16,20	15,80
f_{Rsi}	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,79
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

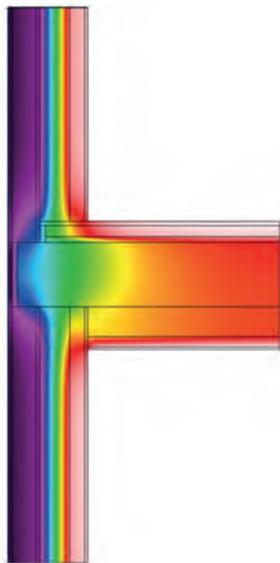
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Cubierta	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECO 032	$U_{\text{cerramiento}}$			0,25	0,30	0,37	
	Ψ_i (W/mK)			0,10	0,11	0,12	
	Ψ_e (W/mK)			-0,11	-0,14	-0,20	
ECO 035	$U_{\text{cerramiento}}$		0,24	0,27	0,32	0,40	
	Ψ_i (W/mK)		0,10	0,10	0,11	0,12	
	Ψ_e (W/mK)		-0,10	-0,12	-0,16	-0,22	
ECO 037	$U_{\text{cerramiento}}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,10	0,10	0,11	0,12	
	Ψ_e (W/mK)		-0,11	-0,14	-0,17	-0,23	
GEOWALL 34	$U_{\text{cerramiento}}$			0,25	0,30	0,37	0,49
	Ψ_i (W/mK)			0,10	0,11	0,12	0,12
	Ψ_e (W/mK)			-0,12	-0,16	-0,21	-0,28
GEOWALL 35	$U_{\text{cerramiento}}$	0,21	0,24	0,27	0,32	0,40	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13
	Ψ_e (W/mK)	-0,08	-0,10	-0,12	-0,16	-0,22	-0,32
GEOWALL 37	$U_{\text{cerramiento}}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,10	0,10	0,11	0,12	
	Ψ_e (W/mK)		-0,11	-0,14	-0,17	-0,23	

6.4.2. Encuentro de fachada con forjado intermedio



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 3-8 mm Embarrado de mortero webertherm Aislaterm.
4. 100 mm ECO 032/ECO 035/ ECO 037/ GEOWALL 34/ GEOWALL 35/ GEOWALL 37 (el espesor varía según zona climática).
5. 70 mm Ladrillo hueco doble.
6. 15 mm Proyal® XXI.
7. Placa de yeso laminado Placo® 4PRO®.
8. 48 mm arena APTA.
9. 140 mm Cámara de aire (según proyecto).
10. 300 mm Forjado (según proyecto).
11. 30 mm PANEL SOLADO.
12. Lámina de polietileno.
13. 40 mm Capa de compresión armada.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Forjado interior	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	17,70	17,70	17,60	17,50	17,20	16,90
f_{Rsi}	0,89	0,89	0,88	0,88	0,86	0,85
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

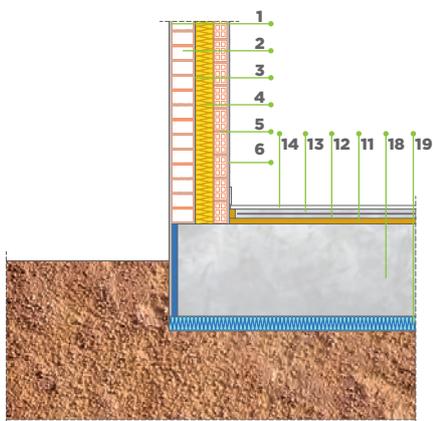
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Forjado interior	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECO 032	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	
	Ψ_i (W/mK)			0,45	0,46	0,48	
	Ψ_e (W/mK)			0,29	0,27	0,24	
ECO 035	$U_{cerramiento}$		0,24	0,27	0,32	0,40	
	Ψ_i (W/mK)		0,48	0,45	0,46	0,46	
	Ψ_e (W/mK)		0,33	0,27	0,25	0,20	
ECO 037	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,47	0,45	0,46	0,46	
	Ψ_e (W/mK)		0,32	0,27	0,24	0,19	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	0,49
	Ψ_i (W/mK)			0,45	0,46	0,46	0,48
	Ψ_e (W/mK)			0,28	0,26	0,21	0,14
GEOWALL 35	$U_{cerramiento}$	0,21	0,24	0,27	0,32	0,40	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,44	0,45	0,45	0,46	0,46	0,48
	Ψ_e (W/mK)	0,33	0,33	0,27	0,25	0,20	0,13
GEOWALL 37	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,45	0,45	0,46	0,46	
	Ψ_e (W/mK)		0,32	0,27	0,24	0,19	

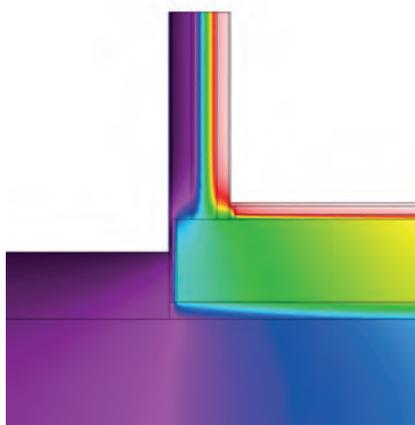
6.4.3.

Encuentro de fachada con forjado en contacto con el terreno



- 1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
- 2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
- 3. 3-8 mm Embarrado de mortero webertherm Aislaterm.
- 4. 100 mm ECO 032/ECO 035/ ECO 037/ GEOWALL 34/ GEOWALL 35/ GEOWALL 37 (el espesor varía según zona climática).
- 5. 70 mm Ladrillo hueco doble.
- 6. 15 mm Proyal® XXI.
- 11. 30 mm PANEL SOLADO.
- 12. Lámina de polietileno.
- 13. 40 mm Capa de compresión armada.
- 14. Material de acabado.
- 18. 500 mm Losa de cimentación (según proyecto).
- 19. 80 mm XPS.

Comprobación de la limitación de producción de condensaciones



Forjado terreno	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	17,80	17,80	17,70	17,70	17,60	17,10
f_{Rsi}	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,86
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

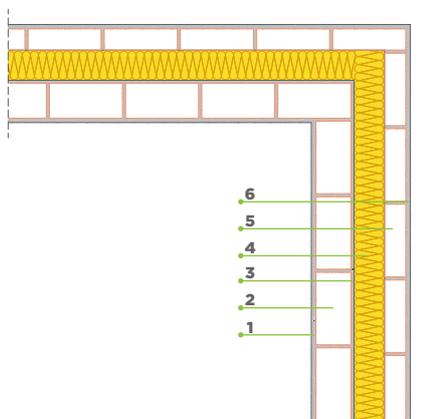
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

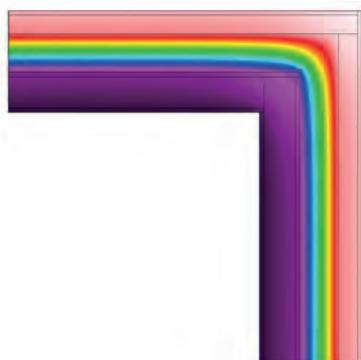
Producto	Forjado terreno	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECO 032	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	
	Ψ_i (W/mK)			0,42	0,43	0,44	
	Ψ_e (W/mK)			0,34	0,33	0,32	
ECO 035	$U_{cerramiento}$		0,24	0,27	0,32	0,40	
	Ψ_i (W/mK)		0,40	0,42	0,43	0,45	
	Ψ_e (W/mK)		0,33	0,33	0,33	0,32	
ECO 037	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,41	0,42	0,43	0,45	
	Ψ_e (W/mK)		0,33	0,33	0,32	0,31	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	0,49
	Ψ_i (W/mK)			0,42	0,43	0,44	0,68
	Ψ_e (W/mK)			0,33	0,33	0,33	0,51
GEOWALL 35	$U_{cerramiento}$	0,21	0,24	0,27	0,32	0,40	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,40	0,40	0,42	0,43	0,45	0,68
	Ψ_e (W/mK)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,51
GEOWALL 37	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,41	0,42	0,43	0,45	
	Ψ_e (W/mK)		0,33	0,33	0,32	0,31	

6.4.4.

Encuentro de fachada en esquina interior



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 3-8 mm Embarrado de mortero webertherm Aislaterm.
4. 100 mm ECO 032/ECO 035/ ECO 037/ GEOWALL 34/ GEOWALL 35/ GEOWALL 37 (el espesor varía según zona climática).
5. 70 mm Ladrillo hueco doble.
6. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

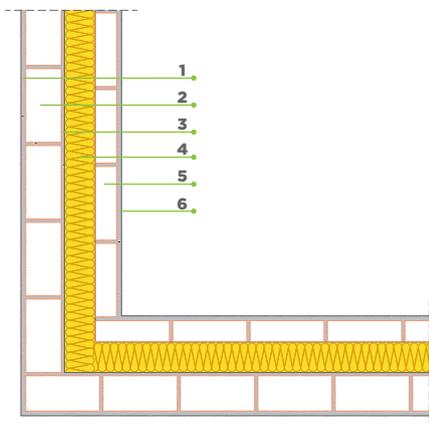
Esquina interior	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	19,40	19,40	19,30	19,10	18,90	18,60
f_{Rsi}	0,97	0,97	0,97	0,96	0,95	0,93
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

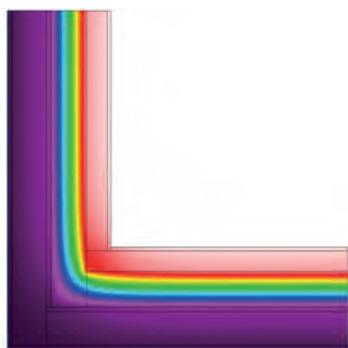
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Esquina interior	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECO 032	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	
	Ψ_i (W/mK)			-0,12	-0,13	-0,16	
	Ψ_e (W/mK)			0,03	0,03	0,03	
ECO 035	$U_{cerramiento}$		0,24	0,27	0,32	0,40	
	Ψ_i (W/mK)		-0,11	-0,13	-0,14	-0,17	
	Ψ_e (W/mK)		0,03	0,03	0,03	0,03	
ECO 037	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		-0,12	-0,13	-0,15	-0,18	
	Ψ_e (W/mK)		0,03	0,03	0,03	0,03	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	0,49
	Ψ_i (W/mK)			-0,12	-0,14	-0,16	-0,21
	Ψ_e (W/mK)			0,03	0,03	0,03	0,03
GEOWALL 35	$U_{cerramiento}$	0,21	0,24	0,27	0,32	0,40	0,51
	Ψ_i (W/mK)	-0,11	-0,11	-0,13	-0,14	-0,17	-0,21
	Ψ_e (W/mK)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
GEOWALL 37	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		-0,12	-0,13	-0,15	-0,18	
	Ψ_e (W/mK)		0,03	0,03	0,03	0,03	

6.4.5. Encuentro de fachada en esquina exterior



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 3-8 mm Embarrado de mortero webertherm Aislaterm.
4. 100 mm ECO 032/ECO 035/ ECO 037/ GEOWALL 34/ GEOWALL 35/ GEOWALL 37 (el espesor varía según zona climática).
5. 70 mm Ladrillo hueco doble.
6. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

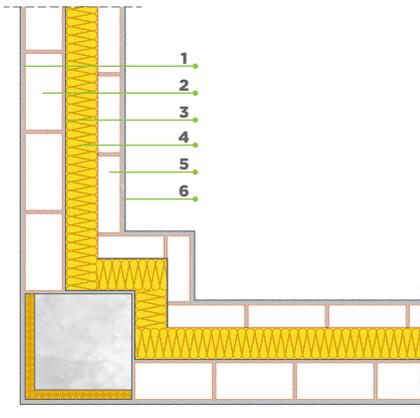
Esquina exterior	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	18,60	18,50	18,30	18,10	17,60	18,10
f_{Rsi}	0,93	0,93	0,92	0,91	0,88	0,91
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

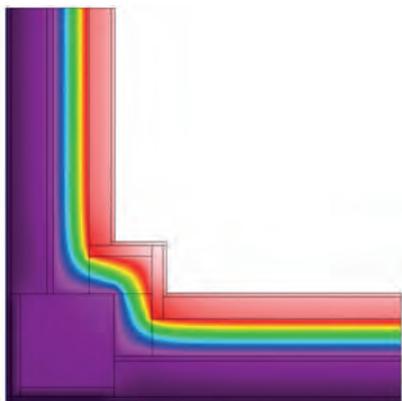
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Esquina exterior	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECO 032	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	
	Ψ_i (W/mK)			-0,05	-0,05	-0,05	
	Ψ_e (W/mK)			-0,19	-0,21	-0,24	
ECO 035	$U_{cerramiento}$		0,24	0,27	0,32	0,40	
	Ψ_i (W/mK)		-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	
	Ψ_e (W/mK)		-0,19	-0,21	-0,23	-0,25	
ECO 037	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	
	Ψ_e (W/mK)		-0,21	-0,22	-0,24	-0,26	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	0,49
	Ψ_i (W/mK)			-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
	Ψ_e (W/mK)			-0,20	-0,22	-0,25	-0,29
GEOWALL 35	$U_{cerramiento}$	0,21	0,24	0,27	0,32	0,40	0,51
	Ψ_i (W/mK)	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
	Ψ_e (W/mK)	-0,19	-0,19	-0,21	-0,23	-0,25	-0,30
GEOWALL 37	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	
	Ψ_e (W/mK)		-0,21	-0,22	-0,24	-0,26	

6.4.6. Encuentro de fachada con pilar en esquina



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 3-8 mm Embarrado de mortero webertherm Aislaterm.
4. 100 mm ECO 032/ECO 035/ ECO 037/ GEOWALL 34/ GEOWALL 35/ GEOWALL 37 (el espesor varía según zona climática).
5. 70 mm Ladrillo hueco doble.
6. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

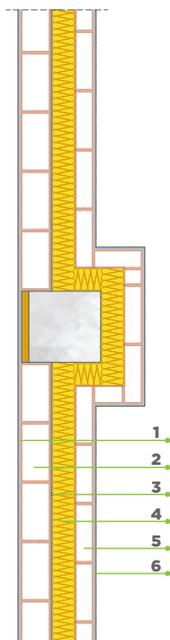
Pilar esquina	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	18,90	18,80	18,50	18,30	17,90	17,30
f_{Rsi}	0,95	0,94	0,93	0,92	0,90	0,87
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

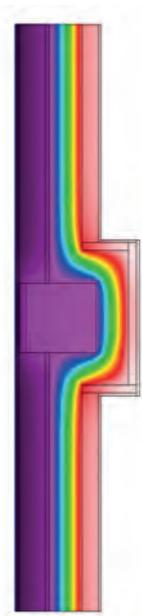
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Pilar esquina	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECO 032	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	
	Ψ_i (W/mK)			-0,01	0,00	0,03	
	Ψ_e (W/mK)			-0,16	-0,16	-0,16	
ECO 035	$U_{cerramiento}$		0,24	0,27	0,32	0,40	
	Ψ_i (W/mK)		-0,02	-0,01	0,00	0,03	
	Ψ_e (W/mK)		-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	
ECO 037	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		-0,02	-0,01	0,00	0,03	
	Ψ_e (W/mK)		-0,17	-0,18	-0,18	-0,18	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	0,49
	Ψ_i (W/mK)			-0,01	0,00	0,03	0,03
	Ψ_e (W/mK)			-0,16	-0,16	-0,16	-0,21
GEOWALL 35	$U_{cerramiento}$	0,21	0,24	0,27	0,32	0,40	0,51
	Ψ_i (W/mK)	-0,02	-0,02	-0,01	0,00	0,03	0,04
	Ψ_e (W/mK)	-0,16	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,21
GEOWALL 37	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		-0,02	-0,01	0,00	0,03	
	Ψ_e (W/mK)		-0,17	-0,18	-0,18	-0,18	

6.4.7. Encuentro de fachada con pilar integrado



- 1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
- 2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
- 3. 3-8 mm Embarrado de mortero webertherm Aislaterm.
- 4. 100 mm ECO 032/ECO 035/ ECO 037/ GEOWALL 34/ GEOWALL 35/ GEOWALL 37 (el espesor varía según zona climática).
- 5. 70 mm Ladrillo hueco doble.
- 6. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Pilar	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	18,90	18,80	18,70	18,50	18,10	17,60
f_{Rsi}	0,95	0,94	0,94	0,93	0,91	0,88
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

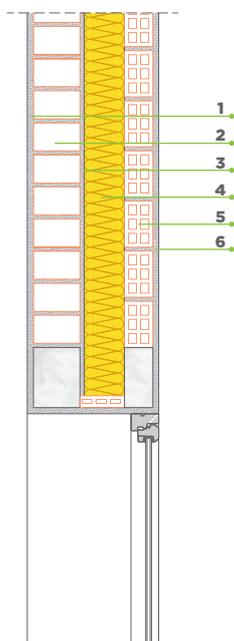
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Pilar	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECO 032	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	
	Ψ_i (W/mK)			0,10	0,12	0,15	
ECO 035	$U_{cerramiento}$		0,24	0,27	0,32	0,40	
	Ψ_i (W/mK)		0,08	0,10	0,13	0,16	
ECO 037	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,09	0,11	0,13	0,16	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	0,49
	Ψ_i (W/mK)			0,10	0,12	0,16	0,20
GEOWALL 35	$U_{cerramiento}$	0,21	0,24	0,27	0,32	0,40	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,07	0,08	0,10	0,13	0,16	0,21
GEOWALL 37	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,08	0,09	0,11	0,16	

6.4.8.

Encuentro de fachada con dintel



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 3-8 mm Embarrado de mortero webertherm Aislaterm.
4. 100 mm ECO 032/ECO 035/ ECO 037/ GEOWALL 34/ GEOWALL 35/ GEOWALL 37 (el espesor varía según zona climática).
5. 70 mm Ladrillo hueco doble.
6. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

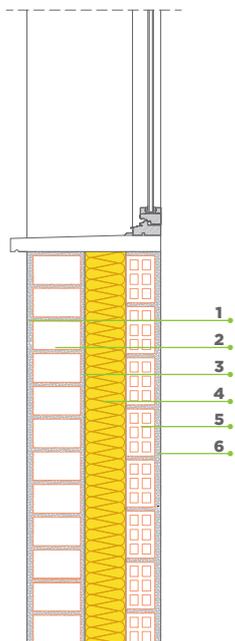
Dintel	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	15,30	14,40	14,20	14,20	14,00	13,80
f_{Rsi}	0,77	0,72	0,71	0,71	0,70	0,69
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Dintel	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECO 032	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	
	Ψ_i (W/mK)			0,38	0,38	0,37	
ECO 035	$U_{cerramiento}$		0,24	0,27	0,32	0,40	
	Ψ_i (W/mK)		0,39	0,38	0,37	0,37	
ECO 037	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,38	0,38	0,37	0,36	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	0,49
	Ψ_i (W/mK)			0,38	0,38	0,37	0,36
GEOWALL 35	$U_{cerramiento}$	0,21	0,24	0,27	0,32	0,40	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,39	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36
GEOWALL 37	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,38	0,38	0,37	0,36	

6.4.9. Encuentro de fachada con alféizar



- 1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
- 2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
- 3. 3-8 mm Embarrado de mortero webertherm Aislaterm.
- 4. 100 mm ECO 032/ECO 035/ ECO 037/ GEOWALL 34/ GEOWALL 35/ GEOWALL 37 (el espesor varía según zona climática).
- 5. 70 mm Ladrillo hueco doble.
- 6. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Alféizar	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	18,70	18,70	18,70	18,60	18,60	18,40
f_{Rsi}	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

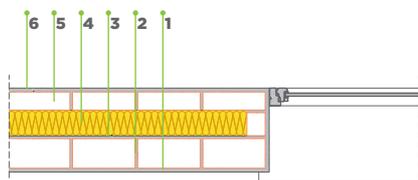
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Alféizar	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECO 032	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	
	Ψ_i (W/mK)			0,10	0,09	0,09	
ECO 035	$U_{cerramiento}$		0,24	0,27	0,32	0,40	
	Ψ_i (W/mK)		0,10	0,10	0,09	0,09	
ECO 037	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,10	0,10	0,09	0,09	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	0,49
	Ψ_i (W/mK)			0,10	0,09	0,09	0,08
GEOWALL 35	$U_{cerramiento}$	0,21	0,24	0,27	0,32	0,40	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08
GEOWALL 37	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,10	0,10	0,09	0,09	

6.4.10.

Encuentro de fachada con jamba



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 3-8 mm Embarrado de mortero webertherm Aislaterm.
4. 100 mm ECO 032/ECO 035/ ECO 037/ GEOWALL 34/ GEOWALL 35/ GEOWALL 37 (el espesor varía según zona climática).
5. 70 mm Ladrillo hueco doble.
6. 15 mm Proyal® XXI.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Jamba	Espesor					
	140	120	100	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B	A	α
θ_{si}	15,30	15,30	15,20	15,20	15,20	15,20
f_{Rsi}	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76	0,76
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52	0,50	0,42

Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Jamba	Espesor					
		140	120	100	80	60	40
ECO 032	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	
	Ψ_i (W/mK)			0,27	0,26	0,25	
ECO 035	$U_{cerramiento}$		0,24	0,27	0,32	0,40	
	Ψ_i (W/mK)		0,27	0,27	0,26	0,25	
ECO 037	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,27	0,27	0,25	0,24	
GEOWALL 34	$U_{cerramiento}$			0,25	0,30	0,37	0,49
	Ψ_i (W/mK)			0,27	0,26	0,25	0,24
GEOWALL 35	$U_{cerramiento}$	0,21	0,24	0,27	0,32	0,40	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,28	0,27	0,27	0,26	0,24	0,23
GEOWALL 37	$U_{cerramiento}$		0,25	0,28	0,34	0,41	
	Ψ_i (W/mK)		0,27	0,27	0,25	0,24	

6.5. Fachada tradicional con trasdosado de placa de yeso laminado



Esta solución constructiva supone una solución similar al trasdosado tradicional con ladrillo hueco. Las principales ventajas de esta solución son la disminución del peso y del espesor de la solución, manteniendo o mejorando las prestaciones.

Consigue proporcionar **aislamiento térmico**, asegurando un espesor uniforme en toda la superficie aislada y, por lo tanto, un valor de aislamiento constante del cerramiento.

Además, proporciona **aislamiento acústico**, debido al seguimiento del esquema masa-muelle-masa, cumpliendo con el nivel de confort acústico requerido en el Documento Básico de Protección frente al Ruido, DB-HR, del Código Técnico de la Edificación.

Al utilizar una hoja interior de placa de yeso laminado Placo® reducimos el espesor de la fachada, así como la carga que supondrá la misma a la estructura portante del edificio.

Su puesta en obra requiere el uso de lana mineral **arena APTA**, con espesores variables dependiendo de la zona climática. La lana mineral **arena APTA** es la nueva generación de lana mineral **arena**, evolucionada hacia las Altas Prestaciones Térmicas y Acústicas (APTA).

Esta solución será más habitual en **rehabilitación**, principalmente en edificios en los que la normativa urbanística obligue a mantener la estética de la fachada al exterior. En este caso reducimos la pérdida de volumen interior en comparación con el trasdosado de ladrillo hueco. De la misma manera, nos permite conseguir valores de aislamiento adecuados, manteniendo las condiciones históricas o estéticas del edificio.

Producto	λ	Espesor mm	U=1/ (0,494+R _{AT}) (W/m²K)	Zona climática					
				α	A	B	C	D	E
arena APTA	0,034	48	0,51	•					
	0,034	55	0,46	•	•				
	0,034	65	0,40	•	•	•			
	0,034	90	0,31	•	•	•	•		

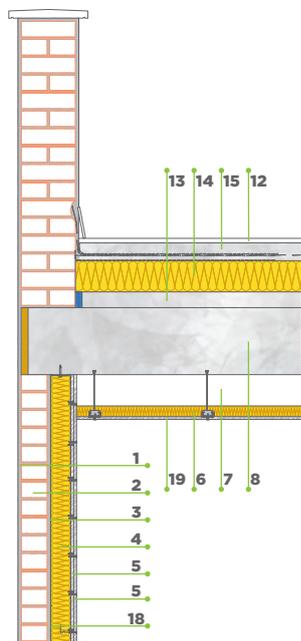
Nota: Para la comprobación de condensaciones superficiales, se han considerado todas las zonas climáticas con una clase de higrometría 3.

Se ha considerado un salto térmico de 20°C, respondiendo a condiciones de invierno, siendo por lo tanto la temperatura interior de 20°C y la exterior de 0°C

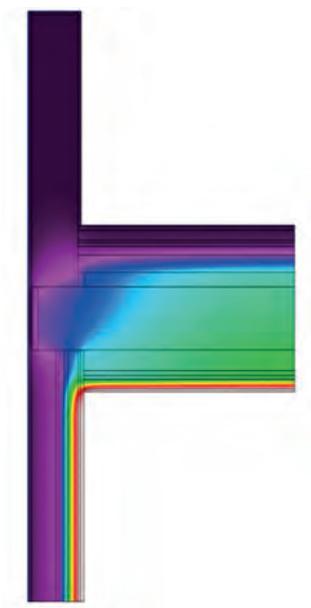
En las soluciones en las que puedan usarse diferentes criterios dimensionales, se han calculado ambas.

6.5.1.

Encuentro de fachada con cubierta plana



- 1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
- 2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
- 3. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
- 4. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
- 5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
- 6. 48 mm arena APTA.
- 7. 140 mm Cámara de aire (según proyecto).
- 8. 300 mm Forjado (según proyecto).
- 9. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
- 10. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
- 11. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
- 12. Material de acabado.
- 13. Formación de pendiente $e_{medio} = 6cm$.
- 14. 140 mm ALPHATOIT o IXXO (el espesor varía según zona climática).
- 15. Impermeabilización y capa separadora.
- 16. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).
- 17. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
- 18. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).
- 19. Placa de yeso laminado Placo® 4PRO®.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

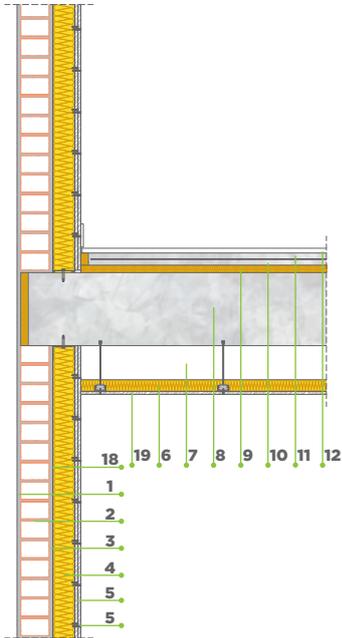
Cubierta	Espesor			
	90	65	55	48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B
θ_{si}	16,60	16,60	16,40	16,00
f_{Rsi}	0,83	0,83	0,82	0,80
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52

Valores de Ψ

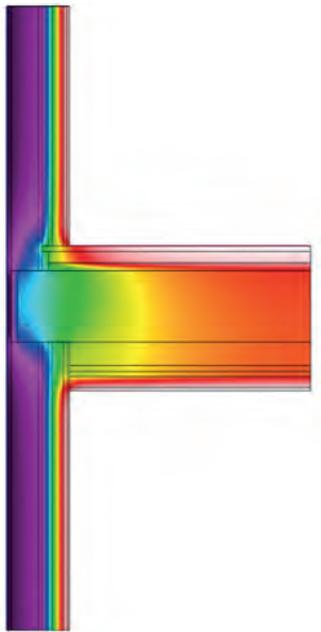
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Cubierta	Espesor			
		90	65	55	48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,31	0,40	0,46	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,07	0,08	0,08	0,09
	Ψ_e (W/mK)	-0,18	-0,24	-0,29	-0,31

6.5.2. Encuentro de fachada con forjado intermedio



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
4. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
6. 48 mm arena APTA.
7. 140 mm Cámara de aire (según proyecto).
8. 300 mm Forjado (según proyecto).
9. 30 mm PANEL SOLADO.
10. Lámina de polietileno.
11. 40 mm Capa de compresión armada.
12. Material de acabado.
13. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).
14. Placa de yeso laminado Placo® 4PRO®.
15. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
16. 48 mm arena APTA.
17. 140 mm Cámara de aire (según proyecto).
18. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
19. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Forjado intermedio	Espesor			
	90	65	55	48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B
θ_{si}	17,70	17,70	17,60	17,50
f_{Rsi}	0,89	0,89	0,88	0,88
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52

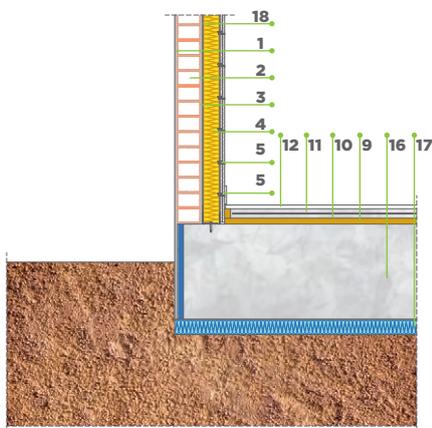
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Forjado intermedio	Espesor			
		90	65	55	48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,31	0,40	0,46	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,54	0,56	0,58	0,58
	Ψ_e (W/mK)	0,35	0,32	0,30	0,27

6.5.3.

Encuentro de fachada con forjado en contacto con el terreno



- 1.** 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
- 2.** 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
- 3.** 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
- 4.** 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
- 5.** Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
- 9.** 30 mm PANEL SOLADO.
- 10.** Lámina de polietileno.
- 11.** 40 mm Capa de compresión armada.
- 12.** Material de acabado.
- 16.** 500 mm Losa de cimentación (según proyecto).
- 17.** 80 mm XPS.
- 18.** Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).

Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Forjado terreno	Espesor			
	90	65	55	48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B
θ_{si}	15,50	15,50	15,40	15,10
f_{Rsi}	0,78	0,78	0,77	0,76
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52

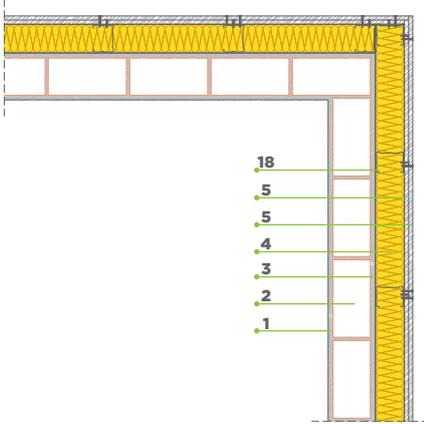
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

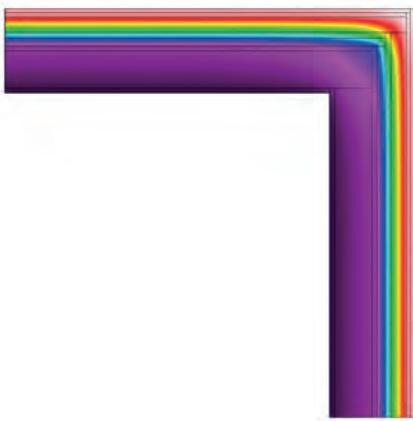
Producto	Forjado terreno	Espesor			
		90	65	55	48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,31	0,40	0,46	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,49	0,51	0,53	0,54
	Ψ_e (W/mK)	0,39	0,39	0,39	0,39

6.5.4.

Encuentro de fachada en esquina interior



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
4. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
18. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

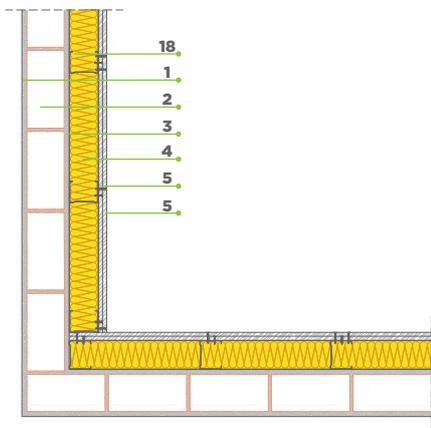
Esquina interior	Espesor			
	90	65	55	48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B
θ_{si}	19,00	19,00	18,90	18,80
f_{Rsi}	0,95	0,95	0,95	0,94
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52

Valores de Ψ

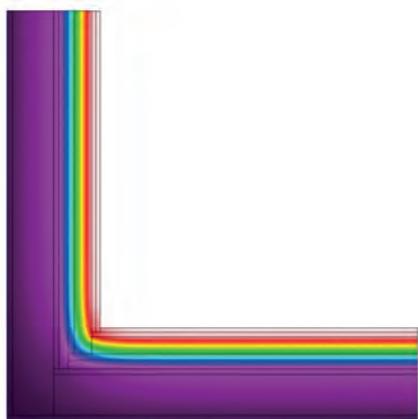
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Esquina interior	Espesor			
		90	65	55	48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,31	0,40	0,46	0,51
	Ψ_i (W/mK)	-0,05	-0,06	-0,06	-0,07
	Ψ_e (W/mK)	0,09	0,10	0,11	0,12

6.5.5. Encuentro de fachada en esquina exterior



- 1.** 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
- 2.** 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
- 3.** 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
- 4.** 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
- 5.** Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
- 18.** Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

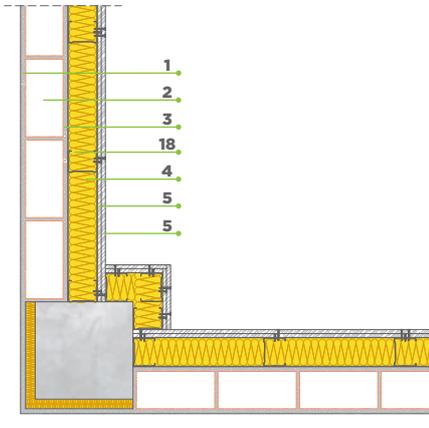
Esquina exterior	Espesor			
	90	65	55	48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B
θ_{si}	17,70	17,70	17,50	17,70
f_{Rsi}	0,89	0,89	0,88	0,89
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52

Valores de Ψ

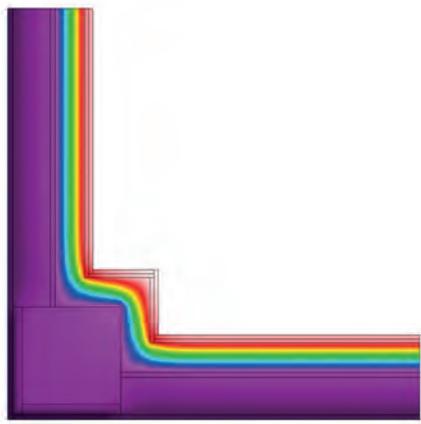
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Esquina exterior	Espesor			
		90	65	55	48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,31	0,40	0,46	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,03	0,03	0,04	0,04
	Ψ_e (W/mK)	-0,13	-0,16	-0,17	-0,18

6.5.6. Encuentro de fachada con pilar en esquina



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
4. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
18. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

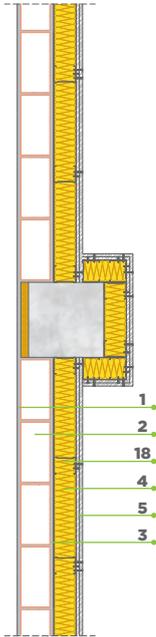
Pilar esquina	Espesor			
	90	65	55	48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B
θ_{si}	17,80	17,80	17,50	17,40
f_{Rsi}	0,89	0,89	0,88	0,87
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52

Valores de Ψ

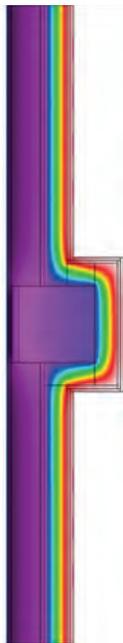
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Pilar esquina	Espesor			
		90	65	55	48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,31	0,40	0,46	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,00	0,04	0,07	0,09
	Ψ_e (W/mK)	-0,16	-0,19	-0,20	-0,22

6.5.7. Encuentro de fachada con pilar integrado



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
4. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
18. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Pilar	Espesor			
	90	65	55	48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B
θ_{si}	18,10	18,10	17,90	17,80
f_{Rsi}	0,91	0,91	0,90	0,89
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52

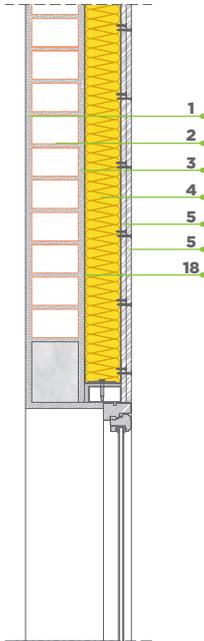
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Pilar	Espesor			
		90	65	55	48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,31	0,40	0,46	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,12	0,16	0,18	0,19

6.5.8.

Encuentro de fachada con dintel



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
4. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
18. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Dintel	Espesor			
	90	65	55	48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B
θ_{si}	14,50	14,50	14,30	14,20
f_{Rsi}	0,73	0,73	0,72	0,71
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52

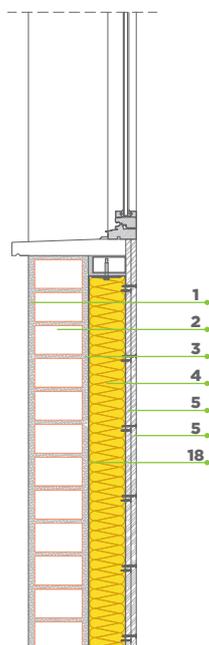
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

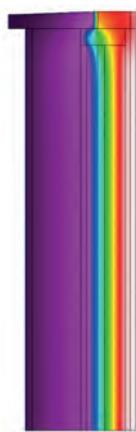
Producto	Dintel	Espesor			
		90	65	55	48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,31	0,40	0,46	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,15	0,15	0,15	0,14

6.5.9.

Encuentro de fachada con alféizar



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
4. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
18. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Alféizar	Espesor			
	90	65	55	48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B
θ_{si}	17,30	17,30	17,00	16,70
f_{Rsi}	0,87	0,87	0,85	0,84
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52

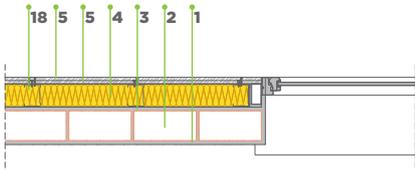
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Alféizar	Espesor			
		90	65	55	48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,31	0,40	0,46	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,16	0,15	0,15	0,15

6.5.10.

Encuentro de fachada con jamba



1. 15 mm Enfoscado de mortero de cemento.
2. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
3. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
4. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
5. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
18. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Jamba	Espesor			
	90	65	55	48
ZONA CLIMÁTICA	E	D	C	B
θ_{si}	19,20	19,20	19,10	19,10
f_{Rsi}	0,96	0,96	0,96	0,96
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,56	0,52

Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Jamba	Espesor			
		90	65	55	48
arena APTA	$U_{cerramiento}$	0,31	0,40	0,46	0,51
	Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05	0,13

6.6. ECOSATE® con trasdosado de placa de yeso laminado



El sistema ECOSATE® es el sistema de **aislamiento en fachada por el exterior** desarrollado por ISOVER que permite el aislamiento térmico completo del edificio. Además, en este caso incorporaremos un trasdosado por el interior compuesto de **Placa de Yeso Laminado Placo®** y **Lana Mineral arena APTA ISOVER**.

Esta solución combina las ventajas del sistema ECOSATE, y el trasdosado de placa de yeso laminado. Proporciona al edificio una envolvente continua que minimiza las pérdidas energéticas del mismo. Al incorporar el trasdosado interior mediante Placa de Yeso Laminado Placo® con una capa extra de Lana Mineral ISOVER, conseguimos aumentar el valor de aislamiento térmico inicial del sistema.

Además, al utilizar paneles de lana mineral, a dicho aislamiento térmico se une considerablemente un **ais-**

lamiento acústico y de **protección contra incendios** en las fachadas de los edificios.

Es una solución apta para cualquier tipo de proyecto, ya sea de **nueva construcción** o de **rehabilitación**, así como para viviendas unifamiliares o edificios de vivienda colectiva.

Los paneles de aislamiento **CLIMA 34 / TF PROFI** en un SATE están especialmente concebidos para dar respuesta a las necesidades de aislamiento en España, según cada zona climática y sus requerimientos. Dentro de las opciones de acabado, ofrece una **amplia gama de colores** para cumplir todos los requerimientos estéticos del edificio. Los paneles y rollos de **Lana Mineral arena APTA** aportan una fácil instalación para agilizar la construcción en este caso de los trasdosados interiores.

PRODUCTO CLIMA 34 +	CLIMA 34		2º producto		U=1/ (0,494+R _{AT}) (W/m²K)	Zona climática				
	λ	Espesor mm	λ	Espesor mm		α	A	B	C	D
ECO 035	0,034	40	0,035	60	0,29	•	•	•	•	•
	0,034	60	0,035	60	0,25	•	•	•	•	•
	0,034	80	0,035	60	0,22	•	•	•	•	•
ECO 032	0,034	40	0,032	60	0,28	•	•	•	•	•
	0,034	60	0,032	60	0,24	•	•	•	•	•
	0,034	80	0,032	60	0,21	•	•	•	•	•
arena APTA	0,034	40	0,034	48	0,32	•	•	•	•	•
	0,034	60	0,034	48	0,27	•	•	•	•	•
	0,034	80	0,034	48	0,23	•	•	•	•	•
GEOWALL 34	0,034	40	0,034	60	0,29	•	•	•	•	•
	0,034	60	0,034	60	0,25	•	•	•	•	•
	0,034	80	0,034	60	0,22	•	•	•	•	•

PRODUCTO TF PROFI +	TF PROFI		2º producto		U=1/ (0,494+R _{AT}) (W/m²K)	Zona climática				
	λ	Espesor mm	λ	Espesor mm		α	A	B	C	D
ECO 035	0,035	40	0,035	60	0,30	•	•	•	•	•
	0,035	60	0,035	60	0,25	•	•	•	•	•
	0,035	80	0,035	60	0,22	•	•	•	•	•
ECO 032	0,035	40	0,032	60	0,28	•	•	•	•	•
	0,035	60	0,032	60	0,24	•	•	•	•	•
	0,035	80	0,032	60	0,21	•	•	•	•	•
arena APTA	0,035	40	0,034	48	0,33	•	•	•	•	•
	0,035	60	0,034	48	0,28	•	•	•	•	•
	0,035	80	0,034	48	0,24	•	•	•	•	•
GEOWALL 34	0,035	40	0,034	60	0,29	•	•	•	•	•
	0,035	60	0,034	60	0,25	•	•	•	•	•
	0,035	80	0,034	60	0,22	•	•	•	•	•

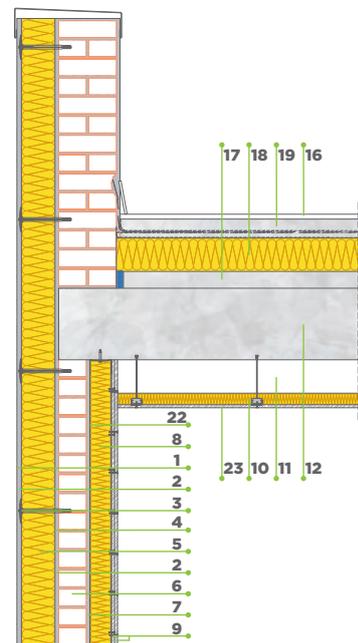
Nota: Para la comprobación de condensaciones superficiales, se han considerado todas las zonas climáticas con una clase de higrimetría 3.

Se ha considerado un salto térmico de 20°C, respondiendo a condiciones de invierno, siendo por lo tanto la temperatura interior de 20°C y la exterior de 0°C

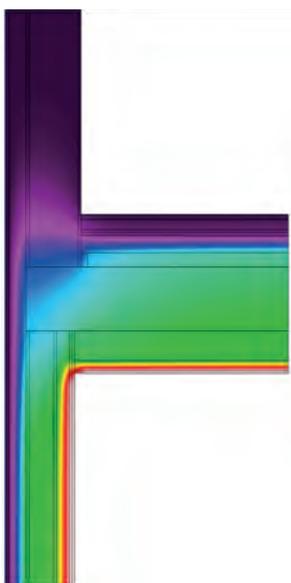
En las soluciones en las que puedan usarse diferentes criterios dimensionales, se han calculado ambas.

6.6.1.

Encuentro de fachada con cubierta plana



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
8. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
9. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
10. 48 mm arena APTA.
11. 140 mm Cámara de aire (según proyecto).
12. 300 mm Forjado (según proyecto).
16. Material de acabado.
17. Formación de pendiente $e_{medio} = 6\text{cm}$.
18. 140 mm ALPHATOIT o IXXO (el espesor varía según zona climática).
19. Impermeabilización y capa separadora.
22. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).
23. Placa de yeso laminado Placo® 4PRO®.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

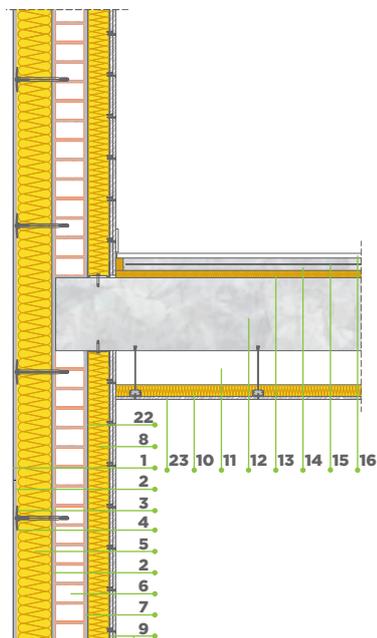
Cubierta	Espesor		
	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	B
θ_{si}	17,30	17,30	17,20
f_{Rsi}	0,87	0,87	0,86
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,52

Valores de Ψ

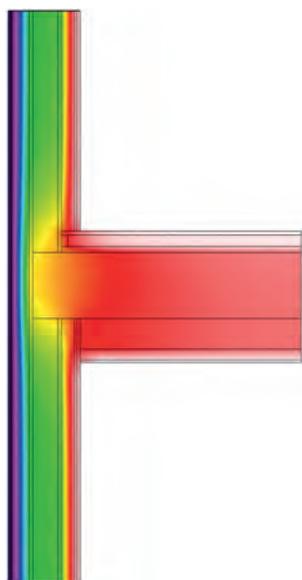
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Cubierta	Espesor			Producto	Cubierta	Espesor		
		80	60	40			80	60	40
ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28	ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28
	Ψ_i (W/mK)	0,06	0,06	0,06		Ψ_i (W/mK)	0,06	0,06	0,06
	Ψ_e (W/mK)	-0,11	-0,13	-0,16		Ψ_e (W/mK)	-0,11	-0,13	-0,16
ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,30
	Ψ_i (W/mK)	0,06	0,06	0,06		Ψ_i (W/mK)	0,06	0,06	0,07
	Ψ_e (W/mK)	-0,11	-0,14	-0,18		Ψ_e (W/mK)	-0,11	-0,14	-0,17
GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29
	Ψ_i (W/mK)	0,06	0,06	0,06		Ψ_i (W/mK)	0,06	0,06	0,07
	Ψ_e (W/mK)	-0,11	-0,13	-0,16		Ψ_e (W/mK)	-0,11	-0,14	-0,16
arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,23	0,27	0,32	arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,24	0,28	0,33
	Ψ_i (W/mK)	0,07	0,06	0,07		Ψ_i (W/mK)	0,07	0,07	0,07
	Ψ_e (W/mK)	-0,12	-0,15	-0,18		Ψ_e (W/mK)	-0,12	-0,15	-0,18

6.6.2. Encuentro de fachada con forjado intermedio



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
8. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
9. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
10. 48 mm arena APTA.
11. 140 mm Cámara de aire (según proyecto).
12. 300 mm Forjado (según proyecto).
13. 30 mm PANEL SOLADO.
14. Lámina de polietileno.
15. 40 mm Capa de compresión armada.
16. Material de acabado.
22. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).
23. Placa de yeso laminado Placo® 4PRO®.



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Forjado intermedio	Espesor		
	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	B
θ_{si}	17,30	17,30	17,20
f_{Rsi}	0,87	0,87	0,86
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,52

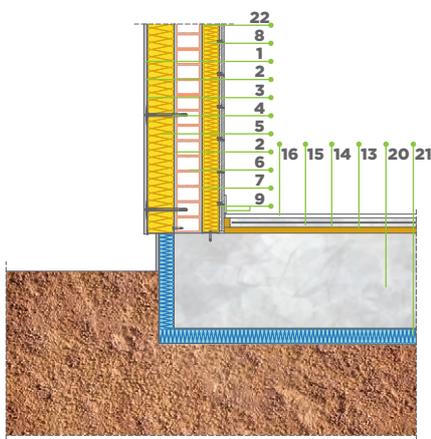
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto CLIMA 34 +	Forjado intermedio	Espesor			Producto TF PROFI +	Forjado intermedio	Espesor		
		80	60	40			80	60	40
ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28	ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28
	Ψ_i (W/mK)	0,20	0,24	0,30		Ψ_i (W/mK)	0,21	0,25	0,31
	Ψ_e (W/mK)	0,08	0,10	0,13		Ψ_e (W/mK)	0,09	0,11	0,14
ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,30
	Ψ_i (W/mK)	0,20	0,24	0,30		Ψ_i (W/mK)	0,21	0,25	0,30
	Ψ_e (W/mK)	0,08	0,10	0,13		Ψ_e (W/mK)	0,08	0,10	0,13
GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29
	Ψ_i (W/mK)	0,20	0,24	0,30		Ψ_i (W/mK)	0,21	0,25	0,30
	Ψ_e (W/mK)	0,08	0,10	0,13		Ψ_e (W/mK)	0,08	0,10	0,13
arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,23	0,27	0,32	arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,24	0,28	0,33
	Ψ_i (W/mK)	0,20	0,24	0,30		Ψ_i (W/mK)	0,20	0,24	0,30
	Ψ_e (W/mK)	0,06	0,08	0,11		Ψ_e (W/mK)	0,06	0,08	0,11

6.6.3.

Encuentro de fachada con forjado en contacto con el terreno



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
8. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
9. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
13. 30 mm PANEL SOLADO.
14. Lámina de polietileno.
15. 40 mm Capa de compresión armada.
16. Material de acabado.
20. 500 mm Losa de cimentación (según proyecto).
21. 80 mm XPS.
22. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).

Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Forjado terreno	Espesor		
	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	B
θ_{si}	17,90	17,70	17,40
f_{Rsi}	0,90	0,89	0,87
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,52

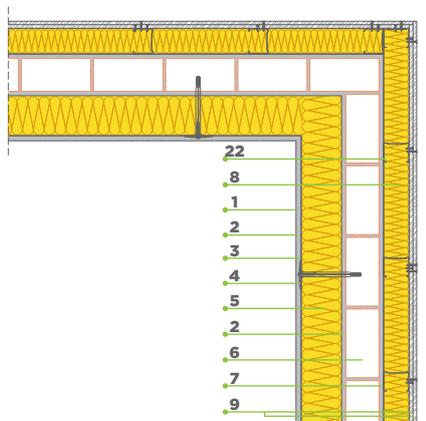
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

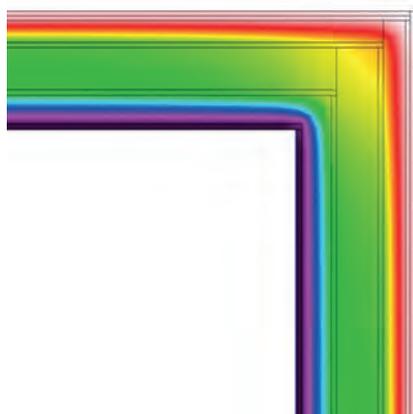
Producto CLIMA 34 +	Forjado terreno	Espesor			Producto TF PROFI +	Forjado terreno	Espesor		
		80	60	40			80	60	40
ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28	ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28
	Ψ_i (W/mK)	0,25	0,27	0,29		Ψ_i (W/mK)	0,25	0,27	0,29
	Ψ_e (W/mK)	0,19	0,20	0,21		Ψ_e (W/mK)	0,20	0,20	0,21
ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,30
	Ψ_i (W/mK)	0,25	0,27	0,29		Ψ_i (W/mK)	0,25	0,27	0,29
	Ψ_e (W/mK)	0,19	0,20	0,21		Ψ_e (W/mK)	0,19	0,20	0,21
GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29
	Ψ_i (W/mK)	0,25	0,27	0,29		Ψ_i (W/mK)	0,25	0,27	0,29
	Ψ_e (W/mK)	0,19	0,20	0,21		Ψ_e (W/mK)	0,19	0,20	0,21
arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,23	0,27	0,32	arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,24	0,28	0,33
	Ψ_i (W/mK)	0,25	0,26	0,29		Ψ_i (W/mK)	0,25	0,27	0,29
	Ψ_e (W/mK)	0,19	0,19	0,20		Ψ_e (W/mK)	0,19	0,19	0,20

6.6.4.

Encuentro de fachada en esquina interior



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
8. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
9. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
22. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

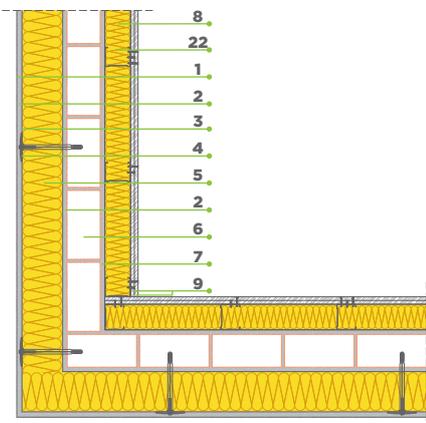
Esquina interior	Espesor		
	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	B
θ_{si}	19,40	19,40	19,20
f_{Rsi}	0,97	0,97	0,96
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,52

Valores de Ψ

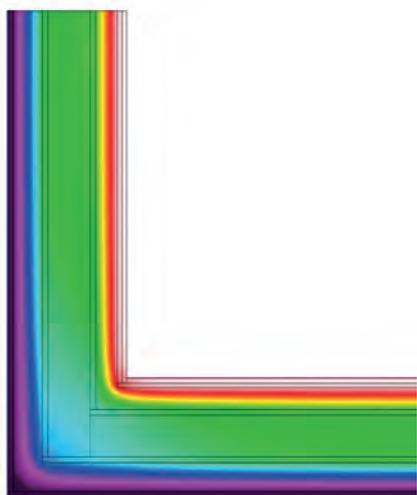
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto CLIMA 34 +	Esquina interior	Espesor			Producto TF PROFI +	Esquina interior	Espesor		
		80	60	40			80	60	40
ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28	ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28
	Ψ_i (W/mK)	-0,05	-0,04	-0,03		Ψ_i (W/mK)	-0,05	-0,04	-0,02
	Ψ_e (W/mK)	0,06	0,07	0,10		Ψ_e (W/mK)	0,06	0,07	0,10
ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,30
	Ψ_i (W/mK)	-0,05	-0,04	-0,03		Ψ_i (W/mK)	-0,05	-0,04	-0,03
	Ψ_e (W/mK)	0,06	0,07	0,10		Ψ_e (W/mK)	0,060	0,07	0,10
GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29
	Ψ_i (W/mK)	-0,05	-0,04	-0,03		Ψ_i (W/mK)	-0,05	-0,04	-0,03
	Ψ_e (W/mK)	0,06	0,07	0,10		Ψ_e (W/mK)	0,06	0,07	0,10
arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,23	0,27	0,32	arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,24	0,28	0,33
	Ψ_i (W/mK)	-0,06	-0,05	-0,04		Ψ_i (W/mK)	-0,06	-0,05	-0,04
	Ψ_e (W/mK)	0,06	0,07	0,10		Ψ_e (W/mK)	0,06	0,07	0,10

6.6.5. Encuentro de fachada en esquina exterior



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
8. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
9. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
22. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

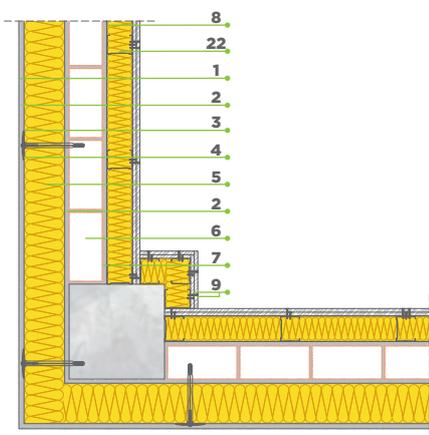
Esquina exterior	Espesor		
	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	B
θ_{si}	18,60	18,40	18,60
f_{Rsi}	0,93	0,92	0,93
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,52

Valores de Ψ

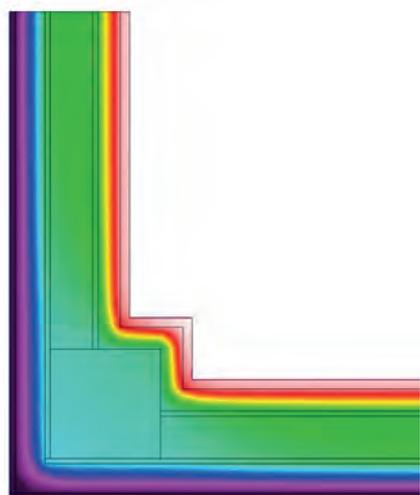
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Esquina exterior	Espesor			Producto	Esquina exterior	Espesor		
		80	60	40			80	60	40
ECO 32 60 mm	$U_{cerramiento}$	0,21	0,24	0,28	ECO 32 60 mm	$U_{cerramiento}$	0,21	0,24	0,28
	Ψ_i (W/mK)	0,04	0,05	0,05		Ψ_i (W/mK)	0,04	0,05	0,05
	Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,07	-0,08		Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,07	-0,08
ECO 35 60 mm	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29	ECO 35 60 mm	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,30
	Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05		Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05
	Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,07	-0,08		Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,07	-0,08
GEOWALL 34 60 mm	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29	GEOWALL 34 60 mm	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29
	Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05		Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05
	Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,07	-0,08		Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,07	-0,08
arena APTA 48 mm	$U_{cerramiento}$	0,23	0,27	0,32	arena APTA 48 mm	$U_{cerramiento}$	0,24	0,28	0,33
	Ψ_i (W/mK)	0,05	0,06	0,06		Ψ_i (W/mK)	0,06	0,06	0,06
	Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,07	-0,08		Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,07	-0,08

6.6.6. Encuentro de fachada con pilar en esquina



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
8. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
9. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
22. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

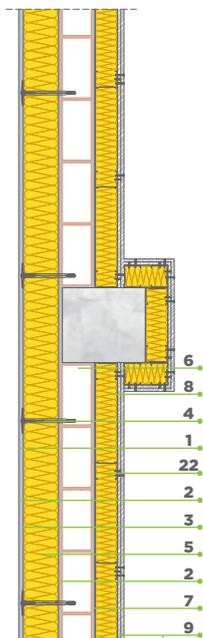
Pilar esquina	Espesor		
	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	B
θ_{si}	18,50	18,40	18,10
f_{Rsi}	0,93	0,92	0,91
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,52

Valores de Ψ

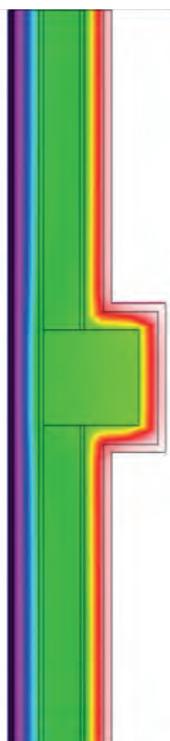
Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto	Pilar esquina	Espesor			Producto	Pilar esquina	Espesor		
		80	60	40			80	60	40
ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28	ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28
	Ψ_i (W/mK)	0,04	0,04	0,04		Ψ_i (W/mK)	0,04	0,04	0,04
	Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,08	-0,08		Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,08	-0,08
ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,30
	Ψ_i (W/mK)	0,04	0,04	0,04		Ψ_i (W/mK)	0,04	0,04	0,04
	Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,08	-0,08		Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,08	-0,08
GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29
	Ψ_i (W/mK)	0,04	0,04	0,04		Ψ_i (W/mK)	0,04	0,04	0,04
	Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,08	-0,08		Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,08	-0,08
arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,23	0,27	0,32	arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,24	0,28	0,33
	Ψ_i (W/mK)	0,05	0,06	0,06		Ψ_i (W/mK)	0,05	0,06	0,06
	Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,07	-0,08		Ψ_e (W/mK)	-0,07	-0,07	-0,08

6.6.7. Encuentro de fachada con pilar integrado



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
8. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
9. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
22. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Pilar	Espesor		
	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	B
θ_{si}	18,90	18,80	18,60
f_{Rsi}	0,95	0,94	0,93
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,52

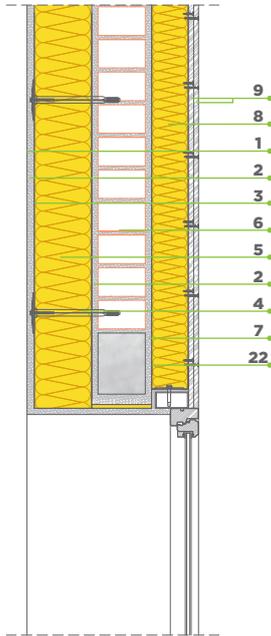
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto CLIMA 34 +	Pilar	Espesor			Producto TF PROFI +	Pilar	Espesor		
		80	60	40			80	60	40
ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28	ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28
	Ψ_i (W/mK)	0,03	0,04	0,05		Ψ_i (W/mK)	0,03	0,04	0,05
ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,30
	Ψ_i (W/mK)	0,03	0,04	0,05		Ψ_i (W/mK)	0,03	0,04	0,05
GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29
	Ψ_i (W/mK)	-0,03	-0,04	-0,05		Ψ_i (W/mK)	0,03	0,04	0,05
arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,23	0,27	0,32	arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,24	0,28	0,33
	Ψ_i (W/mK)	0,03	0,04	0,05		Ψ_i (W/mK)	0,03	0,04	0,05

6.6.8.

Encuentro de fachada con dintel



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
8. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
9. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
22. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

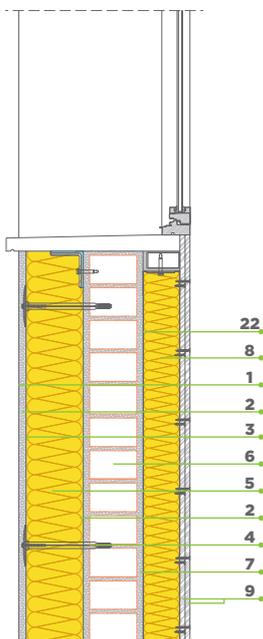
Dintel	Espesor		
	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	B
θ_{si}	18,50	18,40	18,10
f_{Rsi}	0,93	0,92	0,91
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,52

Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto CLIMA 34 +	Dintel	Espesor			Producto TF PROFI +	Dintel	Espesor		
		80	60	40			80	60	40
ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28	ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28
	Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05		Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05
ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,30
	Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05		Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05
GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29
	Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05		Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05
arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,23	0,27	0,32	arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,24	0,28	0,33
	Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05		Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05

6.6.9. Encuentro de fachada con alféizar



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
8. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
9. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
22. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Alféizar	Espesor		
	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	B
θ_{si}	17,40	17,40	17,40
f_{Rsi}	0,87	0,87	0,87
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,52

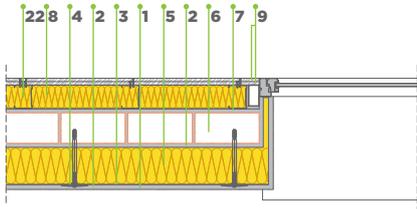
Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto CLIMA 34 +	Alféizar	Espesor			Producto TF PROFI +	Alféizar	Espesor		
		80	60	40			80	60	40
ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28	ECO 32 60 mm	U _{cerramiento}	0,21	0,24	0,28
	Ψ_i (W/mK)	0,19	0,18	0,17		Ψ_i (W/mK)	0,19	0,18	0,17
ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	ECO 35 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,30
	Ψ_i (W/mK)	0,19	0,18	0,17		Ψ_i (W/mK)	0,19	0,18	0,17
GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29	GEOWALL 34 60 mm	U _{cerramiento}	0,22	0,25	0,29
	Ψ_i (W/mK)	0,19	0,18	0,17		Ψ_i (W/mK)	0,19	0,18	0,17
arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,23	0,27	0,32	arena APTA 48 mm	U _{cerramiento}	0,24	0,28	0,33
	Ψ_i (W/mK)	0,20	0,19	0,18		Ψ_i (W/mK)	0,20	0,19	0,18

6.6.10.

Encuentro de fachada con jamba



1. ECOSATE® BASIC L o ECOSATE® PREMIUM S sobre imprimación ECOSATE® PRIMER.
2. 8 mm ECOSATE® BASE.
3. ECOSATE® MALLA.
4. ECOSATE® H1 ECO o ECOSATE® STR U 2G con arandela ECOSATE® SBL 140.
5. 140 mm CLIMA 34 o TF PROFI (el espesor varía según zona climática).
6. 115 mm Fábrica de ladrillo perforado.
7. 15 mm Embarrado de mortero de cemento.
8. 90 mm arena APTA (el espesor varía según zona climática).
9. Placa de yeso laminado Placo® PHONIQUE 13.
22. Estructura metálica interior, formada por railes R48, R55, R70 o R90 y montantes M48, M55, M70 o M90 (según cálculos).



Comprobación de la limitación de producción de condensaciones

Jamba	Espesor		
	80	60	40
ZONA CLIMÁTICA	E	D	B
θ_{si}	17,40	17,40	17,40
f_{Rsi}	0,87	0,87	0,87
$f_{Rsi, min}$	0,64	0,61	0,52

Valores de Ψ

Valores de la transmitancia térmica según el espesor de aislamiento utilizado en la solución constructiva y el criterio dimensional, interior exterior.

Producto CLIMA 34 +	Jamba	Espesor			Producto TF PROFI +	Jamba	Espesor		
		80	60	40			80	60	40
ECO 32 60 mm	$U_{cerramiento}$	0,21	0,24	0,28	ECO 32 60 mm	$U_{cerramiento}$	0,21	0,24	0,28
	Ψ_i (W/mK)	0,05	0,04	0,04		Ψ_i (W/mK)	0,05	0,04	0,04
ECO 35 60 mm	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29	ECO 35 60 mm	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,30
	Ψ_i (W/mK)	0,05	0,04	0,04		Ψ_i (W/mK)	0,05	0,04	0,04
GEOWALL 34 60 mm	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29	GEOWALL 34 60 mm	$U_{cerramiento}$	0,22	0,25	0,29
	Ψ_i (W/mK)	0,05	0,04	0,04		Ψ_i (W/mK)	0,05	0,04	0,04
arena APTA 48 mm	$U_{cerramiento}$	0,23	0,27	0,32	arena APTA 48 mm	$U_{cerramiento}$	0,24	0,28	0,33
	Ψ_i (W/mK)	0,05	0,05	0,05		Ψ_i (W/mK)	0,05	0,04	0,04





Delegación General Mediterránea
de Saint-Gobain
para España, Italia, Portugal,
Grecia, Marruecos, Argelia,
Túnez y Libia
c/ Príncipe de Vergara, 132
28002 Madrid
Tel: +34 91 397 20 00
www.saint-gobain.es