

# SMART REHABILITATION 3.0

---



With the support of the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

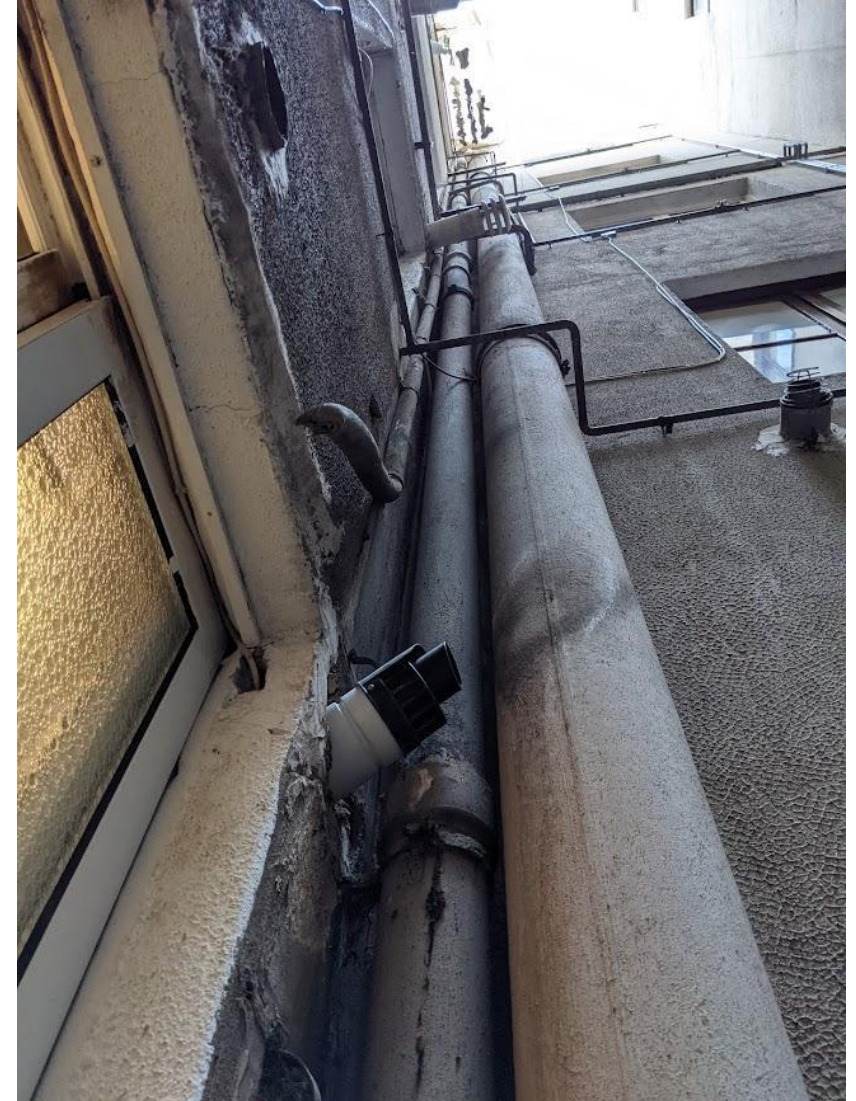
## 5.1 Aislamiento térmico

## CONTENIDO

En el primer apartado del modulo V trataremos de identificar las principales deficiencias en el comportamiento térmico de la parte opaca de la envolvente en viviendas. Las estrategias estarán enfocadas en reducir la demanda energética y mejorar el confort de los usuarios, considerando temas como la pobreza energética y posibles acciones de mitigación en situaciones de falta de sistemas de aire acondicionado.

## ÍNDICE

1. Detección de las principales deficiencias de las partes opacas de la envolvente.
2. Mínima intervención para la mejora del comportamiento térmico y confort del usuario.



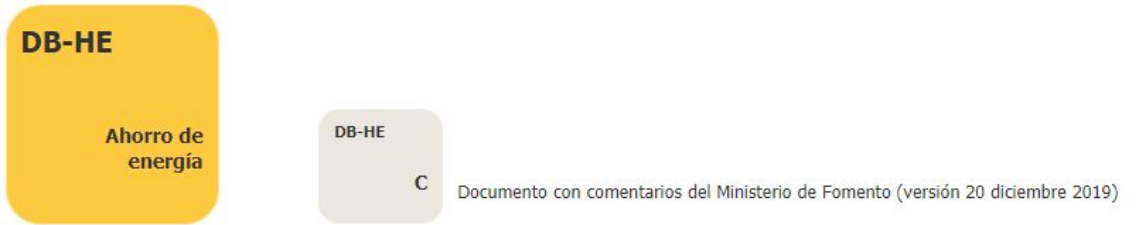
## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

Normativa de referencia CTE-DB-HEo\_HE1

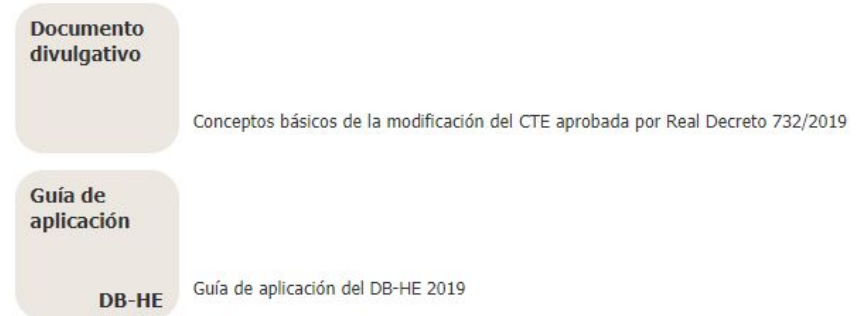
<https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>



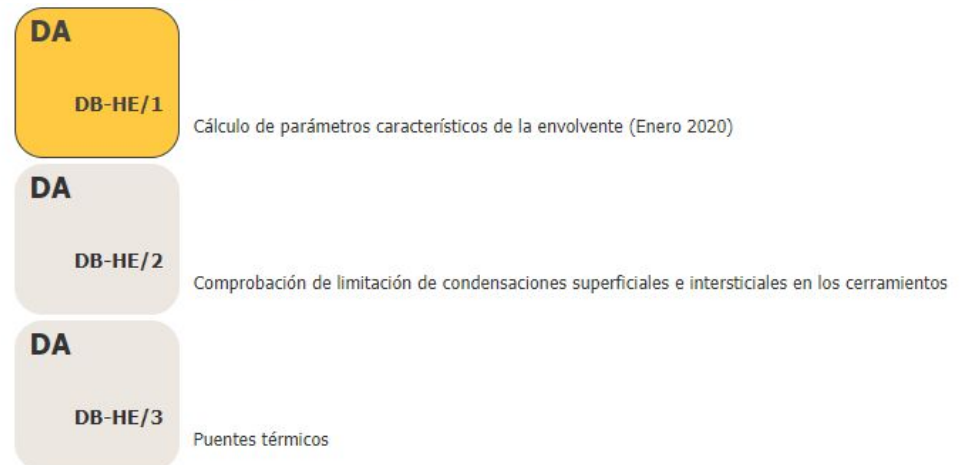
### DOCUMENTO BÁSICO



### DOCUMENTOS DIVULGATIVOS



### DOCUMENTOS DE APOYO

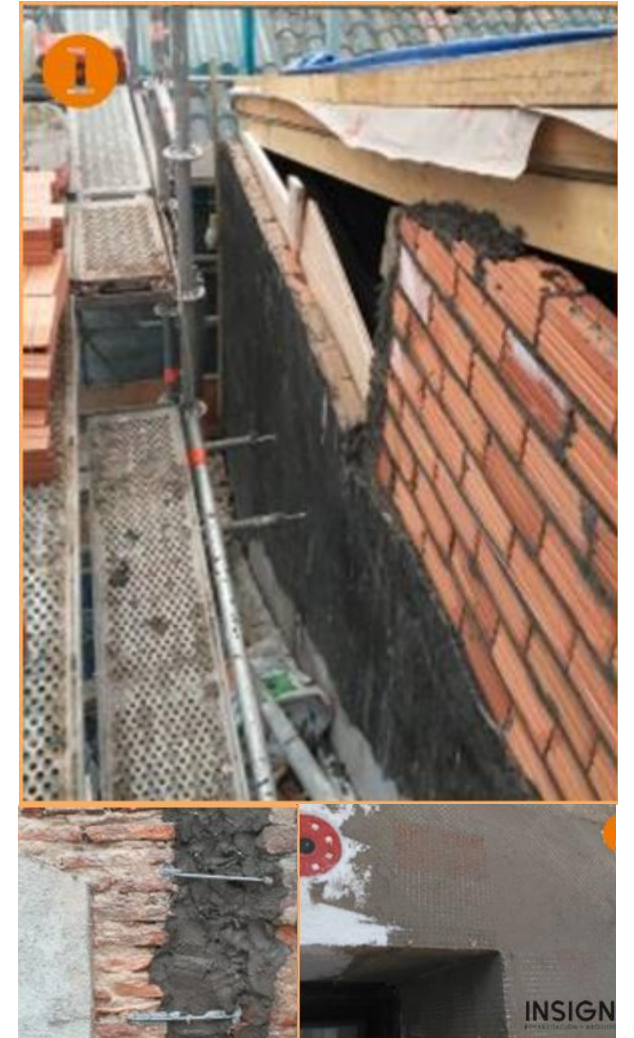


## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

- Transmitancia térmica U
- Espesor
- Conductividad térmica  $\lambda$
- Resistencia térmica R
- Puentes térmicos
- Inercia Térmica I\*
- Calor específico Ce
- Retardo térmico Rt
- Difusividad térmica  $\alpha$
- Infiltraciones
- Condensaciones



FUENTE: [www.blatem.com](http://www.blatem.com)



FUENTE: obrasinsignia

## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

### Transmitancia térmica

#### Evolución de los valores de transmitancia térmica U (W/m<sup>2</sup>·K)

- Fachadas
- Cubiertas
- Suelos

Clima	A			B			C			D			E		
	Almería, Cádiz, Málaga, Melilla			Alicante, Palma de Mallorca, Sevilla, Tarragona			Barcelona, A Coruña, Granada, Santander, Toledo			Cuenca, Huesca, Madrid, Oviedo, Salamanca			Ávila, Burgos, León, Soria		
Normativa	NBE 1979 <sup>1</sup>	CTE 2019 obra nueva <sup>2</sup>	CTE 2019 reforma <sup>3</sup>	NBE 1979	CTE 2019 obra nueva	CTE 2019 reforma	NBE 1979	CTE 2019 obra nueva	CTE 2019 reforma	NBE 1979	CTE 2019 obra nueva	CTE 2019 reforma	NBE 1979	CTE 2019 obra nueva	CTE 2019 reforma
Muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno		0,50	0,70		0,38	0,56		0,29	0,49		0,27	0,41		0,23	0,37
Cubiertas		0,44	0,50		0,33	0,44		0,23	0,40		0,22	0,35		0,19	0,33
Cerramientos en contacto con el terreno		0,80	0,80		0,69	0,75		0,48	0,70		0,48	0,65		0,48	0,59

<sup>1</sup> Norma Básica de Edificación publicada en 1979.

<sup>2</sup> Código Técnico de Edificación actualizado en 2019.

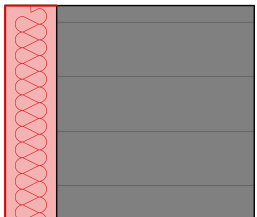
<sup>3</sup> Código Técnico de Edificación actualizado en 2019.

## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

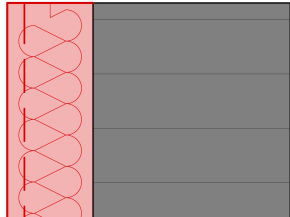
### Transmitancia térmica

Normativa	NBE 1979	CTE 2006	CTE 2013	CTE 2019
Conductividad térmica (W/m·K)	<1,4	0,94 - 0,66	0,7 - 0,57	0,7 - 0,37
Espesor mínimo <sup>1</sup> (mm)	20 - 30	40 - 50	50 - 60	50 - 100

20 - 30



40 - 50



50 - 60



50 - 100



<sup>1</sup> tabla

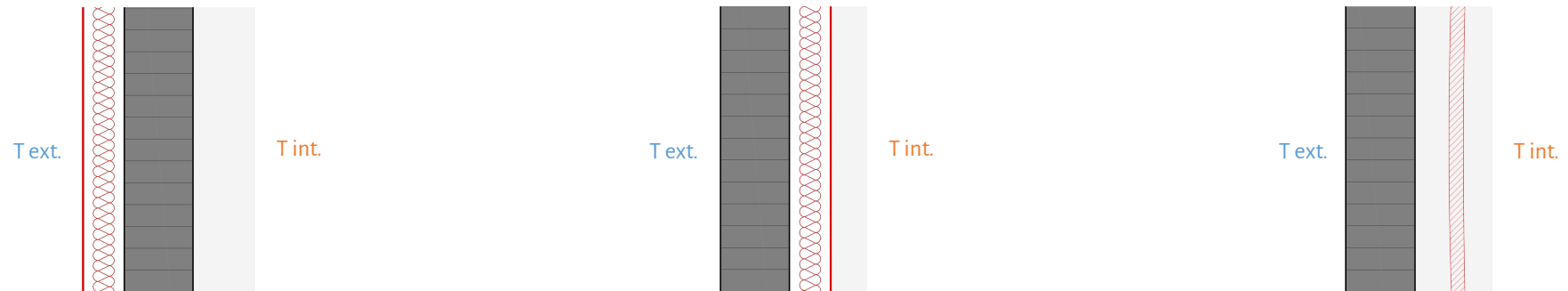
[https://www.five.es/descargas/archivos/P1\\_portada.pdf](https://www.five.es/descargas/archivos/P1_portada.pdf)

[https://www.five.es/descargas/archivos/R1\\_portada.pdf](https://www.five.es/descargas/archivos/R1_portada.pdf)

## Mínima intervención para reducir la demanda energética.

### Transmitancia térmica: FACHADAS

La intervención pasará por incorporar materiales poco conductores: aislamientos térmicos, tejidos gruesos, materiales altamente reflectantes (p.ej. aluminio), maderas, corcho, etc. En este caso, hablamos de fachadas que de origen tienen espesores de 25-35cm.



	Aislamiento por fuera <sup>1</sup>	Aislamiento por dentro	Cortina gruesa o material altamente reflectante <sup>2</sup>
<b>Coste de inversión</b>	+++	++	+
<b>Puentes térmicos</b>	Minimización	No reduce	No reduce
<b>Superficie útil de la vivienda</b>	No se reduce	Se reduce	No se reduce
<b>Implicación de los usuarios</b>	Consenso de todos los vecinos	Individual	Individual
<b>Beneficio energético</b>	+++	++	+

<sup>1</sup> esta intervención resulta adecuada en caso de necesidad de actuar a nivel estructural o constructivo en fachada por indicios de mal estado de conservación con posibles implicaciones para la seguridad.

<sup>2</sup> en este caso, la cortina o el material reflectante deberán situarse a cierta distancia del cerramiento, por lo que debe preverse una cámara de aire de unos 3-4 cm.

+++ ALTO ++ MEDIO + BAJO

## Mínima intervención para reducir la demanda energética.

### Transmitancia térmica: FACHADAS

La intervención pasará por incorporar materiales poco conductores: aislamientos térmicos, tejidos gruesos, materiales altamente reflectantes (p.ej. aluminio), maderas, corcho, etc.

En este caso, se deberá tener especial atención en el caso de cerramientos exteriores de menor espesor (aprox. 15 cm), habituales en medianeras vistas, patios de ventilación, cerramientos en cajones de persiana, etc.



FUENTE: [www.tracrehabilitacio.es](http://www.tracrehabilitacio.es) . Rehabilitación Comte d'Urgell 253

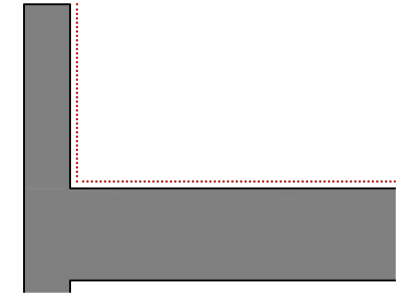
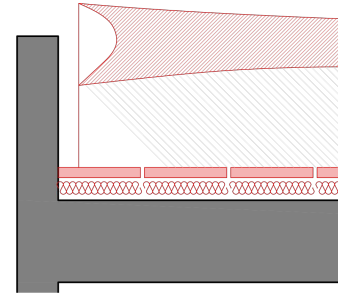
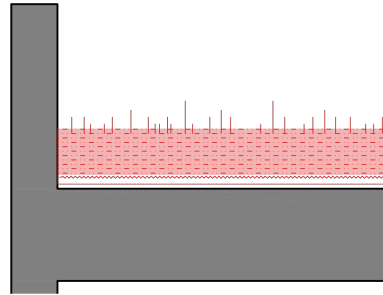


FUENTE: [www.grupobordex.es](http://www.grupobordex.es)

## Mínima intervención para reducir la demanda energética.

### Transmitancia térmica: CUBIERTAS

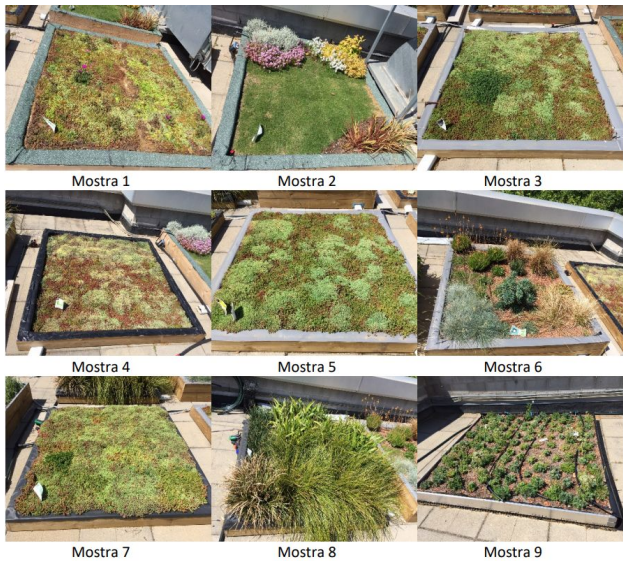
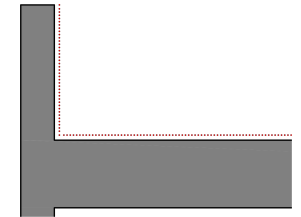
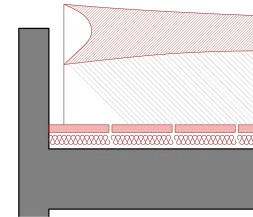
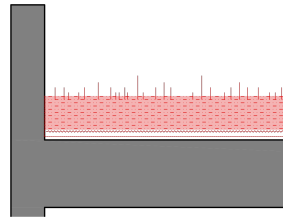
La intervención pasará por incorporar materiales que contribuyan a reducir la conductividad de la solución final.



	Aislamiento + Tierra + Vegetación o grava blanca	Aislamiento + Pavimento + Sombra (Toldo)	Aislamiento + Pintura blanca o muy reflectante
<b>Coste de inversión</b>	++	++	+
<b>Puentes térmicos</b>	Minimización	Minimización	Minimización
<b>Altura útil de la vivienda</b>	No se reduce	No se reduce	No se reduce
<b>Implicación de los usuarios</b>	Consenso de todos los vecinos	Consenso de todos los vecinos	Consenso de todos los vecinos
<b>Beneficio energético</b>	+++	+++	+++
<b>Usos alternativos</b>	Permitidos (p. ej. huertos urbanos)	Permitidos (p. ej. tendedores)	No permitidos
<b>Mantenimiento o gestión</b>	En el caso de vegetación, requiere mantenimiento de los usuarios	Requiere gestión de los usuarios según condiciones climatológicas (viento, lluvia, etc.)	No requiere mantenimiento ni gestión de los usuarios

# Mínima intervención para reducir la demanda energética.

Transmitancia térmica: CUBIERTAS



FUENTE: Coberta experimental. Berta Sarroca Agustí i Anabel Garcia Martínez. Montserrat Bosch.

FUENTE: SUMO Arquitectes

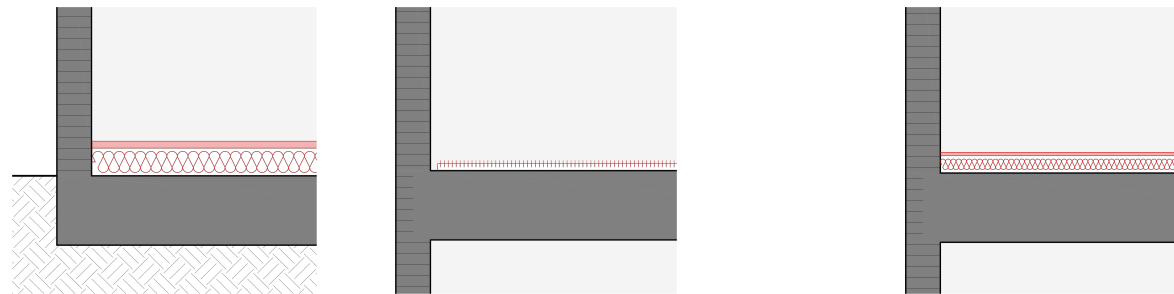
FUENTE: Duerer Toldo Vela

FUENTE: SIKA

## Mínima intervención para reducir la demanda energética.

### Transmitancia térmica: SUELOS

La intervención pasará por incorporar materiales poco conductores: moquetas de lana (invierno) y alfombras de fibra natural (verano). Si hay limitaciones económicas, es suficiente con implantar la solución en invierno, en verano es prescindible. Dependiendo de si el suelo está sobre un forjado en contacto directo con el terreno o sobre un espacio habitable, la solución tendrá un retorno mayor o menor.



	Aislamiento + Pavimento	Alfombra <sup>1</sup>
<b>Coste de inversión</b>	+++	+
<b>Puentes térmicos</b>	se mantienen	Se mantienen
<b>Altura útil de la vivienda</b>	Se reduce	No se reduce
<b>Implicación de los usuarios</b>	Individual	Individual
<b>Beneficio energético</b>	++	+

<sup>1</sup> esta solución permite la adaptabilidad del espacio a las condiciones de invierno y verano, así como la mejora del comportamiento acústico (impacto y reverberaciones).

+++ ALTO ++ MEDIO + BAJO

## Mínima intervención para reducir la demanda energética.

### Transmitancia térmica: SUELOS

#### Fibras con tradición

**Bambú.** Son tablillas de bambú, de tacto suave, hay que aspirarlas a diario y aplicarles aceite para que no pierdan color. Son resistentes, ideales para salones, pasillos y exteriores. Desde 14 €/m<sup>2</sup>.



**Coco.** Se utilizan las fibras cortas de la cáscara del coco. Es muy resistente a la humedad y al desgaste, aunque tiene un tacto áspero y rugoso. Recomendable para zonas de paso. Desde 19 €/m<sup>2</sup>



**Lana.** Es la más tradicional, agradable al tacto y confortable a la estancia en la que se instalan. Proporciona aislamiento acústico y térmico, y tiene buena respuesta al fuego, ya que no propaga la llama ni se inflama y produce poca electricidad estática



## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

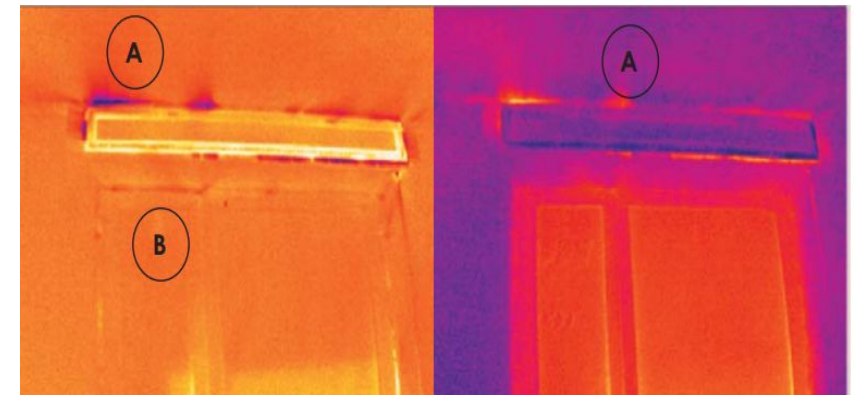
### Infiltraciones (ver módulo 5.2)

Las infiltraciones de aire en los espacios habitados se producen debido a un mal diseño o ejecución de los elementos de la envolvente, sobre todo en los puntos de encuentro de diferentes materiales o elementos. Llegando a valores significativos de permeabilidad al aire si la diferencia de presión entre interior y exterior es elevada.

La envolvente del edificio debe ser estanca. Las infiltraciones de aire no controladas suponen una merma en el comportamiento energético de los edificios y es importante detectarlas y buscar la solución idónea. Por ello, las carpinterías deben lo más herméticas posibles tanto en la relación de hoja-marco como la relación ventana pared opaca.



FUENTE: [www.ecoisola.es](http://www.ecoisola.es)



FUENTE: Guía de la termografía infrarroja. Comunidad Madrid

### Evolución de los valores de permeabilidad al aire ( $m^3/h \cdot m^2$ ) de las carpinterías

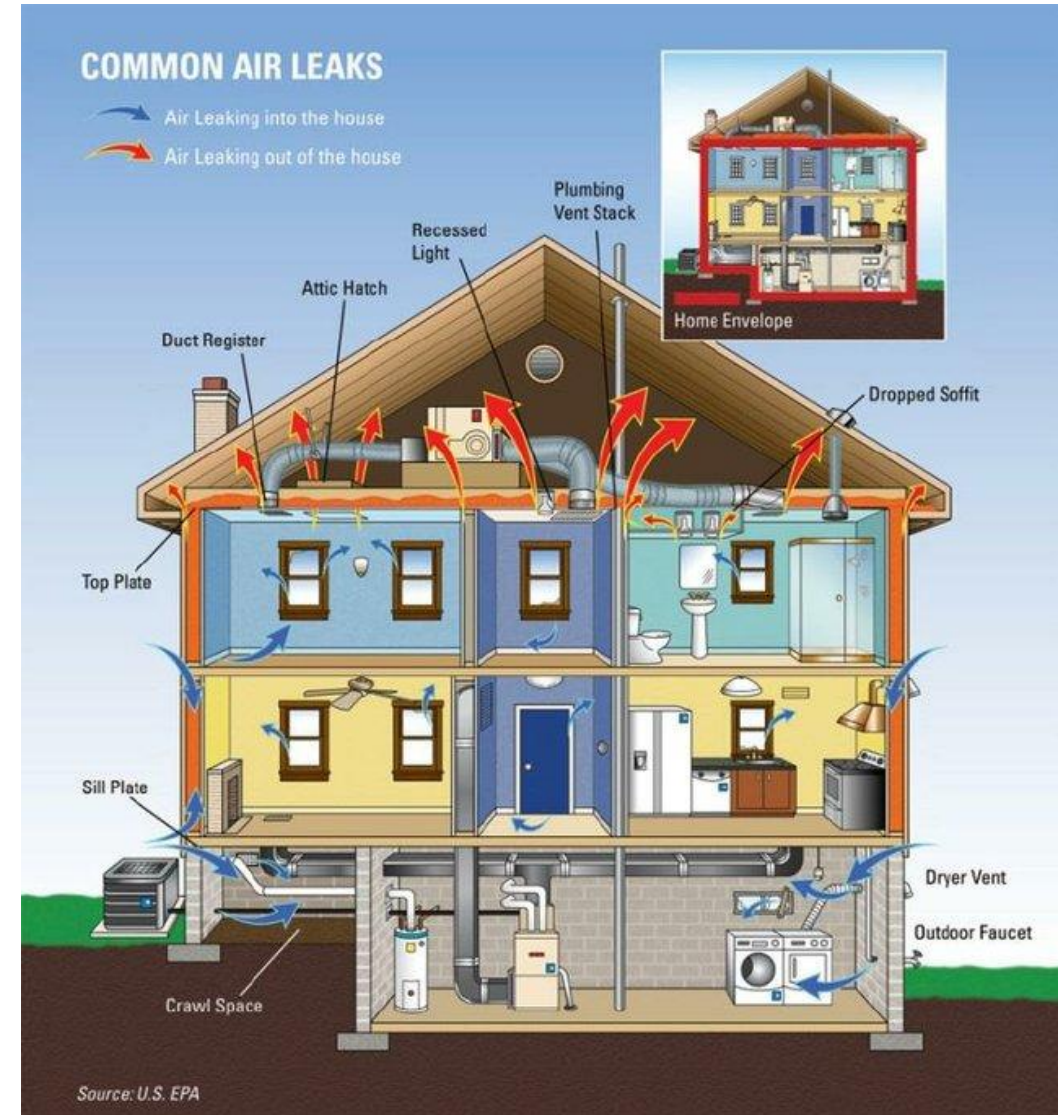
	A			B			C			D			E		
	Almería, Cádiz, Málaga, Melilla			Alicante, Palma de Mallorca, Sevilla, Tarragona			Barcelona, A Coruña, Granada, Santander, Toledo			Cuenca, Huesca, Madrid, Oviedo, Salamanca			Ávila, Burgos, León, Soria		
Normativa	NBE 1979	CTE 2013	CTE 2019 reforma	NBE 1979	CTE 2013	CTE 2019 reforma	NBE 1979	CTE 2013	CTE 2019 reforma	NBE 1979	CTE 2013	CTE 2019 reforma	NBE 1979	CTE 2013	CTE 2019 reforma
Permeabilidad al aire	20-50	≤ 50	≤ 27	20-50	≤ 50	≤ 27	7 - 20	≤ 27	≤ 9	7 - 20	≤ 27	≤ 9	7 - 20	≤ 27	≤ 9

## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

Infiltraciones (ver módulo 5.2)

### Listado de infiltraciones más habituales

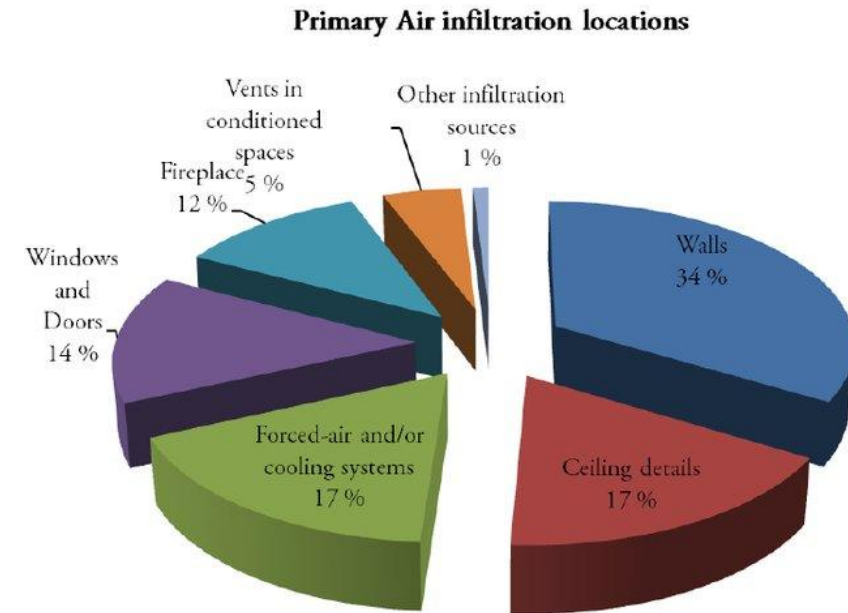
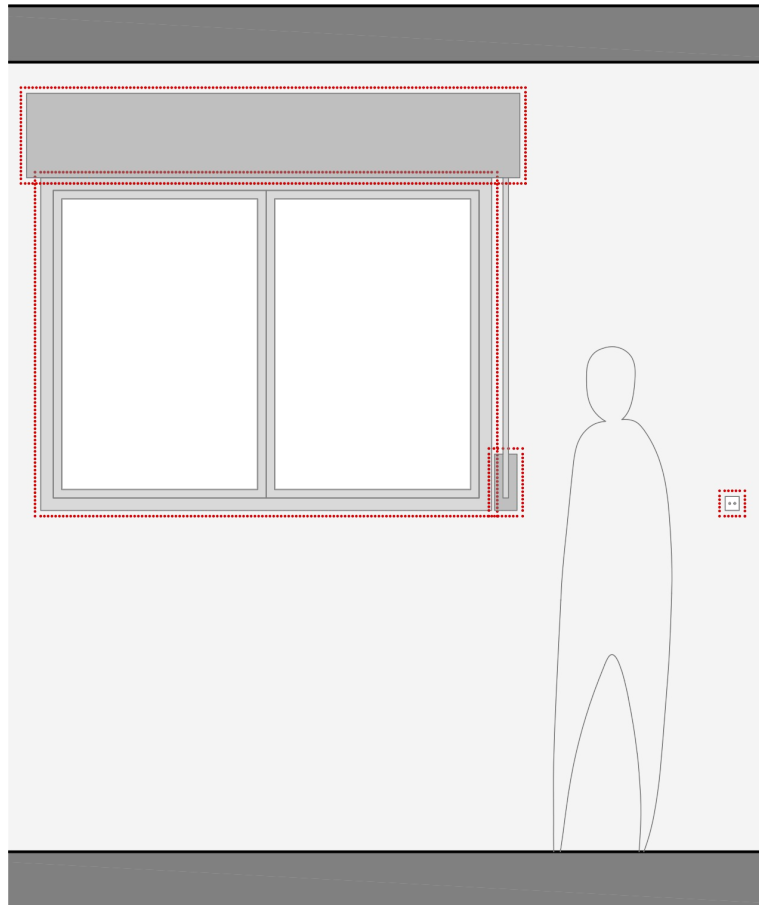
- Carpinterías mal ajustadas
- Cajones de persiana
- Enchufes
- Conductos de ventilación
- Rejillas mal diseñadas
- Elementos empotrados en fachada



Typical leakage in a residential building  
(Source: Energy Star U.S. Environmental Protection Agency, 2009).

## Mínima intervención para reducir la demanda energética.

Infiltraciones (ver módulo 5.2)



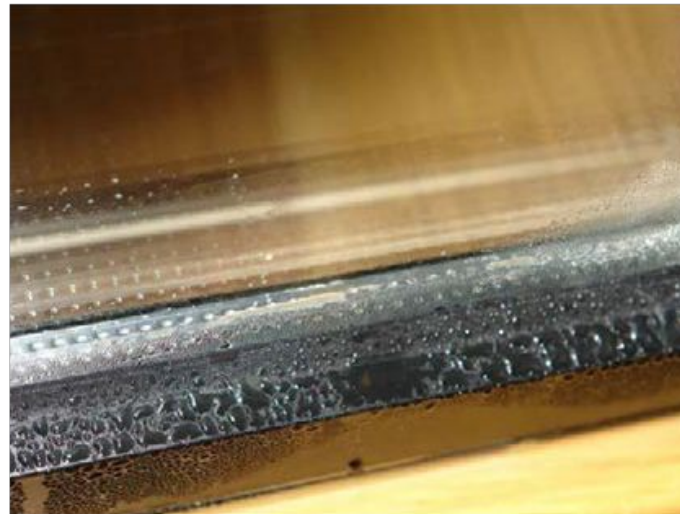
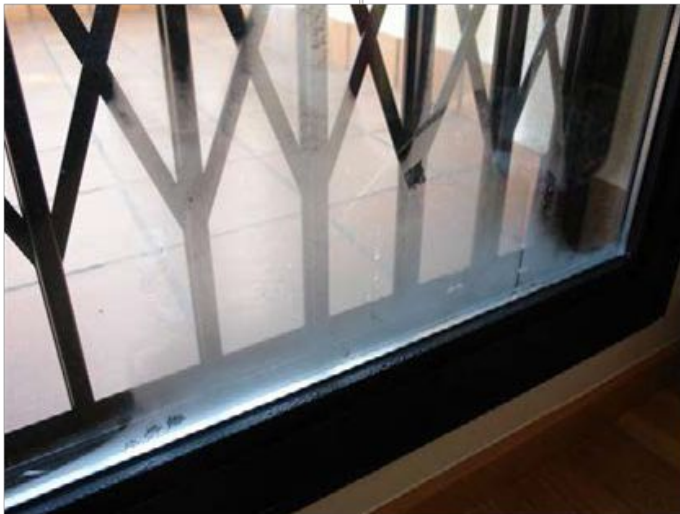
Sources: Dickerhoff, 1982; Harrje et al. , 1982; Kraniotis, 2014  
 Kraniotis D, Thiis T K, Aurlien T- A Numerical Study on the Impact of Wind Gust Frequency on Air Exchanges in Buildings 1030 with Variable, 33rd AIVC conference – 2nd TightVent Conference, Copenhagen, 10-11 October 2012.

## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

### Condensaciones (CTE DB HE2)

Las condensaciones son deficiencias que aparecen debido a un mal diseño o ejecución de la envolvente, o bien por falta de ventilación de los espacios interiores del edificio. No solo deben controlarse por los daños ocasionados a los elementos constructivos, sino también porque producen humedades que pueden afectar a la salud de los usuarios. Las condensaciones se pueden producir a nivel superficial o intersticial.

Tema ventilación: mencionar el DB HS con la tabla de ventilación mínima para cada tipo de estancia?

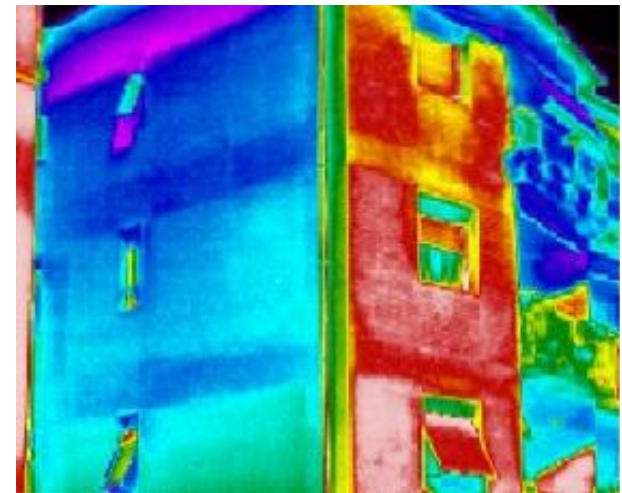


## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

Condensaciones (CTE DB HE2)

### Listado de condensaciones más habituales:

- Puentes térmicos (CTE DB HE3)
- Cerramientos en contacto directo con el terreno sin proteger
- Aislamientos absorbentes y sin ventilar (confinados)
- Cámaras de aire entre hojas de muros mal dimensionadas
- Huecos mal aislados



FUENTE: [www.termografia-edile.it](http://www.termografia-edile.it)

## **Mínima intervención para reducir la demanda energética.**

### Condensaciones

Posibles soluciones para evitar condensaciones:

- Aumentar aislamiento térmico
- Aumentar ventilación
- Solucionar puentes térmicos
- Revestimientos interiores impermeables, pinturas fungicidas
- Crear una cámara de aire entre aislamiento y la hoja exterior de fachada
- Colocar una barrera de vapor entre el aislamiento y la hoja interior de la fachada.

## Enlaces útiles:

Normativas

NBE 1979

[https://w3.ual.es/Depar/proyectosingenieria/descargas/Normas\\_Edificacion/NBE-CT-79.pdf](https://w3.ual.es/Depar/proyectosingenieria/descargas/Normas_Edificacion/NBE-CT-79.pdf)

CTE DB HE 2013

[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-9511](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-9511)

CTE DB HE 2019

<https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>

# SMART REHABILITATION 3.0

---



With the support of the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

## 5.2 Carpinterías y vidrios

## CONTENIDO

En el segundo apartado del modulo V trataremos de identificar las principales deficiencias en el comportamiento térmico del hueco. Las estrategias estarán enfocadas a reducir la demanda energética y mejorar el confort de los usuarios, considerando temas como la pobreza energética y posibles acciones de mitigación en situaciones de falta de sistemas de aire acondicionado.

## ÍNDICE

1. Detección de las principales deficiencias de las ventanas y/o balconeras así como puertas de acceso.
2. Mínima intervención para la mejora del comportamiento térmico y confort del usuario.



FUENTE: [www.termografia-edile.it](http://www.termografia-edile.it)

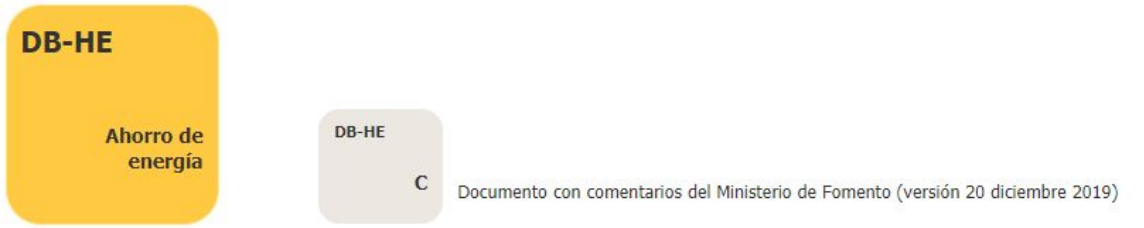
## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

Normativa de referencia CTE-DB-HEo\_HE1

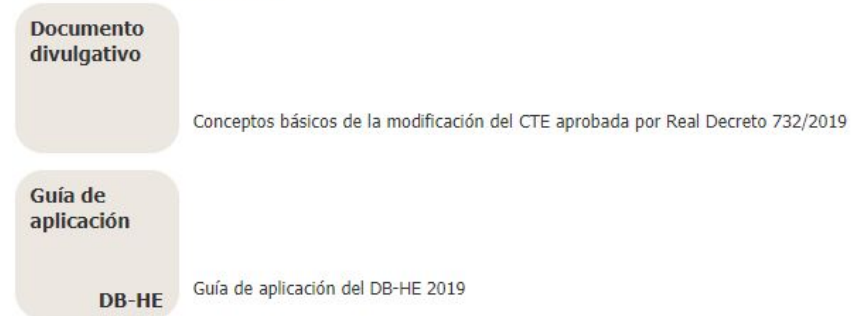
<https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>



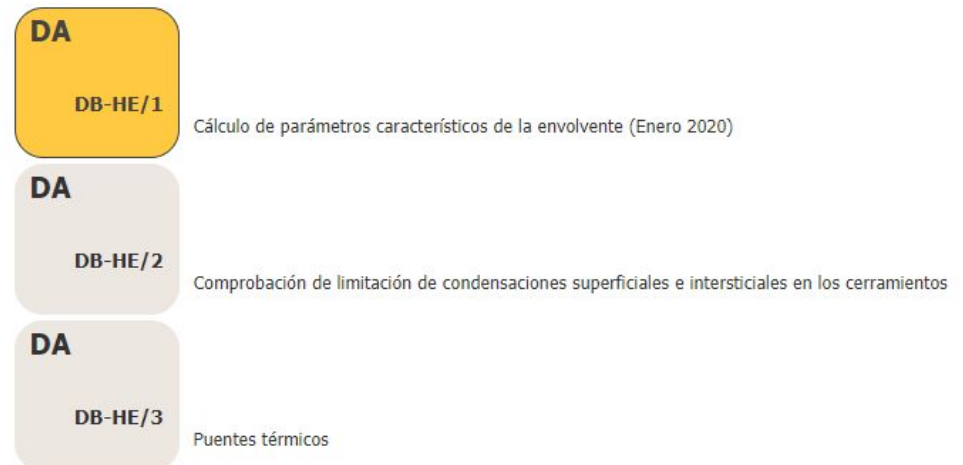
### DOCUMENTO BÁSICO



### DOCUMENTOS DIVULGATIVOS

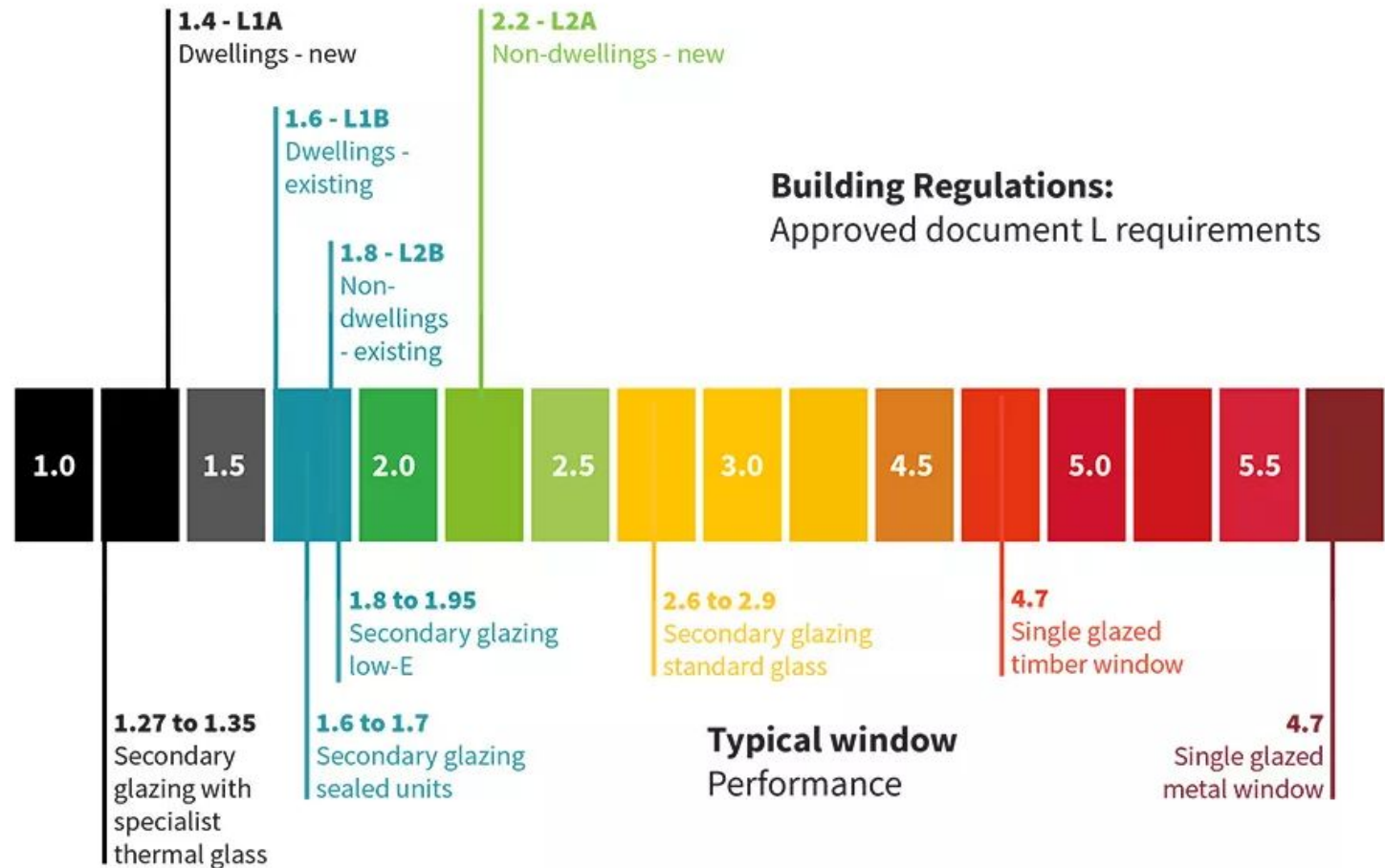


### DOCUMENTOS DE APOYO



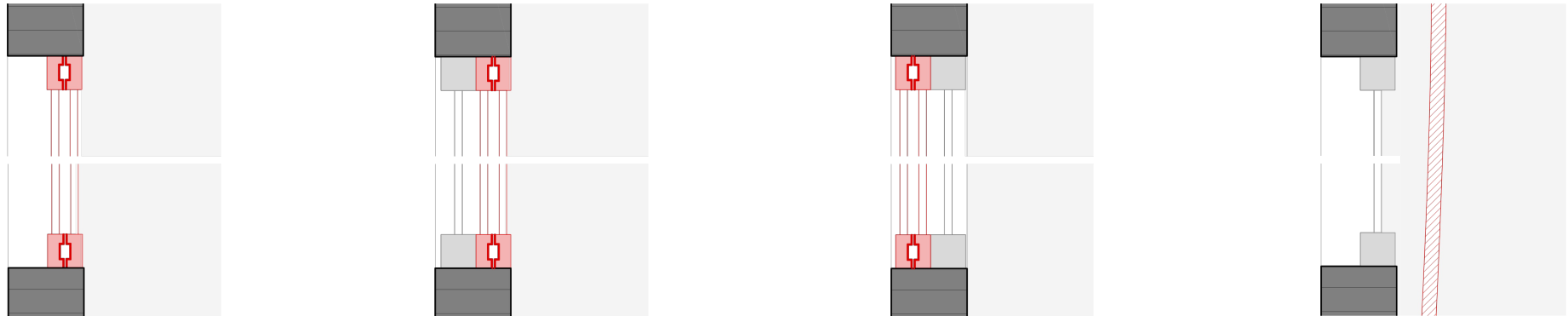
## Detección de las principales deficiencias energéticas del hueco.

- Transmitancia térmica
- Factor solar del vidrio
- Infiltraciones



## Mínima intervención para reducir la demanda energética.

### Transmitancia térmica



	Cambiar por ventana con doble vidrio BE y RPT <sup>1</sup>	Añadir nueva ventana por exterior <sup>2</sup>	Añadir vidrio con marco por interior o sustituir el vidrio simple por uno doble	Cortina gruesa separada ≈ 3cm de la pared. Cámara de aire
<b>Coste de inversión</b>	+++	++	++	+
<b>Transmitancia</b>	Se reduce notablemente	Se reduce	Se reduce <sup>4</sup>	Se mejora ligeramente
<b>Puentes térmicos</b>	Soluciona PT en carpintería	No se reducen	No se reducen	No se reducen
<b>Infiltraciones</b>	Se reducen <sup>2</sup>	Se reducen	No se reducen	No se reducen
<b>Inmisión acústica</b>	Se reduce	Se reduce	Se reduce	No se reducen
<b>Beneficio energético</b>	+++	++	++	+
<b>Vistas al exterior</b>	Se mantienen	Se mantienen	Se mantienen	Se pierden

<sup>1</sup> para que esta intervención sea eficaz, la nueva ventana debe estar formada por un doble vidrio Bajo Emisivo (BE) con cámara de aire y carpintería con Rotura de Puente Térmico (RPT).

<sup>2</sup> siempre que la ventana no sea corredera. Esta solución requiere de una correcta ejecución en obra.

<sup>3</sup> si el grosor de muro lo permite. En esta solución no se considera carpintería con Rotura de Puente Térmico.

<sup>4</sup> si la proporción de vidrio respecto de marco es elevada.

+++ ALTO ++ MEDIO + BAJO

## Detección de las principales deficiencias energéticas del hueco.

### Factor solar del vidrio

El factor solar de un vidrio indica la cantidad de radiación (luz y calor) lo que atraviesa frente a la cantidad total que incide en él, ya que hay parte que absorbe el propio vidrio y parte que se refleja. En función de la zona climática y las horas de sol que reciban los huecos, se debe estudiar qué huecos dejarán pasar más radiación y cuáles lo impedirán, ya que no es igual la radiación que se recibe en Barcelona que en Galicia.

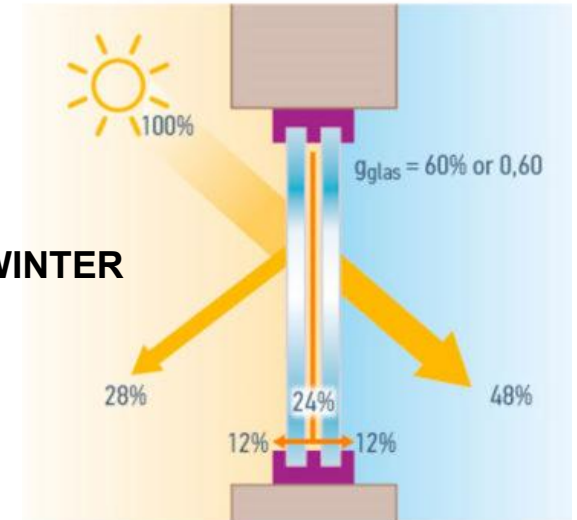
### Evolución de los valores de factor solar $g$

Normativa	NBE 1979 <sup>1</sup>	CTE 2019 <sup>2</sup>
Vidrio sencillo	0,83	0,77
Vidrio doble	0,73	0,68
Vidrio doble Bajo Emisivo	-	0,60
Doble ventana	-	0,68

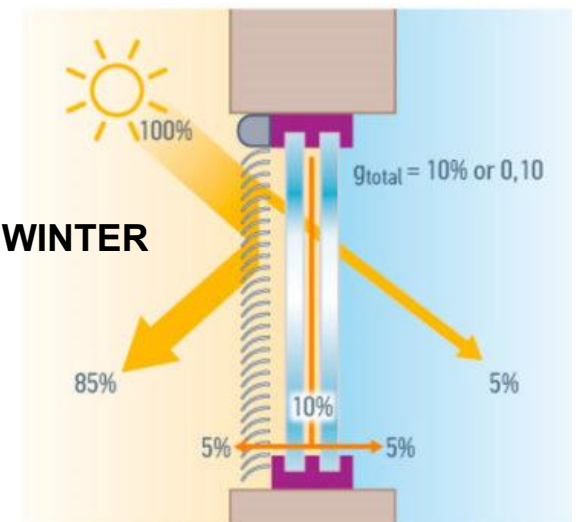
<sup>1</sup> valores de la tabla 6.2.

<sup>2</sup> valores de la tabla 11-HE1. Se han tomado los valores obtenidos a partir del factor de corrección por dispersión del vidrio.

### SUMMER & WINTER



### SUMMER OR WINTER

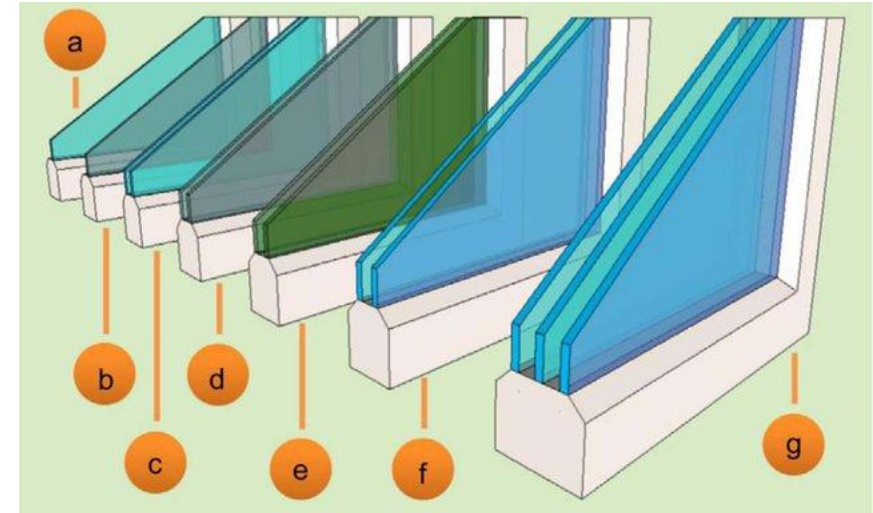


FUENTE: ROSELLOSOLAR

## Detección de las principales deficiencias energéticas del hueco.

Factor solar del vidrio (SHGC)

Color	Thickness (mm)	$U$ ( $W m^{-2} K^{-1}$ )	SHGC	$T_v$
Bronze	4	5.8	0.68	0.60
	6	5.7	0.60	0.49
	8	5.6	0.53	0.40
	10	5.6	0.48	0.33
Green	4	5.8	0.63	0.79
	6	5.7	0.55	0.73
	8	5.6	0.50	0.68
	10	5.6	0.46	0.63
Gray	4	5.8	0.66	0.55
	6	5.7	0.57	0.43
	8	5.6	0.50	0.34
	10	5.6	0.45	0.26



Glazing types:

- (a) single pane window with clear glass,
- (b) singlepane window with gray tint glass,
- (c) double glazing unit (DGU) with clear glass,
- (d) DGU with gray tint glass,
- (e) DGU with selective tint glass,
- (f) DGU with low-E glass and
- (g) triple glazing unit (TGU) with low-E glass

FUENTE: Soroosh Daqiqeh Rezaei, Santiranjan Shannigrahi, Seeram Ramakrishna. A review of conventional, advanced, and smart glazing technologies and materials for improving indoor environment. Solar Energy Materials and Solar Cells Volume 159, January 2017, Pages 26-51

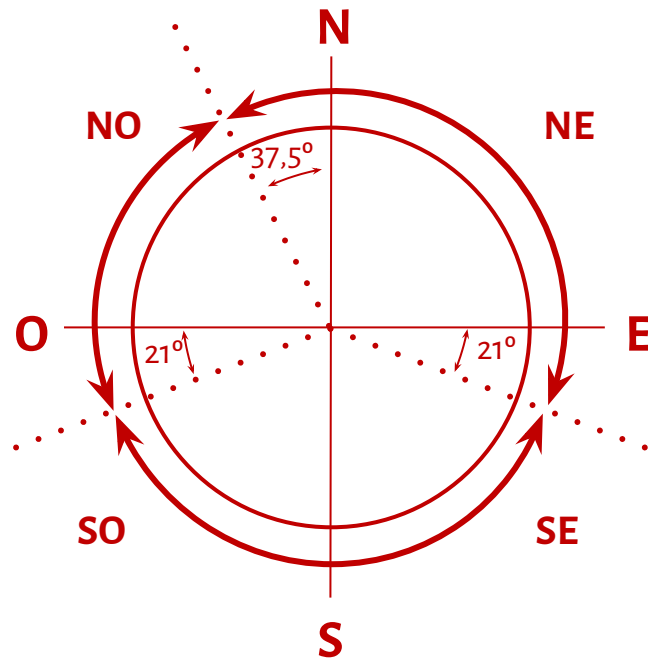
FUENTE: Reprinted from above referent with permission from Elsevier Ltd (5) (PDF) A review of conventional, advanced, and smart glazing technologies and materials for improving indoor environment. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/308018172\\_A\\_review\\_of\\_conventional\\_advanced\\_and\\_smart\\_glazing\\_technologies\\_and\\_materials\\_for\\_improving\\_indoor\\_environment](https://www.researchgate.net/publication/308018172_A_review_of_conventional_advanced_and_smart_glazing_technologies_and_materials_for_improving_indoor_environment) [accessed Apr 27 2022].

## Detección de las principales deficiencias energéticas del hueco.

Falta o deterioro de elementos que permitan el paso de la radiación solar en invierno y la limiten en verano.

En nuestra latitud, los planos que reciben mayor radiación son, en general, la cubierta y las fachadas oeste, este y sur.<sup>1</sup> La estrategia consistirá en permitir la incidencia de radiación en invierno y reducirla en verano, mediante las características del propio vidrio o protecciones solares (ver módulo 5.3).

**NO-O**  
Vidrio de factor solar bajo, aproximadamente  $(g)=0,4$   
Debe dejar pasar un 20-30% de radiación solar



**N-NE-E**  
Vidrio de factor solar elevado

**SO-S-SE**  
Vidrio de factor solar medio  
Debe dejar pasar un 30-40% de radiación solar

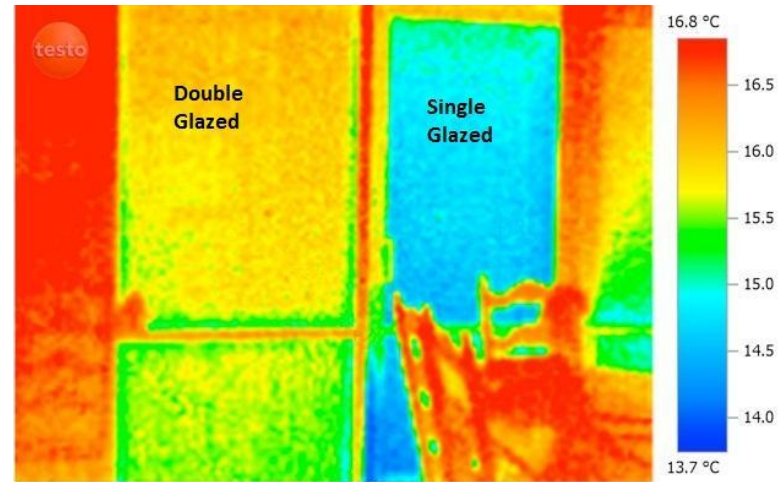
<http://icaen.gencat.cat/ca/detalls/publicacio/Num.-11-Edificis-de-consensum-denergia-gairebe-zero>



FUENTE: Plaza Pilar - Edificio Cal Botinas. Igualada

## Detección de las principales deficiencias energéticas del hueco.

Transmitancia térmica



FOTOGRAFÍA: Denny from Hopper's Crossing



FUENTE: [www.selectglaze.co.uk](http://www.selectglaze.co.uk)

## Evolución de los valores de transmitancia térmica U (W/m<sup>2</sup>·K)

Clima	A			B			C			D			E		
	Almería, Cádiz, Málaga, Melilla			Alicante, Palma de Mallorca, Sevilla, Tarragona			Barcelona, A Coruña, Granada, Santander, Toledo			Cuenca, Huesca, Madrid, Oviedo, Salamanca			Ávila, Burgos, León, Soria		
Normativa	NBE 1979 <sup>1</sup>	CTE 2019 Intervención global <sup>2</sup>	CTE 2019 Intervención individual <sup>3</sup>	NBE 1979	CTE 2019 Intervención global	CTE 2019 Intervención individual	NBE 1979	CTE 2019 Intervención global	CTE 2019 Intervención individual	NBE 1979	CTE 2019 Intervención global	CTE 2019 Intervención individual	NBE 1979	CTE 2019 Intervención global	CTE 2019 Intervención individual
Huecos (marco + vidrio + cajón de persiana)	5,8	2,7	2,7	5,8	2,0	2,3	5,8	2,0	2,1	5,8	1,6	1,8	5,8	1,5	1,8

<sup>1</sup> valores de la tabla 2.12. En este caso, se han considerado los valores de huecos verticales, vidrio simple y carpintería metálica.

<sup>2</sup> valores de la tabla a-Anejo E-HE2 para intervenciones que afecten a >25% de la envolvente térmica.

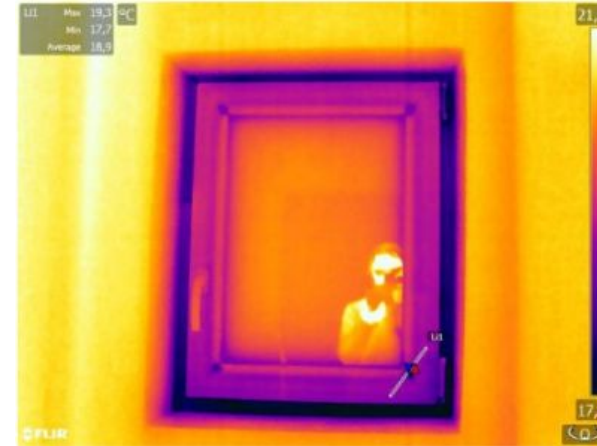
<sup>3</sup> valores de la tabla 3.1.1.a-HE1 para intervenciones que afecten a <25% de la envolvente térmica. Los coeficientes se aplican a aquellos elementos que se vean alterados por la intervención.

## Detección de las principales deficiencias energéticas del hueco.

### Infiltraciones

Las infiltraciones de aire en los espacios habitados se producen debido a un mal diseño o ejecución de los elementos de la envolvente, sobre todo en los puntos de encuentro de diferentes materiales o elementos. Llegando a valores significativos de permeabilidad al aire si la diferencia de presión entre interior y exterior es elevada.

La envolvente del edificio debe ser estanca. Las infiltraciones de aire no controladas suponen una merma en el comportamiento energético de los edificios y es importante detectarlas y buscar la solución idónea. Por ello, las carpinterías deben lo más herméticas posibles tanto en la relación de hoja-marco como la relación ventana pared opaca.



FUENTE: Informe de resultados ENSAYO DE HERMETICIDAD Calle Luis García Berlanga, 9. Rivas Vaciamadrid.

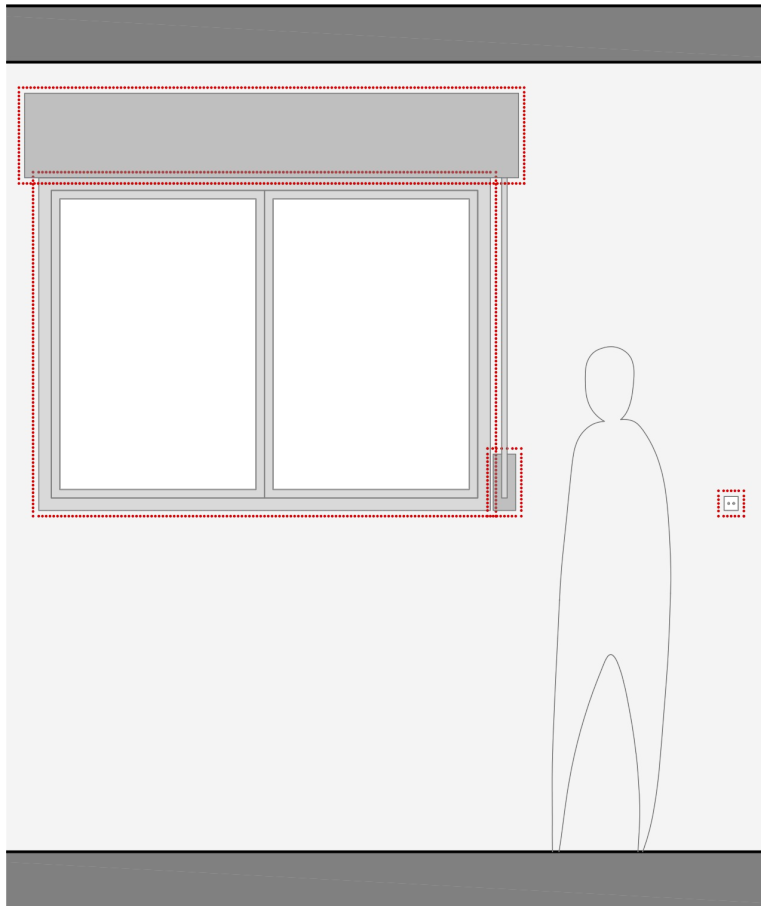
### Evolución de los valores de permeabilidad al aire ( $m^3/h \cdot m^2$ ) de las carpinterías

Detector: Blower door test / Termográfica

	A			B			C			D			E		
	Almería, Cádiz, Málaga, Melilla			Alicante, Palma de Mallorca, Sevilla, Tarragona			Barcelona, A Coruña, Granada, Santander, Toledo			Cuenca, Huesca, Madrid, Oviedo, Salamanca			Ávila, Burgos, León, Soria		
Normativa	NBE 1979	CTE 2013	CTE 2019 reforma	NBE 1979	CTE 2013	CTE 2019 reforma	NBE 1979	CTE 2013	CTE 2019 reforma	NBE 1979	CTE 2013	CTE 2019 reforma	NBE 1979	CTE 2013	CTE 2019 reforma
Permeabilidad al aire	20-50	≤ 50	≤ 27	20-50	≤ 50	≤ 27	7 - 20	≤ 27	≤ 9	7 - 20	≤ 27	≤ 9	7 - 20	≤ 27	≤ 9

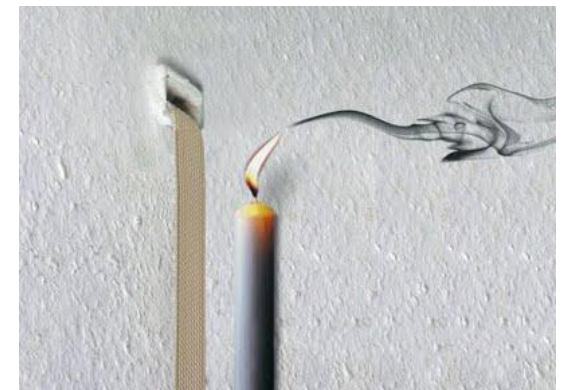
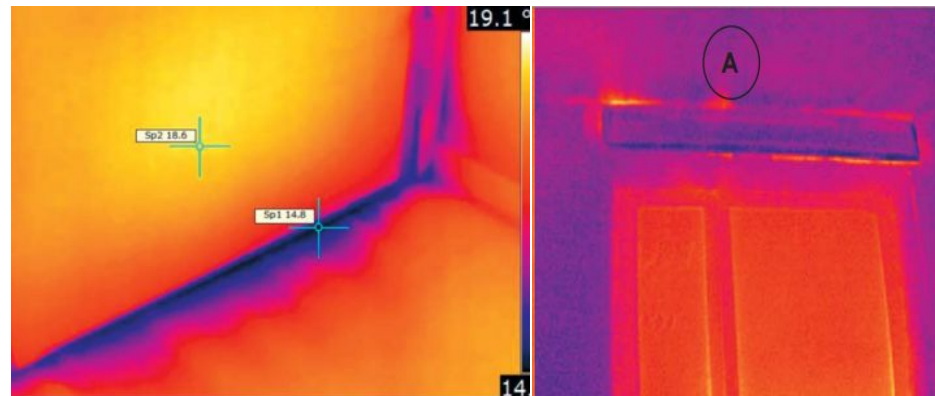
## Detección de las principales deficiencias energéticas del hueco.

### Infiltraciones



FUENTE: Informe de resultados ENSAYO DE HERMETICIDAD  
Calle Luis García Berlanga, 9. Rivas Vaciamadrid.

[www.ecoisola.es](http://www.ecoisola.es)



FUENTE: Guía de la termografía infrarroja. Comunidad Madrid FUENTE: [www.certificadosenergeticos.com/](http://www.certificadosenergeticos.com/)

## Mínima intervención para reducir la demanda energética.

### Infiltraciones



Quitar persianas y sellar huecos, añadir cortina o toldo



FUENTE: hogarmania

Sellar grietas con burletes, cinta americana, ... el encuentro entre ventana y pared, hoja y marco, ...



Recuperar porticones o contraventanas



FUENTE: bauhaus

Cortina gruesa

## Enlaces útiles:

Normativas

NBE 1979

[https://w3.ual.es/Depar/proyectosingenieria/descargas/Normas\\_Edificacion/NBE-CT-79.pdf](https://w3.ual.es/Depar/proyectosingenieria/descargas/Normas_Edificacion/NBE-CT-79.pdf)

CTE DB HE 2013

[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-9511](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-9511)

CTE DB HE 2019

<https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>

# SMART REHABILITATION 3.0

---



With the support of the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

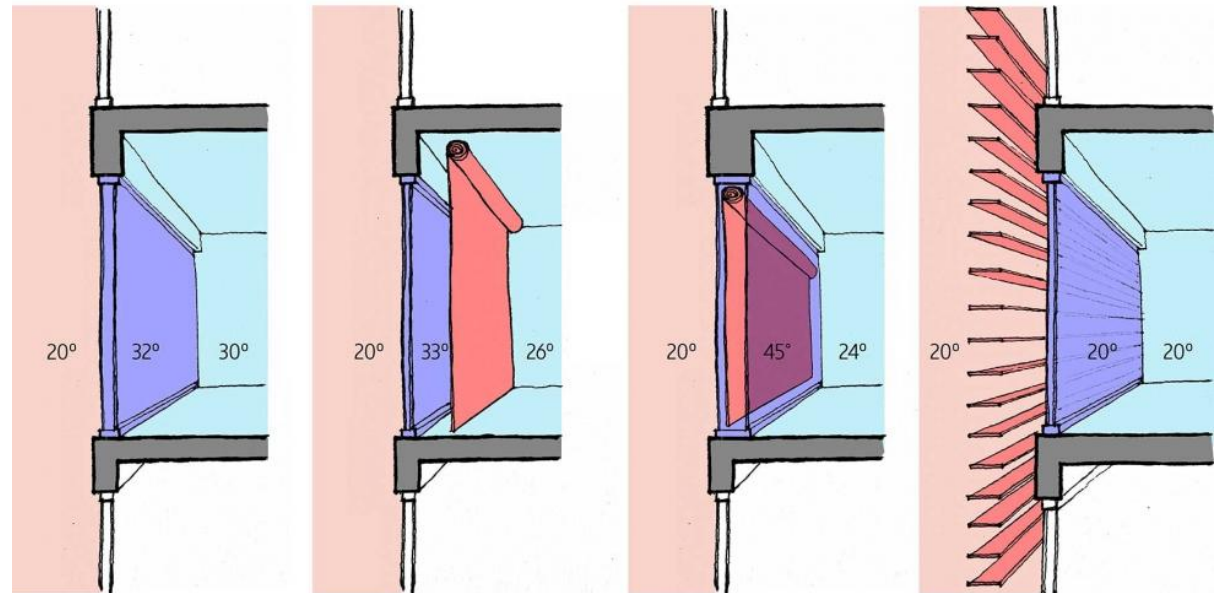
## 5.3 Protecciones solares

## CONTENIDO

En el tercer apartado del módulo V trataremos de identificar las principales deficiencias en el comportamiento térmico del hueco en referencia a la incidencia de la radiación solar en verano. Con el objetivo de minimizar la demanda energética y mejorar el confort de los usuarios, considerando temas como la pobreza energética y posibles acciones de mitigación en situaciones de falta de sistemas de aire acondicionado.

## ÍNDICE

1. Detección de los principales inconvenientes de una mala protección de la radiación solar en verano o incluso algunos días de primavera y otoño.
2. Mínima intervención para regular la incidencia solar en las viviendas para mejorar confort del usuario y minimizar la dependencia de sistemas de refrigeración.



FUENTE: Escolano, D.; Crespo, E.; Pages, J. Sistemas de Protección Solar Dinámicos - SPSD. "AFL: Arquitectura en fachadas ligeras y ventanas", 30 Juny 2020, vol. 36, núm. 306348, p. 12-19.

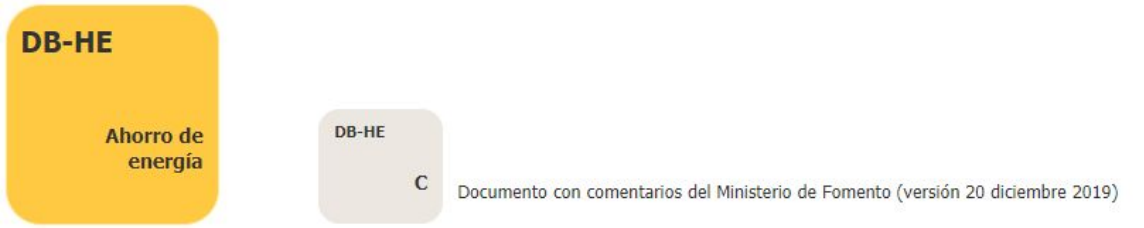
## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

Normativa de referencia CTE-DB-HEo\_HE1

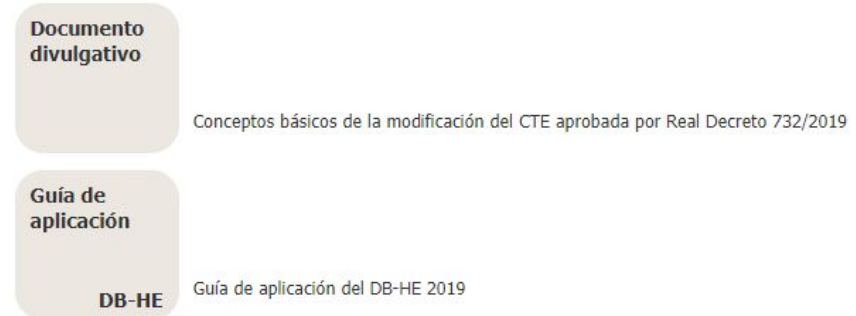
<https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>



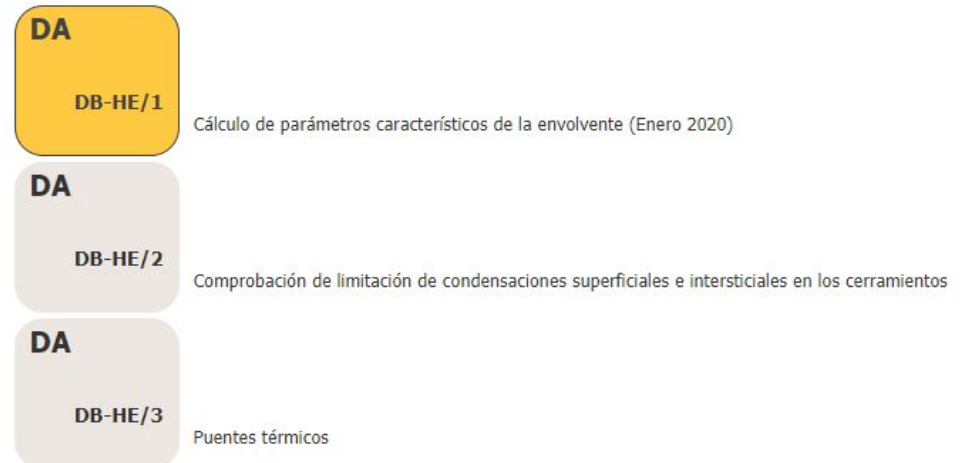
### DOCUMENTO BÁSICO



### DOCUMENTOS DIVULGATIVOS

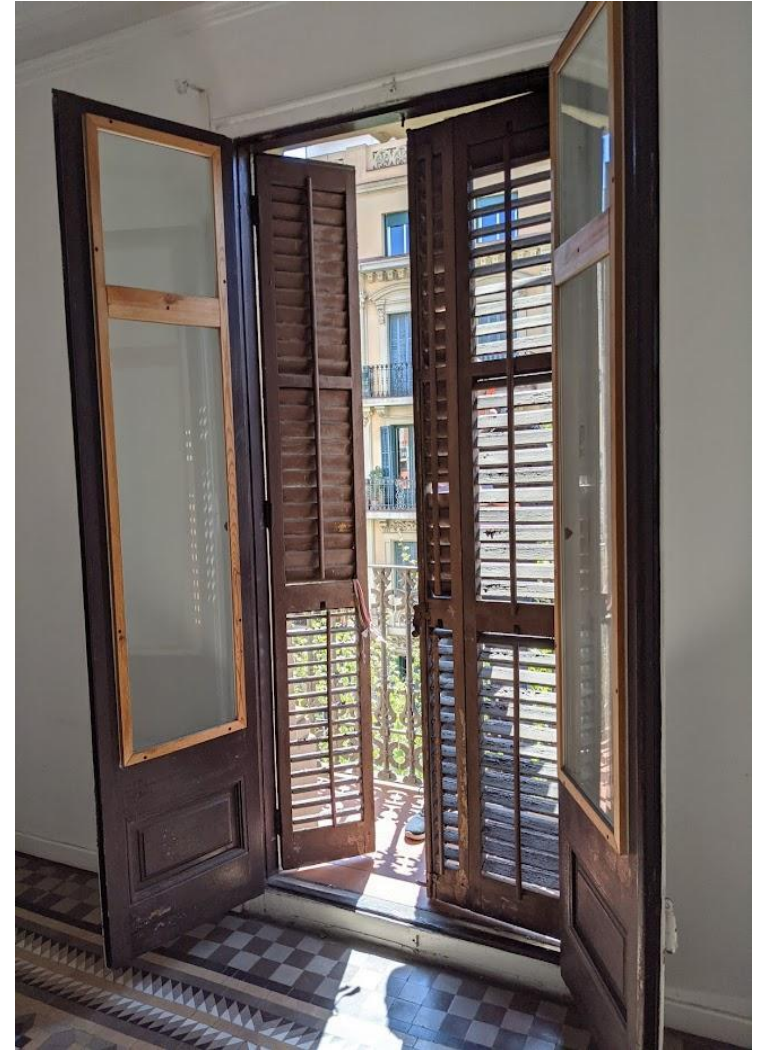


### DOCUMENTOS DE APOYO



## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

- Transmitancia térmica (ver módulo 5.2)
- Factor solar del vidrio (ver módulo 5.2)
- Factor sombra y relación con la orientación
- Practicabilidad / Movilidad de elementos



## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

### Transmitancia térmica

#### Evolución de los valores de transmitancia térmica U (W/m<sup>2</sup>·K)

Clima	A			B			C			D			E		
	Almería, Cádiz, Málaga, Melilla			Alicante, Palma de Mallorca, Sevilla, Tarragona			Barcelona, A Coruña, Granada, Santander, Toledo			Cuenca, Huesca, Madrid, Oviedo, Salamanca			Ávila, Burgos, León, Soria		
Normativa	NBE 1979 <sup>1</sup>	CTE 2019 Intervención global <sup>2</sup>	CTE 2019 Intervención individual <sup>3</sup>	NBE 1979	CTE 2019 Intervención global	CTE 2019 Intervención individual	NBE 1979	CTE 2019 Intervención global	CTE 2019 Intervención individual	NBE 1979	CTE 2019 Intervención global	CTE 2019 Intervención individual	NBE 1979	CTE 2019 Intervención global	CTE 2019 Intervención individual
Huecos (marco + vidrio + cajón de persiana)	5,8	2,7	2,7	5,8	2,0	2,3	5,8	2,0	2,1	5,8	1,6	1,8	5,8	1,5	1,8

<sup>1</sup> valores de la tabla 2.12. En este caso, se han considerado los valores de huecos verticales, vidrio simple y carpintería metálica.

<sup>2</sup> valores de la tabla a-Anejo E-HE2 para intervenciones que afecten a >25% de la envolvente térmica.

<sup>3</sup> valores de la tabla 3.1.1.a-HE1 para intervenciones que afecten a <25% de la envolvente térmica. Los coeficientes se aplican a aquellos elementos que se vean alterados por la intervención.

## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

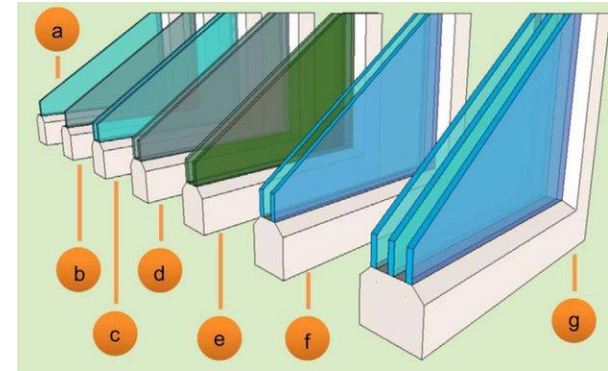
Factor solar del vidrio (SHGC) (ver módulo 5.2)

### Evolución de los valores de factor solar $g$

Normativa	NBE 1979 <sup>1</sup>	CTE 2019 <sup>2</sup>
Vidrio sencillo	0,83	0,77
Vidrio doble	0,73	0,68
Vidrio doble Bajo Emisivo	-	0,60
Doble ventana	-	0,68

<sup>1</sup> valores de la tabla 6.2.

<sup>2</sup> valores de la tabla 11-HE1. Se han tomado los valores obtenidos a partir del factor de corrección por dispersión del vidrio.



Glazing types:

- (a) single pane window with clear glass,
- (b) singlepane window with gray tint glass,
- (c) double glazing unit (DGU) with clear glass,
- (d) DGU with gray tint glass,
- (e) DGU with selective tint glass,
- (f) DGU with low-E glass and
- (g) triple glazing unit (TGU) with low-E glass

FUENTE: Reprinted from above referent with permission from Elsevier Ltd (5) (PDF) A review of conventional, advanced, and smart glazing technologies and materials for improving indoor environment. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/308018172\\_A\\_review\\_of\\_conventional\\_advanced\\_and\\_smart\\_glazing\\_technologies\\_and\\_materials\\_for\\_improving\\_indoor\\_environment](https://www.researchgate.net/publication/308018172_A_review_of_conventional_advanced_and_smart_glazing_technologies_and_materials_for_improving_indoor_environment) [accessed Apr 27 2022].

Color	Thickness (mm)	$U$ ( $W m^{-2} K^{-1}$ )	SHGC	$T_v$
Bronze	4	5.8	0.68	0.60
	6	5.7	0.60	0.49
	8	5.6	0.53	0.40
	10	5.6	0.48	0.33
Green	4	5.8	0.63	0.79
	6	5.7	0.55	0.73
	8	5.6	0.50	0.68
	10	5.6	0.46	0.63
Gray	4	5.8	0.66	0.55
	6	5.7	0.57	0.43
	8	5.6	0.50	0.34
	10	5.6	0.45	0.26

FUENTE: Soroosh Daqiqeh Rezaei, Santiranjan Shannigrahi, Seeram Ramakrishna. A review of conventional, advanced, and smart glazing technologies and materials for improving indoor environment. Solar Energy Materials and Solar Cells Volume 159, January 2017, Pages 26-51

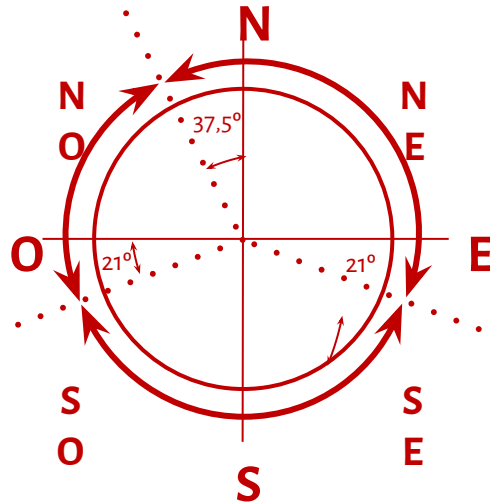
## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

### Factor sombra y relación con la orientación

En nuestra latitud, los planos que reciben mayor radiación son, en general, la cubierta y las fachadas oeste, este y sur.<sup>1</sup> La estrategia consistirá en permitir la incidencia de radiación en invierno y reducirla en verano, mediante las características del propio vidrio (ver módulo 5.2) o protecciones solares. El factor de sombra indica la cantidad de radiación que no se ve bloqueada por obstáculos y consigue incidir en el hueco.

#### NO-O

Es necesaria la protección solar FIJA o MÓVIL  
Factor de sombra elevado y variable  
Debe dejar pasar un 20-30% de radiación solar

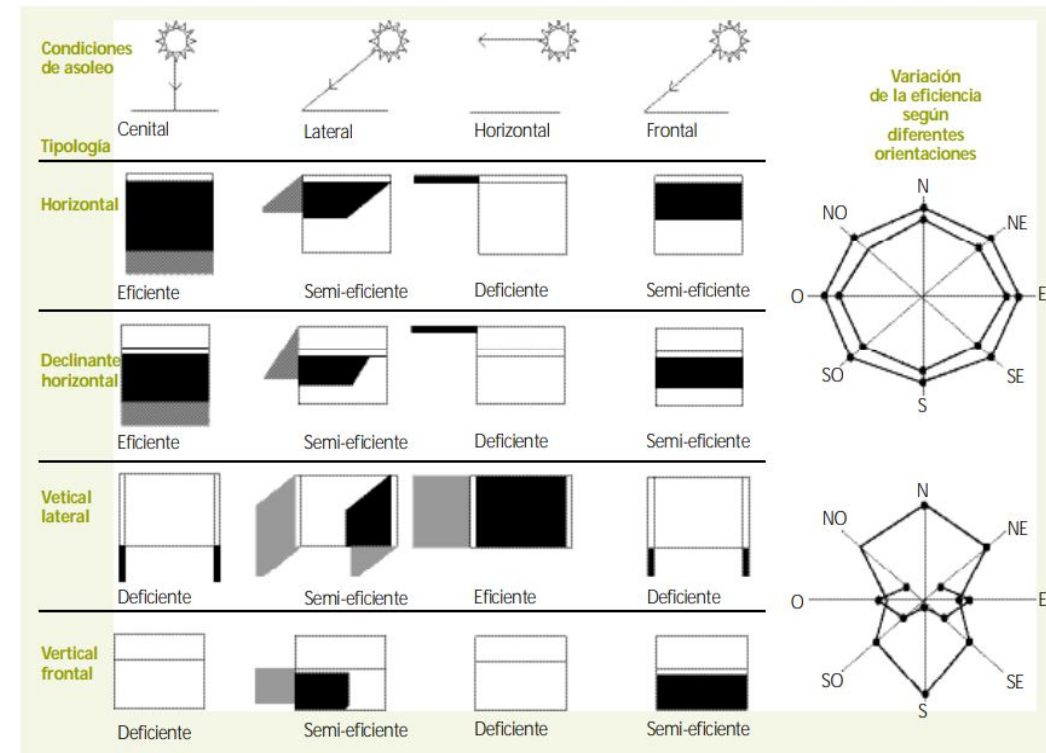


#### N-NE-E

No es necesaria la protección solar  
Factor de sombra reducido

#### SO-S-SE

Es necesaria la protección solar MÓVIL  
Factor de sombra medio y variable  
Debe dejar pasar un 30-40% de radiación solar



Fuente: Recomendaciones para mejorar la calidad térmica de las edificaciones. Comisión para el mejoramiento de la calidad térmica de las edificaciones y el espacio urbano. Maracaibo, 1999.

## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

Falta o deterioro de elementos que permitan el paso de la radiación solar en invierno y la limiten en verano.

El factor de sombra puede ser fácilmente ajustado, por lo que es una estrategia muy interesante para mejorar la eficiencia energética de un edificio. Se estudiarán tanto los elementos de los que dispone el hueco, como la falta de estos o su deterioro. Los elementos de protección solar pueden ser fijos (retranqueos, aleros, lamas horizontales o verticales, *brise-soleil*, etc.) o móviles (porticones corredizos o de librillo, cortinas mallorquinas o venecianas, toldos, estores, contraventanas, lamas móviles, etc.).

### Evolución de los valores de transmitancia solar de dispositivos de protección solar<sup>1</sup>

Normativa	NBE 1979 <sup>2</sup>			CTE 2019 <sup>3</sup>			
	Claro	Medio	Oscuro	Blanco	Pastel	Oscuro	Negro
Toldo exterior	-	-	0,35	0,22	0,27	0,31	0,33
Persiana interior	0,40	0,60	0,80	0,34	0,43	0,54	0,66
Persiana exterior	-	-	0,35-0,50	0,06	0,11	0,15	0,19



FUENTE: [www.caltexshutters.com](http://www.caltexshutters.com)

<sup>1</sup> con el fin de poder comparar ambas normativas, se han tomado solo aquellos datos semejantes. Se puede observar que las variables se van haciendo más complejas a medida que se actualizan las normativas.

<sup>2</sup> valores de la tabla 6.3.

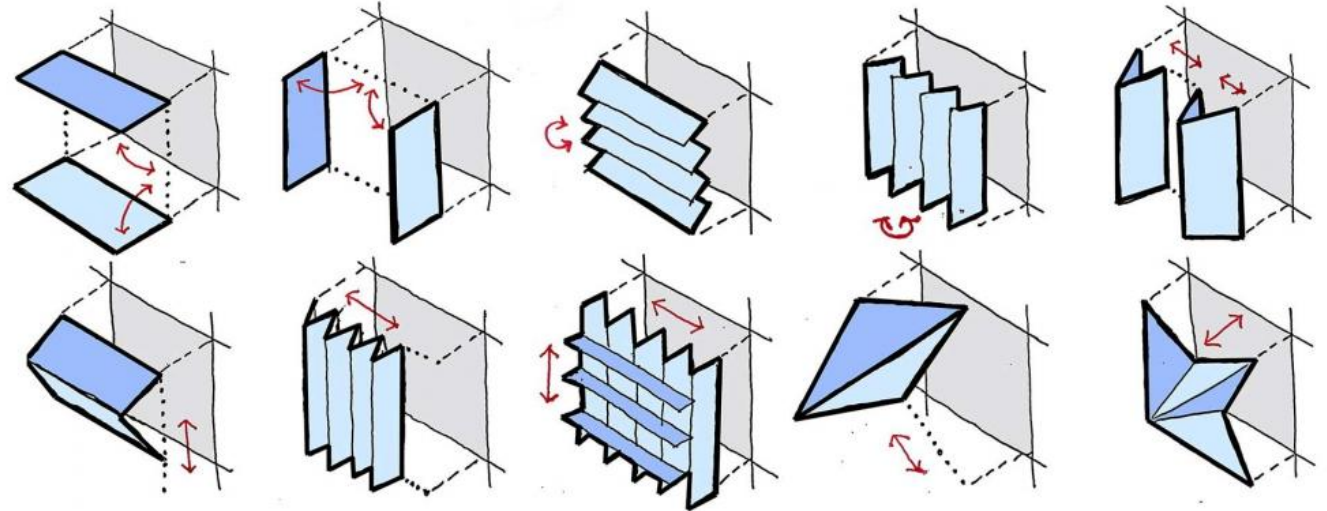
<sup>3</sup> valores de la tabla 12-HE1.

## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

### Practicabilidad / Movilidad de elementos

Es importante tener en cuenta la practicabilidad y movilidad de los elementos de protección solar. En general, nos interesa permitir el paso de mayor radiación en invierno que en verano, así como poder variar su posición durante el día.

Disponer de elementos corredizos, batientes, pivotantes, enrollables, variables a lo largo del tiempo (p. ej. la vegetación de caducifolia) es la manera de conseguir un comportamiento energético adecuado y además adaptable a las necesidades del usuario.



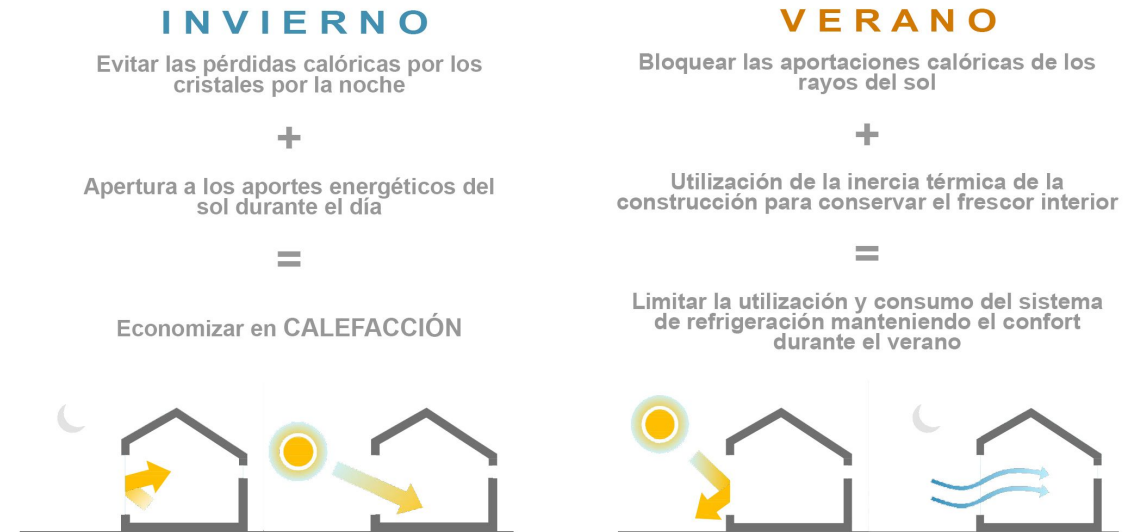
FUENTE: Escolano, D.; Crespo, E.; Pages, J. Sistemas de Protección Solar Dinámicos - SPSD. "AFL: Arquitectura en fachadas ligeras y ventanas", 30 Juny 2020, vol. 36, núm. 306348, p. 12-19.

## Mínima intervención para reducir la demanda energética de refrigeración.

### Protección solar por el exterior

La intervención pasará por incorporar, preferentemente, mecanismos móviles que impidan el paso de la radiación solar a través de cerramientos transparentes o translúcidos cuando hay o se prevé un sobrecalentamiento de las viviendas.

Por la parte exterior de la vivienda es la más eficiente pero la más compleja de implantar. Aspectos no sólo técnicos y económicos, bloquean la implantación de este tipo de soluciones, muchas veces el impacto paisajístico es el limitador a soluciones óptimas para la reducción de la demanda de refrigeración.



## Mínima intervención para reducir la demanda energética de refrigeración.

Protección solar por el exterior



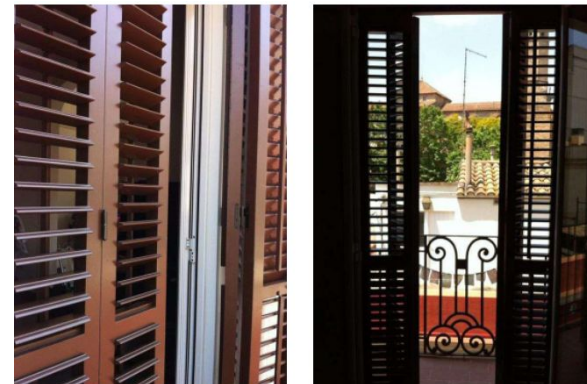
FUENTE: [www.retractableawnings.com](http://www.retractableawnings.com)

**TOLDOS**



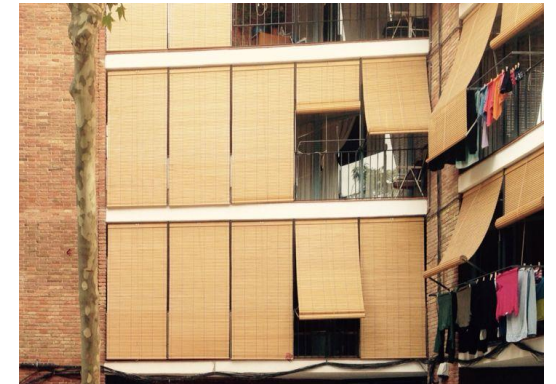
FUENTE: [www.architonic.com](http://www.architonic.com)

**CABLES TREPADORES CON  
VEGETACIÓN**



FUENTE: [persianasdomesticas](http://persianasdomesticas)

**PORTICONES DE LIBRILLO**  
permiten paso de ventilación



FUENTE: Joaquim pinterest

**PERSIANA ALCANTINAS**  
permiten paso de ventilación

## Mínima intervención para reducir la demanda energética de refrigeración.

### Protección solar por el interior

La intervención pasará por incorporar, preferentemente, mecanismos móviles que impidan el paso de la radiación solar a través de cerramientos transparentes o translúcidos, en aquellos climas y espacios que presumiblemente padecerán problemas de sobrecalentamiento.

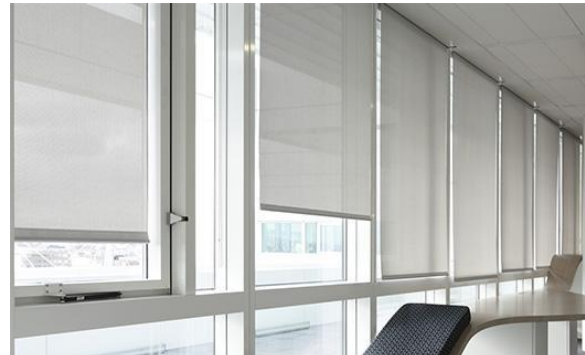
Por la parte interior de la vivienda es más económico y fácil de implantar, pero conlleva un menor alcance de reducción de la demanda energética.



FUENTE: [www.solarpowerbeginner.com](http://www.solarpowerbeginner.com)

#### CORTINAS

contribuye a reducir la transmitancia térmica del cerramiento al que se vincula.



FUENTE: dickson-constant

#### SCREENS



FUENTE: domondo

#### PERSIANAS



#### VISILLOS

tamiza radiación solar verano

## Enlaces útiles:

Normativas

NBE 1979

[https://w3.ual.es/Depar/proyectosingenieria/descargas/Normas\\_Edificacion/NBE-CT-79.pdf](https://w3.ual.es/Depar/proyectosingenieria/descargas/Normas_Edificacion/NBE-CT-79.pdf)

CTE DB HE 2013

[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-9511](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-9511)

CTE DB HE 2019

<https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>

# SMART REHABILITATION 3.0

---



With the support of the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

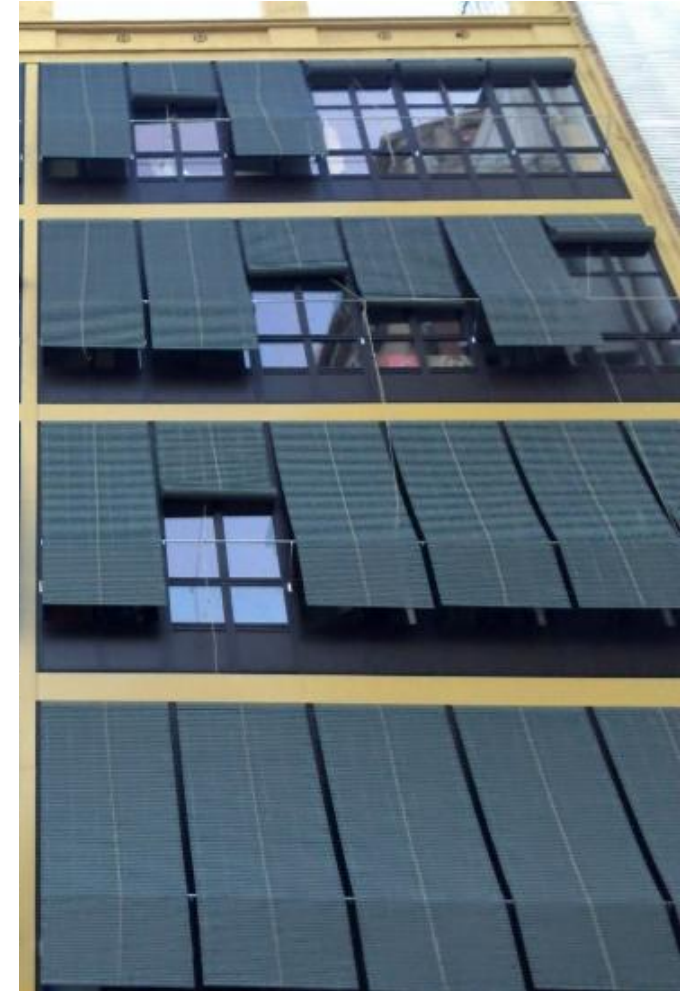
## 5.4 Espacios intermedios

## CONTENIDO

En el cuarto apartado del modulo V trataremos de identificar las principales deficiencias en el comportamiento térmico de los espacios intermedios de la vivienda (terrazas, balcones, galerías, paseras, etc.). Con el objetivo de minimizar la demanda energética y mejorar el confort de los usuarios, considerando temas como la pobreza energética y posibles acciones de mitigación en situaciones de falta de sistemas de aire acondicionado.

## ÍNDICE

1. Detección de los principales inconvenientes de un mal funcionamiento de los espacios intermedios.
2. Mínima intervención para regular el comportamiento energético de los espacios intermedios y asegurar el confort adaptativo.



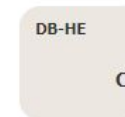
## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

Normativa de referencia CTE-DB-HEo\_HE1

<https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>

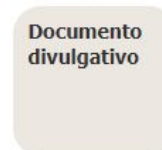


### DOCUMENTO BÁSICO

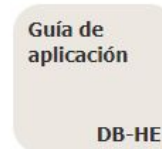


Documento con comentarios del Ministerio de Fomento (versión 20 diciembre 2019)

### DOCUMENTOS DIVULGATIVOS



Conceptos básicos de la modificación del CTE aprobada por Real Decreto 732/2019

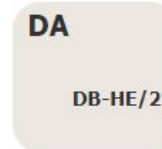


Guía de aplicación del DB-HE 2019

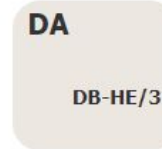
### DOCUMENTOS DE APOYO



Cálculo de parámetros característicos de la envolvente (Enero 2020)



Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos



Puentes térmicos

## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

- Condiciones higrotérmicas intermedias
- Practicabilidad / Movilidad de elementos
- Factor solar del vidrio (ver módulo 5.2)



## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

### Condiciones higrotérmicas intermedias

La normativa distingue diferentes tipos de espacios según su uso o actividad: espacio habitable, espacio habitable acondicionado, espacio habitable no acondicionado y espacio no habitable. De todos ellos, en este caso nos interesan especialmente los espacios habitables acondicionados, es decir, aquellos en los que “se necesita mantener unas determinadas condiciones operacionales para el bienestar térmico de sus ocupantes”<sup>1</sup>.

En vivienda, los espacios acondicionados pueden no incluir sistemas “activos” de acondicionamiento (calefacción, aire acondicionado, bomba de calor, etc.). Se suelen denominar espacios intermedios, ya que se sitúan entre espacios habitables acondicionados y espacios exteriores, por lo que sus condiciones de temperatura y humedad serán intermedias entre ambos.

Mediante un correcto diseño y una adecuada gestión por parte del usuario, se pueden lograr espacios intermedios que ayuden a reducir el gasto energético en el interior de la vivienda, así como hacerlos también confortables.

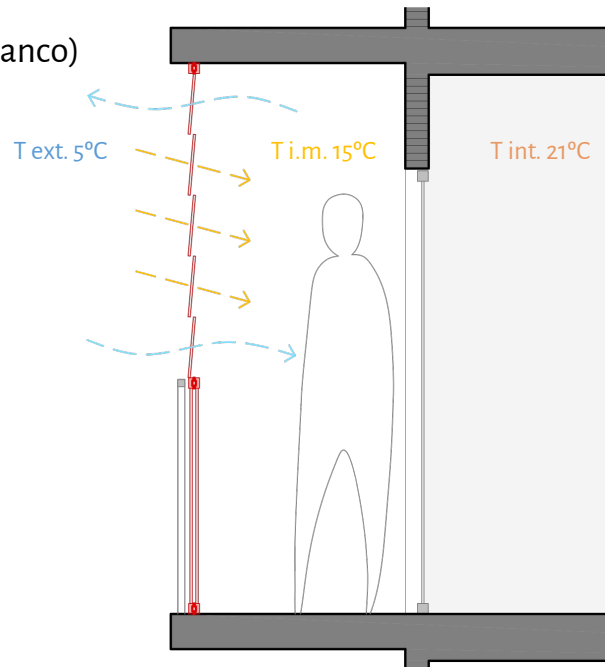


<sup>1</sup>CTE DB-HE. Terminología.

## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

Practicabilidad / Movilidad de elementos

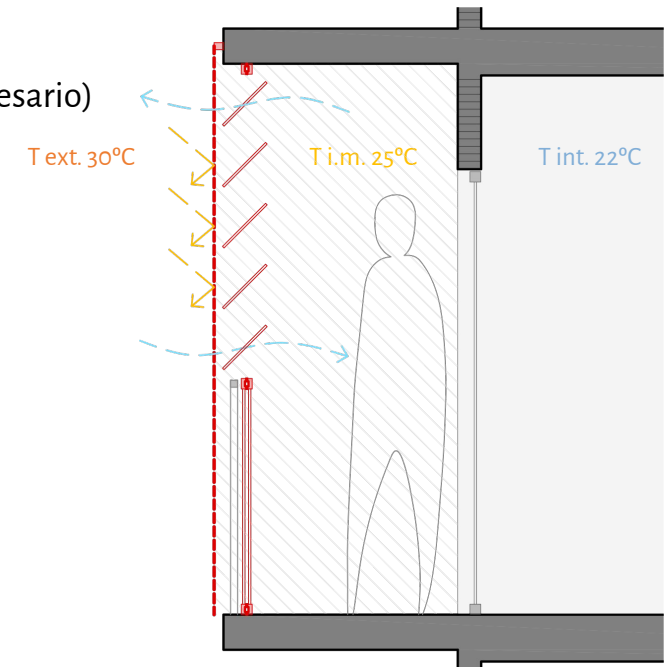
Espacio cerrado (no del todo estanco)  
Incidencia de radiación solar



**Invierno**

Objetivo: minimiza las prestaciones a cumplir por parte del cerramiento interior.  
amortiguador térmico entre condiciones exteriores y condiciones interiores

Espacio abierto  
Protección solar (si es necesario)



**Verano**

Objetivo: minimiza las prestaciones a cumplir por parte del cerramiento interior.  
amortiguador térmico entre condiciones exteriores y condiciones interiores

## Detección de las principales deficiencias energéticas de la envolvente.

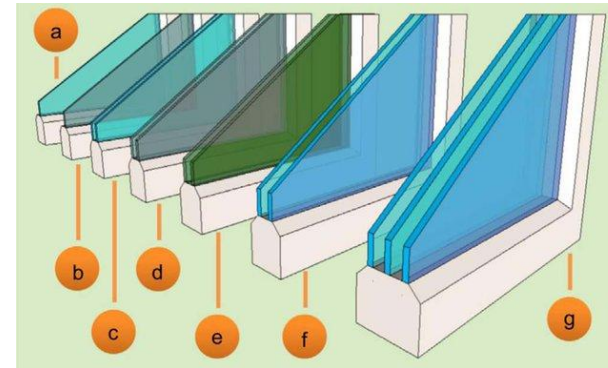
Factor solar del vidrio (ver módulo 5.2)

### Evolución de los valores de factor solar $g$

Normativa	NBE 1979 <sup>1</sup>	CTE 2019 <sup>2</sup>
Vidrio sencillo	0,83	0,77
Vidrio doble	0,73	0,68
Vidrio doble Bajo Emisivo	-	0,60
Doble ventana	-	0,68

<sup>1</sup> valores de la tabla 6.2.

<sup>2</sup> valores de la tabla 11-HE1. Se han tomado los valores obtenido a partir del factor de corrección por dispersión del vidrio.



Glazing types:

- (a) single pane window with clear glass,
- (b) singlepane window with gray tint glass,
- (c) double glazing unit (DGU) with clear glass,
- (d) DGU with gray tint glass,
- (e) DGU with selective tint glass,
- (f) DGU with low-E glass and
- (g) triple glazing unit (TGU) with low-E glass

FUENTE: Reprinted from above referent with permission from Elsevier Ltd (5) (PDF) A review of conventional, advanced, and smart glazing technologies and materials for improving indoor environment. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/308018172\\_A\\_review\\_of\\_conventional\\_advanced\\_and\\_smart\\_glazing\\_technologies\\_and\\_materials\\_for\\_improving\\_indoor\\_environment](https://www.researchgate.net/publication/308018172_A_review_of_conventional_advanced_and_smart_glazing_technologies_and_materials_for_improving_indoor_environment) [accessed Apr 27 2022].

Color	Thickness (mm)	$U$ ( $W m^{-2} K^{-1}$ )	SHGC	$T_v$
Bronze	4	5.8	0.68	0.60
	6	5.7	0.60	0.49
	8	5.6	0.53	0.40
	10	5.6	0.48	0.33
Green	4	5.8	0.63	0.79
	6	5.7	0.55	0.73
	8	5.6	0.50	0.68
	10	5.6	0.46	0.63
Gray	4	5.8	0.66	0.55
	6	5.7	0.57	0.43
	8	5.6	0.50	0.34
	10	5.6	0.45	0.26

FUENTE: Soroosh Daqiqeh Rezaei, Santiranjan Shannigrahi, Seeram Ramakrishna. A review of conventional, advanced, and smart glazing technologies and materials for improving indoor environment. Solar Energy Materials and Solar Cells Volume 159, January 2017, Pages 26-51

## Mínima intervención para reducir la demanda energética.

### Cerramientos



FUENTE: sumo-arquitectes  
Fotografía: Aitor Estévez

**Protecciones solares**  
(ver módulo 5.3)



FUENTE: sumo-arquitectes  
Fotografía: Aitor Estévez

**Reducir infiltraciones, sin  
necesidad de garantizar la  
estanqueidad**

**Vegetación**  
(ver módulo 5.3)



FUENTE: Josep Bunyesc

**Material translúcido o  
transparente móvil**  
(policarbonatos, etc.)

## Mínima intervención para reducir la demanda energética.

Gestión y mantenimiento

Ventilación: Regular apertura solidariamente con el espacio interior (según necesidades de ocupación)



FUENTE: [www.politico.eu](http://www.politico.eu)

**Invierno:** 2 ó 3 veces al día durante 10 ó 15 minutos es suficiente.  
aprovechar momentos de condiciones climáticas favorables  
(horas centrales del día, entre las 12h y las 14h)

**Verano:** aprovechar momentos de condiciones climáticas favorables  
(evitar horas centrales del día entre las 10h y las 18h aproximadamente)

## Enlaces útiles:

Normativas

NBE 1979

[https://w3.ual.es/Depar/proyectosingenieria/descargas/Normas\\_Edificacion/NBE-CT-79.pdf](https://w3.ual.es/Depar/proyectosingenieria/descargas/Normas_Edificacion/NBE-CT-79.pdf)

CTE DB HE 2013

[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-9511](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-9511)

CTE DB HE 2019

<https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>