



Código técnico de la edificación

Eficiencia Energética

HE1. Limitación de demanda energética

Método simplificado-prescriptivo

BOE 28 Marzo 2006

Ejemplo de edificio tipo chalet

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 4 |
| 1.1 | OBJETO | 4 |
| 2 | MÉTODO PRESCRIPTIVO O SIMPLIFICADO | 5 |
| 2.1 | DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO | 5 |
| 2.1.1 | DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DEL EDIFICIO | 5 |
| 2.1.2 | CONSTITUCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA | 5 |
| 2.1.3 | CONSTITUCIÓN DE LOS HUECOS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA | 9 |
| 2.2 | CÁLCULOS | 13 |
| 2.2.1 | DETERMINACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA SEGÚN EL APARTADO 3.1.1 | 14 |
| 2.2.2 | CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS DEL EDIFICIO SEGÚN EL APARTADO 3.1.2 | 16 |
| 2.2.3 | DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA Y CERRAMIENTOS OBJETO SEGÚN EL APARTADO 3.2.1.3 | 18 |
| 2.2.4 | COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS LIMITACIONES DE PERMEABILIDAD AL AIRE ESTABLECIDAS EN EL APARTADO 2.3 DE LAS CARPINTERÍAS DE LOS HUECOS Y LUCERNARIOS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA; | 20 |
| 2.2.5 | CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS DISTINTOS COMPONENTES DE LOS CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES SEGÚN EL APÉNDICE E | 21 |
| 2.2.5.1 | Cerramientos en contacto con el aire exterior | 21 |
| 2.2.5.2 | Cerramientos en contacto con el terreno | 28 |
| 2.2.5.3 | Particiones interiores en contacto con espacios no habitables | 36 |
| 2.2.5.4 | Particiones interiores | 41 |
| 2.2.5.5 | Transmitancia térmica de huecos | 43 |
| 2.2.5.6 | Factor solar modificado de huecos y lucernarios | 45 |
| 2.2.6 | LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA | 56 |
| 2.2.6.1 | Comprobación de que cada una de las transmitancias térmicas de los cerramientos y particiones interiores que conforman la envolvente térmica es inferior al valor máximo indicado en la tabla 2.1; | 56 |
| 2.2.6.2 | Cálculo de la media de los distintos parámetros característicos para la zona con baja carga interna y la zona de alta carga interna del edificio según el apartado 3.2.2.1; | 57 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.2.6.3 | Comprobación de que los parámetros característicos medios de la zona de baja carga interna y la zona de alta carga interna son inferiores a los valores límite de las tablas 2.2, como se describe en el apartado 3.2.2.2; | 60 |
| 2.2.6.4 | En edificios de vivienda, limitación de la transmitancia térmica de las <i>particiones interiores</i> que separan las unidades de uso con las zonas comunes del edificio, según el apartado 2.1; | 61 |
| 2.2.7 | CONTROL DE LAS CONDENSACIONES INTERSTICIALES Y SUPERFICIALES SEGÚN EL APARTADO 3.2.3. | 62 |
| 3 | <i>METODO PRESTACIONAL O GENERAL</i> | 83 |
| 3.1 | Objeto | 83 |
| 3.2 | Definición de espacios | 83 |
| 4 | <i>Anexo 1: Materiales tabulados en el CTE</i> | 85 |
| 5 | <i>Anexo 2 Actualizaciones</i> | 96 |
| 6 | <i>Anexo 3 Resistencia térmica total de un elemento de edificación constituido por capas homogéneas y heterogéneas (Apéndice F)</i> | 96 |
| 7 | <i>Anexo 4 Normativa recogida en este documento</i> | 100 |

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO

El presente ejercicio consiste en el análisis de un **edificio del sector destinado a viviendas, un chalet**, situado en Mojácar¹ **Municipio almeriense**, ubicado al sur, frente al mar Mediterráneo. El pueblo de Mojácar se encuentra elevado sobre una montaña **a 175 m.** de altura.



El análisis del edificio en cuestión se hará por el método prestacional y prescriptivo que impone el Código Técnico de la Edificación, para ver la limitación de la demanda energética.

El ejercicio tiene un único propósito, y es analizar diferentes posibilidades de cálculo que ofrece la nueva normativa, y poder analizar todos los casos que pudieran aparecer en un proyecto real de este tipo, destacando solo un enfoque científico-académico de este ejercicio, pudiendo ser algunos datos incoherentes con la geometría o el uso del edificio, pero lo único que se pretende es abordar todas las posibilidades del Código.

¹ Las más de 3000 horas anuales de sol con que cuenta Mojácar influyen de una manera decisiva en su alta temperatura ambiental y marina. La temperatura media anual ronda los 20° C. El invierno es prácticamente inexistente, transcurre como una larga primavera, con la temperatura del agua más alta que la del aire.

2 MÉTODO PRESCRIPTIVO O SIMPLIFICADO

Se abordaran en este apartado los pasos a dar en este método, describiendo antes el tipo de edificio a analizar.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

2.1.1 DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DEL EDIFICIO

El edificio está constituido por dos plantas y guardilla, una planta² al nivel del suelo, donde se encuentra comedor, cocina, despensa...

[Planos\Planta baja.dwg](#)

Y la planta superior donde están dormitorios y baños

[Planos\Planta alta.dwg](#)

Y finalmente la guardilla con la sección de su cubierta

[Planos\Cubierta.dwg](#)

Todas las plantas son de 3 m de altura y la entrada principal orientada al S como indican los planos.

2.1.2 CONSTITUCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

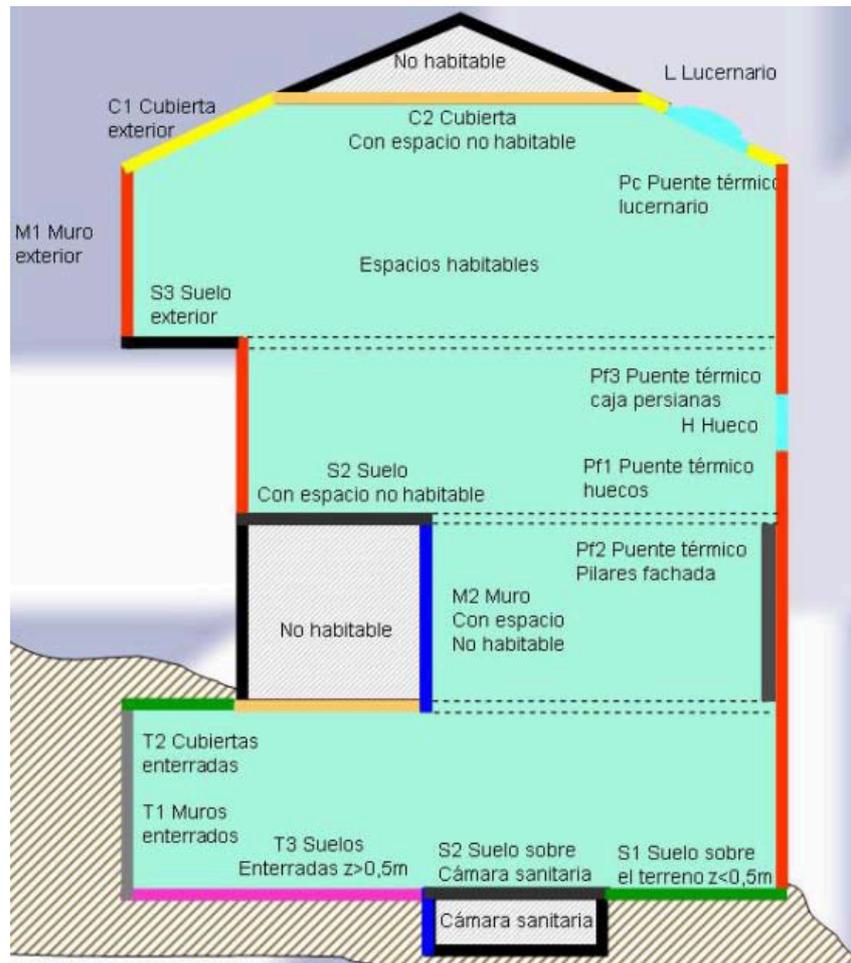
La *envolvente térmica*³ del edificio, como muestra la figura 3.2, está compuesta por todos los *cerramientos*⁴ que limitan *espacios habitables* con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las *particiones interiores*⁵ que limitan los *espacios habitables* con los *espacios no habitables* que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

² Se hipervinculan los planos de AutoCAD donde están perfectamente definidas las plantas del edificio

³ Se compone de los *cerramientos* del edificio que separan los recintos *habitables* del ambiente exterior y las *particiones interiores* que separan los *recintos habitables* de los *no habitables* que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

⁴ Elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios.

⁵ Elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser verticales u horizontales (suelos y techos).



Los *cerramientos y particiones interiores* de los *espacios habitables* se clasifican según su situación en las siguientes categorías:

a) **cubiertas**, comprenden aquellos cerramientos superiores **en contacto con el aire** cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal; C1, C2, L, Pc.

En el ejercicio que vamos a analizar las cubiertas son planas (0° respecto a la horizontal) y tendrán los siguientes espesores y elementos constituyentes:

Cubierta exterior

| Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp |
|--|---------|---------------|----------|------|
| Plaqueta o baldosa cerámica | 0,0510 | 1,000 | 2000 | 800 |
| Polietileno baja densidad [LDPE] | 0,0010 | 0,330 | 920 | 2200 |
| XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [0.025 W/mK] | 0,0400 | 0,025 | 38 | 1000 |
| Fibra de Vidrio | 0,0020 | 0,040 | 200 | 670 |
| Subcapa fieltro | 0,0010 | 0,050 | 120 | 1300 |
| Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800 | 0,1500 | 1,150 | 1700 | 1000 |
| FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm | 0,3000 | 1,429 | 1240 | 1000 |
| Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,0100 | 0,570 | 1150 | 1000 |

b) **suelos**, comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un *espacio no habitable*; S1⁶ S2 S3

Forjado sobre terreno

| Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp |
|--|---------|---------------|----------|------|
| Arena y grava [1700 < d < 2200] | 0,1500 | 2,000 | 1450 | 1050 |
| FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm | 0,2500 | 0,893 | 1220 | 1000 |
| Mortero de áridos ligeros [vermiculita, perlita] | 0,0200 | 0,410 | 900 | 1000 |
| Asfalto | 0,0200 | 0,700 | 2100 | 1000 |

c) **fachadas**, comprenden los cerramientos exteriores **en contacto con el aire** cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal. Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores

⁶ Suelos a una profundidad menor de 0,5 m

angulares contenidos en la figura 1⁷. La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo α que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario; M1, M2, UPf1 (Huecos), UPf2 (Pilares fachada), UPf3 (Cajas persiana)

En el ejercicio que vamos analizar las fachadas serán todas iguales independientemente de la orientación que tengan con los siguientes espesores y elementos constituyentes:

Muro exterior

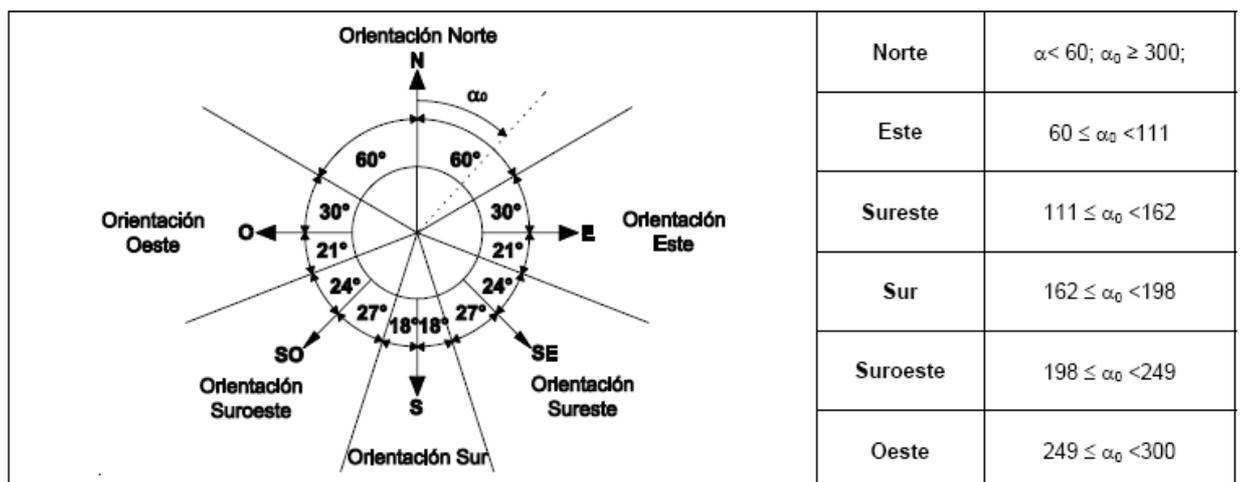
| Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] | 0,0300 | 0,410 | 900 | 1000 | |
| Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 5 cm | | | | | 0,090 |
| Poliestireno [PS] | 0,0500 | 0,160 | 1050 | 1300 | |
| BH convencional espesor 200 mm | 0,2000 | 0,909 | 860 | 1000 | |
| Mortero de cemento o cal para albañilería y para revo | 0,0150 | 0,550 | 1125 | 1000 | |
| Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,0150 | 0,570 | 1150 | 1000 | |

d) **medianerías**, comprenden aquellos *cerramientos* que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada.

En el ejercicio que vamos analizar ninguno de sus cerramientos será una medianera

e) **cerramientos en contacto con el terreno**, comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno T1 T2 T3⁸

⁷Figura 1



⁸ Suelos a una profundidad mayor de 0,5 m

En este edificio ninguno de los cerramientos linda con el terreno

f) particiones interiores, comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos

Simple

| Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp |
|---|---------|---------------|----------|------|
| Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,0150 | 0,570 | 1150 | 1000 |
| Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,0400 | 0,375 | 930 | 1000 |
| Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,0150 | 0,570 | 1150 | 1000 |
| | | | | |

Forjado entre plantas

| Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp |
|---|---------|---------------|----------|------|
| Plaqueta o baldosa de gres | 0,0300 | 2,300 | 2500 | 1000 |
| Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] | 0,0300 | 0,410 | 900 | 1000 |
| FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm | 0,2500 | 0,893 | 1220 | 1000 |
| Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,0100 | 0,570 | 1150 | 1000 |

2.1.3 CONSTITUCIÓN DE LOS HUECOS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Para simplificar el cálculo de los huecos, consideraremos que todos los huecos acristalados están constituidos de la siguiente forma⁹

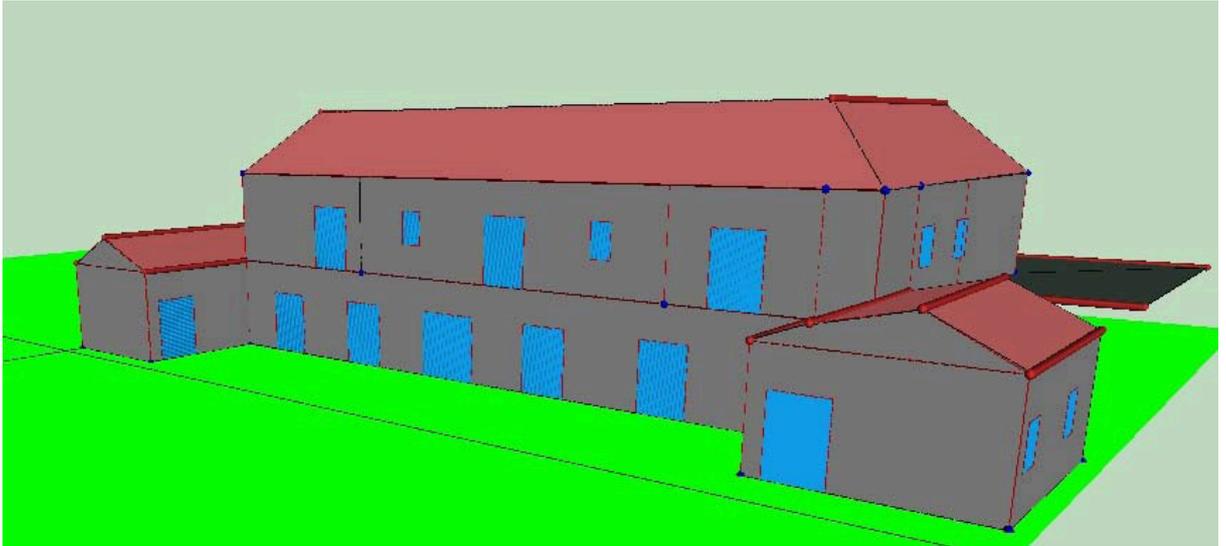
⁹ Las características singulares de cada ventana, para abordar la totalidad de los ejemplos propuestos por el Código técnico se irán citando en cada uno de los casos en el apartado cálculos

| | |
|-------------------------------|---|
| Grupo Vidrio | <input type="text" value="Dobles bajo emisivos <0.03 en posición vertical"/> |
| Vidrio | <input type="text" value="VER_DB3_4-12-4"/> |
| Grupo Marco | <input type="text" value="Metálicos en posición vertical"/> |
| Marco | <input type="text" value="VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12"/> |
| % hueco cubierto por el marco | <input type="text" value="10,00"/> |
| Permeabilidad al aire | <input type="text" value="50,00"/> m ³ /hm ² a 100 Pa |

Del mismo modo, los huecos correspondientes a puertas en los cerramientos de la edificación estarán formados por

| | |
|-------------------------------|---|
| Grupo Marco | <input type="text" value="De Madera en posición vertical"/> |
| Marco | <input type="text" value="VER_Madera de densidad media baja"/> |
| % hueco cubierto por el marco | <input type="text" value="100,00"/> |
| Permeabilidad al aire | <input type="text" value="50,00"/> m ³ /hm ² a 100 Pa |

Con esto quedaría definida la envolvente térmica del edificio que podría tener el siguiente aspecto:



Y todo esto se tendrá que ir analizando para todo este edificio e ir creando un procedimiento para la comparación de los valores límites y máximos que permite la legislación que se va a aplicar a partir del mes de Septiembre del presente año. A continuación se muestra la tabla síntesis que propone el documento del Código Técnico para ir recopilando todos estos datos del edificio:

Tabla 3.1 Síntesis del procedimiento de comparación con los valores límite

| Cerramientos y particiones interiores | Componentes | | Parámetros característicos | Parámetros característicos medios | Comparación con los valores límites |
|---|-----------------|---|----------------------------|---|-------------------------------------|
| CUBIERTAS | C ₁ | En contacto con el aire | U _{C1} | $U_{cm} = \frac{\sum A_c \cdot U_c + \sum A_{pc} \cdot U_{pc} + \sum A_L \cdot U_L}{\sum A_c + \sum A_{pc} + \sum A_L}$ | U _{Cm} ≤ U _{Clim} |
| | C ₂ | En contacto con un espacio no habitable | U _{C2} | | |
| | P _c | Puente térmico (Contorno de lucernario > 0,5 m ²) | U _{PC} | | |
| | L | Lucernarios | U _L | $F_{Lm} = \frac{\sum A_F \cdot F_L}{\sum A_F}$ | F _{Lm} ≤ F _{Llim} |
| F _L | | | | | |
| FACHADAS | M ₁ | Muro en contacto con el aire | U _{M1} | $U_{vm} = \frac{\sum A_m \cdot U_m + \sum A_{pf} \cdot U_{pf}}{\sum A_m + \sum A_{pf}}$ | U _{Mm} ≤ U _{Mlim} |
| | M ₂ | Muro en contacto con espacios no habitables | U _{M2} | | |
| | P _{F1} | Puente térmico (contorno de huecos > 0,5 m ²) | U _{PF1} | | |
| | P _{F2} | Puente térmico (pilares en fachada > 0,5 m ²) | U _{PF2} | | |
| | P _{F3} | Puente térmico (caja de persianas > 0,5 m ²) | U _{PF3} | $U_{hm} = \frac{\sum A_H \cdot U_H}{\sum A_H}$ | U _{Hm} ≤ U _{Hlim} |
| | H | Huecos | U _H | | |
| F _H | | | | | |
| SUELOS | S ₁ | Ayudados sobre el terreno | U _{S1} | $U_{sm} = \frac{\sum A_s \cdot U_s}{\sum A_s}$ | U _{Sm} ≤ U _{Slim} |
| | S ₂ | En contacto con espacios no habitables | U _{S2} | | |
| | S ₃ | En contacto con el aire exterior | U _{S3} | | |
| CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO | T ₁ | Muros en contacto con el terreno | U _{T1} | $U_{tm} = \frac{\sum A_T \cdot U_T}{\sum A_T}$ | U _{Tm} ≤ U _{Mlim} |
| | T ₂ | Cubiertas enterradas | U _{T2} | | |
| | T ₃ | Suelos a una profundidad mayor de 0,5 m | U _{T3} | | |

Darse cuenta que considera cerramientos en contacto con el terreno, además de los propios muros a terreno, las cubiertas enterradas y los suelos a una profundidad mayor de medio metro a la hora de hacer los valores medios de los cerramientos en *contacto con el terreno*.

2.2 CÁLCULOS

El procedimiento de aplicación mediante la opción simplificada es el siguiente:

- a) determinación de la zonificación climática según el apartado 3.1.1¹⁰
- b) clasificación de los espacios del edificio según el apartado 3.1.2
- c) definición de la *envolvente térmica* y cerramientos objeto según el apartado 3.2.1.3
- d) comprobación del cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad al aire establecidas en el apartado 2.3 de las carpinterías de los huecos y lucernarios de la *envolvente térmica*
- e) cálculo de los parámetros característicos de los distintos componentes de los *cerramientos* y *particiones interiores* según el apéndice E
- f) limitación de la demanda energética:
 - i) comprobación de que cada una de las transmitancias térmicas de los *cerramientos* y *particiones interiores* que conforman la *envolvente térmica* es inferior al valor máximo indicado en la tabla 2.1
 - ii) cálculo de la media de los distintos parámetros característicos para la zona con baja carga interna y la zona de alta carga interna del edificio según el apartado 3.2.2.1
 - iii) comprobación de que los parámetros característicos medios de la zona de baja carga interna y la zona de alta carga interna son inferiores a los valores límite de las tablas 2.2, como se describe en el apartado 3.2.2.2
 - iv) en edificios de vivienda, limitación de la transmitancia térmica de las *particiones interiores* que separan las **unidades de uso** con las **zonas comunes** del edificio, según el apartado 2.1
- g) control de las condensaciones intersticiales y superficiales según el apartado 3.2.3.

¹⁰ Esta codificación corresponde al apartado donde se encuentra el elemento citado en el Código Técnico de la Edificación. Irán apareciendo mas citas como estas en todo el documento

2.2.1 DETERMINACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA SEGÚN EL APARTADO 3.1.1

Para la limitación de la demanda energética se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra¹¹, correspondiente a la división de invierno, y un número, correspondiente a la división de verano. En general, la zona climática donde se ubican los edificios se determinará a partir de los valores tabulados. En localidades que no sean capitales de provincia y que dispongan de registros climáticos contrastados, se podrán emplear, previa justificación, zonas climáticas específicas.

La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios se obtiene de la tabla D.1 en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia. Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

11

| | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| $1,25 < SCV$ | A4 (Almería) | B4 (Sevilla) | C4 (Toledo) | | |
| $0,9 < SCV \leq 1,25$ | A3 (Cádiz) | B3 (Valencia) | C3 (Granada) | D3 (Madrid) | |
| $0,6 < SCV \leq 0,9$ | | | C2 (Barcelona) | D2 (Zamora) | |
| $0,6 < SCV$ | | | C1 (Bilbao) | D1 (Vitoria) | E1 (Burgos) |
| Severidad climática de verano | $SCI \leq 0,3$ | $0,3 < SCI \leq 0,6$ | $0,6 < SCI \leq 0,95$ | $0,95 < SCI \leq 1,3$ | $1,3 < SCI$ |
| | Severidad climática de invierno → | | | | |

Tabla D.1.- Zonas climáticas

| Provincia | Capital | Altura de referencia (m) | Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m) | | | | |
|------------------------------|-----------|--------------------------|--|--------------|--------------|---------------|-----------|
| | | | ≥200 <400 | ≥400 <600 | ≥600 <800 | ≥800 <1000 | ≥1000 |
| Albacete | D3 | 677 | D2 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Alicante | B4 | 7 | C3 | C1 | D1 | D1 | E1 |
| Alicante | A4 | 0 | B3 | B3 | C1 | C1 | D1 |
| Avila | E1 | 1054 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Badajoz | C4 | 168 | C3 | D1 | D1 | E1 | E1 |
| Barcelona | C2 | 1 | C1 | D1 | D1 | E1 | E1 |
| Bilbao | C1 | 214 | D1 | D1 | E1 | E1 | E1 |
| Burgos | E1 | 861 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Cáceres | C4 | 385 | D3 | D1 | E1 | E1 | E1 |
| Cádiz | A3 | 0 | B3 | B3 | C1 | C1 | D1 |
| Castellón de la Plana | B3 | 18 | C2 | C1 | D1 | D1 | E1 |
| Ceuta | B3 | 0 | B3 | C1 | C1 | D1 | D1 |
| Ciudad real | D3 | 630 | D2 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Córdoba | B4 | 113 | C3 | C2 | D1 | D1 | E1 |
| Coruña (a) | C1 | 0 | C1 | D1 | D1 | E1 | E1 |
| Cuenca | D2 | 975 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Donostia-San Sebastián | C1 | 5 | D1 | D1 | E1 | E1 | E1 |
| Girona | C2 | 143 | D1 | D1 | E1 | E1 | E1 |
| Granada | C3 | 754 | D2 | D1 | E1 | E1 | E1 |
| Guadalajara | D3 | 708 | D1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Huelva | B4 | 50 | B3 | C1 | C1 | D1 | D1 |
| Huesca | D2 | 432 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Jaén | C4 | 436 | C3 | D2 | D1 | E1 | E1 |
| León | E1 | 346 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Lleida | D3 | 131 | D2 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Logroño | D2 | 379 | D1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Lugo | D1 | 412 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Madrid | D3 | 589 | D1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Málaga | A3 | 0 | B3 | C1 | C1 | D1 | D1 |
| Melilla | A3 | 130 | B3 | B3 | C1 | C1 | D1 |
| Murcia | B3 | 25 | C2 | C1 | D1 | D1 | E1 |
| Ourense | C2 | 327 | D1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Oviedo | C1 | 214 | D1 | D1 | E1 | E1 | E1 |
| Palencia | D1 | 722 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Palma de Mallorca | B3 | 1 | B3 | C1 | C1 | D1 | D1 |
| Palmas de gran canaria (las) | A3 | 114 | A3 | A3 | A3 | B3 | B3 |
| Pamplona | D1 | 456 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Pontevedra | C1 | 77 | C1 | D1 | D1 | E1 | E1 |
| Salamanca | D2 | 770 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Santa cruz de Tenerife | A3 | 0 | A3 | A3 | A3 | B3 | B3 |
| Santander | C1 | 1 | C1 | D1 | D1 | E1 | E1 |
| Segovia | D2 | 1013 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Sevilla | B4 | 9 | B3 | C2 | C1 | D1 | E1 |
| Soria | E1 | 984 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Tarragona | B3 | 1 | C2 | C1 | D1 | D1 | E1 |
| Teruel | D2 | 995 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Toledo | C4 | 445 | D3 | D2 | E1 | E1 | E1 |
| Valencia | B3 | 8 | C2 | C1 | D1 | D1 | E1 |
| Valladolid | D2 | 704 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Vitoria-Gasteiz | D1 | 512 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Zamora | D2 | 617 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Zaragoza | D3 | 207 | D2 | E1 | E1 | E1 | E1 |

Es fácil comprobar que en el ejemplo que estamos analizando se encuentra en una zona climática **A4** no corregida porque esta a una altura inferior a 200m (la altura de referencia como muestra la tabla es de 0 m y la de Mojacar 175 m como se vio en el apartado objeto)

2.2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS DEL EDIFICIO SEGÚN EL APARTADO 3.1.2

1. Los **espacios interiores** de los edificios se clasifican en *espacios habitables*¹² y *espacios no habitables*¹³.
2. **A efectos de cálculo de la demanda energética**, los *espacios habitables* se clasifican en función de la cantidad de calor disipada en su interior, debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio, en las siguientes categorías:

a) **espacios con baja carga interna**¹⁴: espacios en los que se disipa poco calor. Son los espacios destinados principalmente a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de **edificios de viviendas** y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como **habitaciones de hotel**, **habitaciones de hospitales** y **salas de estar**, así como sus **zonas de circulación** vinculadas.

¹²**Espacio habitable:** Espacio formado por uno o varios *recintos habitables* contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes **agrupados a efectos de cálculo de demanda energética**.

Recinto habitable: Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
- b) aulas, bibliotecas, despachos, **en edificios de uso docente**;
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, **en edificios de uso sanitario**;
- d) oficinas, despachos; salas de reunión, **en edificios de uso administrativo**;
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, **en edificios de cualquier uso**;
- f) zonas comunes de circulación en el interior de los edificios;
- g) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

¹³**Espacio no habitable:** Espacio formado por uno o varios *recintos no habitables* contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes **agrupados a efectos de cálculo de demanda energética**.

Recinto no habitable: Recinto interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los **garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes**

¹⁴**Espacio habitable de baja carga interna:** Espacio donde se disipa poco calor. Comprende principalmente los recintos destinados a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.

En el caso de espacios no destinados a viviendas, el proyectista estimará si el calor disipado por las fuentes internas en el interior del espacio se puede asimilar a la que se podría producir si fuera un espacio de vivienda, por ejemplo, una pequeña sala de estar de una residencia de ancianos podría tener las mismas fuentes internas que un salón de una vivienda.

b) **espacios con alta carga interna:** espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio.

Como quedo reseñado nuestro edificio a efectos de cálculo de la demanda energética, los espacios habitables son de baja carga interna.

3. A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los *espacios habitables* se caracterizan por el *exceso de humedad interior*. En ausencia de datos más precisos y de acuerdo con la clasificación que se expresa en la norma **EN ISO 13788: 2002** se establecen las siguientes categorías:

a) **espacios de clase de higrometría 5:** espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como **lavanderías y piscinas**

b) **espacios de clase de higrometría 4:** espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como **cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas** u otros de uso similar

c) **espacios de clase de higrometría 3 o inferior:** espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. **Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados anteriormente.**

Este análisis se citara en el apartado de limitación de condensaciones, pero adelantamos que todos los espacios son de higrometría 3 o inferior.

2.2.3 DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA Y CERRAMIENTOS OBJETO SEGÚN EL APARTADO 3.2.1.3

1 Son objeto de esta opción simplificada los *cerramientos* y *particiones interiores* que componen la *envolvente térmica* del edificio y que se define en el apartado 3.1.3¹⁵.

¹⁵ 3.1.3 Definición de la envolvente térmica del edificio y clasificación de sus componentes

1 La *envolvente térmica* del edificio, está compuesta por todos los *cerramientos* que limitan *espacios habitables* con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las *particiones interiores* que limitan los *espacios habitables* con los *espacios no habitables* que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

2 Los *cerramientos* y *particiones interiores* de los *espacios habitables* se clasifican **según su situación** en las siguientes categorías:

- a) **cubiertas**, comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal;
- b) **suelos**, comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un *espacio no habitable*;
- c) **fachadas**, comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal. Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la figura 3.1. La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo α que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario;
- d) **medianerías**, comprenden aquellos *cerramientos* que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada;
- e) **cerramientos en contacto con el terreno**, comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno;
- f) **particiones interiores**, comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.

3 Los *cerramientos* de los *espacios habitables* se clasifican según su **diferente comportamiento térmico y cálculo de sus parámetros característicos** en las siguientes categorías:

- a) cerramientos en contacto con el aire:
 - i) parte opaca, constituida por **muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire** y los puentes térmicos integrados;
 - ii) parte semitransparente, constituida por huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernarios de cubiertas.
- b) cerramientos en contacto con el terreno, clasificados según los tipos siguientes:
 - i) suelos en contacto con el terreno;
 - ii) muros en contacto con el terreno;
 - iii) cubiertas enterradas.
- c) *particiones interiores* en contacto con *espacios no habitables*, clasificados según los tipos siguientes:
 - i) *particiones interiores* en contacto con cualquier *espacio no habitable* (excepto cámaras sanitarias);
 - ii) suelos en contacto con cámaras sanitarias.

2 A efectos de limitación de la demanda, se incluirán en la consideración anterior sólo aquellos *puentes térmicos* cuya superficie sea superior a 0,5 m² y que estén integrados en las fachadas, tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persiana.

3 No se incluirán en la consideración anterior las *puertas* cuyo porcentaje de superficie semitransparente sea inferior al 50 %.

Toda esta definición de la envolvente térmica la iremos describiendo a la hora de ir definiendo sus parámetros característicos.

2.2.4 COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS LIMITACIONES DE PERMEABILIDAD AL AIRE ESTABLECIDAS EN EL APARTADO 2.3 DE LAS CARPINTERÍAS DE LOS HUECOS Y LUCERNARIOS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA;

1 Las carpinterías de los huecos (ventanas y puertas) y lucernarios de los *cerramientos* se caracterizan por su permeabilidad al aire.

2 La permeabilidad de las carpinterías de los huecos y lucernarios de los *cerramientos* que limitan los *espacios habitables* de los edificios con el ambiente exterior se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1.

3 La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá unos **valores inferiores**¹⁶ a los siguientes:

- a) Para las zonas climáticas A y B: 50 m³/h m²;
- b) Para las zonas climáticas C, D y E: 27 m³/h m².

En nuestro caso por encontrarnos en una zona climática **A4** y haber considerado todas las permeabilidades de los huecos de valor 50 m³/h m² estamos cumpliendo la normativa

¹⁶ Inferiores o iguales

2.2.5 CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS DISTINTOS COMPONENTES DE LOS CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES SEGÚN EL APÉNDICE E

2.2.5.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior

1 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**. De la misma forma se calcularán los puentes térmicos integrados en los citados cerramientos cuya superficie sea superior a 0,5 m², despreciándose en este caso los efectos multidimensionales del flujo de calor.

2 La transmitancia térmica U (W/m²K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (\text{E.1})$$

Siendo

- R_T la resistencia térmica total del componente constructivo [m² K/ W].

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

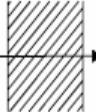
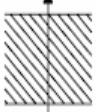
$$R_T = R_{si} + R_1 + \dots + R_n + R_{se} \quad (\text{E.2})$$

Siendo

- $R_1, R_2 \dots R_n$ las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión (E.3) [m² K/W];
- R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor¹⁷ y su situación en el edificio [m² K/W].

¹⁷ Se entiende que se debe analizar el edificio como si estuviera trabajando en meses de invierno, es decir, flujo de calor hacia el exterior

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en 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  | 0,04 | 0,10 |
| Cerramientos horizontales y flujo descendente  | 0,04 | 0,17 |

4 En caso de un componente constituido por capas homogéneas y heterogéneas la resistencia térmica total R_T debe calcularse mediante el procedimiento descrito en el apéndice F¹⁸.

5 La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad (\text{E.3})$$

Siendo

- e el espesor de la capa [m]. En caso de una capa de espesor variable se considerará el espesor medio.
- λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos, [W/m K].

6 Las cámaras de aire pueden ser consideradas por su resistencia térmica, para ello se considerarán:

a) **cámara de aire sin ventilar**: aquella en la que no existe ningún sistema específico para el flujo del aire a través de ella. Una cámara de aire que no tenga aislamiento entre ella y el ambiente exterior pero con pequeñas aberturas al exterior puede también considerarse como cámara de aire sin ventilar, si esas aberturas no permiten el flujo de aire a través de la cámara y no exceden:

¹⁸ Anexo 3 de este documento

- i) 500 mm² por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales;
- ii) 500 mm² por m² de superficie para cámaras de aire horizontales.

La resistencia térmica de las cámaras de aires sin ventilar viene definida en la tabla E.2 en función de su espesor. Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

Los valores son aplicables cuando la cámara:

- esté limitada por dos superficies paralelas entre sí y perpendiculares a la dirección del flujo de calor y cuyas emisividades sean superiores a 0,8
- tengan un espesor menor a 0,1 veces cada una de las otras dos dimensiones y no mayor a 0,3 m
- no tenga intercambio de aire con el ambiente interior.

Tabla E.2 Resistencias térmicas de cámaras de aire en m² KW

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

Para un cálculo más detallado se considera válido el procedimiento descrito en el apartado B.2 de la norma **UNE EN ISO 6 946:1997**.

b) **cámara de aire ligeramente ventilada**: aquella en la que no existe un dispositivo para el flujo de aire limitado a través de ella desde el ambiente exterior pero con aberturas dentro de los siguientes rangos:

- i) 500 mm² < Aberturas ≤ 1500 mm² por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales;
- ii) 500 mm² < Aberturas ≤ 1500 mm² por m² de superficie para cámaras de aire horizontales.

La resistencia térmica de una cámara de aire ligeramente ventilada es la mitad de los valores de la tabla E.2.

c) **cámara de aire muy ventilada:** aquella en que los valores de las aberturas exceden:

- i) 1500 mm² por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales;
- ii) 1500 mm² por m² de superficie para cámaras de aire horizontales.

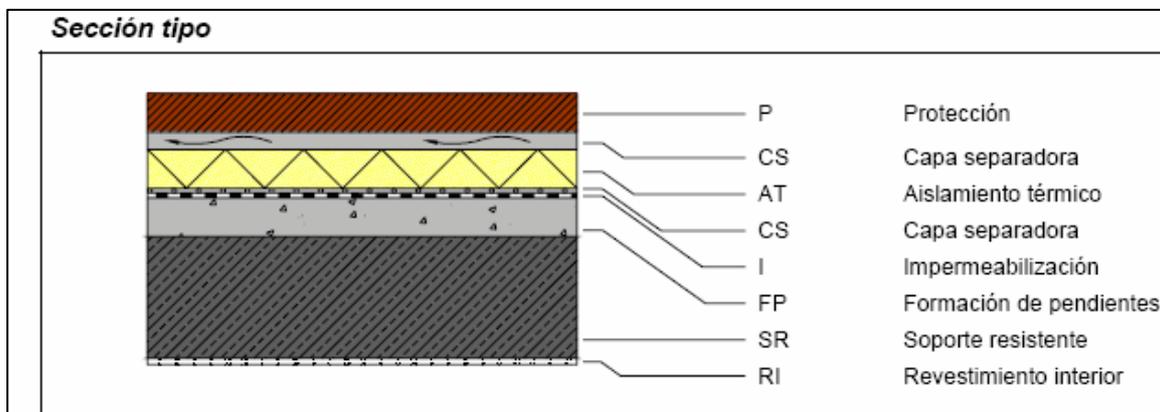
7 Para cámaras de aire muy ventiladas, la resistencia térmica total del cerramiento se obtendrá despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y las de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, **igual a la resistencia superficial interior del mismo elemento.**

8 La transmitancia térmica U_{MD} (W/m²K) de las **medianerías** se calculará como un cerramiento en contacto con el exterior pero considerando las resistencias superficiales como interiores.

Veamos como se analiza todo esto en nuestro edificio (*Cubierta exterior, muros fachada*)

Cubierta exterior

Como se cito el cerramiento *cubierta exterior* esta constituido por los siguientes materiales:



| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp |
|----|--|---------|---------------|----------|------|
| 1 | Plaqueta o baldosa cerámica | 0,0510 | 1,000 | 2000 | 800 |
| 2 | Polietileno baja densidad [LDPE] | 0,0010 | 0,330 | 920 | 2200 |
| 3 | XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [0.025 v | 0,0400 | 0,025 | 38 | 1000 |
| 4 | Fibra de Vidrio | 0,0020 | 0,040 | 200 | 670 |
| 5 | Subcapa fieltro | 0,0010 | 0,050 | 120 | 1300 |
| 6 | Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800 | 0,1500 | 1,150 | 1700 | 1000 |
| 7 | FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm | 0,3000 | 1,429 | 1240 | 1000 |
| 8 | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,0100 | 0,570 | 1150 | 1000 |

Con lo que sus resistencias térmicas como se describió anteriormente tienen un cálculo trivial:

$$R_1 = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.51}{1} = 0.051 m^2 * K/W$$

$$R_2 = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.001}{0.33} = 0.003 m^2 * K/W$$

$$R_3 = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.04}{0.025} = 1.6 m^2 * K/W$$

$$R_4 = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.002}{0.04} = 0.05 m^2 * K/W$$

$$R_5 = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.001}{0.05} = 0.02 m^2 * K/W$$

$$R_6 = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.15}{1.15} = 0.1304 m^2 * K/W$$

$$R_7 = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.3}{1.429} = 0.21 m^2 * K/W$$

$$R_8 = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.01}{0.57} = 0.0175 m^2 * K/W$$

Y las resistencias superficiales obtenidas de la tabla E.1 como si se tratase del cálculo del edificio en invierno, perdiendo calor.

$$R_{si} = 0.1 m^2 * K/W$$

$$R_{se} = 0.04 m^2 * K/W$$

Con lo que la resistencia total según E.2 sería:

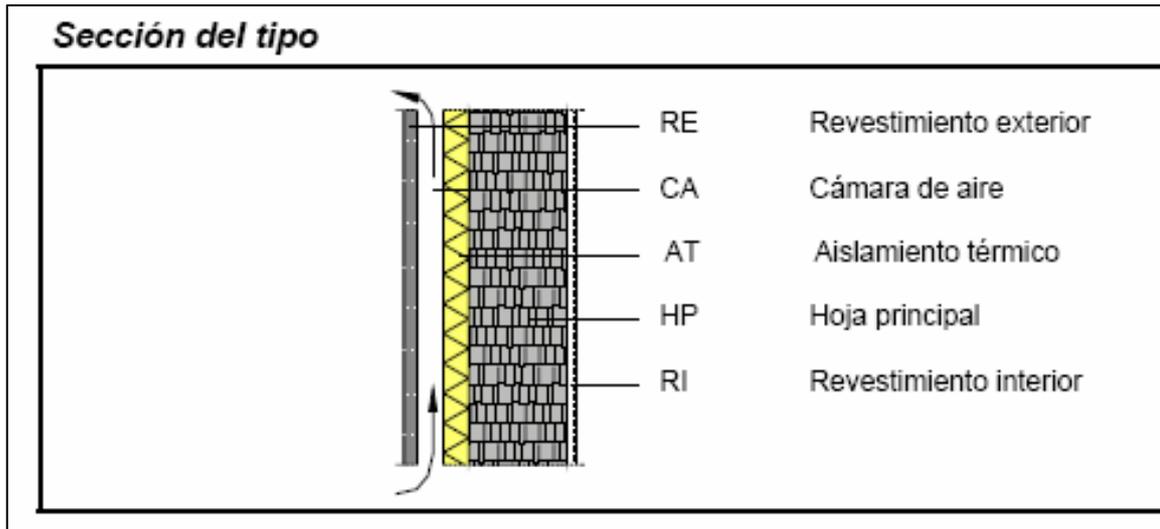
$$R_T = R_{si} + R_1 + \dots + R_n + R_{se} = 0.051 + 0.003 + 1.6 + 0.05 + 0.02 + 0.1304 + 0.21 + 0.0175 + 0.1 + 0.04 = 2.2219 m^2 * K/W$$

Y por tanto el coeficiente térmico de este cerramiento es:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{2.2219} = 0.45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Muro exterior

Como se cito el cerramiento *muro exterior* tiene las siguientes materiales:



| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res. Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|--------------|
| 1 | Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] | 0,0300 | 0,410 | 900 | 1000 | |
| 2 | Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 5 cm | | | | | 0,090 |
| 3 | Poliestireno [PS] | 0,0500 | 0,160 | 1050 | 1300 | |
| 4 | BH convencional espesor 200 mm | 0,2000 | 0,909 | 860 | 1000 | |
| 5 | Mortero de cemento o cal para albañilería y para revo | 0,0150 | 0,550 | 1125 | 1000 | |
| 6 | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,0150 | 0,570 | 1150 | 1000 | |

Operando de forma análoga al cálculo para el coeficiente térmico de la cubierta exterior se obtiene el de los muros fachada en contacto con el aire exterior, teniendo en cuenta que se han escogido para el cálculo los valores¹⁹ $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ $R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ de la tabla E.1 y el valor de $R_{se} = 0.09 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ de la tabla E.2 por tratarse de una cámara de aire ligeramente ventilada de espesor 5 cm, se obtiene un valor de

¹⁹ Muro vertical

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0.919} = 1.088 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Caja persiana

El cálculo es idéntico, además vamos a considerar todas las cajas de persianas de las ventanas del edificio aunque su superficie no sea superior a 0,5 m² .

| CERRAMIENTO | | ESPESOR (m) | λ W/m°C (h W/m ² °C) | R(m ² °C/W) | Resistencia agua | Area(m ²) | |
|---------------|---------------------|-------------|---|------------------------|------------------|------------------------|--------------|
| Caja Persiana | | 1 | Rse | 0,040 | 0 | 24 | |
| 1 | Mort aridos ligeros | 0,03 | 0,41 | 0,073 | 10 | 2 | a |
| 2 | Camara de aire | 0,3 | 1 | 0,090 | 1 | 1 | b |
| 3 | Tablero | 0,05 | 0,15 | 0,333 | 70 | 12 | Nº Persianas |
| 4 | | 0 | 1 | 0,000 | 0 | U(W/m ² K) | |
| 5 | | 0 | 1 | 0,000 | 0 | 1,500 | |
| 6 | | 0 | 1 | 0,000 | 0 | RT(m ² K/W) | |
| 7 | | 0 | 1 | 0,000 | 0 | 0,667 | |
| | | 1 | Rsi | 0,13 | 0 | | |

A medida que se van obteniendo estos valores característicos de los cerramientos y particiones interiores que constituyen la envolvente térmica del edificio parece lógico ir calculando también los valores de las [áreas](#) que se ponen en juego para luego calcular los valores ponderados por estas y poder compararlos con los valores umbrales medios que legisla el Código Técnico de la Edificación en su apartado de conformidad energética.

2.2.5.2 Cerramientos en contacto con el terreno

Suelos en contacto con el terreno

Para el cálculo de la transmitancia U_s (W/m²K) se consideran en este apartado:

- CASO 1: soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o **como máximo 0,50 m** por debajo de éste;
- CASO 2: soleras o losas a una profundidad superior a 0,5 m respecto al nivel del terreno.

CASO 1

- La transmitancia térmica U_s (W/m²K) se obtendrá de la tabla E.3 en función del ancho D de la banda de aislamiento perimetrico, de la resistencia térmica del aislante R_a calculada mediante la expresión (E.3 $R = \frac{e}{\lambda}$) y la longitud característica B' de la solera o losa.

Figura E.1. Soleras con aislamiento perimetral

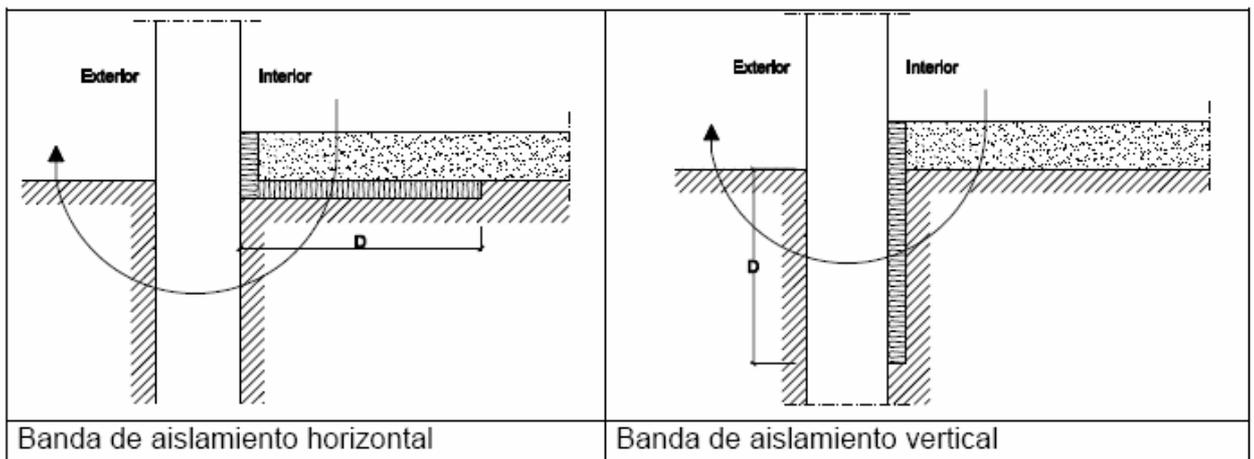


Tabla E.3 Transmitancia térmica U_s en $W/m^2 K$

| B' | R_a | D = 0.5 m | | | | | D = 1.0 m | | | | | D ≥ 1.5 m | | | | |
|-----|-------|----------------------------|------|------|------|------|----------------------------|------|------|------|------|----------------------------|------|------|------|------|
| | | R_a (m ² K/W) | | | | | R_a (m ² K/W) | | | | | R_a (m ² K/W) | | | | |
| | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 |
| 1 | 2,35 | 1,57 | 1,30 | 1,16 | 1,07 | 1,01 | 1,39 | 1,01 | 0,80 | 0,66 | 0,57 | - | - | - | - | - |
| 5 | 0,85 | 0,69 | 0,64 | 0,61 | 0,59 | 0,58 | 0,65 | 0,58 | 0,54 | 0,51 | 0,49 | 0,64 | 0,55 | 0,50 | 0,47 | 0,44 |
| 6 | 0,74 | 0,61 | 0,57 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,58 | 0,52 | 0,48 | 0,46 | 0,44 | 0,57 | 0,50 | 0,45 | 0,43 | 0,41 |
| 7 | 0,66 | 0,55 | 0,51 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,53 | 0,47 | 0,44 | 0,42 | 0,41 | 0,51 | 0,45 | 0,42 | 0,39 | 0,37 |
| 8 | 0,60 | 0,50 | 0,47 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,48 | 0,43 | 0,41 | 0,39 | 0,38 | 0,47 | 0,42 | 0,38 | 0,36 | 0,35 |
| 9 | 0,55 | 0,46 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,44 | 0,40 | 0,38 | 0,36 | 0,35 | 0,43 | 0,39 | 0,36 | 0,34 | 0,33 |
| 10 | 0,51 | 0,43 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,41 | 0,37 | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,40 | 0,36 | 0,34 | 0,32 | 0,31 |
| 12 | 0,44 | 0,38 | 0,36 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,33 | 0,31 | 0,30 | 0,29 | 0,36 | 0,32 | 0,30 | 0,28 | 0,27 |
| 14 | 0,39 | 0,34 | 0,32 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,32 | 0,30 | 0,28 | 0,27 | 0,27 | 0,32 | 0,29 | 0,27 | 0,26 | 0,25 |
| 16 | 0,35 | 0,31 | 0,29 | 0,28 | 0,27 | 0,27 | 0,29 | 0,27 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,29 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,23 |
| 18 | 0,32 | 0,28 | 0,27 | 0,26 | 0,25 | 0,25 | 0,27 | 0,25 | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,27 | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,21 |
| ≥20 | 0,30 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,23 | 0,23 | 0,25 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,21 | 0,25 | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,20 |

- Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal²⁰.
- Se define la longitud característica B' como el cociente entre la superficie del suelo y la longitud de su semiperímetro, según la expresión:

$$B' = \frac{A}{0.5 * P} \quad (E.4)$$

Siendo

- P la longitud del perímetro de la solera [m];
- A el área de la solera [m²].

²⁰ Sean dos puntos (x_0, y_0) , (x_1, y_1) , la interpolación lineal consiste en hallar una estimación del valor y, para un valor x tal que $x_0 < x < x_1$. Teniendo en cuenta que la ecuación de la recta que pasa por esos dos puntos es:

$$y - y_0 = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

obtenemos la fórmula de la interpolación lineal.

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

- Para **soleras o losas sin aislamiento térmico**, la transmitancia térmica U_s se tomará de la columna **$R_a = 0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$** en función de su longitud característica B' .
- Para soleras o losas **con aislamiento continuo** en toda su superficie se tomarán los valores de la columna $D \geq 1,5 \text{ m}$.
- La **transmitancia térmica del primer metro de losa o solera** se obtendrá de la fila $B' = 1$
- Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U_s podrá utilizarse la metodología descrita en la norma **UNE EN ISO 13 370:1999**

CASO 2

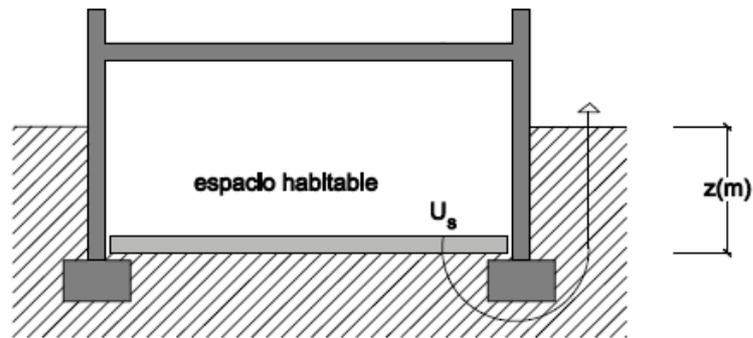
- La transmitancia térmica U_s ($\text{W/m}^2\text{K}$) se obtendrá de la tabla E.4 en función de la profundidad z de la solera o losa respecto el nivel del terreno, de su resistencia térmica R_f calculada mediante la expresión (E.2 $R_T = R_{si} + R_1 + \dots + R_n + R_{se}$), despreciando las resistencias térmicas superficiales, y la longitud característica B' calculada mediante la expresión (E.4 $B' = \frac{A}{0.5 * P}$).

Tabla E.4 Transmitancia térmica U_s en $\text{W/m}^2 \text{K}$

| B' | 0.5 m < z ≤ 1.0 m | | | | 1.0 m < z ≤ 2.0 m | | | | 2.0 m < z ≤ 3.0 m | | | | z > 3.0 m | | | |
|------|-------------------------|------|------|------|-------------------------|------|------|------|-------------------------|------|------|------|-------------------------|------|------|------|
| | Rf (m ² K/W) | | | |
| | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 1,50 |
| 5 | 0,64 | 0,52 | 0,44 | 0,39 | 0,54 | 0,45 | 0,40 | 0,36 | 0,42 | 0,37 | 0,34 | 0,31 | 0,35 | 0,32 | 0,29 | 0,27 |
| 6 | 0,57 | 0,46 | 0,40 | 0,35 | 0,48 | 0,41 | 0,36 | 0,33 | 0,38 | 0,34 | 0,31 | 0,28 | 0,32 | 0,29 | 0,27 | 0,25 |
| 7 | 0,52 | 0,42 | 0,37 | 0,33 | 0,44 | 0,38 | 0,33 | 0,30 | 0,35 | 0,31 | 0,29 | 0,26 | 0,30 | 0,27 | 0,25 | 0,24 |
| 8 | 0,47 | 0,39 | 0,34 | 0,30 | 0,40 | 0,35 | 0,31 | 0,28 | 0,33 | 0,29 | 0,27 | 0,25 | 0,28 | 0,26 | 0,24 | 0,22 |
| 9 | 0,43 | 0,36 | 0,32 | 0,28 | 0,37 | 0,32 | 0,29 | 0,26 | 0,30 | 0,27 | 0,25 | 0,23 | 0,26 | 0,24 | 0,22 | 0,21 |
| 10 | 0,40 | 0,34 | 0,30 | 0,27 | 0,35 | 0,30 | 0,27 | 0,25 | 0,29 | 0,26 | 0,24 | 0,22 | 0,25 | 0,23 | 0,21 | 0,20 |
| 12 | 0,36 | 0,30 | 0,27 | 0,24 | 0,31 | 0,27 | 0,24 | 0,22 | 0,26 | 0,23 | 0,21 | 0,20 | 0,22 | 0,21 | 0,19 | 0,18 |
| 14 | 0,32 | 0,27 | 0,24 | 0,22 | 0,28 | 0,25 | 0,22 | 0,20 | 0,23 | 0,21 | 0,20 | 0,18 | 0,20 | 0,19 | 0,18 | 0,17 |
| 16 | 0,29 | 0,25 | 0,22 | 0,20 | 0,25 | 0,23 | 0,20 | 0,19 | 0,21 | 0,20 | 0,18 | 0,17 | 0,19 | 0,17 | 0,16 | 0,16 |
| 18 | 0,26 | 0,23 | 0,20 | 0,19 | 0,23 | 0,21 | 0,19 | 0,18 | 0,20 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 0,15 |
| ≥20 | 0,24 | 0,21 | 0,19 | 0,17 | 0,22 | 0,19 | 0,18 | 0,16 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,14 |

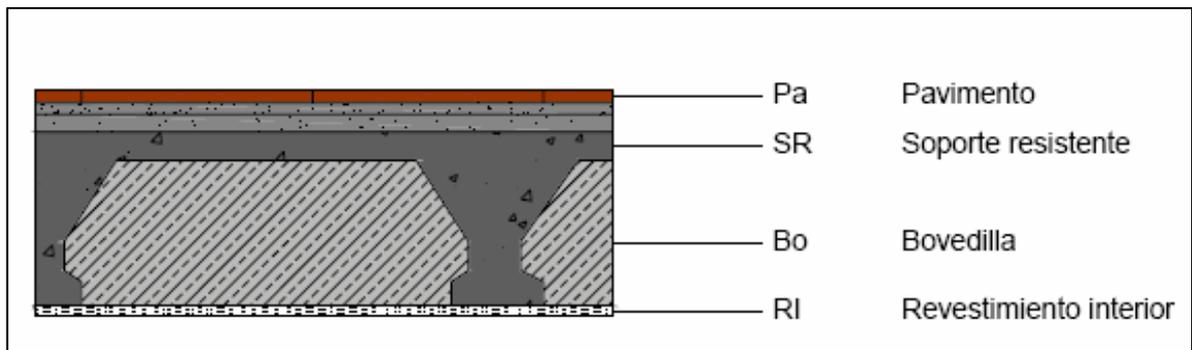
- Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

- Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U_s podrá utilizarse la metodología descrita en la norma **UNE EN ISO 13 370:1999**.



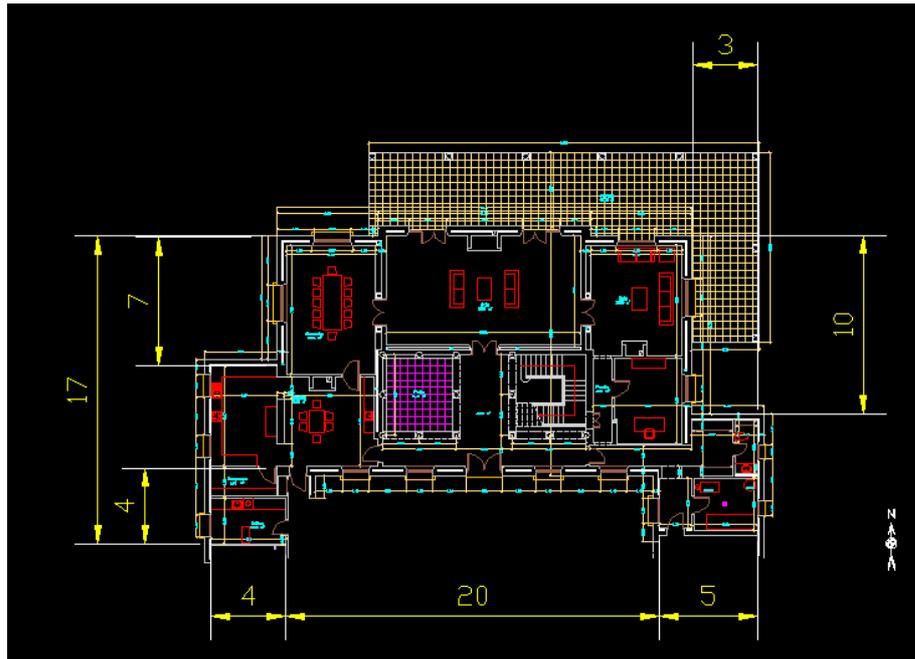
Forjado sobre terreno

Como ya se cito el cerramiento del suelo esta constituido por:



| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp |
|----|--|---------|---------------|----------|------|
| 1 | Arena y grava [1700 < d < 2200] | 0,1500 | 2,000 | 1450 | 1050 |
| 2 | FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm | 0,2500 | 0,893 | 1220 | 1000 |
| 3 | Mortero de áridos ligeros [vermiculita, perlita] | 0,0200 | 0,410 | 900 | 1000 |
| 4 | Asfalto | 0,0200 | 0,700 | 2100 | 1000 |

En nuestro edificio estamos en el CASO 1 pues todo el forjado del sótano se encuentra a una profundidad $Z = 0$ m, con lo que empezaremos a calcular:



El cálculo del área y el perímetro es trivial a partir de la anterior figura

$$A = 493 - 80 - 28 - 30 = 355m^2$$

$$P = 17 + 4 + 4 + 4 + 20 + 4 + 5 + 17 + 29 = 104m$$

Y con esto calculamos el factor B'

$$B' = \frac{A}{0.5 * P} = \frac{355}{0.5 * 104} = 6,83$$

Ya se tienen todos los valores para obtener el coeficiente de transferencia térmica total de la tabla E.3²¹

$$U_s = 0,67 \frac{W}{m^2 * K}$$

Como se cito, la **transmitancia térmica del primer metro de losa o solera** se obtendrá de la fila $B' = 1$, y como en nuestro caso $Ra=0$ ²²

$$U_s = 2,35 \frac{W}{m^2 * K}$$

²¹ Este es el valor con el que se debe operar los valores promedios para luego compararlos con los de la tabla 2.2 en el apartado de conformidad energética.

²² Este es el valor que se debe comparar con los valores máximos que permite el Código

Muros en contacto con el terreno

- La transmitancia térmica U_T (W/m²K) de los muros o pantallas en contacto con el terreno se obtendrá de la tabla E.5 en función de su profundidad z , y de la resistencia térmica del muro R_m calculada mediante la expresión (E.2 $R_T = R_{si} + R_1 + \dots + R_n + R_{se}$) despreciando las resistencias térmicas superficiales.

Tabla E.5 Transmitancia térmica de muros enterrados U_T en W/m² K

| R_m (m ² K/W) | Profundidad z de la parte enterrada del muro (m) | | | | | |
|----------------------------|--|------|------|------|------|------|
| | 0,5 | 1 | 2 | 3 | 4 | ≥ 6 |
| 0,00 | 3,05 | 2,20 | 1,48 | 1,15 | 0,95 | 0,71 |
| 0,50 | 1,17 | 0,99 | 0,77 | 0,64 | 0,55 | 0,44 |
| 1,00 | 0,74 | 0,65 | 0,54 | 0,47 | 0,42 | 0,34 |
| 1,50 | 0,54 | 0,49 | 0,42 | 0,37 | 0,34 | 0,28 |
| 2,00 | 0,42 | 0,39 | 0,35 | 0,31 | 0,28 | 0,24 |

- Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

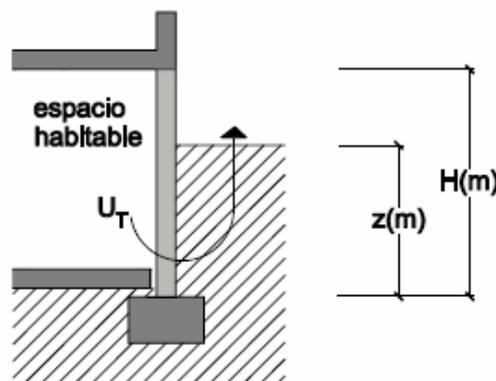


Figura E.3 Muro en contacto con el terreno

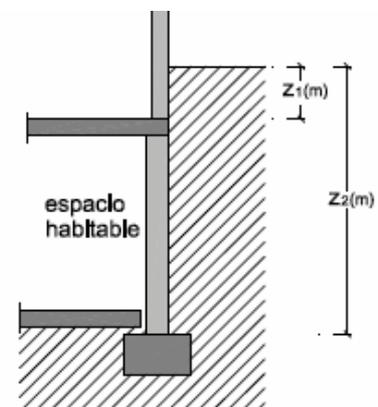


Figura E.4 Muro enterrado

- En el caso de muros cuya composición varíe con la profundidad, como muestra la figura E.4, la transmitancia térmica U_T se obtendrá de la expresión:

$$U_T = \frac{U_1 * Z_1 + U_2 * Z_2 + U_{12} * Z_1}{Z_2} \quad (E.5)$$

Siendo

- z_1 y z_2 la profundidad del primer y el segundo tramo respectivamente [m].
 - U_1 la transmitancia térmica del primer tramo del muro, obtenida de la tabla E.5 para una profundidad $z = z_1$ y una resistencia térmica $R_m = R_1$ [W/m² K];
 - U_2 la transmitancia térmica obtenida de la tabla E.5 de un muro hipotético de profundidad $z = z_2$ y resistencia térmica $R_m = R_2$ [W/ m² K];
 - U_{12} la transmitancia térmica obtenida de la tabla E.5 de un muro hipotético de profundidad $z = z_1$ y resistencia térmica $R_m = R_2$ [W/ m² K];
- Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U_T podrá utilizarse la metodología descrita en la norma **UNE EN ISO 13 370:1999**.

En nuestro caso no tenemos ningún muro enterrado.

Cubiertas enterradas

- La transmitancia térmica U_T (W/m² K) de las cubiertas enterradas se obtendrá mediante procedimiento descrito en el apartado E.1.1, considerando el terreno como otra capa térmicamente homogénea de **conductividad $\lambda = 2$ W/mK**.

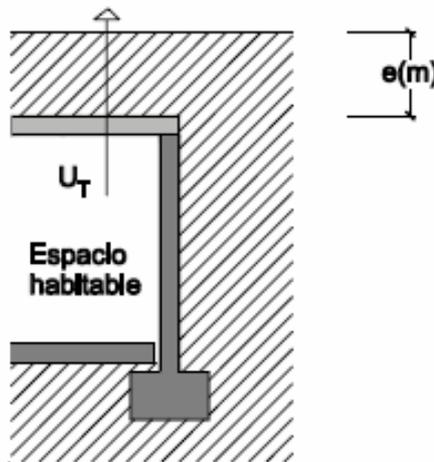


Figura E.5 Cubierta enterrada

En nuestro caso no tenemos cubiertas enterradas

2.2.5.3 Particiones interiores en contacto con espacios no habitables

Para el cálculo de la transmitancia U (W/m²K) se consideran en este apartado el caso de cualquier **partición interior** en contacto con un **espacio no habitable** que a su vez esté en contacto con el exterior²³.

Particiones interiores (excepto suelos en contacto con cámaras sanitarias)

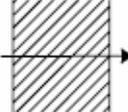
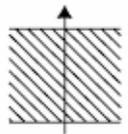
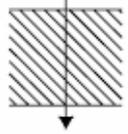
- Se excluyen de este apartado los **vacíos o cámaras sanitarias**.
- La transmitancia térmica U (W/m²K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p * b \quad (\text{E.6})$$

Siendo

- U_p la transmitancia térmica de la *partición interior* en contacto con el *espacio no habitable*, calculada según el apartado **Cerramientos en contacto con el aire exterior**, tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla E.6;

Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en m²K/W

| Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor | R_{se} | R_{si} |
|---|----------|----------|
| <i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal  | 0,13 | 0,13 |
| <i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente  | 0,10 | 0,10 |
| <i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente  | 0,17 | 0,17 |

²³ Ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio)

- b el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al *espacio no habitable*) obtenido por la tabla E.7 para los casos concretos que se citan o mediante el procedimiento descrito.

Tabla E.7 Coeficiente de reducción de temperatura b

| A_{iu}/A_{ue} | No aislado _{ue} - Aislado _{iu} | | No aislado _{ue} -No aislado _{iu} | | Aislado _{iu} -No aislado _{iu} | |
|-----------------|--|--------|--|--------|---|--------|
| | CASO 1 | CASO 2 | CASO 1 | CASO 2 | CASO 1 | CASO 2 |
| <0.25 | 0,99 | 1,00 | 0,94 | 0,97 | 0,91 | 0,96 |
| 0.25 ≤0.50 | 0,97 | 0,99 | 0,85 | 0,92 | 0,77 | 0,90 |
| 0.50 ≤0.75 | 0,96 | 0,98 | 0,77 | 0,87 | 0,67 | 0,84 |
| 0.75 ≤1.00 | 0,94 | 0,97 | 0,70 | 0,83 | 0,59 | 0,79 |
| 1.00 ≤1.25 | 0,92 | 0,96 | 0,65 | 0,79 | 0,53 | 0,74 |
| 1.25 ≤2.00 | 0,89 | 0,95 | 0,56 | 0,73 | 0,44 | 0,67 |
| 2.00 ≤2.50 | 0,86 | 0,93 | 0,48 | 0,66 | 0,36 | 0,59 |
| 2.50 ≤3.00 | 0,83 | 0,91 | 0,43 | 0,61 | 0,32 | 0,54 |
| >3.00 | 0,81 | 0,90 | 0,39 | 0,57 | 0,28 | 0,50 |

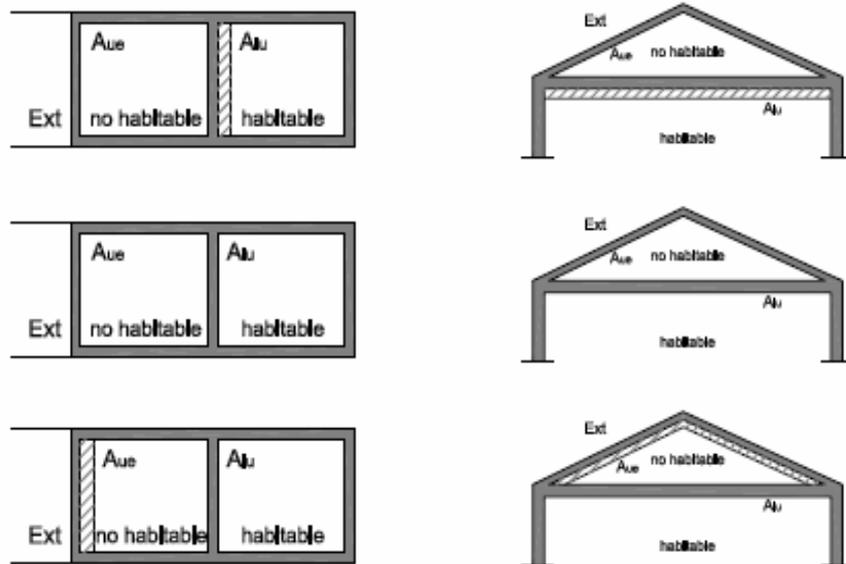


Figura E.6 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

NOTA: El subíndice *ue* se refiere al cerramiento entre el *espacio no habitable* y el exterior;
El subíndice *iu* se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable.

- El coeficiente de reducción de temperatura b, para el resto de *espacios no habitables*, se define mediante la siguiente expresión:

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad (\text{E.7})$$

Siendo

- Hue es el **coeficiente de pérdida del espacio no habitable** hacia el exterior [W/m];
- Hiu es el **coeficiente de pérdida del espacio habitable** hacia el *espacio no habitable* [W/m].
- Los coeficientes Hue y Hiu incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire. Se calculan mediante las fórmulas siguientes:

$$\text{Hue} = \Sigma U_{ue} \cdot A_{ue} + 0,34 \cdot Q_{ue} \quad (\text{E.8})$$

$$\text{Hiu} = \Sigma U_{iu} \cdot A_{iu} + 0,34 \cdot Q_{iu} \quad (\text{E.9})$$

Siendo

- Uue la transmitancia térmica del cerramiento del *espacio no habitable* en contacto con el ambiente exterior, calculado mediante la expresión (E.1) si está en contacto con el aire o mediante la metodología descrita en el apartado E.1.2 si está en contacto con el terreno [W/m²K];
- Uiu la transmitancia térmica del cerramiento del *espacio habitable* en contacto con el *no habitable* calculado mediante la expresión (E.1) [W/m²K];
- Aue el área del cerramiento del *espacio no habitable* en contacto con el ambiente exterior;
- Aiu el área del cerramiento del *espacio habitable* en contacto con el *no habitable*;
- Que el **caudal de aire** entre el exterior y el *espacio no habitable* [m³/h];
- Qiu el caudal de aire entre el *espacio no habitable* y el *espacio habitable* [m³/h].
- Para el cálculo del caudal de aire Que se utilizarán los valores del apartado 2 de la Sección HS3 del DB “Salubridad”. En ausencia de datos podrán utilizar los valores de renovaciones hora (h-1) contenidos en la tabla E.8 multiplicados por el volumen del *espacio no habitable*.

Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos

| | | Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s | | |
|---------|-------------------------------|---|------------------|--------------------------------|
| | | Por ocupante | Por m^2 útil | En función de otros parámetros |
| Locales | Dormitorios | 5 | | |
| | Salas de estar y comedores | 3 | | |
| | Aseos y cuartos de baño | | | 15 por local |
| | Cocinas | | 2 ⁽¹⁾ | 50 por local ⁽²⁾ |
| | Trasteros y sus zonas comunes | | 0,7 | |
| | Aparcamientos y garajes | | | 120 por plaza |
| | Almacenes de residuos | | 10 | |

⁽¹⁾ En las cocinas con sistema de cocción por combustión o dotadas de calderas no estancas este caudal se incrementa en 8 l/s.

⁽²⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Tabla E.8 Tasa de renovación de aire entre espacios no habitables y el exterior (h^{-1})

| Nivel de estanqueidad | | h^{-1} |
|-----------------------|--|----------|
| 1 | Ni puertas, ni ventanas, ni aberturas de ventilación | 0 |
| 2 | Todos los componentes sellados, sin aberturas de ventilación | 0,5 |
| 3 | Todos los componentes bien sellados, pequeñas aberturas de ventilación | 1 |
| 4 | Poco estanco, a causa de juntas abiertas o presencia de aberturas de ventilación permanentes | 5 |
| 5 | Poco estanco, con numerosas juntas abiertas o aberturas de ventilación permanentes grandes o numerosas | 10 |

- Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U podrá utilizarse la metodología descrita en la norma **UNE EN ISO 13 789:2001**.

En nuestro edificio en particular no tenemos este tipo de cerramientos como indican los planos

Suelos en contacto con cámaras sanitarias

Este apartado es aplicable para cámaras de aire ventiladas por el exterior que cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- que tengan una altura h inferior o igual a 1 m;
- que tengan una profundidad z respecto al nivel del terreno inferior o igual a 0,5 m.

En caso de no cumplirse la condición a), pero sí la b), la transmitancia del cerramiento en contacto con la cámara se calculará mediante el procedimiento descrito en el apartado E.1.1 (Cerramientos en contacto con el aire exterior)

En caso de no cumplirse la condición b), la transmitancia del cerramiento se calculará mediante la definición general del coeficiente b descrito en el apartado E.1.3.1 (Caso antes descrito)

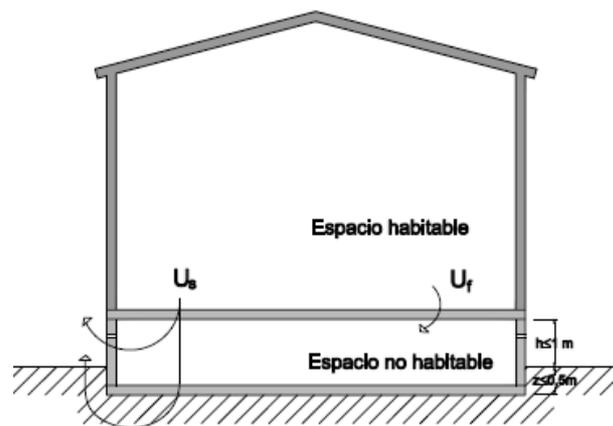


Figura 3.8. Cámaras sanitarias

La transmitancia térmica del suelo sanitario U_S viene dada por la tabla E.9, en función longitud característica B' del suelo en contacto con la cámara y su resistencia térmica R_f calculada mediante la expresión (E.2) despreciando las resistencias térmicas superficiales.

Tabla E.9 Transmitancia térmica U_s en $W/m^2 K$

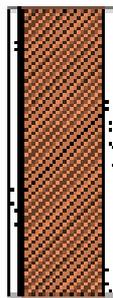
| B' | R_r (m^2K/W) | | | | | |
|-----------|--------------------|------|------|------|------|------|
| | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 |
| 5 | 2,63 | 1,14 | 0,72 | 0,53 | 0,42 | 0,35 |
| 6 | 2,30 | 1,07 | 0,70 | 0,52 | 0,41 | 0,34 |
| 7 | 2,06 | 1,01 | 0,67 | 0,50 | 0,40 | 0,33 |
| 8 | 1,87 | 0,97 | 0,65 | 0,49 | 0,39 | 0,33 |
| 9 | 1,73 | 0,93 | 0,63 | 0,48 | 0,39 | 0,32 |
| 10 | 1,61 | 0,89 | 0,62 | 0,47 | 0,38 | 0,32 |
| 12 | 1,43 | 0,83 | 0,59 | 0,45 | 0,37 | 0,31 |
| 14 | 1,30 | 0,79 | 0,57 | 0,44 | 0,36 | 0,31 |
| 16 | 1,20 | 0,75 | 0,55 | 0,43 | 0,35 | 0,30 |
| 18 | 1,12 | 0,72 | 0,53 | 0,42 | 0,35 | 0,29 |
| 20 | 1,06 | 0,69 | 0,51 | 0,41 | 0,34 | 0,29 |
| 22 | 1,00 | 0,67 | 0,50 | 0,40 | 0,33 | 0,29 |
| 24 | 0,96 | 0,65 | 0,49 | 0,39 | 0,33 | 0,28 |
| 26 | 0,92 | 0,63 | 0,48 | 0,39 | 0,32 | 0,28 |
| 28 | 0,89 | 0,61 | 0,47 | 0,38 | 0,32 | 0,28 |
| 30 | 0,86 | 0,60 | 0,46 | 0,38 | 0,32 | 0,27 |
| 32 | 0,83 | 0,59 | 0,45 | 0,37 | 0,31 | 0,27 |
| 34 | 0,81 | 0,58 | 0,45 | 0,37 | 0,31 | 0,27 |
| ≥ 36 | 0,79 | 0,57 | 0,44 | 0,36 | 0,31 | 0,27 |

Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

Alternativamente, para un cálculo más detallado podrá utilizarse el método descrito en el apartado 10 de la norma **UNE EN ISO 13 370**.

2.2.5.4 Particiones interiores

Comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos



En nuestro caso, pueden ser los forjados entre plantas y las separaciones verticales de los diferentes recintos del edificio. Operando como se cito para el caso de muros fachada exterior se obtiene

| CERRAMIENTO | | ESPESOR (m) | λ W/m°C (h W/m2°C) | R(m2°C/W) | Resistencia agua | Area(m2) |
|------------------------------|------------------|-------------|----------------------------|-------------|------------------|-----------|
| Forjado entre plantas | | | Rse | 0,100 | | 1368 |
| 1 | Plaqueta de gres | 0,03 | 2,3 | 0,013043478 | 30 | 152 |
| 2 | Mortero aridos | 0,03 | 0,41 | 0,073170732 | 10 | 9 |
| 3 | FU Entrevigado | 0,25 | 0,893 | 0,075 | 10 | |
| 4 | Enlucido Yeso | 0,01 | 0,57 | 0,01754386 | 6 | U(W/m2K) |
| 5 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 2,640 |
| 6 | | 0 | 1 | 0 | 0 | RT(m2K/W) |
| 7 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,379 |
| | | | Rsi | 0,1 | | |

| CERRAMIENTO | | ESPESOR (m) | λ W/m°C (h W/m2°C) | R(m2°C/W) | Resistencia agua | Area(m2) |
|----------------|---------|-------------|----------------------------|-----------|------------------|-----------|
| Tabique | | 1 | Rse | 0,130 | 0 | 959,4 |
| 1 | Ey | 0,015 | 0,57 | 0,026 | 55 | 99 |
| 2 | Tabicon | 0,04 | 0,375 | 0,107 | 5,5 | 13 |
| 3 | Ey | 0,015 | 0,57 | 0,026 | 36 | 327,6 |
| 4 | | | | | | U(W/m2K) |
| 5 | | | | | | 2,385 |
| 6 | | | | | | RT(m2K/W) |
| 7 | | 0 | 1 | 0,000 | 0 | 0,419 |
| | | 1 | Rsi | 0,13 | 0 | |

Estos valores no están legislados, de forma que en el interior de tu edificio puedes poner muros con coeficientes térmicos muy altos, a no ser que se trate de edificios de bloques de viviendas que las *particiones interiores* que limitan las *unidades de uso* con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas, tendrán cada una de ellas una transmitancia no superior a 1,2 W/m2K

2.2.5.5 Transmitancia térmica de huecos

- La transmitancia térmica de los huecos U_H (W/m² K) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_H = (1-FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m} \quad (E.10)$$

Siendo

- $U_{H,v}$ transmitancia térmica de la parte semitransparente [W/m²K];
 - $U_{H,m}$ la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario, o puerta [W/m² K];
 - FM la fracción del hueco ocupada por el marco.
- En ausencia de datos, la transmitancia térmica de la parte semitransparente $U_{H,v}$ podrá obtenerse según según la norma **UNE EN ISO 10 077-1:2001**

En nuestro caso tenemos dos tipologías de huecos en la totalidad del edificio, para simplificar el cálculo, pues es siempre el mismo para cualquier tipo de huecos, que corresponde con los huecos acristalados y las puertas

Hueco acristalado

| | | | |
|-------------------------------|---|--|---|
| Grupo Vidrio | Dobles bajo emisivos <0.03 en posición vertical | Grupo | Dobles bajo emisivos <0.03 en posición vertical |
| Vidrio | VER_DB3_4-12-4 | Nombre | VER_DB3_4-12-4 |
| Propiedades | | | |
| Transmitancia térmica (U) | | 1,60 | W/m ² K |
| Factor Solar (g) | | 0,700 | Adimensional |
| Grupo Marco | Metálicos en posición vertical | Grupo | Metálicos en posición vertical |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12 | Nombre | VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm |
| Propiedades | | | |
| Transmitancia térmica (U) | | 3,20 | W/m ² K |
| Absortividad (α) | | 0,70 | Adimensional |
| % hueco cubierto por el marco | 10,00 | | |
| Permeabilidad al aire | 50,00 | m ³ /hm ² a 100 Pa | |

$$U_H = (1-FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m} = (1-0,1) \cdot 1,6 + 0,1 \cdot 3,2 = 1,76 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Hueco puerta

| | | | |
|---|---|---------------------------|--|
| Grupo Marco | De Madera en posición vertical | Grupo | De Madera en posición vertical |
| Marco | VER_Madera de densidad media baja | Nombre | VER_Madera de densidad media baja |
| % hueco cubierto por el marco <input type="text" value="100,00"/> | | Propiedades | |
| Permeabilidad al aire | <input type="text" value="50,00"/> m ³ /hm ² a 100 Pa | Transmitancia térmica (U) | <input type="text" value="2,00"/> W/m ² K |
| | | Absortividad (α) | <input type="text" value="0,70"/> Adimensional |

$$U_H^{24} = (1-FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m} = (1-1) \cdot 1,6 + 1 \cdot 2 = 2 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

No se incluirán en la consideración anterior las puertas pues su porcentaje de superficie semitransparente es inferior al 50 %.

Cuando veamos la comprobación de la demanda energética debemos comprobar los coeficientes de transferencia térmica de marcos y superficies acristaladas (vidrios) por separado

| U MARCO DE HUECOS Y LUCERNARIOS | |
|----------------------------------|-------|
| Marco ventana | 4,500 |
| Marco puerta | 2,200 |
| | |
| U VIDRIO DE HUECOS Y LUCERNARIOS | |
| ventana | 2,600 |
| | |

²⁴ Como el marco de este hueco ocupa la totalidad del mismo el valor de U_H coincide con el valor de transmitancia térmica del marco $U_{H,m}$

2.2.5.6 Factor solar modificado de huecos y lucernarios

- El factor solar modificado en el hueco FH o en el lucernario FL se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$F = FS \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot Um \cdot \alpha] \quad (E.11)$$

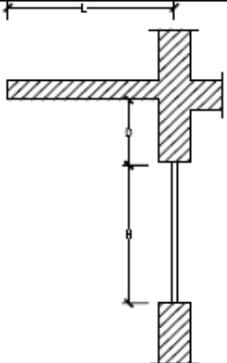
Siendo

- FS el factor de sombra del hueco o lucernario obtenido de las tablas E.11 a E.15 en función del dispositivo de sombra o mediante simulación. En caso de que no se justifique adecuadamente el valor de Fs se debe considerar igual a la unidad;
- FM la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas;
- g_{\perp} el **factor solar de la parte semitransparente** del hueco o lucernario a incidencia normal. El factor solar puede ser obtenido por el método descrito en la norma **UNE EN 410:1998**;
- Um la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [W/ m² K];
- α la **absortividad** del marco obtenida de la tabla E.10 en función de su color.

Tabla E.10 Absortividad del marco para radiación solar α

| Color | Claro | Medio | Oscuro |
|----------|-------|-------|--------|
| Blanco | 0,20 | 0,30 | --- |
| Amarillo | 0,30 | 0,50 | 0,70 |
| Beige | 0,35 | 0,55 | 0,75 |
| Marrón | 0,50 | 0,75 | 0,92 |
| Rojo | 0,65 | 0,80 | 0,90 |
| Verde | 0,40 | 0,70 | 0,88 |
| Azul | 0,50 | 0,80 | 0,95 |
| Gris | 0,40 | 0,65 | --- |
| Negro | --- | 0,96 | --- |

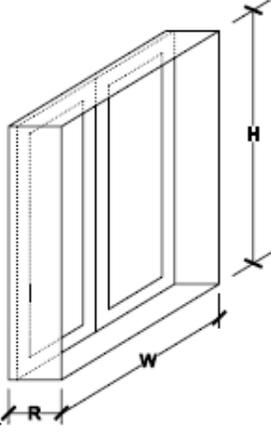
Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo



NOTA: En caso de que exista un retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento.

| ORIENTACIONES DE FACHADAS | | $0,2 < L/H \leq 0,5$ | $0,5 < L/H \leq 1$ | $1 < L/H \leq 2$ | $L/H > 2$ |
|---------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|------------------|-----------|
| | | S | SE/SO | E/O | |
| S | $0 < D/H \leq 0,2$ | 0,82 | 0,50 | 0,28 | 0,16 |
| | $0,2 < D/H \leq 0,5$ | 0,87 | 0,64 | 0,39 | 0,22 |
| | $D/H > 0,5$ | 0,93 | 0,82 | 0,60 | 0,39 |
| SE/SO | $0 < D/H \leq 0,2$ | 0,90 | 0,71 | 0,43 | 0,16 |
| | $0,2 < D/H \leq 0,5$ | 0,94 | 0,82 | 0,60 | 0,27 |
| | $D/H > 0,5$ | 0,98 | 0,93 | 0,84 | 0,65 |
| E/O | $0 < D/H \leq 0,2$ | 0,92 | 0,77 | 0,55 | 0,22 |
| | $0,2 < D/H \leq 0,5$ | 0,96 | 0,86 | 0,70 | 0,43 |
| | $D/H > 0,5$ | 0,99 | 0,96 | 0,89 | 0,75 |

Tabla E.12: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo



| ORIENTACIONES DE FACHADAS | | $0,05 < R/W \leq 0,1$ | $0,1 < R/W \leq 0,2$ | $0,2 < R/W \leq 0,5$ | $R/W > 0,5$ |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| | | S | SE/SO | E/O | |
| S | $0,05 < R/H \leq 0,1$ | 0,82 | 0,74 | 0,62 | 0,39 |
| | $0,1 < R/H \leq 0,2$ | 0,76 | 0,67 | 0,56 | 0,35 |
| | $0,2 < R/H \leq 0,5$ | 0,56 | 0,51 | 0,39 | 0,27 |
| | $R/H > 0,5$ | 0,35 | 0,32 | 0,27 | 0,17 |
| SE/SO | $0,05 < R/H \leq 0,1$ | 0,86 | 0,81 | 0,72 | 0,51 |
| | $0,1 < R/H \leq 0,2$ | 0,79 | 0,74 | 0,66 | 0,47 |
| | $0,2 < R/H \leq 0,5$ | 0,59 | 0,56 | 0,47 | 0,36 |
| | $R/H > 0,5$ | 0,38 | 0,36 | 0,32 | 0,23 |
| E/O | $0,05 < R/H \leq 0,1$ | 0,91 | 0,87 | 0,81 | 0,65 |
| | $0,1 < R/H \leq 0,2$ | 0,86 | 0,82 | 0,76 | 0,61 |
| | $0,2 < R/H \leq 0,5$ | 0,71 | 0,68 | 0,61 | 0,51 |
| | $R/H > 0,5$ | 0,53 | 0,51 | 0,48 | 0,39 |

Tabla E.13 Factor de sombra para obstáculos de fachada: lamas

| LAMAS HORIZONTALES | | ANGULO DE INCLINACIÓN (β) | | |
|--------------------|----------------------|-----------------------------------|------|------|
| | | 0 | 30 | 60 |
| ORIENTACIÓN | SUR | 0,49 | 0,42 | 0,26 |
| | SURESTE/ SUROESTE | 0,54 | 0,44 | 0,26 |
| | ESTE/ OESTE | 0,57 | 0,45 | 0,27 |

| LAMAS VERTICALES | | ANGULO DE INCLINACIÓN (σ) | | | | | | |
|------------------|----------|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | -60 | -45 | -30 | 0 | 30 | 45 | 60 |
| ORIENTACIÓN | SUR | 0,37 | 0,44 | 0,49 | 0,53 | 0,47 | 0,41 | 0,32 |
| | SURESTE | 0,46 | 0,53 | 0,56 | 0,56 | 0,47 | 0,40 | 0,30 |
| | ESTE | 0,39 | 0,47 | 0,54 | 0,63 | 0,55 | 0,45 | 0,32 |
| | OESTE | 0,44 | 0,52 | 0,58 | 0,63 | 0,50 | 0,41 | 0,29 |
| | SUROESTE | 0,38 | 0,44 | 0,50 | 0,56 | 0,53 | 0,48 | 0,38 |

NOTAS: Los valores de factor de sombra que se indican en estas tablas han sido calculados para una relación D/L igual o inferior a 1.
El ángulo σ debe ser medido desde la normal a la fachada hacia el plano de las lamas, considerándose positivo en dirección horaria.

Tabla E.14 Factor de sombra para obstáculos de fachada: toldos

| CASO A | Tejido opaco $\tau=0$ | | Tejidos translúcidos $\tau=0,2$ | |
|----------|-----------------------|------|---------------------------------|------|
| | SE/S/O | E/O | SE/S/O | E/O |
| α | | | | |
| 30 | 0,02 | 0,04 | 0,22 | 0,24 |
| 45 | 0,05 | 0,08 | 0,25 | 0,28 |
| 60 | 0,22 | 0,28 | 0,42 | 0,48 |

| CASO B | Tejido opaco $\tau=0$ | | | Tejidos translúcidos $\tau=0,2$ | | |
|----------|-----------------------|--------|------|---------------------------------|--------|------|
| | S | SE/S/O | E/O | S | SE/S/O | E/O |
| α | | | | | | |
| 30 | 0,43 | 0,61 | 0,67 | 0,63 | 0,81 | 0,87 |
| 45 | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,60 |
| 60 | 0,14 | 0,39 | 0,28 | 0,34 | 0,42 | 0,48 |

Tabla E.15 Factor de sombra para lucernarios

| | | Y / Z | | | | | |
|-------|------|-------|------|------|------|------|------|
| | | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 5,0 | 10,0 |
| X / Z | 0,1 | 0,42 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,44 | 0,44 |
| | 0,5 | 0,43 | 0,46 | 0,48 | 0,50 | 0,51 | 0,52 |
| | 1,0 | 0,43 | 0,48 | 0,52 | 0,55 | 0,58 | 0,59 |
| | 2,0 | 0,43 | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,66 | 0,68 |
| | 5,0 | 0,44 | 0,51 | 0,58 | 0,66 | 0,75 | 0,79 |
| | 10,0 | 0,44 | 0,52 | 0,59 | 0,68 | 0,79 | 0,85 |

NOTAS Los valores de factor de sombra que se indican en esta tabla son válidos para lucernarios sensiblemente horizontales.
En caso de lucernarios de planta elíptica o circular podrán tomarse como dimensiones características equivalentes los ejes mayor y menor o el diámetro.

Con el objeto de poder utilizar todas las tablas vamos a suponer que las ventanas de la fachada **Oeste** están con retranqueo, las ventanas de la fachada **Este** tienen lamas horizontales, las orientadas en la fachada **Norte** tienen toldos y la fachada **Sur** tiene obstáculos por toldo.

Oeste

Como se muestran los planos la altura de las ventanas es de 1m y la anchura es de 2, 0,9 y 1,20 m con un retranqueo de 0,3m.

Mostramos el ejemplo de la ventana de 2 metros y con las demás ventanas se operaría de forma análoga

$$R=0,3\text{m}$$

$$W=2\text{m}$$

$$H=1\text{m}$$

$$\frac{R}{H} = \frac{0,3}{1} = 0.3$$

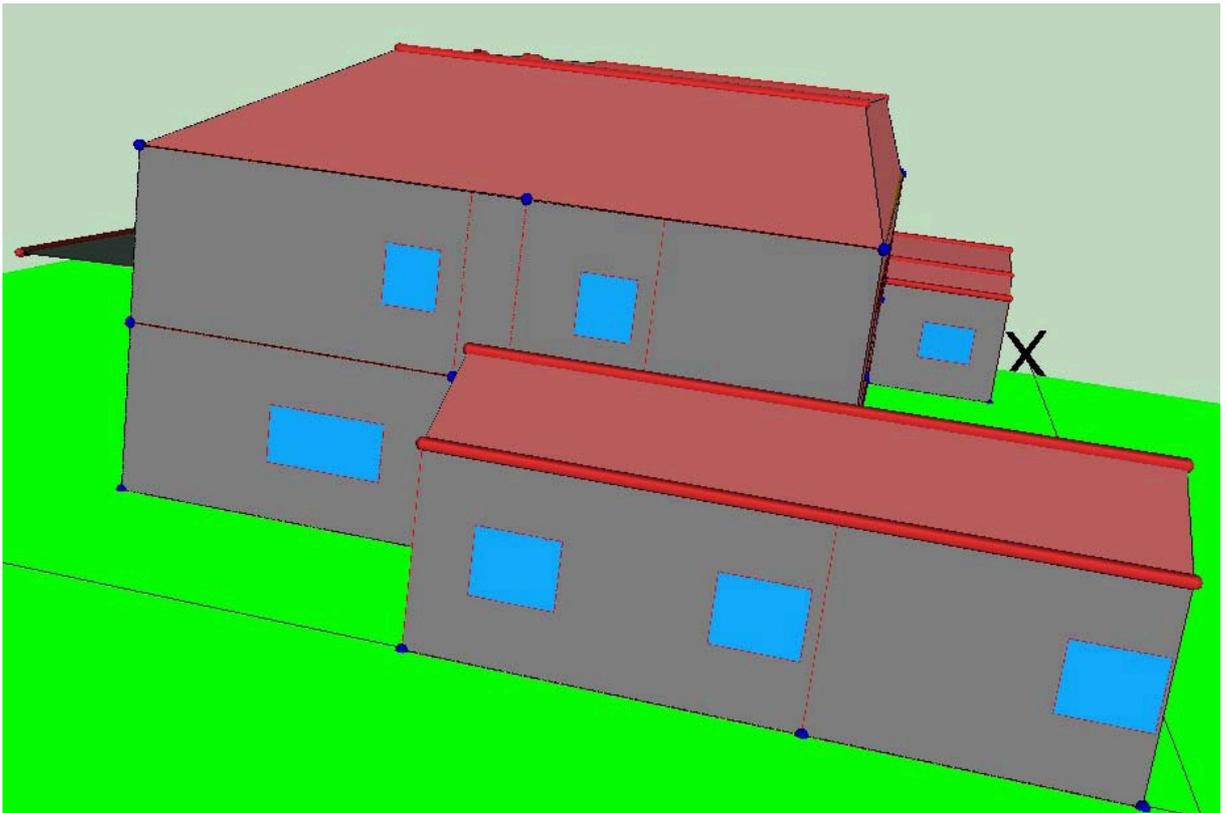
$$\frac{R}{W} = \frac{0,3}{2} = 0.15$$

De la tabla E.12 se obtiene el valor para $FS=0,68$ y vamos a suponer un color de marco verde de intensidad media, con lo que se obtiene de la tabla E.10 un valor de absorptividad de 0,7

Con lo que para los huecos ventanas de esta fachada

$$F = FS \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha] = 0,68 \cdot ((1-0,1) \cdot 0,7 + 0,1 \cdot 0,04 \cdot 2,0 \cdot 0,7) = 0,437$$

En esta fachada también existen más ventanas como se indico y muestra la siguiente figura



Y operando de forma análoga se obtienen los siguientes valores

| Cristal O(1,20) | | | | Cristal O(0,9) | | | |
|--------------------|-------|------|------|--------------------|-------|------|-------|
| A(m ²) | 3,6 | L(m) | 0 | A(m ²) | 1,8 | L(m) | 0 |
| U _v | 2,6 | H(m) | 1 | U _v | 2,6 | H(m) | 1 |
| F _s | 0,61 | L/H | 0 | F _s | 0,61 | L/H | 0 |
| FM | 0,1 | D(m) | 1 | FM | 0,1 | D(m) | 1 |
| g | 0,7 | D/H | 1 | g | 0,7 | D/H | 1 |
| U _m | 4,5 | R(m) | 0,3 | U _m | 4,5 | R(m) | 0,3 |
| α | 0,7 | W(m) | 1,2 | α | 0,7 | W(m) | 0,9 |
| U _h | 2,79 | R/W | 0,25 | U _h | 2,79 | R/W | 0,333 |
| F | 0,392 | R/H | 0,3 | F | 0,392 | R/H | 0,3 |
| Numero de ventanas | | | 3 | Numero de ventanas | | | 2 |

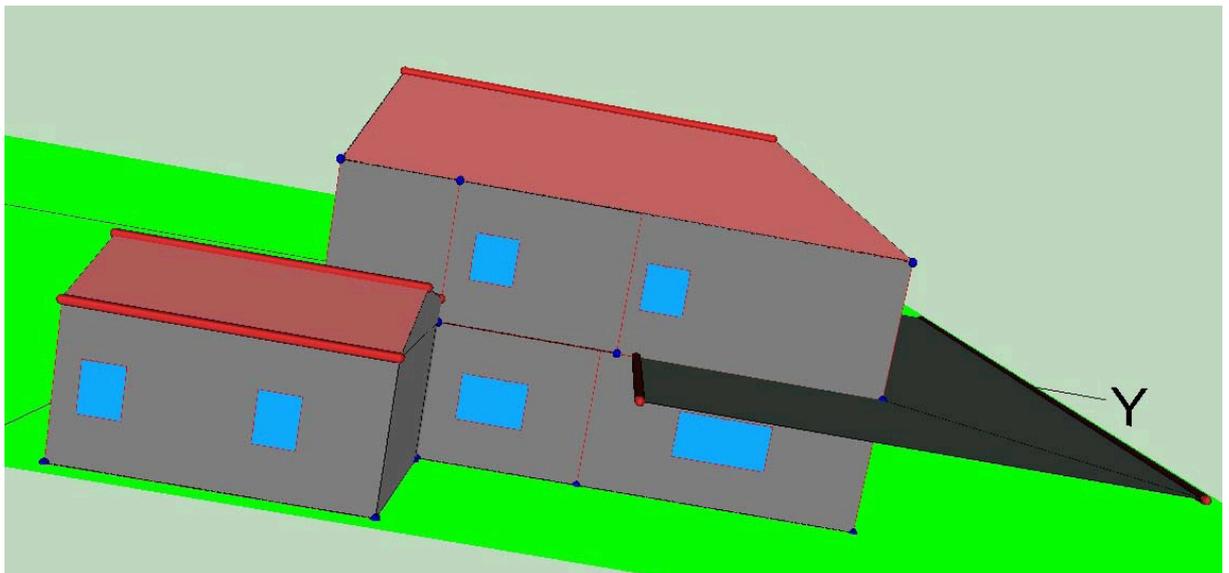
Este lamas

Como las lamas son horizontales el ángulo de inclinación β es de 0° , y como los valores están tabulados para relaciones de D/L ²⁵ iguales o inferiores a uno la única variable que nos queda para entrar en la tabla es la orientación de las ventanas

De la tabla E.13 se obtiene el valor para $FS=0,57$ y vamos a suponer un color de marco verde de intensidad media, con lo que se obtiene de la tabla E.10 un valor de absorptividad de 0,7

Con lo que para los huecos ventanas de esta fachada el valor de F es igual pues simplemente esta parametrizado con la inclinación de las lamas, salvo la ventana que esta protegida por la cubierta del porche.

$$F = FS \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha] = 0,57 \cdot ((1-0,1) \cdot 0,7 + 0,1 \cdot 0,04 \cdot 2 \cdot 0,7) = 0,364$$

Este con sombra propia del edificio

En esta fachada la longitud de las terrazas, que actúan como elementos de sombras está parametrizadas del siguiente modo

$$\frac{D}{H} = \frac{1}{1} = 1$$

²⁵ Valores mayores de uno supondría que la separación de las lamas es mayor que la longitud de las mismas, no teniendo el objeto de proyectar sombras sobre las superficie acristalada

$$\frac{L}{H} = \frac{4}{1} = 4$$

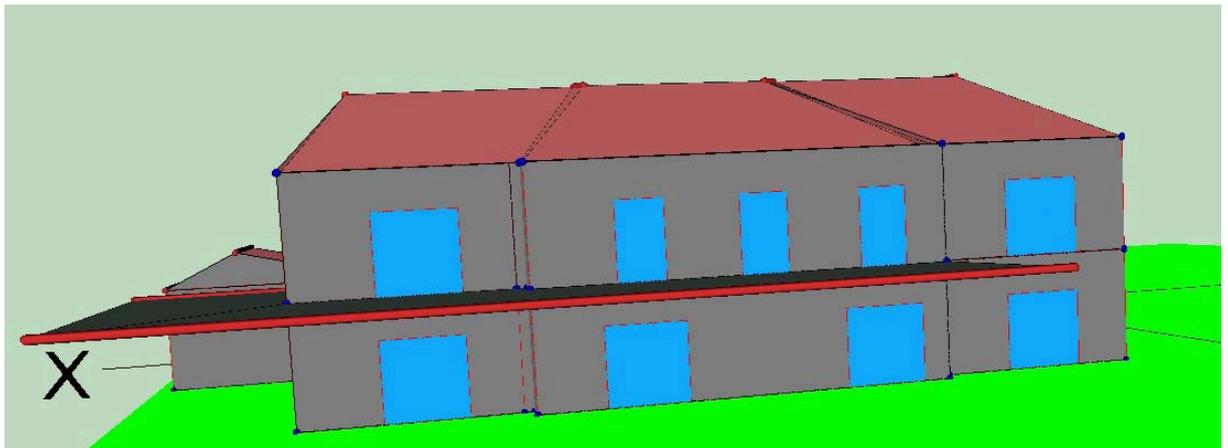
De la tabla E.11 se obtiene el valor para **FS=0,75** y vamos a suponer un color de marco verde de intensidad media, con lo que se obtiene de la tabla E.10 un valor de absorptividad de 0,7

Con lo que para los huecos ventanas de esta fachada

$$F = FS \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha] = 0,75 \cdot ((1-0,1) \cdot 0,7 + 0,1 \cdot 0,04 \cdot 2 \cdot 0,7) = 0,479$$

Norte

En ninguno de los casos se tabula el factor de sombra que producen estos elementos en las fachadas tabulada como Norte en el CTE pues por la trayectoria solar del sol es prácticamente nulo (FS=1).



Sur

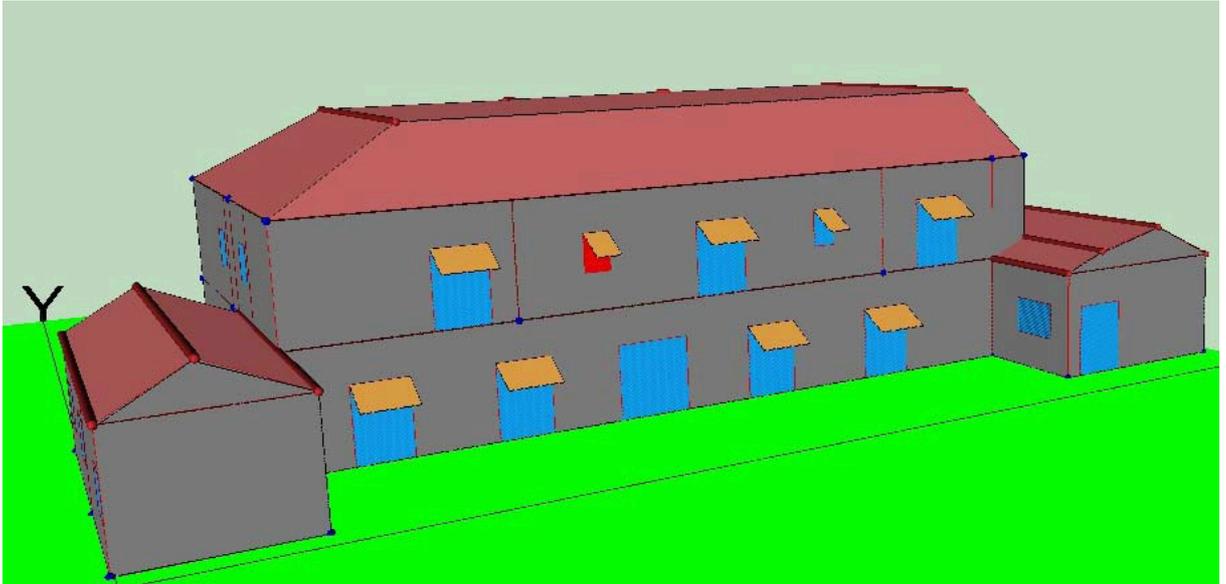
En esta fachada los toldos, que actúan como elementos de sombras, están parametrizados del siguiente modo

Caso A con un ángulo de inclinación de 60 grados constituido por un tejido totalmente opaco

De la tabla E.14 se obtiene el valor para **FS=0,28** y vamos a suponer un color de marco verde de intensidad media, con lo que se obtiene de la tabla E.10 un valor de absorptividad de 0,7

Con lo que para los huecos ventanas de esta fachada

$$F = FS \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha] = 0,28 \cdot ((1-0,1) \cdot 0,7 + 0,1 \cdot 0,04 \cdot 2 \cdot 0,7) = 0,18$$



Lucernario

En esta fachada los toldos, que actúan como elementos de sombras, están parametrizados del siguiente modo

$$X=1,5$$

$$Y=6$$

$$Z=1$$

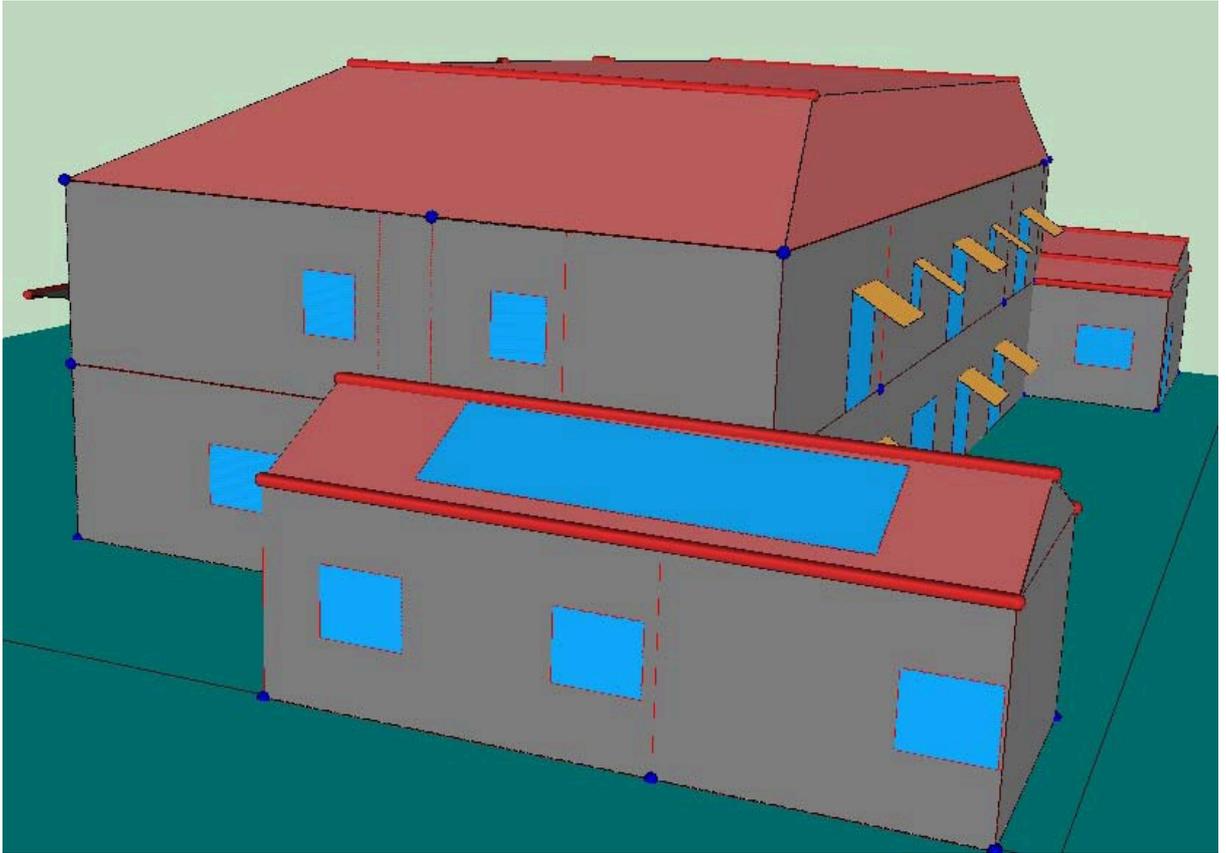
$$\frac{X}{Z} = \frac{1,5}{1} = 1,5$$

$$\frac{Y}{Z} = \frac{6}{1} = 6$$

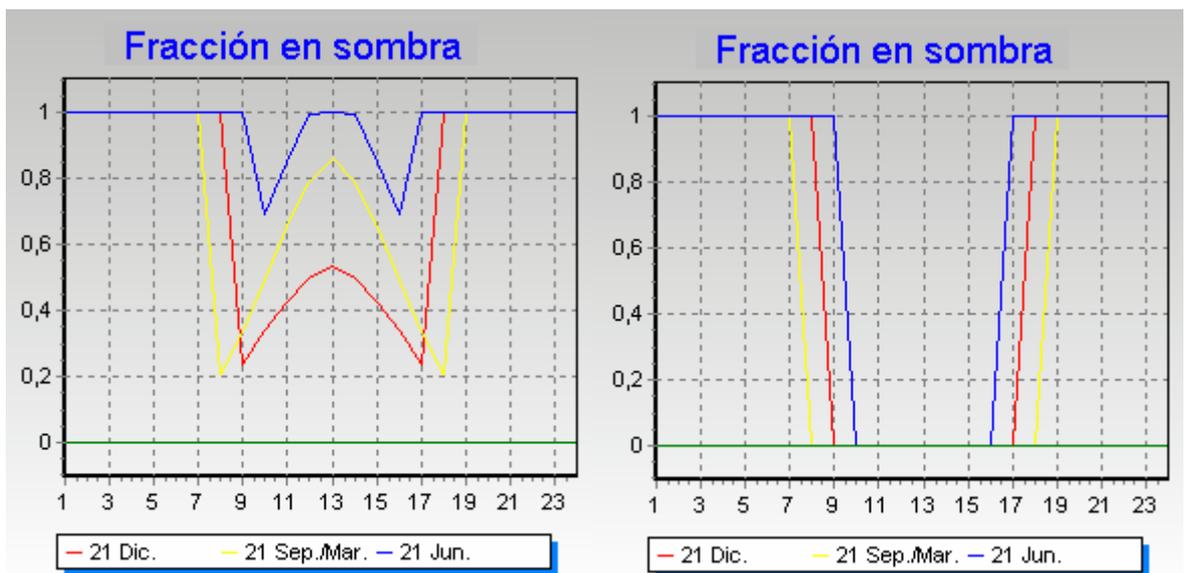
De la tabla E.15 se obtiene el valor para **FS=0,66** y vamos a suponer un color de marco verde de intensidad media, con lo que se obtiene de la tabla E.10 un valor de absorptividad de 0,7

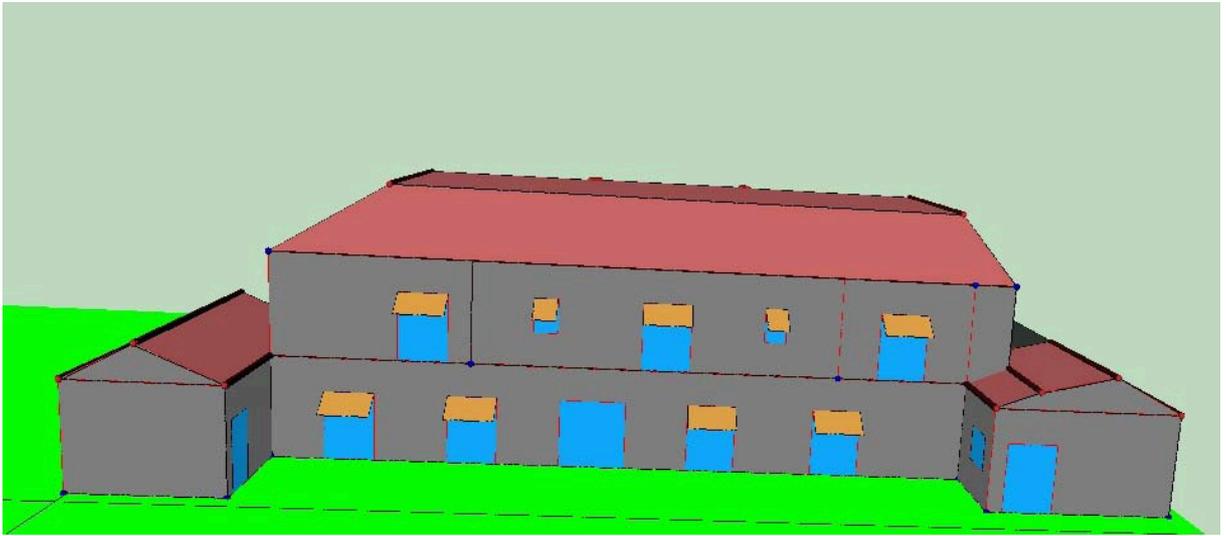
Con lo que para los huecos ventanas de esta fachada

$$F = FS \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha] = 0,66 \cdot ((1-0,1) \cdot 0,7 + 0,1 \cdot 0,04 \cdot 2 \cdot 0,7) = 0,424$$



Se muestran a continuación dos gráficos donde se representa la fracción de sombra que producen los elementos que a su fin son colocados en los huecos semitransparentes de los edificios, quedando reflejada entonces la importancia de los mismos para alcanzar ese consumo sostenible de energía.



Puertas

Como la constitución de los huecos es, por motivos simplificativos, igual en todas las puertas el factor solar modificado es igual en todas ellas.

$$F = FS \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot Um \cdot \alpha] = 1 \cdot 1 \cdot 0,04 \cdot Um \cdot \alpha = 0,04 \cdot 2 \cdot 0,7 = 0,056$$

No se incluirán en la consideración anterior las puertas pues su porcentaje de superficie semitransparente es inferior al 50 %. Además como se puede comprobar es un valor muy pequeño que nunca superaría los valores umbrales que tipifica el CTE.

Se muestra a continuación un resumen de los huecos de este edificio. No es más que una lista de lo que se ha explicado en este apartado, cálculo de transmitancia térmica y factor solar modificado de huecos.

| | N | U | P | Q |
|-------------------------|---------|---|------|------|
| Cristal N Planta | | | | |
| A(m2) | 1,56 | | L(m) | 0 |
| Uv | 1,6 | | H(m) | 1 |
| Fs | 1 | | L/H | 0 |
| FM | 0,1 | | D(m) | 1 |
| g | 0,7 | | D/H | 1 |
| Um | 3,2 | | R(m) | 0 |
| α | 0,7 | | W(m) | 0,78 |
| Uh | 1,76 | | R/W | 0 |
| F | 0,63896 | | R/H | 0 |
| Numero de ventanas | | | | 2 |

| Cristal 0(2) | | | | Cristal 0(1,20) | | | | Cristal 0(0,9) | | | |
|--------------------|-------|------|------|--------------------|-------|------|------|--------------------|-------|------|-------|
| A(m2) | 2 | L(m) | 0 | A(m2) | 3,6 | L(m) | 0 | A(m2) | 1,8 | L(m) | 0 |
| Uv | 2,6 | H(m) | 1 | Uv | 2,6 | H(m) | 1 | Uv | 2,6 | H(m) | 1 |
| Fs | 0,68 | L/H | 0 | Fs | 0,61 | L/H | 0 | Fs | 0,61 | L/H | 0 |
| FM | 0,1 | D(m) | 1 | FM | 0,1 | D(m) | 1 | FM | 0,1 | D(m) | 1 |
| g | 0,7 | D/H | 1 | g | 0,7 | D/H | 1 | g | 0,7 | D/H | 1 |
| Um | 4,5 | R(m) | 0,3 | Um | 4,5 | R(m) | 0,3 | Um | 4,5 | R(m) | 0,3 |
| α | 0,7 | W(m) | 2 | α | 0,7 | W(m) | 1,2 | α | 0,7 | W(m) | 0,9 |
| Uh | 2,79 | R/W | 0,15 | Uh | 2,79 | R/W | 0,25 | Uh | 2,79 | R/W | 0,333 |
| F | 0,437 | R/H | 0,3 | F | 0,392 | R/H | 0,3 | F | 0,392 | R/H | 0,3 |
| Numero de ventanas | | | 1 | Numero de ventanas | | | 3 | Numero de ventanas | | | 2 |

| Cristal (0,78) | | | | Cristal(1,40) | | | | Cristal (0,9) | | | | Cristal con sombra | | | |
|--------------------|-----------|------|------|--------------------|-----------|------|-----|--------------------|-----------|------|-----|--------------------|-------|------|---|
| A(m2) | 1,56 | L(m) | 0 | A(m2) | 1,4 | L(m) | 0 | A(m2) | 1,8 | L(m) | 0 | A(m2) | 2 | L(m) | 4 |
| Uv | 1,6 | H(m) | 1 | Uv | 1,6 | H(m) | 1 | Uv | 1,6 | H(m) | 1 | Uv | 1,6 | H(m) | 1 |
| Fs | 0,57 | L/H | 0 | Fs | 0,57 | L/H | 0 | Fs | 0,57 | L/H | 0 | Fs | 0,75 | L/H | 4 |
| FM | 0,1 | D(m) | 1 | FM | 0,1 | D(m) | 1 | FM | 0,1 | D(m) | 1 | FM | 0,1 | D(m) | 1 |
| g | 0,7 | D/H | 1 | g | 0,7 | D/H | 1 | g | 0,7 | D/H | 1 | g | 0,7 | D/H | 1 |
| Um | 3,2 | R(m) | 0 | Um | 3,2 | R(m) | 0 | Um | 3,2 | R(m) | 0 | Um | 3,2 | R(m) | 0 |
| α | 0,7 | V(m) | 0,78 | α | 0,7 | V(m) | 1,4 | α | 0,7 | V(m) | 0,9 | α | 0,7 | V(m) | 2 |
| Uh | 1,76 | R/W | 0 | Uh | 1,76 | R/W | 0 | Uh | 1,76 | R/W | 0 | Uh | 1,76 | R/W | 0 |
| F | 0,3642072 | R/H | 0 | F | 0,3642072 | R/H | 0 | F | 0,3642072 | R/H | 0 | F | 0,479 | R/H | 0 |
| Numero de ventanas | | | 2 | Numero de ventanas | | | 1 | Numero de ventanas | | | 2 | Numero de ventanas | | | 1 |

| Cristal S | | | |
|--------------------|----------|------|------|
| A(m2) | 19,6 | L(m) | 0 |
| Uv | 2,6 | H(m) | 2 |
| Fs | 0,28 | L/H | 0 |
| FM | 0,1 | D(m) | 1 |
| g | 0,7 | D/H | 0,5 |
| Um | 4,5 | R(m) | 0 |
| α | 0,7 | W(m) | 1,4 |
| Uh | 2,79 | R/W | 0 |
| F | 0,179928 | R/H | 0 |
| Numero de ventanas | | | 7 |
| Cristal S | | | |
| A(m2) | 0,68 | L(m) | 0 |
| Uv | 2,6 | H(m) | 1 |
| Fs | 0,28 | L/H | 0 |
| FM | 0,1 | D(m) | 1 |
| g | 0,7 | D/H | 1 |
| Um | 4,5 | R(m) | 0 |
| α | 0,7 | W(m) | 0,68 |
| Uh | 2,79 | R/W | 0 |
| F | 0,179928 | R/H | 0 |
| Numero de ventanas | | | 1 |

2.2.6 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

2.2.6.1 Comprobación de que cada una de las transmitancias térmicas de los cerramientos y particiones interiores que conforman la envolvente térmica es inferior al valor máximo indicado en la tabla 2.1;

Para evitar **descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios**, cada uno de los *cerramientos y particiones interiores* de la *envolvente térmica* tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

La tabla citada es la siguiente

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica
U en W/m² K

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

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

⁽²⁾ Las transmitancias térmicas de vidrios y marcos se compararán por separado.

Y lo que debemos ir rellenando para entregar a la administración es:

| | Tipos | A (m2) | U (W/m2 °K) |
|----------|------------------------------------|--------|-------------|
| H | Muro exterior | 122 | 1,088 |
| | Muro contacto espacio no habitable | 0 | 1,550 |
| | Muro contacto espacio no habitable | 0 | 1,550 |
| | Muro contacto espacio no habitable | 0 | 1,550 |
| | Caja Persiana | 18 | 1,500 |
| E | Muro exterior1 | 86 | 1,088 |
| | Muro contacto espacio no habitable | 0 | 1,550 |
| | Caja Persiana | 12 | 1,500 |
| | Muro exterior2 | 0 | 1,088 |
| O | Muro exterior | 87 | 1,088 |
| | Muro contacto espacio no habitable | 0 | 1,550 |
| | Caja Persiana | 12 | 1,500 |
| S | Muro exterior | 126 | 1,088 |
| | Muro contacto espacio no habitable | 0 | 1,550 |
| | Caja Persiana | 14 | 1,500 |

| SUELOS | | |
|---------------------------------------|--------|-------|
| Muro contacto espacio no habitable | 0,000 | 0,894 |
| Suelo terreno Z<0,5m | 355 | 0,670 |
| CUBIERTAS | | |
| Cubierta exterior | 319 | 0,450 |
| LUCERNARIOS | 9,000 | 2,790 |
| LUCERNARIOS | | |
| Tipos | A (m2) | F |
| LUCERNARIOS | 9 | 0,424 |
| MARCO DE HUECOS Y LUCERNARIOS | | |
| Marco ventana | 0 | 4,500 |
| Marco puerta | 0 | 2,200 |
| VIDRIO DE HUECOS Y LUCERNARIOS | | |
| ventana | 0 | 2,600 |

Con esto definido ya podemos comparar las transmitancias térmicas de los cerramientos y particiones interiores que conforman la envolvente térmica con el valor máximo indicado en la tabla 2.1 como se indica en la tabla siguiente:

| Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica | U_{max}(proy) | U_{max} | |
|---|------------------------------|------------------------|----------------|
| Muros de fachada | 1,09 | 1,22 | OK |
| Primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre terreno Z<0,5m | 2,35 | 1,22 | PROYECT |
| Muros en contacto con el terreno | | 1,22 | OK |
| Particiones interiores en contacto con espacios no habitables | | 1,22 | OK |
| Suelos | 0,67 | 0,69 | OK |
| Cubiertas | 0,45 | 0,65 | OK |
| Vidrios de huecos y lucernarios | 2,60 | 5,7 | OK |
| Marcos de huecos y lucernarios | 4,50 | 5,7 | OK |
| Medianerías | | 1,22 | OK |

Cumpliendo todos los requisitos de los coeficientes de transferencia térmica máximos, salvo el primer metro de solera apoyada sobre el terreno. Esto es debido a la no colocación de un aislante

2.2.6.2 Cálculo de la media de los distintos parámetros característicos para la zona con baja carga interna y la zona de alta carga interna del edificio según el apartado 3.2.2.1;

Tanto para las zonas de baja carga interna como para la zonas de alta carga interna de los edificios, se calculará el valor de los parámetros característicos de los *cerramientos* y

particiones interiores como se describe en el apéndice E y se agruparán en las categorías descritas en el apartado 3.1.3.

Para cada categoría se determinará la media de los parámetros característicos U y F, que se obtendrá ponderando los parámetros correspondientes a cada cerramiento según su fracción de área en relación con el área total de la categoría a la que pertenece.

Se obtendrán de esta manera, los siguientes valores:

- a) transmitancia media de cubiertas UCm, **incluyendo en el promedio la transmitancia de los lucernarios UL y los puentes térmicos integrados en cubierta UPC**
- b) transmitancia media de suelos USm;
- c) transmitancia media de **muros de fachada** para cada orientación UMm, incluyendo en el promedio los puentes térmicos integrados en la fachada tales como contorno de huecos UPF1, pilares en fachada UPF2 y **de cajas de persianas UPF3**, u otros;
- d) transmitancia media de cerramientos en contacto con el terreno UTm;
- e) transmitancia media de huecos de fachadas UHm para cada orientación;
- f) factor solar modificado medio de **huecos** de fachadas FHm para cada orientación;
- g) factor solar modificado medio de **lucernarios** de cubiertas FHm.

Las áreas de los cerramientos se considerarán a partir de las dimensiones tomadas desde el interior del edificio.

Estos cálculos se referencian a continuación:

| | Tipos | A (m2) | U (W/m2 °K) | A·U (W°K) | Resultado | |
|----------|------------------------------------|--------|-------------|-----------|-------------------------------------|---------|
| N | Muro exterior | 122 | 1,088 | 132,495 | ΣA | 139,800 |
| | Muro contacto espacio no habitable | 0 | 1,550 | 0,000 | $\Sigma A \cdot U$ | 159,501 |
| | Muro contacto espacio no habitable | 0 | 1,550 | 0,000 | $UMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ | 1,141 |
| | Muro contacto espacio no habitable | 0 | 1,550 | 0,000 | | |
| | Caja Persiana | 18 | 1,500 | 27,007 | | |
| E | Muro exterior1 | 86 | 1,088 | 94,030 | ΣA | 98,440 |
| | Muro contacto espacio no habitable | 0 | 1,550 | 0,000 | $\Sigma A \cdot U$ | 112,034 |
| | Caja Persiana | 12 | 1,500 | 18,004 | $UMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ | 1,138 |
| | Muro exterior2 | 0 | 1,088 | 0,000 | | |
| | | | | | | |
| O | Muro exterior | 87 | 1,088 | 94,639 | ΣA | 99,000 |
| | Muro contacto espacio no habitable | 0 | 1,550 | 0,000 | $\Sigma A \cdot U$ | 112,644 |
| | Caja Persiana | 12 | 1,500 | 18,004 | $UMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ | 1,138 |
| | | | | | | |
| S | Muro exterior | 126 | 1,088 | 136,803 | ΣA | 139,760 |
| | Muro contacto espacio no habitable | 0 | 1,550 | 0,000 | $\Sigma A \cdot U$ | 157,808 |
| | Caja Persiana | 14 | 1,500 | 21,005 | $UMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ | 1,129 |
| | | | | | | |

| SUELOS | | | | | |
|------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|--|--------------|
| Muro contacto espacio no habitable | 0,000 | 0,894 | 0,000 | ΣA | 355,000 |
| Suelo terreno Z<0,5m | 355 | 0,670 | 238 | $\Sigma A \cdot U$ | 237,850 |
| | | | | $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ | 0,670 |
| CUBIERTAS | | | | | |
| Cubierta exterior | 319 | 0,450 | 143,397 | ΣA | 327,620 |
| LUCERNARIOS | 9,000 | 2,790 | 25,110 | $\Sigma A \cdot U$ | 168,507 |
| | | | | $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ | 0,514 |
| LUCERNARIOS | | | | | |
| Tipos | A (m2) | F | A · F | ΣA | 9,000 |
| LUCERNARIOS | 9 | 0,424 | 3,817 | $\Sigma A \cdot F$ | 3,817 |
| | | | | $FLm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A$ | 0,424 |
| HUECOS | | | | | |
| Tipos | A (m2) | U (W/m2 °K) | A · U (W°K) | ΣA | 1,560 |
| Cristal N Planta | 2 | 1,760 | 2,746 | $\Sigma A \cdot F$ | 2,746 |
| | | | | $U_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A$ | 1,760 |

| Tipos | | A (m2) | U (W/m2 °K) | F | A · U (W°K) | A · F | ΣA | $\Sigma A \cdot U$ | $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ | $\#i DIV/0!$ |
|-------------------|----------------------|--------|-------------|-------|-------------|-------|--------------------|--------------------|--|--------------|
| Cristal SO Planta | Cristal SO Planta | 0,000 | 1,760 | 0,358 | 0,000 | 0,00 | ΣA | 0,00 | $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ | $\#i DIV/0!$ |
| | Puerta SO | 0,000 | 2,000 | 0,056 | 0,000 | 0,00 | $\Sigma A \cdot U$ | 0,000 | $FHm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A$ | $\#i DIV/0!$ |
| | Puerta BUGGIES SO | 0,000 | 2,000 | 0,056 | 0,000 | 0,00 | $\Sigma A \cdot F$ | 0,000 | | |
| | Cristal SO Ventanal | 0,000 | 1,760 | 0,639 | 0,000 | 0,00 | | | | |
| Cristal SE Planta | Cristal SE Planta | 0,000 | 1,760 | 0,454 | 0,000 | 0,00 | ΣA | 0,00 | $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ | $\#i DIV/0!$ |
| | Cristal SE Salientes | 0,000 | 1,760 | 0,102 | 0,000 | 0,00 | $\Sigma A \cdot U$ | 0,000 | $FHm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A$ | $\#i DIV/0!$ |
| | Cristal SE Entrantes | 0,000 | 1,760 | 0,102 | 0,000 | 0,00 | $\Sigma A \cdot F$ | 0,000 | | |
| | Cristal SE Ventanal | 0,000 | 1,760 | 0,102 | 0,000 | 0,00 | | | | |
| | Puerta PARKING SE | 0,000 | 2,000 | 0,056 | 0,000 | 0,00 | | | | |
| Cristal Este | Puerta COCINAS SE | 0,000 | 2,000 | 0,056 | 0,000 | 0,00 | | | | |
| | Cristal (0,78) | 1,560 | 1,760 | 0,364 | 2,746 | 0,57 | ΣA | 6,760 | $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ | 1,760 |
| | Cristal(1,40) | 1,400 | 1,760 | 0,364 | 2,464 | 0,51 | $\Sigma A \cdot U$ | 11,898 | $FHm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A$ | 0,398 |
| | Cristal (0,9) | 1,800 | 1,760 | 0,364 | 3,168 | 0,66 | $\Sigma A \cdot F$ | 2,692 | | |
| Cristal S | Cristal con sombra | 2 | 1,760 | 0,479 | 3,520 | 0,958 | | | | |
| | Cristal S | 19,600 | 2,790 | 0,180 | 54,684 | 3,53 | ΣA | 20,28 | $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ | 2,790 |
| | Cristal S | 0,680 | 2,790 | 0,180 | 1,897 | 0,12 | $\Sigma A \cdot U$ | 56,581 | $FHm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A$ | 0,180 |
| Cristal Oeste | 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | $\Sigma A \cdot F$ | 3,649 | | |
| | Cristal O(0,9) | 1,800 | 2,790 | 0,392 | 5,022 | 0,71 | ΣA | 7,4 | $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ | 2,790 |
| | Cristal O(1,20) | 3,600 | 2,790 | 0,392 | 10,044 | 1,41 | $\Sigma A \cdot U$ | 20,646 | $FHm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A$ | 0,404 |
| | Cristal O(2) | 2,000 | 2,790 | 0,437 | 5,580 | 0,87 | $\Sigma A \cdot F$ | 2,991 | | |

2.2.6.3 Comprobación de que los parámetros característicos medios de la zona de baja carga interna y la zona de alta carga interna son inferiores a los valores límite de las tablas 2.2, como se describe en el apartado 3.2.2.2;

La **demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores** que componen su *envolvente térmica*, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.2.

La tabla citada es al siguiente

Tablas 2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios

| ZONA CLIMÁTICA A3 | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------|-----|-------|---|---|-------|--------------------|------|-------|
| Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno | | | | | $U_{Mlim}: 0,94 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | | | | |
| Transmitancia límite de suelos | | | | | $U_{Slim}: 0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | | | | |
| Transmitancia límite de cubiertas | | | | | $U_{Clim}: 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | | | | |
| Factor solar modificado límite de lucernarios | | | | | $F_{Lim}: 0,29$ | | | | | |
| % de huecos | Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$ | | | | Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim} | | | | | |
| | N | E/O | S | SE/SO | Baja carga interna | | | Alta carga interna | | |
| | | | | | E/O | S | SE/SO | E/O | S | SE/SO |
| de 0 a 10 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | - | - | - | - | - | - |
| de 11 a 20 | 4,7 (5,6) | 5,7 | 5,7 | 5,7 | - | - | - | - | - | - |
| de 21 a 30 | 4,1 (4,6) | 5,5 (5,7) | 5,7 | 5,7 | - | - | - | 0,60 | - | - |
| de 31 a 40 | 3,8 (4,1) | 5,2 (5,5) | 5,7 | 5,7 | - | - | - | 0,48 | - | 0,51 |
| de 41 a 50 | 3,5 (3,8) | 5,0 (5,2) | 5,7 | 5,7 | 0,57 | - | 0,60 | 0,41 | 0,57 | 0,44 |
| de 51 a 60 | 3,4 (3,6) | 4,8 (4,9) | 5,7 | 5,7 | 0,50 | - | 0,54 | 0,36 | 0,51 | 0,39 |

| ZONA CLIMÁTICA A4 | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------|-----|-------|---|------|-------|--------------------|------|-------|
| Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno | | | | | $U_{Mlim}: 0,94 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | | | | |
| Transmitancia límite de suelos | | | | | $U_{Slim}: 0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | | | | |
| Transmitancia límite de cubiertas | | | | | $U_{Clim}: 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | | | | |
| Factor solar modificado límite de lucernarios | | | | | $F_{Lim}: 0,29$ | | | | | |
| % de huecos | Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$ | | | | Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim} | | | | | |
| | N | E/O | S | SE/SO | Baja carga interna | | | Alta carga interna | | |
| | | | | | E/O | S | SE/SO | E/O | S | SE/SO |
| de 0 a 10 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | - | - | - | - | - | - |
| de 11 a 20 | 4,7 (5,6) | 5,7 | 5,7 | 5,7 | - | - | - | - | - | - |
| de 21 a 30 | 4,1 (4,6) | 5,5 (5,7) | 5,7 | 5,7 | - | - | - | 0,56 | - | 0,57 |
| de 31 a 40 | 3,8 (4,1) | 5,2 (5,5) | 5,7 | 5,7 | 0,57 | - | 0,58 | 0,43 | 0,59 | 0,44 |
| de 41 a 50 | 3,5 (3,8) | 5,0 (5,2) | 5,7 | 5,7 | 0,47 | - | 0,48 | 0,35 | 0,49 | 0,37 |
| de 51 a 60 | 3,4 (3,6) | 4,8 (4,9) | 5,7 | 5,7 | 0,40 | 0,55 | 0,42 | 0,30 | 0,42 | 0,32 |

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,67 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas A3 y A4.

| | UMm | Ulim | | | | | |
|----|---------|------|---------|--|--|--|--|
| N | 1,14 | 0,94 | PROYECT | | | | |
| E | 1,14 | 0,94 | PROYECT | | | | |
| O | 1,14 | 0,94 | PROYECT | | | | |
| S | 1,13 | 0,94 | PROYECT | | | | |
| SE | #DIV/0! | 0,94 | #;DN/0! | | | | |
| SO | #DIV/0! | 0,94 | #;DN/0! | | | | |

| | UHm | Ulim | | FHm | Flim | | % Shuecos |
|---|------|------|----|-------|------|----|-----------|
| N | 1,76 | 5,7 | OK | 0,398 | 100 | OK | 25,62 |
| E | 1,76 | 5,7 | OK | 0,404 | 100 | OK | 11,06 |
| O | 2,79 | 5,7 | OK | 0,180 | 100 | OK | 10,34 |
| S | 2,79 | 5,7 | OK | | | | 21,66 |

| USm | Ulim | |
|------|------|---------|
| 0,67 | 0,53 | PROYECT |

| UCm | Ulim | |
|------|------|---------|
| 0,51 | 0,5 | PROYECT |

| FLm | FLim | |
|------|------|---------|
| 0,42 | 0,29 | PROYECT |

Como muestran los cálculos superamos los umbrales que el código permite en muros fachada, en suelos, en cubierta y en el factor solar modificado del lucernario.

2.2.6.4 En edificios de vivienda, limitación de la transmitancia térmica de las *particiones interiores* que separan las unidades de uso con las zonas comunes del edificio, según el apartado 2.1;

Al no tratarse este ejemplo de un bloque de viviendas, sino una vivienda unifamiliar este apartado no se debe cumplir.

2.2.7 CONTROL DE LAS CONDENSACIONES INTERSTICIALES Y SUPERFICIALES SEGÚN EL APARTADO 3.2.3.

Condensaciones superficiales

La comprobación de la limitación de condensaciones superficiales se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$ para las **condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero** y especificadas en el apartado G.1 del CTE

Para la comprobación de la limitación de condensaciones superficiales en los **cerramientos y puentes térmicos** se debe comprobar que el factor de temperatura de la superficie interior es superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo. Este factor se podrá obtener a partir de la tabla 3.2 en función del tipo de espacio, clasificado según el apartado 3.1.2, y la zona climática donde se encuentre el edificio.

Tabla 3.2 Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$

| Categoría del espacio | ZONAS A | ZONAS B | ZONAS C | ZONAS D | ZONAS E |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Clase de higrometría 5 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.90 | 0.90 |
| Clase de higrometría 4 | 0.66 | 0.66 | 0.69 | 0.75 | 0.78 |
| Clase de higrometría 3 o inferior a 3 | 0.50 | 0.52 | 0.56 | 0.61 | 0.64 |

El cumplimiento de los valores de transmitancia máxima de la tabla 2.1 aseguran, para los cerramientos y particiones interiores de los espacios de clase de higrometría 4 o inferior, la verificación de la condición anterior. No obstante, debe comprobarse en los puentes térmicos.

En caso de disponer de información suficiente, el factor de temperatura de la superficie interior mínimo podrá calcularse mediante el método descrito en el apartado G.2.1.2 bajo las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero de la localidad.

El cálculo del factor de temperatura superficial correspondiente a cada cerramiento o puente térmico se realizará según la metodología descrita en el apartado G.2.1.1.

Estarán exentos de la comprobación aquellas particiones interiores que linden con espacios no habitables donde se prevea escasa producción de vapor de agua, así como los cerramientos en contacto con el terreno.

Atendiendo ahora a nuestro ejemplo y consultando el anexo G del Código Técnico vamos a calcular estos parámetros:

Condiciones exteriores

Para las capitales de provincia, los valores que se usarán serán los contenidos en la tabla G.2.

En el caso de localidades que no sean capitales de provincia y que no dispongan de registros climáticos contrastados, se supondrá que la temperatura exterior es igual a la de la capital de provincia correspondiente minorada en 1 °C por cada 100 m de diferencia de altura entre ambas localidades. La humedad relativa para dichas localidades se calculará suponiendo que su humedad absoluta es igual a la de su capital de provincia (misma presión parcial de vapor)

Factor de temperatura de la superficie interior de un cerramiento

El factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} , para cada *cerramiento*, *partición interior*, o *puentes térmicos* integrados en los *cerramientos*, se calculará a partir de su transmitancia térmica mediante la siguiente ecuación:

$$f_{Rsi} = 1 - 0,25 * U \quad (G.6)$$

Siendo

- U la transmitancia térmica del *cerramiento*, *partición interior*, o *puente térmico* integrado en el cerramiento calculada por el procedimiento descrito en el apartado E.1 [W/m² K].

El factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} para los *puentes térmicos* formados por encuentros de *cerramientos* se calcularán aplicando los métodos descritos en las normas [UNE EN ISO 10 211-1:1995](#) y [UNE EN ISO 10 211-2:2002](#). Se podrán tomar por defecto los valores recogidos en Documentos Reconocidos.

Factor de temperatura de la superficie interior mínimo

El factor de temperatura de la superficie interior mínimo aceptable $f_{Rsi,min}$ de un *puente térmico*, *cerramiento* o *partición interior*, si no se quiere poner los tabulados (Tabla 3.2) se podrá calcular a partir de la siguiente expresión (G.2.1.2) :

$$f_{Rsi,min} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{20 - \theta_e}$$

Siendo

- θ_e la temperatura exterior de la localidad **en el mes de enero** definida en el apartado G.1.1 [°C]; Tabla G.2
- $\theta_{si,min}$ la temperatura superficial interior mínima aceptable obtenida de la siguiente expresión [°C]:

$$\theta_{si,min} = \frac{237,3 * \ln\left(\frac{\phi_i * 2337 / 0,8}{610,5}\right)}{17,269 - \ln\left(\frac{\phi_i * 2337 / 0,8}{610,5}\right)}$$

- ϕ_i es la humedad relativa interior definida en el apartado G.1.2.1 [en tanto por 1]. Condiciones interiores²⁶. Describimos aquí el método descrito en el apartado G.3.2 de este pie de pagina

²⁶ Condiciones interiores

Para el cálculo de condensaciones superficiales

1 **Se tomará una temperatura del ambiente interior igual a 20 °C para el mes de enero.**

2 En caso de conocer el ritmo de producción de la humedad interior, y la tasa de renovación de aire, se podrá calcular la humedad relativa interior del mes de enero mediante el método descrito en el apartado G.3.2.

3 Si se dispone del dato de humedad relativa interior y ésta se mantiene constante, debido por ejemplo a un sistema de climatización, se podrá utilizar dicho dato en el cálculo añadiéndole 0,05 como margen de seguridad.

Para el cálculo de condensaciones intersticiales

1 En ausencia de datos más precisos, **se tomará una temperatura del ambiente interior igual a 20 °C** para todos los meses del año, y una humedad relativa del ambiente interior en función de la clase de higrometría del espacio:

- a) clase de higrometría 5: 70%
- b) clase de higrometría 4: 62%
- c) **clase de higrometría 3 o inferior: 55%**

2 En caso de conocer el ritmo de producción de la humedad interior, y la tasa de renovación de aire, se podrá calcular la humedad relativa interior para cada mes del año mediante el método descrito en el apartado G.3.2.

3 Si se disponen de los datos temperatura interior y de humedad relativa interior, se podrán utilizar dichos datos en el cálculo añadiéndole 0,05 a la humedad relativa como margen de seguridad.

Cálculo de la humedad relativa interior (G.3.2)

En caso de conocer el ritmo de producción de la humedad interior G y la tasa de renovación de aire n , se podrá calcular la humedad relativa interior mediante el procedimiento que se describe a continuación.

La humedad relativa interior ϕ (%) para la localidad donde se ubique el edificio y el mes de cálculo se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\phi_i = \frac{100 * \left(P_e + \left(\frac{(G/n * V) * R_v * (T_i + T_e)}{2} \right) \right)}{P_{sat}(\theta_{si})}$$

Siendo

- $P_{sat}(\theta_{si})$ la presión de saturación correspondiente a la temperatura superficial interior obtenida según la ecuación (G.14) [Pa];
- P_e es la presión de vapor exterior calculada según la ecuación (H.13) [Pa];
- R_v es la constante de gas para el agua = 462 [Pa m³ / (K kg)];
- T_i es la temperatura interior [K];
- T_e es la temperatura exterior para la localidad y el mes de cálculo [K];
- G es el ritmo de producción de la humedad interior [kg/h]

$$G = \frac{Q_{lat-int}}{2501} * 3600 [=] \frac{kg}{h}$$

- n es la tasa de renovación de aire [h⁻¹];
- V es el volumen de aire del local [m³].

Tabla G.2 Datos climáticos mensuales de capitales de provincia, T en °C y HR en %

| Localidad | | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|-------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Albacete | T _{med} | 5,0 | 6,3 | 8,5 | 10,9 | 15,3 | 20,0 | 24,0 | 23,7 | 20,0 | 14,1 | 8,5 | 5,3 |
| | HR _{med} | 78 | 70 | 62 | 60 | 54 | 50 | 44 | 50 | 58 | 70 | 77 | 79 |
| Alicante | T _{med} | 11,6 | 12,4 | 13,8 | 15,7 | 18,6 | 22,2 | 25,0 | 25,5 | 23,2 | 19,1 | 15,0 | 12,1 |
| | HR _{med} | 67 | 65 | 63 | 65 | 65 | 65 | 64 | 66 | 69 | 70 | 69 | 66 |
| Almería | T _{med} | 12,4 | 13,0 | 14,4 | 16,1 | 18,7 | 22,3 | 25,5 | 26,0 | 24,1 | 20,1 | 16,2 | 13,3 |
| | HR _{med} | 70 | 68 | 66 | 65 | 67 | 65 | 64 | 66 | 66 | 69 | 70 | 69 |
| Avila | T _{med} | 3,1 | 4,0 | 5,6 | 7,6 | 11,5 | 16,0 | 19,9 | 19,4 | 16,5 | 11,2 | 6,0 | 3,4 |
| | HR _{med} | 75 | 70 | 62 | 61 | 55 | 50 | 39 | 40 | 50 | 65 | 73 | 77 |
| Badajoz | T _{med} | 8,7 | 10,1 | 12,0 | 14,2 | 17,9 | 22,3 | 25,3 | 25,0 | 22,6 | 17,4 | 12,1 | 9,0 |
| | HR _{med} | 80 | 76 | 69 | 66 | 60 | 55 | 50 | 50 | 57 | 68 | 77 | 82 |
| Barcelona | T _{med} | 8,8 | 9,5 | 11,1 | 12,8 | 16,0 | 19,7 | 22,9 | 23,0 | 21,0 | 17,1 | 12,5 | 9,6 |
| | HR _{med} | 73 | 70 | 70 | 70 | 72 | 70 | 69 | 72 | 74 | 74 | 74 | 71 |
| Bilbao | T _{med} | 8,9 | 9,6 | 10,4 | 11,8 | 14,6 | 17,4 | 19,7 | 19,8 | 18,8 | 16,0 | 11,8 | 9,5 |
| | HR _{med} | 73 | 70 | 70 | 72 | 71 | 72 | 73 | 75 | 74 | 74 | 74 | 74 |
| Burgos | T _{med} | 2,6 | 3,9 | 5,7 | 7,6 | 11,2 | 15,0 | 18,4 | 18,3 | 15,8 | 11,1 | 5,8 | 3,2 |
| | HR _{med} | 86 | 80 | 73 | 72 | 69 | 67 | 61 | 62 | 67 | 76 | 83 | 86 |
| Caceres | T _{med} | 7,8 | 9,3 | 11,7 | 13,0 | 16,6 | 22,3 | 26,1 | 25,4 | 23,6 | 17,4 | 12,0 | 8,8 |
| | HR _{med} | 55 | 53 | 60 | 63 | 65 | 76 | 76 | 76 | 78 | 74 | 65 | 57 |
| Cádiz | T _{med} | 12,8 | 13,5 | 14,7 | 16,2 | 18,7 | 21,5 | 24,0 | 24,5 | 23,5 | 20,1 | 16,1 | 13,3 |
| | HR _{med} | 77 | 75 | 70 | 71 | 71 | 70 | 69 | 69 | 70 | 73 | 76 | 77 |
| Castellón | T _{med} | 10,1 | 11,1 | 12,7 | 14,2 | 17,2 | 21,3 | 24,1 | 24,5 | 22,3 | 18,3 | 13,5 | 11,2 |
| | HR _{med} | 68 | 66 | 64 | 66 | 67 | 66 | 66 | 69 | 71 | 71 | 73 | 69 |
| Ceuta | T _{med} | 11,5 | 11,6 | 12,6 | 13,9 | 16,3 | 18,8 | 21,7 | 22,2 | 20,2 | 17,7 | 14,1 | 12,1 |
| | HR _{med} | 87 | 87 | 88 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 89 | 89 | 88 | 88 |
| Ciudad Real | T _{med} | 5,7 | 7,2 | 9,6 | 11,9 | 16,0 | 20,8 | 25,0 | 24,7 | 21,0 | 14,8 | 9,1 | 5,9 |
| | HR _{med} | 80 | 74 | 66 | 65 | 59 | 54 | 47 | 48 | 57 | 68 | 78 | 82 |
| Córdoba | T _{med} | 9,5 | 10,9 | 13,1 | 15,2 | 19,2 | 23,1 | 26,9 | 26,7 | 23,7 | 18,4 | 12,9 | 9,7 |
| | HR _{med} | 80 | 75 | 67 | 65 | 58 | 53 | 46 | 49 | 55 | 67 | 76 | 80 |
| A Coruña | T _{med} | 10,2 | 10,5 | 11,3 | 12,1 | 14,1 | 16,4 | 18,4 | 18,9 | 18,1 | 15,7 | 12,7 | 10,9 |
| | HR _{med} | 77 | 76 | 74 | 76 | 78 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 78 |
| Cuenca | T _{med} | 4,2 | 5,2 | 7,4 | 9,6 | 13,6 | 18,2 | 22,4 | 22,1 | 18,6 | 12,9 | 7,6 | 4,8 |
| | HR _{med} | 78 | 73 | 64 | 62 | 58 | 54 | 44 | 46 | 56 | 68 | 76 | 79 |
| Girona | T _{med} | 6,8 | 7,9 | 9,8 | 11,6 | 15,4 | 19,4 | 22,8 | 22,4 | 19,9 | 15,2 | 10,2 | 7,7 |
| | HR _{med} | 77 | 73 | 71 | 71 | 70 | 67 | 62 | 68 | 72 | 76 | 77 | 75 |
| Granada | T _{med} | 6,5 | 8,4 | 10,5 | 12,4 | 16,3 | 21,1 | 24,3 | 24,1 | 21,1 | 15,4 | 10,6 | 7,4 |
| | HR _{med} | 76 | 71 | 64 | 61 | 56 | 49 | 42 | 42 | 53 | 62 | 73 | 77 |
| Guadalajara | T _{med} | 5,5 | 6,8 | 8,8 | 11,6 | 15,3 | 19,8 | 23,5 | 22,8 | 19,5 | 14,1 | 9,0 | 5,9 |
| | HR _{med} | 80 | 76 | 69 | 68 | 67 | 62 | 53 | 54 | 61 | 72 | 79 | 81 |
| Huelva | T _{med} | 12,2 | 12,8 | 14,4 | 16,5 | 19,2 | 22,2 | 25,3 | 25,7 | 23,7 | 20,0 | 15,4 | 12,5 |
| | HR _{med} | 76 | 72 | 66 | 63 | 60 | 59 | 54 | 54 | 60 | 67 | 72 | 75 |
| Huesca | T _{med} | 4,7 | 6,7 | 9,0 | 11,3 | 15,3 | 19,5 | 23,3 | 22,7 | 19,7 | 14,6 | 8,7 | 5,3 |
| | HR _{med} | 80 | 73 | 64 | 63 | 60 | 56 | 48 | 53 | 61 | 70 | 78 | 81 |
| Jaén | T _{med} | 8,7 | 9,9 | 12,0 | 14,3 | 18,5 | 23,1 | 27,2 | 27,1 | 23,6 | 17,6 | 12,2 | 8,7 |
| | HR _{med} | 77 | 72 | 67 | 64 | 59 | 53 | 44 | 45 | 55 | 67 | 75 | 77 |
| León | T _{med} | 3,1 | 4,4 | 6,6 | 8,6 | 12,1 | 16,4 | 19,7 | 19,1 | 16,7 | 11,7 | 6,8 | 3,8 |
| | HR _{med} | 81 | 75 | 66 | 63 | 60 | 57 | 52 | 53 | 60 | 72 | 78 | 81 |
| Lleida | T _{med} | 5,5 | 7,8 | 10,3 | 13,0 | 17,1 | 21,2 | 24,6 | 24,0 | 21,1 | 15,7 | 9,2 | 5,8 |
| | HR _{med} | 81 | 69 | 61 | 56 | 55 | 54 | 47 | 54 | 62 | 70 | 77 | 82 |
| Logroño | T _{med} | 5,8 | 7,3 | 9,4 | 11,5 | 15,1 | 19,0 | 22,2 | 21,8 | 19,2 | 14,4 | 9,1 | 6,3 |
| | HR _{med} | 75 | 68 | 62 | 61 | 59 | 56 | 55 | 56 | 61 | 69 | 73 | 76 |
| Lugo | T _{med} | 5,8 | 6,5 | 7,8 | 9,5 | 11,7 | 14,9 | 17,2 | 17,5 | 16,0 | 12,5 | 8,6 | 6,3 |
| | HR _{med} | 85 | 81 | 77 | 77 | 76 | 76 | 75 | 75 | 77 | 82 | 84 | 85 |

| Localidad | | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|------------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Madrid | T _{med} | 6,2 | 7,4 | 9,9 | 12,2 | 16,0 | 20,7 | 24,4 | 23,9 | 20,5 | 14,7 | 9,4 | 6,4 |
| | HR _{med} | 71 | 66 | 56 | 55 | 51 | 46 | 37 | 39 | 50 | 63 | 70 | 73 |
| Málaga | T _{med} | 12,2 | 12,8 | 14,0 | 15,8 | 18,7 | 22,1 | 24,7 | 25,3 | 23,1 | 19,1 | 15,1 | 12,6 |
| | HR _{med} | 71 | 70 | 66 | 65 | 61 | 59 | 60 | 63 | 65 | 70 | 72 | 72 |
| Melilla | T _{med} | 13,2 | 13,8 | 14,6 | 15,9 | 18,3 | 21,5 | 24,4 | 25,3 | 23,5 | 20,0 | 16,6 | 14,1 |
| | HR _{med} | 72 | 72 | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | 68 | 72 | 75 | 74 | 73 |
| Murcia | T _{med} | 10,6 | 11,4 | 12,6 | 14,5 | 17,4 | 21,0 | 23,9 | 24,6 | 22,5 | 18,7 | 14,3 | 11,3 |
| | HR _{med} | 72 | 69 | 69 | 68 | 70 | 71 | 72 | 74 | 73 | 73 | 73 | 73 |
| Ourense | T _{med} | 7,4 | 9,3 | 10,7 | 12,4 | 15,3 | 19,3 | 21,9 | 21,7 | 19,8 | 15,0 | 10,6 | 8,2 |
| | HR _{med} | 83 | 75 | 69 | 70 | 67 | 64 | 61 | 62 | 64 | 73 | 83 | 84 |
| Oviedo | T _{med} | 7,5 | 8,5 | 9,5 | 10,3 | 12,8 | 15,8 | 18,0 | 18,3 | 17,4 | 14,0 | 10,4 | 8,7 |
| | HR _{med} | 77 | 75 | 74 | 77 | 79 | 80 | 80 | 80 | 78 | 78 | 78 | 76 |
| Palencia | T _{med} | 4,1 | 5,6 | 7,5 | 9,5 | 13,0 | 17,2 | 20,7 | 20,3 | 17,9 | 13,0 | 7,6 | 4,4 |
| | HR _{med} | 84 | 77 | 71 | 70 | 67 | 64 | 58 | 59 | 63 | 73 | 80 | 85 |
| Palma de Mallorca | T _{med} | 11,6 | 11,8 | 12,9 | 14,7 | 17,6 | 21,8 | 24,6 | 25,3 | 23,5 | 20,0 | 15,6 | 13,0 |
| | HR _{med} | 71 | 69 | 68 | 67 | 69 | 69 | 67 | 71 | 73 | 72 | 72 | 71 |
| Palmas, Las | T _{med} | 17,5 | 17,6 | 18,3 | 18,7 | 19,9 | 21,4 | 23,2 | 24,0 | 23,9 | 22,5 | 20,4 | 18,3 |
| | HR _{med} | 68 | 67 | 65 | 66 | 65 | 67 | 66 | 67 | 69 | 70 | 70 | 68 |
| Pamplona | T _{med} | 4,5 | 6,5 | 8,0 | 9,9 | 13,3 | 17,3 | 20,5 | 20,3 | 18,2 | 13,7 | 8,3 | 5,7 |
| | HR _{med} | 80 | 73 | 68 | 66 | 66 | 62 | 58 | 61 | 61 | 68 | 76 | 79 |
| Pontevedra | T _{med} | 9,9 | 10,7 | 11,9 | 13,6 | 15,4 | 18,8 | 20,7 | 20,5 | 19,1 | 16,1 | 12,6 | 10,3 |
| | HR _{med} | 74 | 73 | 69 | 67 | 68 | 66 | 65 | 65 | 69 | 72 | 73 | 74 |
| S ,Sebastian | T _{med} | 7,9 | 8,5 | 9,4 | 10,7 | 13,5 | 16,1 | 18,4 | 18,7 | 18,0 | 15,2 | 10,9 | 8,6 |
| | HR _{med} | 76 | 74 | 74 | 79 | 79 | 82 | 82 | 83 | 79 | 76 | 76 | 76 |
| Salamanca | T _{med} | 3,7 | 5,3 | 7,3 | 9,6 | 13,4 | 17,8 | 21,0 | 20,3 | 17,5 | 12,3 | 7,0 | 4,1 |
| | HR _{med} | 85 | 78 | 69 | 66 | 62 | 58 | 50 | 53 | 62 | 74 | 82 | 86 |
| Santa Cruz de Tenerife | T _{med} | 17,9 | 18,0 | 18,6 | 19,1 | 20,5 | 22,2 | 24,6 | 25,1 | 24,4 | 22,4 | 20,7 | 18,8 |
| | HR _{med} | 66 | 66 | 62 | 61 | 60 | 59 | 56 | 58 | 63 | 65 | 67 | 66 |
| Santander | T _{med} | 9,7 | 10,3 | 10,8 | 11,9 | 14,3 | 17,0 | 19,3 | 19,5 | 18,5 | 16,1 | 12,5 | 10,5 |
| | HR _{med} | 71 | 71 | 71 | 74 | 75 | 77 | 77 | 78 | 77 | 75 | 73 | 72 |
| Segovia | T _{med} | 4,1 | 5,2 | 7,1 | 9,1 | 13,1 | 17,7 | 21,6 | 21,2 | 17,9 | 12,6 | 7,3 | 4,3 |
| | HR _{med} | 75 | 71 | 65 | 65 | 61 | 55 | 47 | 49 | 55 | 65 | 73 | 78 |
| Sevilla | T _{med} | 10,7 | 11,9 | 14,0 | 16,0 | 19,6 | 23,4 | 26,8 | 26,8 | 24,4 | 19,5 | 14,3 | 11,1 |
| | HR _{med} | 79 | 75 | 68 | 65 | 59 | 56 | 51 | 52 | 58 | 67 | 76 | 79 |
| Soria | T _{med} | 2,9 | 4,0 | 5,8 | 8,0 | 11,8 | 16,1 | 19,9 | 19,5 | 16,5 | 11,3 | 6,1 | 3,4 |
| | HR _{med} | 77 | 73 | 68 | 67 | 64 | 60 | 53 | 54 | 60 | 70 | 76 | 78 |
| Tarragona | T _{med} | 10,0 | 11,3 | 13,1 | 15,3 | 18,4 | 22,2 | 25,3 | 25,3 | 22,7 | 18,4 | 13,5 | 10,7 |
| | HR _{med} | 66 | 63 | 59 | 59 | 61 | 60 | 59 | 62 | 67 | 70 | 68 | 66 |
| Teruel | T _{med} | 3,8 | 4,8 | 6,8 | 9,3 | 12,6 | 17,5 | 21,3 | 20,6 | 17,9 | 12,1 | 7,0 | 4,5 |
| | HR _{med} | 72 | 67 | 60 | 60 | 60 | 55 | 50 | 54 | 59 | 66 | 71 | 76 |
| Toledo | T _{med} | 6,1 | 8,1 | 10,9 | 12,8 | 16,8 | 22,5 | 26,5 | 25,7 | 22,6 | 16,2 | 10,7 | 7,1 |
| | HR _{med} | 78 | 72 | 59 | 62 | 55 | 47 | 43 | 45 | 54 | 68 | 77 | 81 |
| Valencia | T _{med} | 10,4 | 11,4 | 12,6 | 14,5 | 17,4 | 21,1 | 24,0 | 24,5 | 22,3 | 18,3 | 13,7 | 10,9 |
| | HR _{med} | 63 | 61 | 60 | 62 | 64 | 66 | 67 | 69 | 68 | 67 | 66 | 64 |
| Valladolid | T _{med} | 4,1 | 6,1 | 8,1 | 9,9 | 13,3 | 18,0 | 21,5 | 21,3 | 18,6 | 12,9 | 7,6 | 4,8 |
| | HR _{med} | 82 | 72 | 62 | 61 | 57 | 52 | 44 | 46 | 53 | 67 | 77 | 83 |
| Vitoria | T _{med} | 4,6 | 6,0 | 7,2 | 9,2 | 12,4 | 15,6 | 18,3 | 18,5 | 16,5 | 12,7 | 7,5 | 5,0 |
| | HR _{med} | 83 | 78 | 72 | 71 | 71 | 71 | 69 | 70 | 70 | 74 | 81 | 83 |
| Zamora | T _{med} | 4,3 | 6,3 | 8,3 | 10,5 | 14,0 | 18,5 | 21,8 | 21,3 | 18,7 | 13,4 | 8,1 | 4,9 |
| | HR _{med} | 83 | 75 | 65 | 63 | 59 | 54 | 47 | 50 | 58 | 70 | 79 | 83 |
| Zaragoza | T _{med} | 6,2 | 8,0 | 10,3 | 12,8 | 16,8 | 21,0 | 24,3 | 23,8 | 20,7 | 15,4 | 9,7 | 6,5 |
| | HR _{med} | 76 | 69 | 60 | 59 | 55 | 52 | 48 | 54 | 61 | 70 | 75 | 77 |

Analizando ahora esto para nuestro ejemplo quedaría de la siguiente forma

Vamos a calcular en primer lugar el factor superficial de temperatura en vez de utilizar el factor tabulado, para ver cual es la diferencia. Para ello vamos a utilizar el dato de humedad interior de valor de 0,55% pues se trata de espacios de higrometría 3 o inferior.

$$\theta_{si,min} = \frac{237,3 * \text{Ln}\left(\frac{\phi_i * 2337 / 0,8}{610,5}\right)}{17,269 - \text{Ln}\left(\frac{\phi_i * 2337 / 0,8}{610,5}\right)} = \frac{237,3 * \text{Ln}\left(\frac{0,55 * 2337 / 0,8}{610,5}\right)}{17,269 - \text{Ln}\left(\frac{0,55 * 2337 / 0,8}{610,5}\right)} = 14,086^\circ C$$

$$f_{Rsi,min} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{20 - \theta_e} = \frac{14,086 - 11,4}{20 - 11,4} = 0.312$$

Si hubiéramos ido directamente a la tabla, método más sencillo y expeditivo, el valor seria

$$f_{Rsi,min} = 0.5$$

Que como parece lógico es mayor.

- Cubierta exterior $U = 0,45 W/m^2 * K$

$$f_{Rsi} = 1 - 0,25 * U = 1 - 0,25 * 0,45 = 0,8875 \geq 0.5 \geq 0,312$$

- Muro exterior $U = 1.088 W/m^2 * K$

$$f_{Rsi} = 1 - 0,25 * U = 1 - 0,25 * 1,088 = 0,73 \geq 0.5 \geq 0,312$$

- Caja persiana $U = 0,181 W/m^2 * K$

$$f_{Rsi} = 1 - 0,25 * U = 1 - 0,25 * 0,181 = 0,955 \geq 0.5 \geq 0,312$$

Luego cumple.

Condensaciones intersticiales

El procedimiento para la comprobación de la formación de condensaciones intersticiales se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas, para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al **mes de enero** y especificadas en el apartado G.1 del CTE (Tabla G.2)

Para que no se produzcan condensaciones intersticiales se debe comprobar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

3 Para cada **cerramiento** objeto se calculará, según el apartado G.2.2:

- a) la distribución de temperaturas;
- b) la distribución de presiones de vapor de saturación para las temperaturas antes calculadas;
- c) la distribución de presiones de vapor.

Estarán **exentos** de la comprobación aquellos **cerramientos en contacto con el terreno y los cerramientos que dispongan de barrera contra el paso de vapor de agua en la parte caliente del cerramiento**. Para *particiones interiores* en contacto con *espacios no habitables* en los que se prevea gran producción de humedad, se colocará la barrera de vapor en el lado de dicho *espacio no habitable*.

En caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en una capa distinta a la de aislamiento, se deberá comprobar que la cantidad de agua condensada en cada periodo anual no sea superior a la cantidad de agua evaporada posible en el mismo periodo. Para ello, se repetirá el procedimiento descrito anteriormente, **pero para cada mes del año** a partir de los datos climáticos del apartado G.1 y se calculará en cada uno de ellos y para cada capa de material, la cantidad de agua condensada o evaporada según el proceso descrito en el apartado 6 de la norma **UNE EN ISO 13788:2002**.

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

Condiciones exteriores

Se tomarán como temperatura exterior y humedad relativa exterior los valores medios mensuales de la localidad donde se ubique el edificio.

Para las capitales de provincia, los valores que se usarán serán los contenidos en la tabla G.2.

En el caso de localidades que no sean capitales de provincia y que no dispongan de registros climáticos contrastados, se supondrá que la temperatura exterior es igual a la de la capital de provincia correspondiente minorada en **1 °C por cada 100 m** de diferencia de altura entre ambas localidades. La humedad relativa para dichas localidades se calculará suponiendo que su humedad absoluta es igual a la de su capital de provincia.

El procedimiento a seguir para el cálculo de la humedad relativa de una cierta localidad a partir de los datos de su capital de provincia es el siguiente:

a) cálculo de la presión de saturación de la capital de provincia P_{sat} en [Pa], a partir de su temperatura exterior para el mes de cálculo en [°C], según el apartado G.3.1²⁷

b) cálculo de la presión de vapor de la capital de provincia P_e en [Pa], mediante la expresión:

$$P_e = \varphi_e \cdot P_{sat}(\theta_e) \quad (G.1)$$

Siendo

φ_e la humedad relativa exterior para la capital de provincia y el mes de cálculo [en tanto por 1].

c) cálculo de la presión de saturación de la localidad $P_{sat,loc}$ en [Pa], según el apartado G.3.1, siendo ahora θ la temperatura exterior para la localidad y el mes de cálculo en [°C].

²⁷ La presión de vapor de saturación se calculará en función de la temperatura, a partir de las siguientes ecuaciones:

a) Si la temperatura (θ) es mayor o igual a 0 °C:

$$P_{sat} = 610,5 * e^{\frac{17,269*\theta}{237,3+\theta}} \quad (G.14)$$

b) Si la temperatura (θ) es menor que 0 °C:

$$P_{sat} = 610,5 * e^{\frac{21,875*\theta}{265,5+\theta}} \quad (G.15)$$

d) cálculo de la humedad relativa para dicha localidad y mes, mediante:

$$\varphi_{e,loc} = P_e / P_{sat,loc}(\theta_{e,loc}) \quad (G.2)$$

Si la localidad se encuentra a menor altura que la de referencia se tomará para dicha localidad la misma temperatura y humedad que la que corresponde a la capital de provincia.

En nuestro caso por tener una temperatura exterior mayor a 0 grados Celsius, en concreto 11,4°C, y por estar la capital de provincia a menos de 200m de altura y a más de 100m, utilizaremos las siguientes expresiones para el cálculo de las condiciones exteriores

$$P_{sat} = 610,5 * e^{\frac{17,269*\theta}{237,3+\theta}} = 610,5 * e^{\frac{17,269*12,4}{237,3+12,4}} = 1439,21 Pa$$

$$P_e = \varphi_e \cdot P_{sat}(\theta_e) = 0,7 * 1439,21 = 1007,447 Pa$$

$$P_{sat,loc} = 610,5 * e^{\frac{17,269*\theta}{237,3+\theta}} = 610,5 * e^{\frac{17,269*11,4}{237,3+11,4}} = 1347,304 Pa$$

$$\varphi_{e,loc} = P_e / P_{sat,loc}(\theta_{e,loc}) = 1007,447 / 1347,304 = 0,7$$

Condiciones interiores

Ya explicadas en el apartado de condensaciones intersticiales

Distribución de temperatura

La distribución de temperaturas a lo largo del espesor de un cerramiento formado por varias capas depende de las temperaturas del aire a ambos lados de la misma, así como de las resistencias térmicas superficiales interior R_{si} y exterior R_{se} , y de las resistencias térmicas de cada capa ($R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$).

El procedimiento a seguir para el cálculo de la distribución de temperaturas es el siguiente:

a) cálculo de la resistencia térmica total del elemento constructivo mediante la expresión (E.2 $R_T = R_{si} + R_1 + \dots + R_n + R_{se}$).

b) cálculo de la temperatura superficial exterior θ_{se} :

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Siendo

- θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio según G.1.1 correspondiente a la temperatura **media del mes de enero** [°C];
- θ_i la temperatura interior definida en el apartado G.1.2.2 [°C];
- R_T la resistencia térmica total del componente constructivo obtenido mediante la expresión (E.2) [m² K/ W];
- R_{se} la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior, tomada de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m² K/W].

c) cálculo de la temperatura en cada una de las capas que componen el elemento constructivo según las expresiones siguientes:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Siendo

- θ_{se} la temperatura superficial exterior [°C];
- θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio obtenida del apartado G.1.1 correspondiente a la temperatura media del mes de enero [°C];
- θ_i la temperatura interior definida en el apartado G.1.2.2 [°C];

- $\theta_1 \dots \theta_{n-1}$ la temperatura en cada capa [°C].
- $R_1, R_2 \dots R_n$ las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión (E.3) [m²K/W];
- R_T la resistencia térmica total del componente constructivo, calculada mediante la expresión (E.2) [m² K/ W];

d) cálculo de la temperatura superficial interior θ_{si} :

$$\theta_{si} = \theta_n + \frac{R_{si}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Siendo

- θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio obtenida del apartado G.1.1 correspondiente a la temperatura media del mes de enero [°C];
- θ_i la temperatura interior definida en el apartado G.1.2.2 [°C];
- θ_n la temperatura en la capa n [°C];
- R_{si} la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior, tomada de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m² K/W].
- R_T la resistencia térmica total del componente constructivo calculada mediante la expresión (E.2) [m² K/ W];

Se considera que la distribución de temperaturas en cada capa es lineal.

En nuestro caso se procedería del siguiente modo:

a) Muro exterior

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] | 0,0300 | 0,410 | 900 | 1000 | |
| 2 | Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 5 cm | | | | | 0,090 |
| 3 | Poliestireno [PS] | 0,0500 | 0,160 | 1050 | 1300 | |
| 4 | BH convencional espesor 200 mm | 0,2000 | 0,909 | 860 | 1000 | |
| 5 | Mortero de cemento o cal para albañilería y para revo | 0,0150 | 0,550 | 1125 | 1000 | |
| 6 | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,0150 | 0,570 | 1150 | 1000 | |

$$T_e = 11.4^\circ C$$

$$T_i = 20^\circ C$$

$$R_{se} = 0.04 m^2 * K/W \quad R_{si} = 0.13 m^2 * K/W$$

$$R_1 = \frac{e}{\lambda} = 0.0732 m^2 * K/W$$

$$R_2 = 0.09 m^2 * K/W$$

$$R_3 = \frac{e}{\lambda} = 0.3125 m^2 * K/W$$

$$R_4 = \frac{e}{\lambda} = 0.22 m^2 * K/W$$

$$R_5 = \frac{e}{\lambda} = 0.0273 m^2 * K/W$$

$$R_6 = \frac{e}{\lambda} = 0.0263 m^2 * K/W$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0.9193} = 1.088 W/m^2 * K$$

$$T_{se} = T_e + (T_i - T_e) * \frac{R_{se}}{R_T} = 11.4 + (20 - 11.4) * \frac{0.04}{0.9193} = 11.77^\circ C$$

$$P_{sat} \ 610,5 * e^{\frac{17,269 * 11.77}{237,3 + 11.77}} = 1380.69 \text{ Pa}$$

$$T_1 = T_{se} + (T_i - T_e) * \frac{R_1}{R_T} = 11.82 + (20 - 11.4) * \frac{0.0732}{0.9193} = 12.45^\circ C$$

$$P_{sat} \ 610,5 * e^{\frac{17,269 * 12.45}{237,3 + 12.45}} = 1443.95 \text{ Pa}$$

$$T_2 = T_1 + (T_i - T_e) * \frac{R_2}{R_T} = 12.58 + (20 - 11.4) * \frac{0.09}{0.9193} = 13.29^\circ C$$

$$P_{sat} 610,5 * e^{\frac{17,269 * 13.29}{237,3 + 13.29}} = 1525.6 \text{ Pa}$$

$$T_3 = T_2 + (T_i - T_e) * \frac{R_3}{R_T} = 13.51 + (20 - 11.4) * \frac{0.3125}{0.9193} = 16.21^\circ C$$

$$P_{sat} 610,5 * e^{\frac{17,269 * 16.21}{237,3 + 16.21}} = 1841.8 \text{ Pa}$$

$$T_4 = T_3 + (T_i - T_e) * \frac{R_4}{R_T} = 16.75 + (20 - 11.4) * \frac{0.22}{0.9193} = 18.27^\circ C$$

$$P_{sat} 610,5 * e^{\frac{17,269 * 18.27}{237,3 + 18.27}} = 2098.2 \text{ Pa}$$

$$T_5 = T_4 + (T_i - T_e) * \frac{R_5}{R_T} = 19.03 + (20 - 11.4) * \frac{0.0273}{0.9193} = 18.52^\circ C$$

$$P_{sat} 610,5 * e^{\frac{17,269 * 18.52}{237,3 + 18.52}} = 2131.245 \text{ Pa}$$

$$T_{si} = T_5 + (T_i - T_e) * \frac{R_6}{R_T} = 19.31 + (20 - 11.4) * \frac{0.0263}{0.9193} = 18.77^\circ C$$

$$P_{sat} 610,5 * e^{\frac{17,269 * 18.77}{237,3 + 18.77}} = 2164.838 \text{ Pa}$$

$$T_i = T_{si} + (T_i - T_e) * \frac{R_{si}}{R_T} = 19.58 + (20 - 11.4) * \frac{0.13}{0.9193} = 19.98 \approx 20^\circ C$$

$$P_{sat} 610,5 * e^{\frac{17,269 * 20}{237,3 + 20}} = 2336.95 \text{ Pa}$$

Distribución de presión de vapor

La distribución de presión de vapor a través del cerramiento se calculará mediante las siguientes expresiones:

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

...

$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

Siendo

- P_i la presión de vapor del aire interior [Pa];
- P_e la presión de vapor del aire exterior [Pa];
- $P_1 \dots P_{n-1}$ la presión de vapor en cada capa n [Pa];
- $S_{d1} \dots S_{d(n-1)}$ el espesor de aire equivalente de cada capa frente a la difusión del vapor de agua, calculado mediante la siguiente expresión [m];

$$S_{dn} = e_n \cdot \mu_n$$

Donde

- μ_n es el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa, calculado a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456: 2001 o tomado de Documentos Reconocidos;
- e_n es el espesor de la capa n [m].

La distribución de presiones de vapor a través del cerramiento se puede representar gráficamente mediante una línea recta que una el valor de P_i con P_e , dibujado sobre la sección del cerramiento utilizando los espesores de capa equivalentes a la difusión de vapor de agua, S_{dn} (véase figura G.1)

Para el cálculo analítico de P_i y de P_e , en función de la temperatura y de la humedad relativa, se utilizará la siguiente expresión:

$$P_i = \varphi_i \cdot P_{\text{sat}}(\theta_i) \quad (\text{G.12})$$

$$P_e = \varphi_e \cdot P_{\text{sat}}(\theta_e) \quad (\text{G.13})$$

Siendo

- φ_i la humedad relativa del ambiente interior definida en el apartado G.1.2.2 [en tanto por 1];
- φ_e la humedad relativa del ambiente exterior definida en el apartado G.1.1 [en tanto por 1].

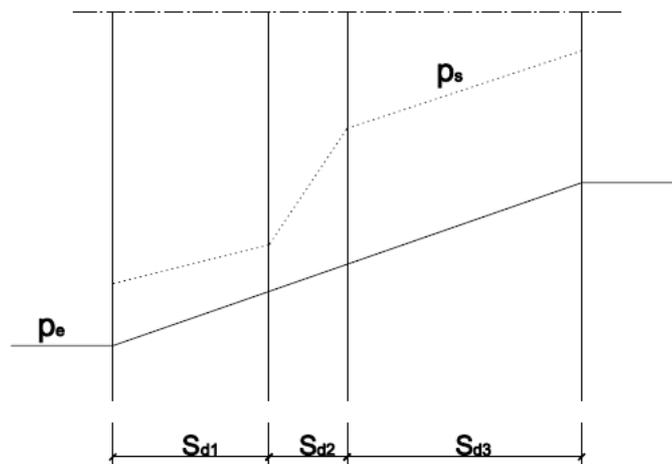


Figura G.1 Distribución de presiones de vapor de saturación y presiones de vapor en un elemento multicapa del edificio dibujada frente a la resistencia a presión de vapor de cada capa.

En nuestro caso y teniendo en cuenta que el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa es el siguiente²⁸:

| CERRAMIENTO | | |
|---------------|---------------------|------------------|
| Muro exterior | Material | Resistencia agua |
| 1 | Mort aridos ligeros | 10 |
| 2 | Camara de aire | 1 |
| 3 | PS | 100000 |
| 4 | BH | 10 |
| 5 | Mortero de cemento | 10 |
| 6 | Ey | 6 |

²⁸ Valores obtenidos de la base de datos del Código Técnico de la Edificación

$$P_i = \phi_i \cdot P_{\text{sat}}(\theta_i) = .55 * 610,5 * e^{\frac{17,269*20}{237,3+20}} = 1285.323 \text{ Pa}$$

$$P_e = \phi_e \cdot P_{\text{sat}}(\theta_e) = 0,7^{29} * 1347,304 = 943,113 \text{ Pa}$$

$$Sd_1 = e_1 \cdot \mu_1 = .03 * 10 = 0.3$$

$$Sd_2 = e_2 \cdot \mu_2 = .05 * 1 = 0.05$$

$$Sd_3 = e_3 \cdot \mu_3 = .05 * 100000 = 5000$$

$$Sd_4 = e_4 \cdot \mu_4 = .2 * 10 = 2$$

$$Sd_5 = e_5 \cdot \mu_5 = .015 * 10 = 0.15$$

$$Sd_6 = e_6 \cdot \mu_6 = .015 * 6 = 0.09$$

$$\sum Sd_n = 5002.59$$

$$P_1 = P_e + \frac{Sd_1}{\sum Sd_n} * (P_i - P_e) = 943.113 + \frac{0.3}{5002.59} * (1285.323 - 943.113) = 943.134 \text{ Pa}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{Sd_2}{\sum Sd_n} * (P_i - P_e) = 943.134 + \frac{0.05}{5002.59} * (1285.323 - 943.113) = 943.137 \text{ Pa}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{Sd_3}{\sum Sd_n} * (P_i - P_e) = 943.137 + \frac{5000}{5002.59} * (1285.323 - 943.113) = 1285.17 \text{ Pa}$$

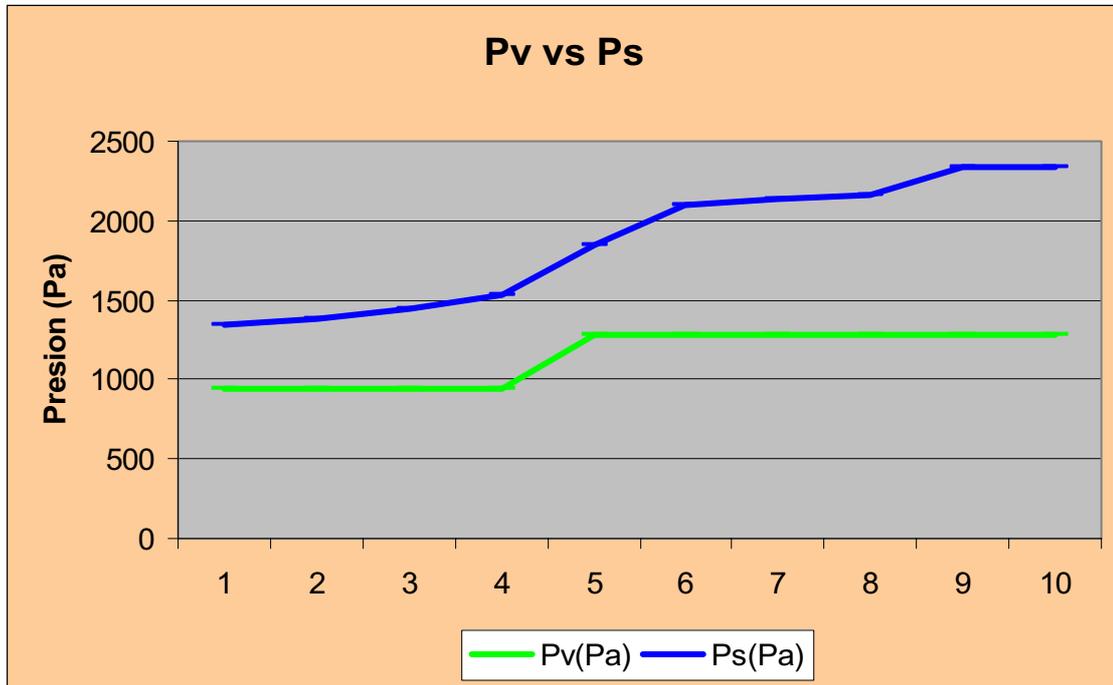
$$P_4 = P_3 + \frac{Sd_4}{\sum Sd_n} * (P_i - P_e) = 1285.17 + \frac{2}{5002.59} * (1285.323 - 943.113) = 1285.307 \text{ Pa}$$

$$P_5 = P_4 + \frac{Sd_5}{\sum Sd_n} * (P_i - P_e) = 1285.307 + \frac{0.15}{5002.59} * (1285.323 - 943.113) = 1285.317 \text{ Pa}$$

$$P_6 = P_5 + \frac{Sd_6}{\sum Sd_n} * (P_i - P_e) = 1285.317 + \frac{0.09}{5002.59} * (1285.323 - 943.113) = 1285.323 \text{ Pa}$$

Cuya representación gráfica sería la siguiente

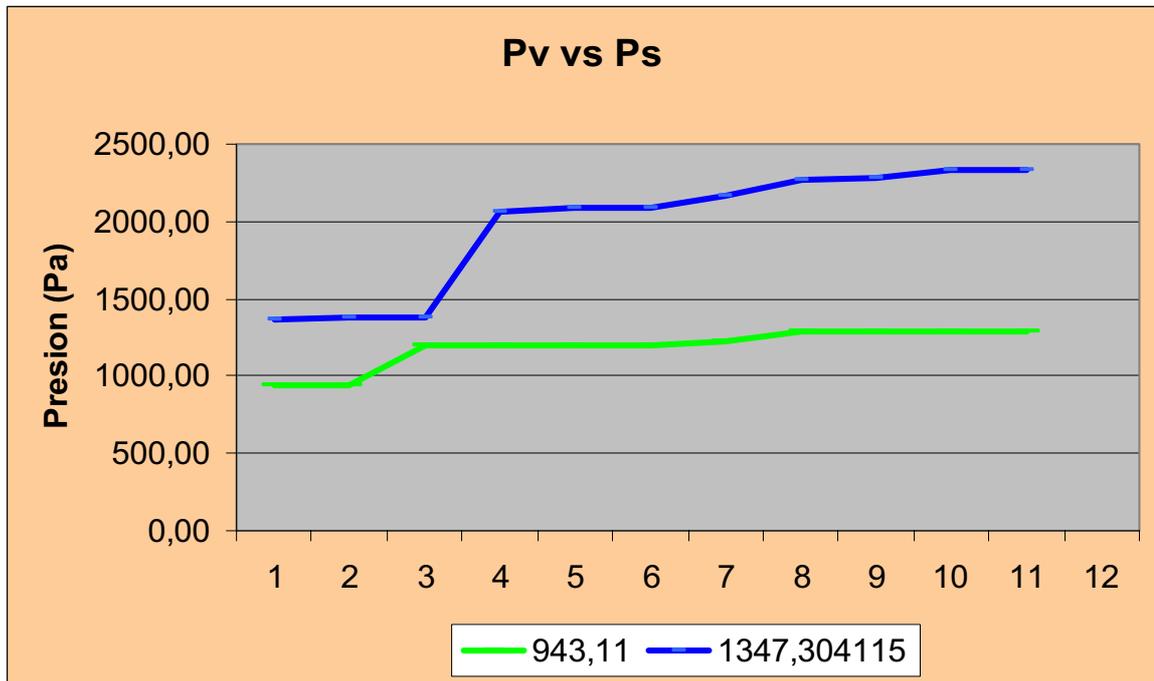
²⁹ Valor que antes se obtuvo, que sale igual (trabajando con la aproximación a la décima) que el de la tabla de condiciones exteriores para la capital de provincia.



Análogamente se podría realizar la cubierta exterior:

| A | B | C | D | E | F |
|-------------------|------------------|-------------|----------------------------|----------|------------------|
| CERRAMIENTO | | ESPESOR (m) | λ W/m°C (h W/m²°C) | R(m²C/W) | Resistencia agua |
| Cubierta exterior | | 1 | Rse | 0,040 | 0 |
| 1 | Baldosa ceramica | 0,051 | 1 | 0,051 | 30 |
| 2 | LDPE | 0,001 | 0,33 | 0,003 | 100000 |
| 3 | XPS HFC | 0,04 | 0,025 | 1,600 | 100 |
| 4 | Fibra vidrio | 0,002 | 0,04 | 0,050 | 1 |
| 5 | Filtro | 0,001 | 0,05 | 0,020 | 15 |
| 6 | Hormigon | 0,15 | 1,15 | 0,130 | 60 |
| 7 | FU | 0,3 | 1,429 | 0,210 | 80 |
| 8 | Ey | 0,01 | 0,57 | 0,018 | 6 |

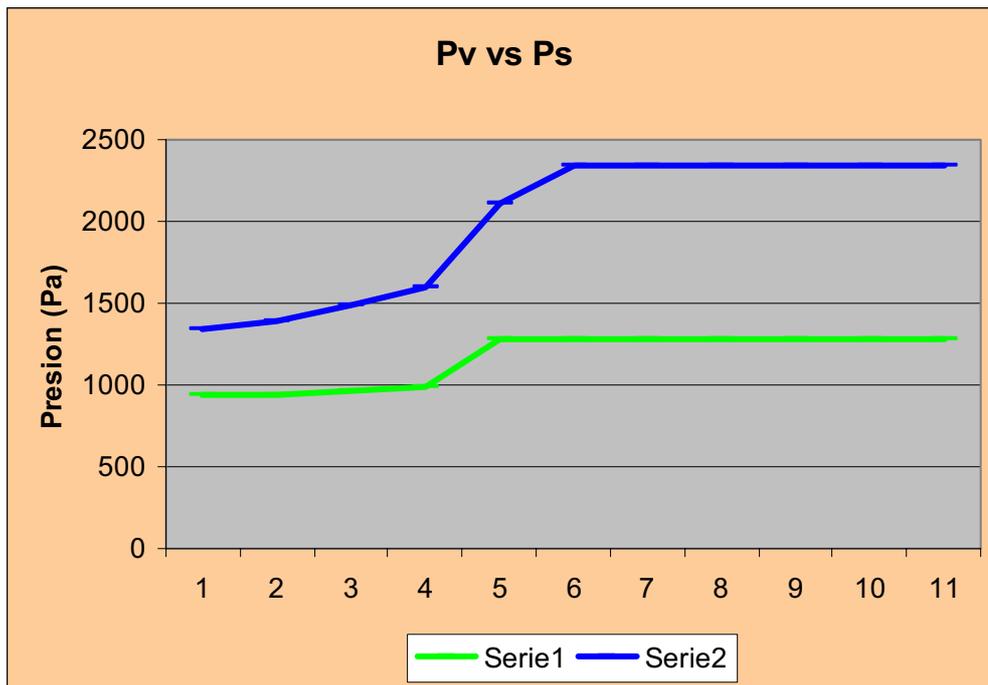
| | Tem(°C) | Pv(Pa) | Ps(Pa) | |
|-----|---------|---------|------------|------|
| Te | 11,40 | 943,11 | 1347,30412 | ok!! |
| Tse | 11,555 | 943,11 | 1361,18642 | ok!! |
| 1 | 11,752 | 946,89 | 1379,06852 | ok!! |
| 2 | 11,764 | 1193,89 | 1380,13749 | ok!! |
| 3 | 17,957 | 1203,77 | 2057,22246 | ok!! |
| 4 | 18,150 | 1203,78 | 2082,39583 | ok!! |
| 5 | 18,228 | 1203,81 | 2092,54042 | ok!! |
| 6 | 18,732 | 1226,04 | 2159,76823 | ok!! |
| 7 | 19,545 | 1285,32 | 2271,94462 | ok!! |
| 8 | 19,613 | 1285,47 | 2281,54551 | ok!! |
| Tsi | 20,000 | 1285,47 | 2336,95114 | ok!! |
| Ti | Fin | 1285,47 | 2336,95114 | ok!! |



Y los puentes térmicos constituidos por las cajas de las persianas

| CERRAMIENTO | ESPESOR (m) | λ W/m°C (h W/m²°C) | R(m²°C/W) | Resistencia agua |
|----------------------|---------------------|----------------------------|-----------|------------------|
| Caja Persiana | 1 | Rse | 0,040 | 0 |
| 1 | Mort aridos ligeros | 0,03 | 0,41 | 10 |
| 2 | Camara de aire | 0,3 | 1 | 1 |
| 3 | Tablero | 0,05 | 0,15 | 70 |

| | Tem(°C) | Pv(Pa) | Ps(Pa) | |
|-----|---------|---------|-------------|------|
| Te | 11,40 | 943,11 | 1347,304115 | ok!! |
| Tse | 11,916 | 943,11 | 1394,073907 | ok!! |
| 1 | 12,860 | 968,15 | 1483,32939 | ok!! |
| 2 | 14,022 | 993,19 | 1599,965446 | ok!! |
| 3 | 18,323 | 1285,32 | 2105,042065 | ok!! |
| 4 | 20,000 | 1285,32 | 2336,951144 | ok!! |
| 5 | Fin | 1285,32 | 2336,951144 | ok!! |
| 6 | Fin | 1285,32 | 2336,951144 | ok!! |
| 7 | Fin | 1285,32 | 2336,951144 | ok!! |
| Tsi | Fin | 1285,32 | 2336,951144 | ok!! |
| Ti | Fin | 1285,32 | 2336,951144 | ok!! |



De cara a la administración se debe rellenar el siguiente formulario

| CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|----------------------|-------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|--|
| Tipos | C. superficiales | | | C. intersticiales | | | | | | | | |
| | $fR_{si} \geq fR_{smin}$ | $P_n \leq P_{sat,n}$ | | Capa 1 | Capa 2 | Capa 3 | Capa 4 | Capa 5 | Capa 6 | Capa 7 | | |
| Muro exterior | fR_{si} | 0,73 | $P_{sat,n}$ | 1444,775 | 1526,655 | 1843,462 | 2099,756 | 2133,601 | 2166,710 | 2336,951 | | |
| | fR_{smin} | 0,31 | P_n | 943,131 | 943,134 | 1285,169 | 1285,306 | 1285,316 | 1285,323 | 1285,323 | | |
| Cubierta exterior | fR_{si} | 0,89 | $P_{sat,n}$ | 1379,069 | 1380,137 | 2057,222 | 2082,396 | 2092,540 | 2159,768 | 2271,945 | | |
| | fR_{smin} | 0,31 | P_n | 946,889 | 1193,890 | 1203,770 | 1203,775 | 1203,812 | 1226,042 | 1285,323 | | |
| Caja Persiana | fR_{si} | 0,62 | $P_{sat,n}$ | 1483,329 | 1599,965 | 2105,042 | 2336,951 | 2336,951 | 2336,951 | 2336,951 | | |
| | fR_{smin} | 0,31 | P_n | 968,150 | 993,190 | 1285,323 | 1285,323 | 1285,323 | 1285,323 | 1285,323 | | |

3 METODO PRESTACIONAL O GENERAL

3.1 Objeto

Este método consiste en introducir en el programa LIDER, el edificio objeto de estudio. En este curso se va a trabajar con la versión ***iLIDER300606***.

Ya explicado la mayoría de los conceptos al realizar el hotel, se pretende con este ejemplo instruir en la creación de cubiertas inclinadas, con la incorporación de lucernarios y la creación de cerramientos especiales con líneas auxiliares en 3D

3.2 Definición de espacios

Se cita esto porque la definición de espacios que se debe realizar para la ejecución del edificio en el programa es diferente que la ya descrita en el método prescriptivo

Las posibilidades dependen del tipo del edificio: en el caso de edificios destinados a **viviendas**, las posibilidades son:

Acondicionado: El espacio va a disponer de un sistema de refrigeración y/o calefacción.

NO HABITABLE: Se usa en espacios no habitados, como desvanes o vacíos sanitarios.

En el caso de edificios **terciarios** las posibilidades son:

Acondicionado: El espacio va a disponer de un sistema de refrigeración y/o calefacción.

NO Acondicionado: El espacio no va a disponer de un sistema de acondicionamiento.

NO HABITABLE: Se usa en espacios no habitados, como desvanes o vacíos sanitario

En este ejemplo, por no ser muchos los espacios interiores de cada planta se dividió cada planta como existe físicamente en realidad, es decir, creando todos los tabiques interiores que marcan los planos del edificio