

Manual práctico de prescripción y recepción de ventanas en obra

Octubre 2014

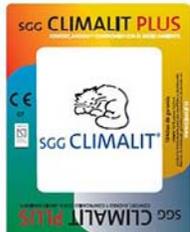


asefave

Asociación Española de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas

Manual práctico de prescripción y recepción de ventanas en obra

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETO Y CONTENIDO DE LA GUÍA TÉCNICA	5
3. FASE DE DISEÑO: REQUISITOS DE PRESTACIONES EN LAS VENTANAS. APLICACIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN	5
3.1. ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN MÁLAGA	7
3.2. ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN MADRID	23
3.3. ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN LEÓN	28
3.4. ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN GIRONA	32
4. FASE DE RECEPCIÓN DEL MATERIAL EN OBRA: EXIGENCIAS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y DEL MARCADO CE DE LAS VENTANAS	37
• CONCLUSIONES	45
• ANEXOS	45
<i>ANEXO I. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN PARA ALTURAS COMPRENDIDAS ENTRE 30 Y 200 M</i>	<i>45</i>
<i>ANEXO II. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE PRESIÓN</i>	<i>46</i>
<i>ANEXO III. CÁLCULO DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS MIXTOS</i>	<i>47</i>
<i>ANEXO IV. DB HE O Y DBHE 1 DEL CTE</i>	<i>48</i>
<i>ANEXO V. CÁLCULO DEL FACTOR SOLAR MODIFICADO DE LOS HUECOS</i>	<i>50</i>
<i>ANEXO VI. DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO EN VENTANAS Y RANGOS DE APLICACIÓN</i>	<i>53</i>
<i>ANEXO VII. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LA VENTANA</i>	<i>55</i>



CLIMALIT PLUS®
www.climalit.es



OLIVÉ QUÍMICA
Member of Wolf Group
Soluciones profesionales en silicona, sellantes y adhesivos de alta calidad
www.olivequimica.com



LA CARPINTERÍA DE ALUMINIO DE LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA



The world looks better



inrialsa
pvc
www.inrialsa.com



ECOVEN Plus
VENTANAS DE PVC



ensatec
Laboratorio de Ensayos
Organismo Notificado nº 1668
www.ensatec.com

Líder Mundial en sistemas de perfiles de PVC



Sistemas de Ventanas de PVC

CON V DE VOSOTROS

www.veka.es



CISA®
www.cisa.com
cisaspain@allegion.com



GUARDIAN SUN®
CRISTAL INTELIGENTE

Utilice SunGuard de Guardian en su Doble Acristalamiento



AISLA GLAS®
DOBLE ACRISTALAMIENTO AISLANTE



REYNAERS
aluminium



VENTANAS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA
MINERGIE · PASSIVHAUS
REYNAERS ALUMINIUM
t +34 93 721 95 59
info.spain@reynaers.com · www.reynaers.es



onventanas
energy saver windows
www.onventanas.com
Telf.: 91 802 01 60

FABRICADAS 100% CON SISTEMAS



KÖMMERLING®
Sistemas de ventanas



deceuninck

zendow#neo
www.deceuninck.es

Un sistema, un stock, un montaje:
tres niveles de aislamiento.



comunicación total con el profesional del cerramiento



Centro de Información Técnica
de Aplicaciones del Vidrio.

SAINT-GOBAIN CRISTALERIA

es.saint-gobain-glass.com



SOUDAL

SOUDAL WINDOW SYSTEM
La Perfección en la Instalación de Ventanas SWS

Aislamiento térmico y acústico duradero
Estanqueidad al aire y al vapor
Resistente a la intemperie

¿aún no sabes
por dónde
se te escapa
la energía?

Entre el 23% y el 30% de las pérdidas energéticas de la envolvente se producen a través de los huecos de las ventanas



SCHÜCO

www.schueco.es



CHERUBINI
tocco italiano dal 1947

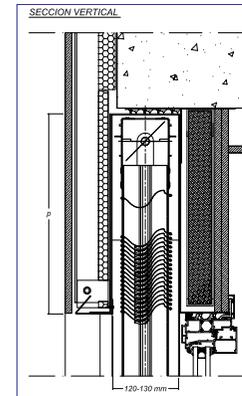
www.cherubini.es

**PLUG &
PLAY
3000**

Más que un Motor, un Sistema!



GRIESSER



PROTECCIÓN SOLAR EN UN
CAPIALZADO EFICAZ - SIN REGISTROS

... ponga una **A**
en sus ventanas



KÖMMERLING®
Sistemas de ventanas



TECHNOFORM **BAUTEC**



www.technoform-bautec.es

PROCOMSA



asefave

Asociación Española de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas

www.asefave.org



SALAMANDER
WINDOW & DOOR SYSTEMS
www.sip-windows.com

SIP PRODUCTOS INDUSTRIALES, S.A.
Pol. Ind. Sigalsa, Fase 1, Calle G - Parc. 5A
27370 RÁBADE (Lugo)
Tel: + 34 982 303 911 • info@sip.es

Sistemas **de PVC**

Innovación alemana

comunicación total con el profesional del cerramiento

NOV & PERFIL
vitrea

protección solar

AFL
ARQUITECTURA EN FACHADAS LIGERAS

novoperfil on+

ciberperfil.com

1. INTRODUCCIÓN

El presente Manual es una Guía práctica de prescripción y recepción de ventanas en obra. Con la redacción de esta Guía se pretende facilitar la aplicación del marcado CE de las ventanas y el cumplimiento de los requisitos técnicos exigidos en el Código Técnico de la Edificación, permitiendo la defensa de la calidad de las ventanas y su control durante la ejecución.

Queremos agradecer la colaboración de las distintas empresas miembro de ASEFA-VE, que han trabajado en la redacción de este documento.

2. OBJETO Y CONTENIDO DE LA GUÍA TÉCNICA

El objeto de la presente Guía es facilitar la aplicación de los requisitos obligatorios establecidos en el Código Técnico de la Edificación (CTE) en relación a las ventanas. Asimismo, la Guía aborda el marcado CE de las ventanas, obligatorio desde el 01-02-2010 y adaptado al Reglamento Europeo de Productos de la Construcción (RPC) desde el 01-07-2013, y su relación con el CTE.

La información y procedimientos de análisis contenidos en esta Guía están especialmente dirigidos a los técnicos y prescriptores encargados de la redacción de los proyectos, así como a los técnicos encargados de la ejecución en obra. Por otro lado, será de interés para todas aquellas personas relacionadas con el sector del cerramiento acristalado.

La Guía se estructura en dos bloques. El primero de ellos hace referencia al cálculo de las prestaciones de las ventanas en la fase de redacción de los proyectos, atendiendo a los criterios establecidos en el Código Técnico de la Edificación. Para ello, se analizan diversos ejemplos de aplicación con edificios de distinta tipología y ubicación. La segunda parte analiza el control de la recepción de las ventanas en obra, a través de las prestaciones declaradas en el marcado CE de la ventana.

Por último, se incluyen distintos anexos con los procedimientos de cálculo citados en el documento y las referencias bibliográficas y normativas de interés.

Los contenidos de la guía permiten poner de manifiesto los siguientes puntos:

· El marcado CE de la ventana es un requisito obligatorio de carácter legal pero por sí solo no garantiza el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación.

· El prescriptor debe definir en la fase de redacción del proyecto las características técnicas a exigir a las ventanas, en función de los requisitos del proyecto, que el fabricante garantizará con sus productos.

· La misma ventana será apta o no para poder instalarse en un determinado edificio dependiendo del tipo de proyecto (ubicación, tipología del edificio, uso del edificio, etc.).

3. FASE DE DISEÑO: REQUISITOS DE PRESTACIONES EN LAS VENTANAS. APLICACIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

El estudio de las prestaciones de las ventanas, establecidas en el CTE, se analiza mediante cuatro ejemplos prácticos de diferente tipología constructiva y diferente ubicación. Este análisis permite conocer los métodos de cálculo establecidos en el CTE, así como el significado de las características exigidas. Un esquema del proceso se muestra en la Figura 1.

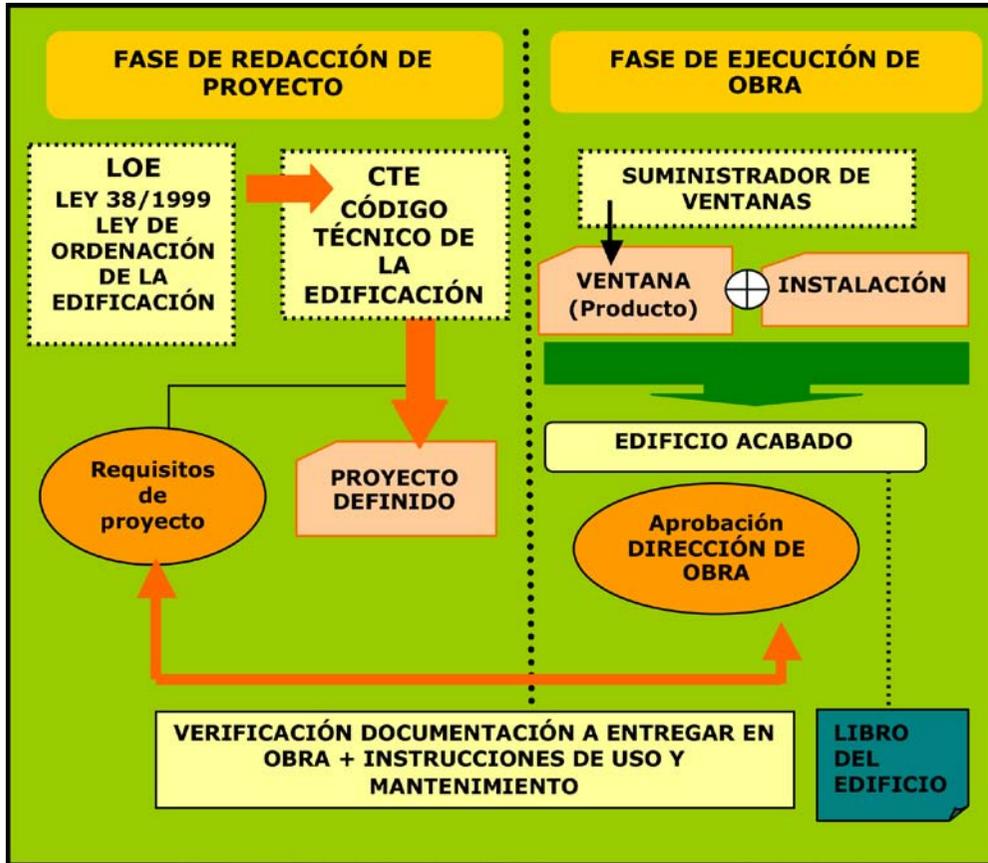
En la fase de redacción del proyecto y atendiendo a lo establecido en la Ley de Ordenación de la Edificación, LOE¹, y en el Código Técnico de la Edificación², el prescriptor definirá los requisitos de las carpinterías. En la fase de ejecución de obra se procederá a la verificación de la documentación aportada por el fabricante, así como de las instrucciones de uso y mantenimiento, que formarán parte del Libro del Edificio³.

¹ La LOE tiene por objeto regular en sus aspectos esenciales el proceso de la edificación, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en dicho proceso.

² El CTE es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

³ El Libro del Edificio regulado en la LOE, en su artículo 7, para todos los edificios incluidos en su ámbito de aplicación, es la documentación que ha de entregarse a los usuarios finales del edificio, entre la que se incluye la documentación relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones. Asimismo, el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, establece en su artículo 5, que los certificados de eficiencia energética estarán a disposición de las autoridades competentes en materia de eficiencia energética o de edificación que así lo exijan por inspección o cualquier otro requerimiento, bien incorporados al Libro del Edificio, en el caso de que su existencia sea preceptiva, o en poder del propietario del edificio o de la parte del mismo, o del presidente de la comunidad de propietarios.

Figura 1. Esquema de la carpintería en el proceso constructivo



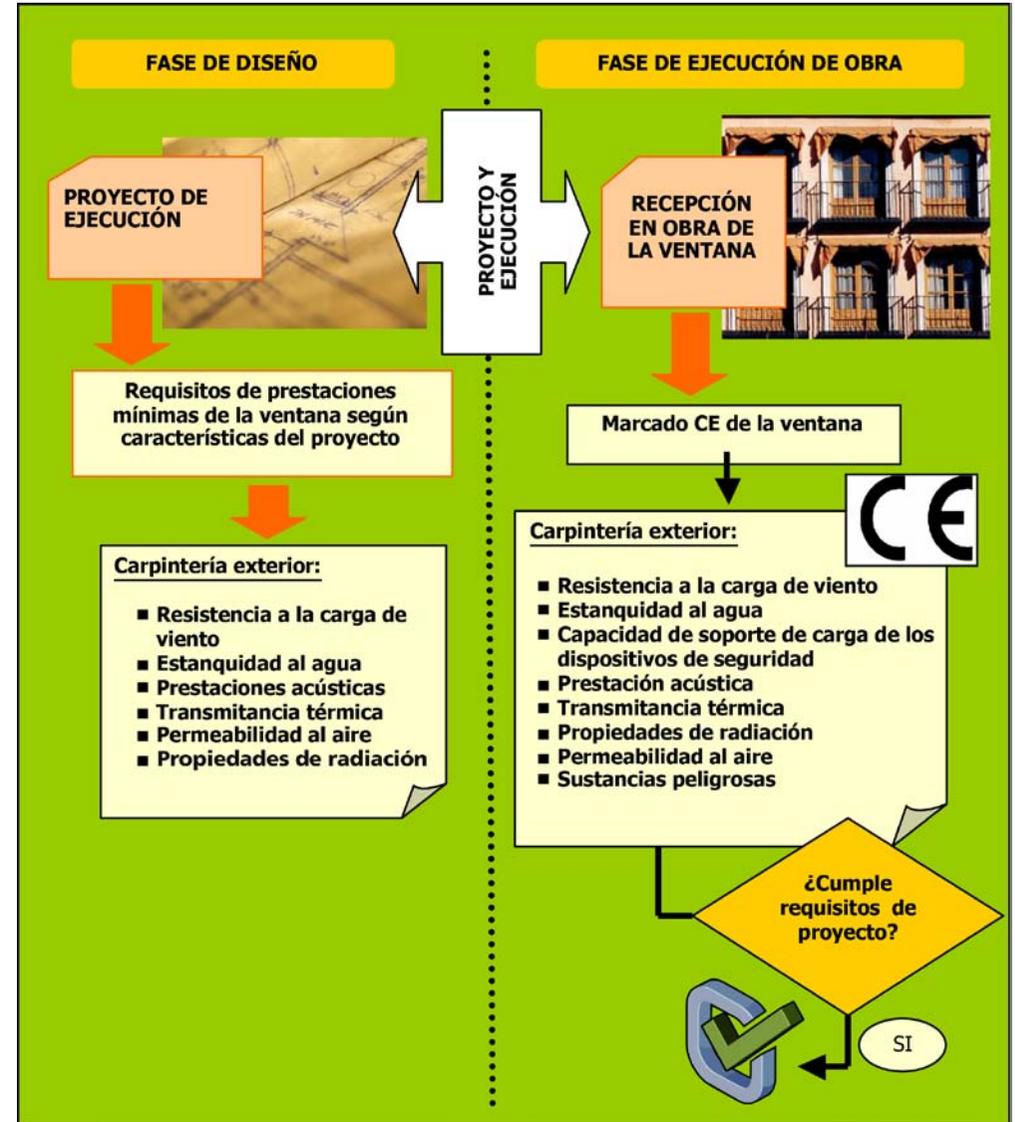
Fuente: elaboración propia

Figura 2. Prestaciones de la ventana



Fuente: elaboración propia

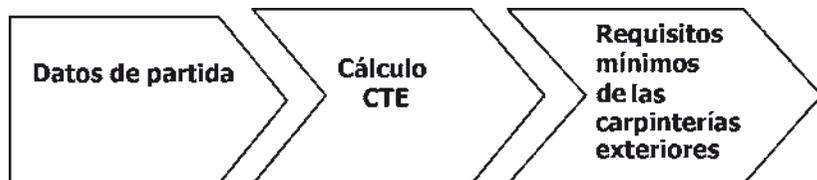
Figura 3. Marcado CE y CTE en ventanas



Fuente: elaboración propia

Los esquemas de las Figuras 2 y 3 relacionan los requisitos exigidos en el CTE (que el prescriptor debe definir en la fase de redacción del proyecto) con los valores declarados que el marcado CE de la ventana aporta. De esta manera el marcado CE puede permitir comprobar los requisitos impuestos en la fase de proyecto de obra, que se verificarán durante la recepción de la ventana.

3.1.- ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN MÁLAGA



3.1.1.- DATOS DE PARTIDA DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

DATOS DEL EDIFICIO

- Tipo de edificio
- Emplazamiento
- Fachadas
- Aleros u otros elementos de protección de las ventanas
- Retranqueos

DATOS DE LAS VENTANAS

- Dimensiones de las mayores ventanas
- % del hueco ocupado por el acristalamiento

Para el edificio objeto del estudio ubicado en Málaga se tienen en cuenta los siguientes datos de partida:

- Tipo de edificio: residencial (edificio de viviendas)
- Emplazamiento: zona urbana. Sin edificios cercanos
- Altura del edificio: 25,15 m sobre rasante
- Fachadas:

Orientación	Superficie (m ²)
Norte	393
Sur	393
Este	279
Oeste	279

- Porcentaje de huecos en recintos protegidos (expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la fachada vista desde el interior de cada recinto protegido):

- Dormitorios: 30 %
- Salón: 35 %

- Cota de la ventana más alta: 23,45 m
- Dimensiones de las mayores ventanas: 1,25 m (ancho) x 1,60 m (alto)
- Aleros u otros elementos de protección de las ventanas: No existen
- Distancia vertical entre dos ventanas consecutivas: H = 2,9 m
- Sin retranqueos

Se muestra en la **Figura 4** un esquema del edificio de Málaga y en la **Figura 5** un croquis de la mayor ventana.

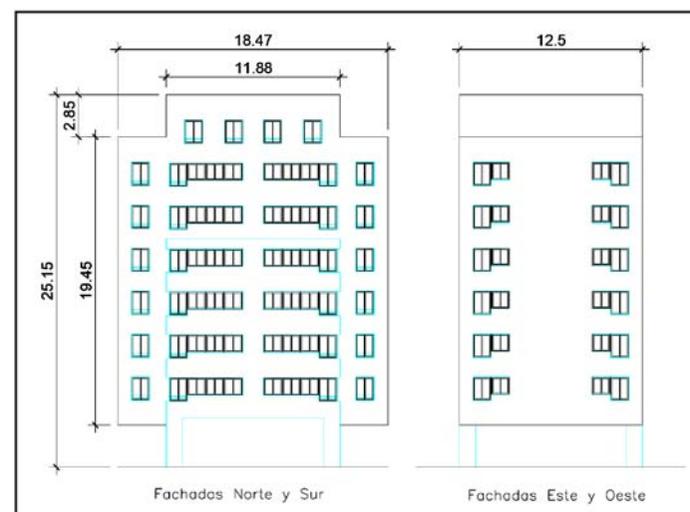


Figura 4. Croquis del edificio - Málaga.

Fuente: Manual de Producto: Ventanas (2ª Edición). Editado por AENOR. ISBN 978-84-8143-630-3. Abril 2009.

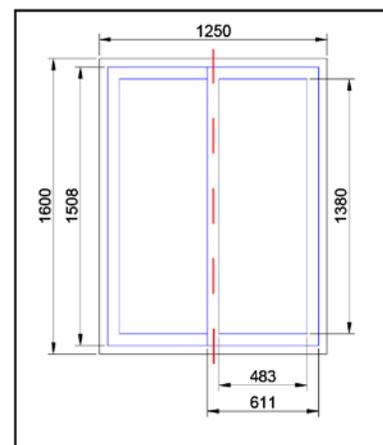


Figura 5. Croquis de la mayor ventana - Málaga.

Fuente: Manual de Producto: Ventanas (2ª Edición). Editado por AENOR. ISBN 978-84-8143-630-3. Abril 2009.

- Dimensiones del acristalamiento: 0,48 m x 1,38 m (2 unidades)
- % del hueco ocupado por el acristalamiento: 66,6 %
- % del hueco ocupado por los perfiles: 33,4 %

La ventana que se ensaya para obtener los valores del ensayo de tipo del marcado CE suele ser la más desfavorable desde el punto de vista de los sistemas de apertura y de las dimensiones (mayores dimensiones), pero puede ocurrir, para determinadas características de la ventana, que la ventana de mayores dimensiones no es la más desfavorable. En el caso de la transmitancia térmica, por ejemplo, influye el porcentaje de superficie de vidrio y perfiles y las características de éstos.

3.1.2.- DETERMINACIÓN DE LAS PRESTACIONES DE LAS VENTANAS SEGÚN CTE

1.- Resistencia al viento (Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación, DB SE AE)

Presión de cálculo, q_e

La acción del viento es, en general, una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática, q_e , que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p$$

[1]

Donde:

- q_b = presión dinámica del viento
- C_e = coeficiente de exposición
- C_p = coeficiente eólico o de presión

Presión dinámica, q_b

De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse 0,5 kN/m² para la presión dinámica (apartado 3.3.2 del DB SE AE). Sin embargo, pueden obtenerse valores más precisos mediante el Anejo D del DB SE AE, en función del emplazamiento geográfico de la obra.

Según el mapa del Anejo D del DB SE AE, apartado D.1, a Málaga le corresponde la Zona A, esto supone una velocidad básica del viento de 26 m/s (véase la Figura 6).

Figura 6. Mapa valor básico de la velocidad de viento



Fuente: Anejo D. DB SE AE.

Obtenida la velocidad básica del viento (m/s) se puede calcular la presión dinámica del viento, mediante la ecuación:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$

[2]

Donde:

- δ = densidad del aire (en general puede adoptarse el valor de 1,25 kg/m³)
- v_b = valor básico de la velocidad de viento (m/s)

Datos obtenidos:

Ubicación	Velocidad básica de viento, v_b	Presión dinámica del viento, q_b
Málaga (zona A)	26 m/s	422,5 Pa (0,422 kN/m²)

Coficiente de exposición, C_e

El coeficiente de exposición es variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en el apartado 3.3.3 del DB SE AE. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura, de 2,0.

El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. Su valor se obtiene de la tabla 3.4 del DB SE AE, siendo la altura del punto considerado la medida respecto a la rasante media de la fachada a barlovento⁴.

Los valores proporcionados por la tabla corresponden a edificios menores de 30 m de altura. Para alturas superiores a 30 m y menores de 200 m los valores del coeficiente de exposición deben obtenerse de las expresiones generales que se recogen en el Anejo D del DB SE AE (ver el procedimiento de cálculo en el **Anexo I** de este Manual).

A efectos del grado de aspereza, el entorno del edificio se clasifica en el primero de los tipos de la tabla 3.4 del DB SE AE al que pertenezca, para la dirección de viento analizada (véase la **Tabla 1**).

Tabla 1. Valores del coeficiente de exposición, C_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Fuente: tabla 3.4 del DB SE AE

Para el edificio objeto del estudio:

- Zona urbana, terreno tipo IV
- Altura $H = 24$ m de la ventana más alta
- 4 fachadas en situación expuesta

⁴ Barlovento: Parte de donde viene el viento, con respecto a un punto o lugar determinado (sotavento: la parte opuesta a aquella de donde viene el viento con respecto a un punto o lugar determinado).

El coeficiente C_e para 24 m tiene un valor de:

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)	Coeficiente de exposición, C_e
Tipo IV	24	2,4

Coeficiente eólico o de presión, C_p

El coeficiente eólico o de presión depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie (un valor negativo indica succión). Su valor se establece en los apartados 3.3.4 y 3.3.5 del DB SE AE.

Para el caso de **edificios de pisos**, con forjados que conectan todas las fachadas a intervalos regulares, con huecos o ventanas pequeños practicables o herméticos, y compartimentados interiormente, para el análisis global de la estructura **basta considerar coeficientes eólicos globales** a barlovento y sotavento, aplicando la acción del viento a la superficie de proyección del volumen edificado en un plano perpendicular a la acción del viento. Como coeficientes eólicos globales, pueden adoptarse los de la tabla 3.5 del DB SE AE (véase la Tabla 2).

Tabla 2. Coeficiente eólico en edificio de pisos, C_p

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coeficiente eólico de presión, C_p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coeficiente eólico de succión, C_s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

Fuente: tabla 3.5 del DB SE AE

Así, consideramos una esbeltez en el plano paralelo al viento (relación entre la máxima altura sobre rasante y el fondo en la dirección del viento, $25,15/12,5=2,01$ en nuestro ejemplo) de 1,25 por ser la columna anterior a $\geq 5,00$ de la tabla 2, se obtiene:

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Coeficiente de presión, C_p	Coeficiente de succión, C_s
$\leq 1,25$	0,8	-0,6

Para otros casos, y como alternativa al **coeficiente eólico global**, se podrá determinar la acción de viento como resultante de la que existe en cada punto, a partir de los coeficientes eólicos que se establecen en el Anejo D.2 para diversas formas canónicas, aplicando los de la que presente rasgos más coincidentes con el caso analizado, considerando en su caso la forma conjunta del edificio con los medianeros.

El DB SE AE establece que para análisis locales de elementos de fachada o cerramiento, tales como carpinterías, la acción del viento se determina como resultante de la que existe en cada punto, a partir de los coeficientes eólicos que se establecen en el Anejo D.3 (véase **Anexo II** con el procedimiento de cálculo).

Así, la **acción del viento** es, en general, una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática, q_e , según la ecuación [1]:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 422,5 \times 2,4 \times 0,8 = 811,2 \text{ Pa.}$$

Igualando el valor característico de la presión de viento a la presión P3 del ensayo de seguridad que contempla la norma europea UNE-EN 12211⁵, se asegura que la ventana, frente a dicho valor característico, permanece cerrada, aunque pueda sufrir defectos debidos a la flexión o a la torsión de los herrajes y debidos al agrietamiento o rotura de los elementos de bastidor, siempre que ninguna parte de la ventana se separe.

La presión de seguridad, P3, deducida de la clasificación a la resistencia al viento de la ventana (véase la **Tabla 3**), según la norma europea UNE-EN 12210⁶, que garantiza el fabricante de la ventana mediante el marcado CE de la misma y las garantías adicionales que pueda aportar, no será nunca inferior al valor característico de la presión de viento que debe soportar dicha ventana de acuerdo con el DB SE AE.

Asimismo, si para un valor característico de la presión de viento en la fachada lateral A, adoptamos una ventana clasificada según la norma UNE EN 12210 para una valor de la presión de seguridad P3, se puede garantizar que la ventana, con los sistemas de apertura que se contemplan, soporta la succión (-P3) con mayor seguridad que la presión P3, ya que quedan excluidos los defectos debidos a la flexión o a la torsión de los herrajes.

⁵ UNE-EN 12211:2000. Puertas y ventanas. Resistencia a la carga de viento. Método de ensayo.

⁶ UNE-EN 12210:2000. Ventanas y puertas. Resistencia al viento. Clasificación

Tabla 3. Clasificación de las ventanas por su resistencia al viento (presión en Pa)

Clase	P1	P2 ^{a)}	P3
0	No ensayada		
1	400	200	600
2	800	400	1 200
3	1 200	600	1 800
4	1 600	800	2 400
5	2 000	1 000	3 000
Exxxx ^{b)}	xxxx		

^{a)} Esta presión se debe repetir 50 veces
^{b)} Una muestra ensayada con una carga de viento superior a la Clase 5 se clasifica como Exxxx, donde xxxx es la presión de ensayo P1 (por ejemplo, 2 350, etc.).

Fuente: UNE-EN 12210

Así, como q_e (811,2 Pa) \leq P3 (1200 Pa) se tiene que la clasificación mínima de la ventana en función de su resistencia al viento debe ser clase 2.

La norma europea UNE-EN 12210 establece que la flecha relativa frontal del elemento más deformado del bastidor de la muestra de ensayo, medida a la presión de ensayo P1, se clasifica según la **Tabla 4**:

Tabla 4. Clasificación de la flecha relativa frontal

Clase	Flecha relativa frontal
A	< 1/150
B	< 1/200
C	< 1/300

Fuente: UNE-EN 12210

Así, existen tres posibles clasificaciones en función de la flecha frontal del elemento más deformado de la muestra de ensayo. La clasificación de la resistencia a la carga de viento de la ventana viene dada por un número que se refiere a la clase de carga de viento y por una letra que se refiere a la deformación relativa frontal.

El nivel de flecha frontal relativa depende del tipo de acristalamiento elegido. Considerando lo establecido en la norma europea UNE-EN 13116:2001 (Fachadas ligeras. Resistencia a la carga de viento. Requisitos de prestaciones) el nivel de flecha frontal debe ser inferior a 1/200 de la altura de la ventana con un máximo de 15 mm. La flecha frontal relativa recomendable en la carpintería no debe exceder el 1/200 cuando la ventana se acristala con vidrio monolítico o laminado y de 1/300 para doble acristalamiento.

El CTE exige una clasificación en el edificio objeto del estudio:

Resistencia mínima a la carga de viento de la ventana	Clase 2
--	----------------

Observación: se podría realizar el cálculo según el anexo D del DB SE AE, para las fachadas D (expuesta) y A (lateral), en función de la altura sobre el suelo H, el tipo de terreno y la zona del mapa de velocidad del viento, así como la clasificación de la ventana de acuerdo con la norma europea UNE-EN 12210 necesaria para soportar dicha presión.

Para el **coeficiente de presión exterior** o eólico se toman los valores dados en el apartado 4 del Anejo D.3 (elementos con área de influencia entre 1 y 10 m² tomando como superficie característica del cerramiento $A = 2\text{m}^2$ y $1 \leq h/d \leq 5$).

Tabla 5. Coeficiente de presión exterior en paramentos verticales

A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Fuente: apartado 4 del Anejo D.3 del DB SE-AE

Fachada expuesta D: $C_{pe,2} = 0,9$

En este caso:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 422,5 \text{ KN/m}^2 \times 2,4 \times 0,9 = 912,6 \text{ Pa.}$$

Se obtendría la misma clasificación mínima para la ventana de resistencia al viento: clase 2.

2.- Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso

No aplicable en el caso de las ventanas colocadas verticalmente. Sería necesario su cálculo en el caso de ventanas horizontales o de tejado.

3.- Reacción al fuego

Si en el proyecto se especificara algún requisito, el proveedor de las ventanas debe acreditar su cumplimiento.

4.- Estanquidad al agua

(Documento Básico de Salubridad, DB HS)

La estanquidad al agua es la capacidad de una ventana cerrada de oponerse a las infiltraciones de agua, entendida esta como la penetración continua o intermitente de agua en contacto con elementos de construcción no previstos para ser mojados.

Esta definición permite la presencia de agua en los carriles inferiores de las ventanas de corredera siempre que el borboteo que produce no salpique otros elementos interiores.

Aunque el DB HS establece las condiciones de estanquidad al agua solo para cerramientos ciegos, se propone un procedimiento para definir las prestaciones de estanquidad al agua de las ventanas en función de la clasificación de resistencia al viento de la ventana, aprovechando que existen normas de ensayo y clasificación de las ventanas en función de su grado de estanquidad al agua.

De acuerdo con la norma europea UNE-EN 14351-1+A1⁷, la estanqueidad al agua de las ventanas se determina mediante el ensayo de la norma europea UNE-EN 1027⁸. Este ensayo somete la ventana a un rociado de agua definido en la norma, aumentando la presión del aire sobre la ventana y comprobando la ausencia de infiltraciones en cada escalón de presión. Los resultados del ensayo se expresan de acuerdo con la norma europea UNE-EN 12208⁹.

La clasificación de las ventanas por su estanqueidad al agua se determina en función del escalón de presión en el que se produce la infiltración de agua. La **Tabla 6** proporciona los criterios de clasificación de la norma UNE-EN 12208.

Tabla 6. Clasificación de las ventanas por su estanqueidad al agua

Presión de ensayo	Clasificación		Especificaciones
	Método de ensayo A	Método de ensayo B	
P _{max} en Pa ^{a)}			
—	0	0	Sin requisito
0	1 A	1 B	Rociado de agua durante 15 min
50	2 A	2 B	Como clase 1 + 5 min
100	3 A	3 B	Como clase 2 + 5 min
150	4 A	4 B	Como clase 3 + 5 min
200	5 A	5 B	Como clase 4 + 5 min
250	6 A	6 B	Como clase 5 + 5 min
300	7 A	7 B	Como clase 6 + 5 min
450	8 A	—	Como clase 7 + 5 min
600	9 A	—	Como clase 8 + 5 min
> 600	Exxx	—	Por encima de 600 Pa en escalones de 150 Pa, la duración de cada escalón será 5 min

Nota -
 El método A es apropiado para productos que estén totalmente expuestos.
 El método B es apropiado para productos que estén parcialmente protegidos.
 a) Después de 15 min a presión cero y después de 5 min en los escalones siguientes.

Fuente: UNE-EN 12208

⁷ UNE-EN 14351-1+A1. Ventanas y puertas peatonales exteriores. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas peatonales exteriores sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.

⁸ UNE-EN 1027. Ventanas y puertas. Estanqueidad al agua. Método de ensayo.

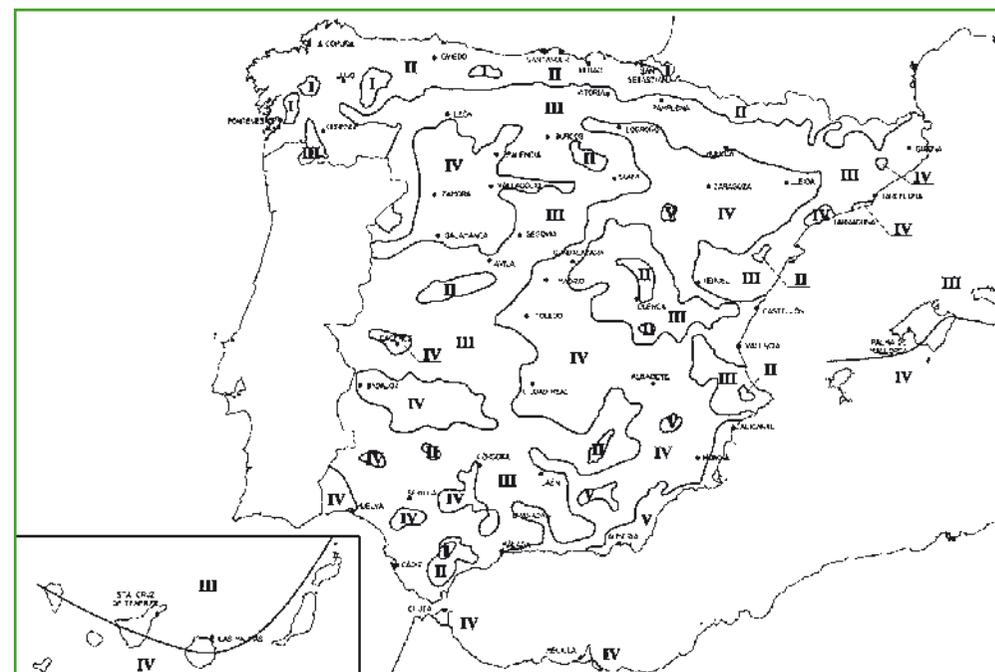
⁹ UNE-EN 12208. Ventanas y puertas. Estanqueidad al agua. Clasificación.

El DB HS 1 establece procedimientos para la adecuada protección frente a la humedad de los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación del CTE. Sin embargo, solo se refiere a la parte ciega de estos cerramientos y no a las ventanas u otros tipos de cerramiento acristalado.

Al considerar el emplazamiento del edificio, éste se caracteriza por:

- Presión característica del viento: correspondiente al coeficiente de presión exterior.
- Zona pluviométrica, de acuerdo con el mapa figura 2.4 del DB HS 1 (véase la **Figura 7**).

Figura 7. Zonas pluviométricas de promedios en función del índice pluviométrico anual



Fuente: DB HS1

El mayor riesgo de penetración de agua a través de la ventana se produce por la coincidencia de las mayores presiones características de viento que actúan sobre la ventana, con una mayor incidencia de la pluviometría, aunque no es posible establecer una cuantificación exacta del fenómeno.

La propuesta de cálculo se basa en aceptar, para las situaciones habituales de máximo riesgo (mayor presión característica del viento hasta 40 m de altura, en las zonas pluviométricas I o II), una equivalencia entre las presiones características del viento, aceptadas como el valor de $P_3 = 1,5 \cdot P_1$ según el ensayo de la norma europea UNE-EN 12211 (y la clasificación al viento de las ventanas según el valor P_1 que define la norma europea UNE-EN 12210), con las presiones máximas del ensayo de estanquidad al agua de la norma UNE EN 12208.

La estanquidad para las restantes situaciones de riesgo se determina en función de las definidas para las zonas eólicas I y II reduciendo la clase de estanquidad de manera proporcional (véase la **tabla 6.24 del Manual de Producto Ventanas** que relaciona las clasificaciones al viento y la estanquidad al agua en función de las zonas eólicas y distintas zonas pluviométricas).

Para alturas superiores a 40 m, se eleva la exigencia de prestación debido al riesgo de la presencia de remolinos y otros efectos no considerados en la determinación de la presión característica de viento, que pueden producir mayor riesgo de penetración del agua.

Para las ventanas situadas en un plano situado a una distancia mayor o igual de 0,25 m del plano exterior de la fachada, ensayadas según el método 1B de la norma europea UNE-EN 1027, pueden utilizarse los resultados del ensayo según este método hasta la clasificación máxima de 7B.

En el caso del edificio objeto del estudio se parte de los datos:

Ubicación	Zona pluviométrica (mapa 2.4. DB HS 1)
Málaga	Zona III

Considerando que las 4 fachadas están en situación expuesta y la resistencia al viento de clase 2, se tiene:

Resistencia al viento	Clasificación estanquidad al agua
Clase 2 (zona eólica A, $H = 25\text{m}$; $P = 709,8 \text{ Pa}$ y grado de aspereza del entorno IV)	Clase 5A (según tabla 6.24 del Manual de Producto Ventanas)

5.- Emisión de sustancias peligrosas

No hay legislación nacional al respecto.

Nota: Si en el proyecto se especificara algún requisito, el proveedor de las ventanas debe acreditar su cumplimiento.

6.- Resistencia al impacto

Esta prestación se declara solo en el caso del marcado CE de puertas peatonales exteriores acristaladas con riesgo de daños (norma de ensayo europea UNE-EN 13049¹⁰).

El CTE establece en su sección SUA 2 (seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento), apartado 1.3, que los vidrios existentes en las áreas con riesgo de impacto (que se indican en la **Figura 8**) de las superficies acristaladas que no dispongan de una barrera de protección, deben tener una clasificación de prestaciones X(Y)Z determinada según la norma europea UNE-EN 12600:2003¹¹ (cuyos parámetros cumplan lo que se establece en la tabla 1.1 del DB SUA, véase la **Tabla 7**).

Tabla 7. Valor de los parámetros X(Y)Z en función de la diferencia de cota

Tabla 1.1 Valor de los parámetros X(Y)Z en función de la diferencia de cota			
Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada	Valor del parámetro		
	X	Y	Z
Mayor que 12 m	cualquiera	B o C	1
Comprendida entre 0,55 m y 12 m	cualquiera	B o C	1 ó 2
Menor que 0,55 m	1, 2 ó 3	B o C	cualquiera

Fuente: tabla 1.1 del DB SUA 3-2

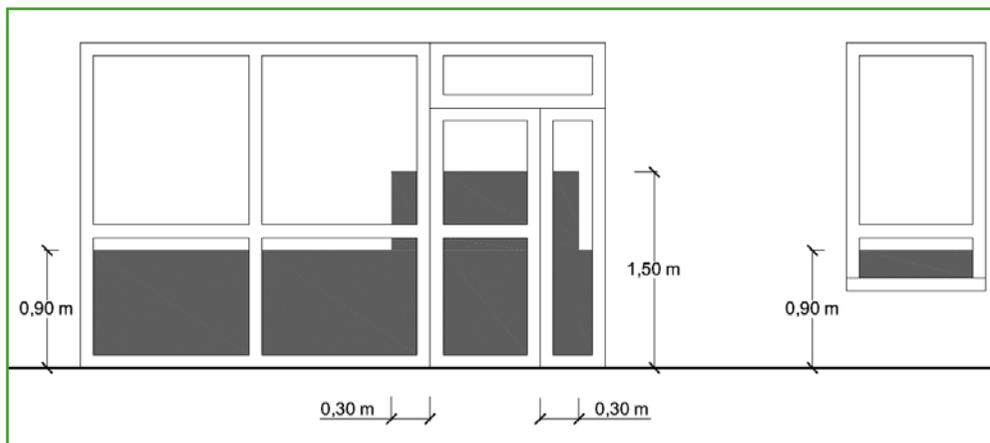
¹⁰ UNE-EN 13049. Ventanas. Impacto de cuerpo blando y pesado. Método de ensayo, requisitos de seguridad y clasificación.

¹¹ UNE-EN 12600. Vidrio para la edificación. Ensayo pendular. Método de ensayo al impacto y clasificación para vidrio plano.

Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto (véase la **Figura 8**):

- a) en puertas, el área comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1,50 m y una anchura igual a la de la puerta más 0,30 m a cada lado de esta;
- b) en paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 0,90 m.

Figura 8. Identificación de áreas con riesgo de impacto



Fuente: Figura 1.2 del DB SUA

En el caso del edificio de Málaga los vidrios no están situados en áreas con riesgo de impacto.

7.- Aislamiento al ruido aéreo

El CTE en su Documento Básico de Protección contra el ruido, DB HR, establece las exigencias mínimas que deben satisfacer las carpinterías de los huecos. El CTE establece:

- **Valores límite del aislamiento acústico al ruido aéreo:** deben alcanzarse los valores límite de aislamiento acústico a ruido aéreo que figuran en la tabla 2.1 del DB HR (véase la **Tabla 8**).

Tabla 8. Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d < 60$	30	30	30	30
$60 < L_d < 65$	32	30	32	30
$65 < L_d < 70$	37	32	37	32
$70 < L_d < 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

(1) En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

Fuente: tabla 2.1 del DB HR

El valor del índice de ruido día, L_d , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido. Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día, L_d , se aplica el valor de 60 dBA para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial.

Cuando se prevea que algunas fachadas, tales como fachadas de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como fachadas exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, de aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considera un índice de ruido día, L_d , 10 dBA menor que el índice de ruido día de la zona.

Cuando en la zona donde se ubique el edificio el ruido exterior dominante sea el de aeronaves según se establezca en los mapas de ruido correspondientes, el valor de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, obtenido en la tabla 2.1 se incrementa en 4 dBA.

- Soluciones de aislamiento acústico para carpintería de huecos

Para el diseño de los elementos constructivos se puede optar por una de las dos opciones, simplificada o general, que se analizan en los apartados 3.1.2 y 3.1.3 respectivamente del DB HR. En este caso se analiza la opción simplificada.

Opción simplificada

Los parámetros acústicos que definen los componentes de una fachada en contacto con el aire exterior son:

- R_A = índice global de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo.

Este índice define la valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R, para un ruido incidente rosa normalizado, ponderado A.

Los índices de reducción acústica, R_W , se determinan mediante ensayo en laboratorio. A partir de los valores del índice de reducción acústica R_W , obtenidos mediante ensayo en laboratorio, se puede calcular el R_A con la expresión dada en el DB HR (ver ecuación A.18). De forma aproximada puede considerarse que:

$$R_A = R_W + C \quad [3]$$

Siendo,

R_W = índice global de reducción acústica. Valor en decibelios de la curva de referencia, a 500 Hz, ajustada a los valores experimentales del índice de reducción acústica, R, según el método especificado en la UNE EN ISO 717-1.

C = término de adaptación espectral. Valor en decibelios, que se añade al valor de una magnitud global obtenida por el método de la curva de referencia de la ISO 717-1 (R_W , por ejemplo), para tener en cuenta las características de un espectro de ruido particular. Cada índice global, ponderado A, lleva incorporado el término de adaptación espectral del índice global asociado, derivado del método de la curva de referencia.

Cuando el ruido incidente es rosa o ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias, se usa el símbolo C y cuando es **ruido de automóviles** o aeronaves el símbolo es C_{tr} .

- $R_{A,tr}$, índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles, del hueco. De forma aproximada puede considerarse que:

$$R_{A,tr} = R_W + C_{tr} \quad [4]$$

- $D_{2m,nT,Atr}$, diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior para un ruido exterior de automóviles.

En la tabla 3.4 del DB HR se expresan los valores mínimos que deben cumplir los elementos que forman los huecos y la parte ciega de la fachada, la cubierta o el suelo en contacto con el aire exterior, en función de los valores límite de aislamiento acústico entre un recinto protegido y el exterior indicados en la tabla 2.1 y del porcentaje de huecos (expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la fachada vista desde el interior de cada recinto protegido).

El parámetro acústico que define los componentes de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior es el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, $R_{A,tr}$, de la parte ciega y de los elementos que forman el hueco.

Este índice, $R_{A,tr}$, caracteriza al conjunto formado por la ventana, la caja de persiana y el aireador si lo hubiera.

En el caso de que el aireador no estuviera integrado en el hueco, sino que se colocara en el cerramiento, debe aplicarse la opción general de cálculo.

Así, en función de los valores de $D_{2m,nT,Atr}$, de la tabla 2.1 del DB HR se puede calcular el valor mínimo de $R_{A,tr}$ que debe garantizar la ventana (véase la **Tabla 9** de la siguiente página).

Tabla 9. Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Tabla 3.4 Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos							
Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Parte ciega ≠ 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Huecos				
			Porcentaje de huecos $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco ⁽²⁾				
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
$D_{2m,nT,Atr} = 30$	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
$D_{2m,nT,Atr} = 32$	35	35	30	32	34	34	35
		40	27	30	32	34	
		45	26	29	32	33	
$D_{2m,nT,Atr} = 34^{(1)}$	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	
$D_{2m,nT,Atr} = 36^{(1)}$	38	40	33	35	37	38	38
		45	31	34	36	37	
		50	30	33	36	37	
$D_{2m,nT,Atr} = 37$	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	
$D_{2m,nT,Atr} = 41^{(1)}$	43	45	39	40	42	43	43
		50	36	39	41	42	
		55	35	38	41	42	
$D_{2m,nT,Atr} = 42$	44	50	37	40	42	43	44
		55	36	39	42	43	
		60	36	39	42	43	
$D_{2m,nT,Atr} = 46^{(1)}$	48	50	43	45	47	48	48
		55	41	44	46	47	
		60	40	43	46	47	
$D_{2m,nT,Atr} = 47$	49	55	42	45	47	48	49
		60	41	44	47	48	
$D_{2m,nT,Atr} = 51^{(1)}$	53	55	48	50	52	53	53
		60	46	49	51	52	

⁽¹⁾ Los valores de estos niveles límite se refieren a los que resultan de incrementar 4 dBA los exigidos en la tabla 2.1, cuando el ruido exterior dominante es el de aeronaves

⁽²⁾ El índice $R_{A,e}$ de los componentes del hueco expresado en la tabla 3.4 se aplica a las ventanas que dispongan de aireadores, sistemas de microventilación o cualquier otro sistema de apertura de admisión de aire con dispositivos de cierre en posición cerrada

Fuente: tabla 3.4 del DB HR

El CTE contempla además, en su anejo G, el cálculo del aislamiento acústico de elementos constructivos mixtos (véase el **Anexo III** de este Manual).

Al contabilizar el porcentaje de huecos desde el interior de cada recinto, pueden elegirse ventanas con diferente índice de aislamiento $R_{A,tr}$, en prácticamente cada recinto de dimensiones diferentes de un edificio.

Por ejemplo: En el caso de un edificio de viviendas, el porcentaje de huecos en un salón puede superar el 60%, sin embargo el porcentaje de huecos en un dormitorio suele ser del 30%.

Para evitar la multiplicidad de ventanas con distinto aislamiento acústico en un edificio, puede seleccionarse el caso más desfavorable, que es:

- El recinto más expuesto al ruido, es decir, con un índice de ruido día, L_d , mayor.

- El recinto de mayor porcentaje de huecos.

- El recinto que tenga unas mayores exigencias de aislamiento acústico:

- En edificios de uso residencial y hospitalario, los dormitorios.
- En edificios de uso cultural, sanitario, docente, administrativo, las estancias.

En general, las ventanas, los aireadores y las cajas de persiana son elementos determinantes en el aislamiento acústico global de las fachadas.

El aislamiento de una ventana depende de factores como el tipo de vidrio y de la clase de permeabilidad al paso del aire de la misma, generalmente relacionada con el sistema de apertura. El tipo de material no tiene influencia.

El Catálogo de Elementos Constructivos aporta información sobre el $R_{A,tr}$ de ventanas. Se trata de descripciones genéricas que además son conservadoras. Se recomienda recurrir a fabricantes de ventanas, que aportan valores de ensayos realizados sobre los cerramientos.

Para el caso del ejemplo del edificio de Málaga, y suponiendo un aislamiento acústico de los muros de 35 dBA, se parte de los datos siguientes:

DATOS DE PARTIDA	
Tipo de edificio	Edificio residencial
Porcentaje de huecos (expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la fachada vista desde el interior de cada recinto protegido)	30% en dormitorios y 35% en salón
Aislamiento de los muros	$R_{A,tr} = 35$ dBA

- Teniendo en cuenta el mapa de ruido en Málaga y suponiendo que el edificio no se encuentra en una vía principal de la ciudad se toma $L_d \leq 60$ dB.

A través de la tabla 2.1 del DB HR se obtiene el valor del aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA:

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

(1) En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

$$D_{2m,nT,Atr} = 30 \text{ dBA.}$$

Con la información obtenida, se calcula a partir de la tabla 3.4 del DB HR la exigencia mínima para las ventanas:

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ $\neq 100$ % $R_{A,tr}$ dBA	Huecos Porcentaje de huecos $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco ⁽²⁾ dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30 %		De 61 a 80 %	De 81 a 100 %
				De 31 a 60 %	De 61 a 80 %		
$D_{2m,nT,Atr} = 30$	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	

Así, según la opción simplificada de cálculo y teniendo en cuenta el porcentaje de huecos se puede calcular el $R_{A,tr}$ de la ventana (suponiendo que la parte ciega tiene un aislamiento de $R_{A,tr} = 35$ dBA):

Ventanas en dormitorios	Ventanas en salón
$R_{A,tr} = 29$ dBA	$R_{A,tr} = 31$ dBA

8.- Permeabilidad al aire

La permeabilidad al aire es la propiedad de una ventana cerrada de dejar pasar aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. Se mide por el caudal, m^3/h , de aire que atraviesa la ventana para distintas presiones de aire.

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, es decir según la zonificación climática establecida.

El DB HE 1 establece, en su tabla 2.3 (véase la **Tabla 10**), que la permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa y referida a la superficie total, tendrá unos valores inferiores a los siguientes:

- para las zonas climáticas alfa, A y B: $50 \text{ m}^3/h \text{ m}^2$; esto significa que las ventanas deben ser de clase 1 como mínimo.
- para las zonas climáticas C, D y E: $27 \text{ m}^3/h \text{ m}^2$; esto significa que las ventanas deben ser de clase 2 como mínimo.

Tabla 10. Permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

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

(1) Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.
(2) Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.
(3) La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

Fuente: tabla 2.3 del DB HE1

Esta clasificación se determina mediante un ensayo con presiones positivas y otro con presiones negativas, según la norma europea UNE EN 1026¹².

El resultado del ensayo, definido como la media numérica de los dos valores de permeabilidad (m³/h) en cada escalón de presión, se expresa de acuerdo con el apartado 4.6 de la norma europea UNE EN 12207¹³.

La clasificación de las ventanas se basa en una comparación de la permeabilidad al aire de la muestra de ensayo por referencia a la superficie total y su permeabilidad al aire por referencia a la longitud de la junta de apertura.

Por tanto, para el edificio objeto del estudio ubicado en Málaga la exigencia es:

Ubicación	Zona climática (apéndice E del DB HE zonas climáticas)	Permeabilidad al aire
Málaga	Zona A3	50 m ³ /h m ² Clase 1

9.- Transmitancia térmica

Con el fin de limitar la demanda energética del edificio, el CTE establece unos valores límite de la transmitancia térmica y del factor solar modificado de los huecos de la envolvente térmica del edificio, en función de las zonas climáticas.

Para la limitación de la demanda energética el DB HE 1 establece 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra, correspondiente a la división de invierno (severidad climática de invierno) y un número, correspondiente a la división de verano (severidad climática de verano).

Con la actualización del DB HE, recogida en la Orden del Ministerio de Fomento, FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, se establecen unos requisitos de limitación de consumo y de demanda a los edificios, en función de su uso y la zona climática en la que se encuentren. Véase en el Anexo IV las tablas de limitación del consumo y de la demanda, incluidas en el DBHE0 y DBHE1, respectivamente.

¹² UNE EN 1026. Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Método de ensayo.
¹³ UNE EN 12207. Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Clasificación.

Se establecen diferentes procedimientos para justificar el cumplimiento del DB HE:

- Edificios de obra nueva y ampliaciones de edificios existentes. Cumplir con los límites de consumo y de demanda.
- Grandes rehabilitaciones, que afecten a más del 25% de la superficie de la envolvente. Cumplir con los límites de consumo y de demanda.
- Rehabilitaciones que no entran en el apartado anterior. El valor máximo de transmitancia térmica del hueco se indica en la tabla 2.3 del DBHE1 (véase la **Tabla 11**).

Tabla 11. Transmitancia térmica máxima de los elementos de la envolvente térmica

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

⁽¹⁾ Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m
⁽²⁾ Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas
⁽³⁾ La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 10JPa.

Fuente: tabla 2.3 del DB HE1

En todos los casos de intervención en edificios existentes se tienen que tener en cuenta los criterios de aplicación, que se establecen en el DB HE:

- **Criterio 1: no empeoramiento.** Las condiciones preexistentes de ahorro de energía que sean menos exigentes que las establecidas en el DB no se podrán reducir, y las que sean más exigentes únicamente podrán reducirse hasta el nivel establecido en el DB.

- **Criterio 2: flexibilidad.** En los casos en los que no sea posible alcanzar el nivel de prestación establecido con carácter general, podrán adoptarse soluciones que permitan el mayor grado de adecuación posible.

- **Criterio 3: reparación de daños.** Los elementos de la parte existente no afectados por ninguna de las condiciones establecidas en el DB, podrán conservarse en su estado actual siempre que no presenten, antes de la intervención, daños que hayan mermado de forma significativa sus prestaciones iniciales.

La tabla 2.3 indica, en cualquier caso, los valores máximos de la transmitancia térmica del hueco en función de la zona climática. Si bien en el mismo DB HE se indica que para satisfacer los requisitos exigidos al edificio, en su conjunto, respecto al límite de consumo y de demanda, el proyectista puede considerar los **valores orientativos** de transmitancia térmica de los huecos que se muestran en el apéndice E.

Estos valores se indican para una relación del 10-15% de superficie de hueco respecto a la superficie útil del recinto. Asimismo, para la zona climática de verano 4 se recomiendan unos valores de factor solar modificado del hueco. Véase la **Tabla 12**.

La descripción de la captación solar en invierno es cualitativa. Es alta para edificios con ventanas sin obstáculos orientadas al sur, sureste o suroeste, y baja para orientaciones norte, noreste, noroeste, o para cualquier orientación en el caso de existir obstáculos que impidan la radiación directa sobre los huecos.

Tabla 12. Valores orientativos de la transmitancia térmica de huecos (W/m²K)

Tabla E.2. Transmitancia térmica de huecos [W/m² K]							
Transmitancia térmica de huecos [W/m² K]		α	A	B	C	D	E
Captación solar	Alta	5.5 - 5.7	2.6 - 3.5	2.1 - 2.7	1.9 - 2.1	1.8 - 2.1	1.9 - 2.0
	Media	5.1 - 5.7	2.3 - 3.1	1.8 - 2.3	1.6 - 2.0	1.6 - 1.8	1.6 - 1.7
	Baja	4.7 - 5.7	1.8 - 2.6	1.4 - 2.0	1.2 - 1.6	1.2 - 1.4	1.2 - 1.3

NOTA: Para el factor solar modificado se podrá tomar como referencia, para zonas climáticas con un verano tipo 4, un valor inferior a 0,57 en orientación sur/sureste/suroeste, e inferior a 0,55 en orientación este/oeste.

Fuente: tabla E.2 del DB HE1

Para el caso de Málaga se tiene:

Ubicación	Zona climática (apéndice E del DB HE zonas climáticas)
Málaga	Zona A3

Se trata de un edificio de viviendas de obra nueva, por lo que se ha de justificar, para el edificio en su conjunto, los valores de limitación del consumo energético (DB HE0) y de la demanda energética (DB HE1), tanto de calefacción como de climatización.

Limitación del consumo (base) = 40 [kWh/m² año]

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético

	Zona climática de invierno					
	α	A*	B*	C*	D	E
$C_{ep,base}$ [kW·h/m²·año]	40	40	45	50	60	70
$F_{ep,sup}$	1000	1000	1000	1500	3000	4000

* Los valores de $C_{ep,base}$ para las zonas climáticas de invierno A, B y C de Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla se obtendrán multiplicando los valores de $C_{ep,base}$ de esta tabla por 1,2.

Limitación de la demanda de calefacción, de climatización y el conjunto:

- Demanda energética de calefacción
 $D_{cal,lim} = 15$ [kWh/m² año]
- Demanda energética de refrigeración
 $D_{ref,lim} = 15$ [kW·h/m²·año]
- Demanda energética conjunta
 $DG = DC + 0,70 \cdot DR = 15 + 0,70 \times 15 = 25,5$ kW·h/m²·año

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{cal,base}$ [kW·h/m²·año]	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

Al estar en zona sin edificios cercanos, no se consideran obstáculos próximos y el grado de captación solar de los huecos será el que corresponde a la orientación de las fachadas. Asimismo se considera que la superficie de los huecos supone un 15% de la superficie útil de los recintos. Por lo que, según el apéndice E, los valores orientativos de la transmitancia térmica de los huecos que, a priori, permiten el cumplimiento de los límites de consumo y de demanda son:

Tabla E.2. Transmitancia térmica de huecos [W/m² K]

Transmitancia térmica de huecos [W/m ² K]		α	A	B	C	D	E
Captación solar	Alta	5.5 – 5.7	2.6 – 3.5	2.1 – 2.7	1.9 – 2.1	1.8 – 2.1	1.9 – 2.0
	Media	5.1 – 5.7	2.3 – 3.1	1.8 – 2.3	1.6 – 2.0	1.5 – 1.8	1.6 – 1.7
	Baja	4.7 – 5.7	1.8 – 2.6	1.4 – 2.0	1.2 – 1.6	1.2 – 1.4	1.2 – 1.3

NOTA: Para el factor solar modificado se podrá tomar como referencia, para zonas climáticas con un verano tipo 4, un valor inferior a 0,57 en orientación sur/sureste/suroeste, e inferior a 0,55 en orientación este/oeste

Orientación de la fachada	Transmitancia térmica de huecos [W/m ² K]
Sur (capatación solar alta)	2,6 – 3,5
Este y oeste (capatación solar media)	2,3 – 3,1
Norte (capatación solar baja)	1,8 – 2,6

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de los diferentes espacios (tabla 2.3 del DB HE1) para la zona climática A se requiere una transmitancia térmica máxima del conjunto de la ventana (perfiles y acristalamiento) menor o igual a 5,70 W/m²K, por lo que se cumple este requisito con los valores orientativos adoptados.

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

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

⁽¹⁾ Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m
⁽²⁾ Se considera el con portamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas
⁽³⁾ La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa

10.- Propiedades frente a la radiación solar

Para un edificio en la zona A3 (tipo residencial) no existen requisitos de factor solar modificado para los huecos.

Se incluye en el **Anexo V** el procedimiento de cálculo del factor solar modificado de los huecos.

11.- Sistema de apertura

El sistema de apertura lo determina el autor del proyecto.

12.- Resistencia a repetidas aperturas y cierres

El CTE no establece requisitos mínimos para la resistencia a la apertura y cierre repetida, sin embargo, se recomienda que las ventanas sean al menos de Clase 1 (5.000 ciclos), según la norma europea UNE-EN 1191¹⁴, los resultados se expresan de acuerdo con la Norma Europea UNE-EN 12400¹⁵, en la que se especifican 4 clases de durabilidad de prestaciones para las ventanas (véase **Tabla 13**).

Tabla 13. Clases de resistencia para la apertura y cierre repetidos

Clases	Número de ciclos	Uso
0	-	-
1	5.000	Ligero
2	10.000	Moderado
3	20.000	Pesado

Fuente: norma UNE-EN 12400

13.- Aireación mediante las ventanas

El CTE establece que como aberturas de admisión, una posible opción puede ser disponer de aberturas dotadas de **aireadores** o **aperturas fijas de la carpintería, como son los dispositivos de microventilación** con una permeabilidad al aire

¹⁴ UNE-EN 1191. Ventanas y puertas. Resistencia a aperturas y cierres repetidos. Método de ensayo.
¹⁵ UNE-EN 12400. Ventanas y puertas peatonales. Durabilidad mecánica. Especificaciones y clasificación.

según la norma UNE EN 12207 en la posición de apertura de clase 1 (solo en el caso de sistemas de microventilación).

En el propio anejo de terminología se define como aireador al elemento que se dispone en las aberturas de admisión para dirigir adecuadamente el flujo de aire e impedir la entrada de agua y de insectos o pájaros. **Puede ser regulable o de abertura fija** y puede disponer de elementos adicionales para obtener una atenuación acústica adecuada.

El CTE establece requisitos mínimos de aireación en los edificios en su Documento Básico DB HS. Las exigencias establecidas en el CTE respecto a la calidad del aire interior especifican que:

- Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

Se destaca el concepto de "Caudal suficiente de aire exterior", que debe ser el suficiente para compatibilizar el DB HS 3 con un menor consumo energético por calefacción o refrigeración y debe ser compatible con el cumplimiento de las exigencias de aislamiento acústico.

Los caudales de ventilación que deben asegurar las aberturas de admisión, según el tipo de estancias, son los establecidos en la tabla 2.1 del DBHS3 (véase la **Tabla 14**).

Tabla 14. Caudales de ventilación mínimos exigidos en el DB HS

Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos			
		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s	
		Por ocupante	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5	
	Salas de estar y comedores	3	
	Aseos y cuartos de baño		15 por local
	Cocinas	2	50 por local ¹
	Trasteros y sus zonas comunes	0,7	
	Aparcamientos y garajes		120 por plaza
	Almacenes de residuos	10	

¹ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Fuente: Tabla 2.1 del DBHS3

En la terminología del DB HS3 se incluye la definición de las aberturas fijas de la carpintería, que se define como una apertura estable que se consigue mediante la propia configuración de la carpintería o mediante un dispositivo especial que mantiene las hojas en una posición que la permita.

Así, a los sistemas de microventilación se les exige:

- Ventilación suficiente para garantizar los caudales exigidos.
- Permeabilidad al aire en la posición de apertura de clase 1 (UNE EN 12207).

La norma de producto de ventanas, UNE EN 14351-1+A1 (cuyo obligado cumplimiento respecto al mercado CE de ventanas es efectivo desde el 1-02-2010) establece, respecto a la permeabilidad al aire de las ventanas, que se ensayará según la norma europea UNE-EN 1026 y el resultado del ensayo, definido como la media numérica de los dos valores de permeabilidad (m^3/h) en cada escalón de presión, se expresará de acuerdo con el apartado 4.6 de la norma europea UNE-EN 12207 (4.6 - relación entre el resultado de ensayo basado sobre la superficie total y el basado sobre la longitud de junta). La Tabla 15 siguiente muestra el resumen de los apartados 4.4 y 4.5 de la norma UNE-EN 12207.

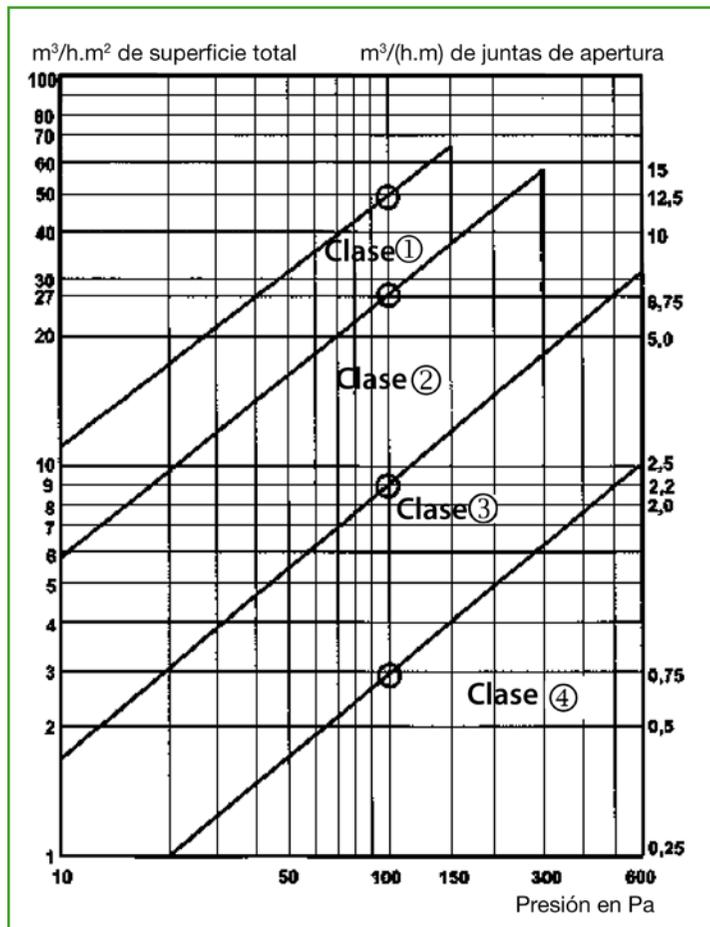
Tabla 15. Extracto norma UNE-EN 12207

Clase	Permeabilidad al aire referencia 100 Pa		Presión máxima (Pa)
	Superficie total $m^3/(h.m^2)$	Longitud de juntas de apertura $m^3/(h.m)$	
0	No ensayada		
1	50	12,5	150
2	27	6,75	300
3	9	2,25	600
4	3	0,75	600

Fuente: UNE-EN 12207

Según la norma UNE-EN 12207: 2000 la clasificación de las clases de permeabilidad es la de la **Figura 9**.

Figura 9. Clasificación de la permeabilidad al aire



Fuente: UNE-EN 12207

3.1.3.- REQUISITOS MÍNIMOS CARPINTERÍAS EXTERIORES

Tabla resumen de prestaciones con los requisitos mínimos exigibles a las carpinterías exteriores en el edificio en Málaga:

Prestación	Clase o valor
Resistencia al viento	Clase 2
Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso	No aplicable
Reacción al fuego	No hay requisito legal
Estanquidad al agua	Clase 5A
Emisión de sustancias peligrosas	No hay requisito legal
Resistencia al impacto	No hay requisito legal
Aislamiento al ruido aéreo	Ventanas en dormitorios: $R_{Atr} = 29$ dBA (parte ciega $RA=35$ dBA) Ventanas en salón: $R_{Atr} = 31$ dBA (parte ciega $RA=35$ dBA)
Permeabilidad al aire	Clase 1
Transmitancia térmica: - Por equilibrio de la calidad térmica entre espacios	$U \leq 5,70$ W/m²·K
Valores orientativos: - Fachada sur - Fachadas este y oeste - Fachada norte	2,6 - 3,5 W/m²·K 2,3 - 3,2 W/m²·K 1,8 - 2,6 W/m²·K
Propiedades frente a la radiación solar	No hay requisito legal
Sistema de apertura	No hay requisito legal
Resistencia a repetidas aperturas y cierres	Clase 1

3.2.- ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN MADRID

Se desarrolla un ejemplo de cálculo con la metodología analizada en el ejemplo anterior. En este caso se trata de un edificio residencial situado en Madrid.

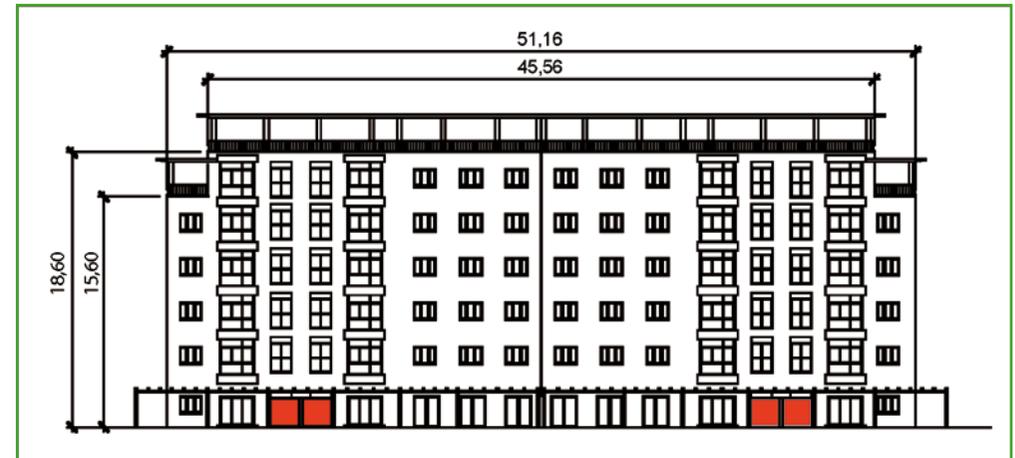
3.2.1.- DATOS DE PARTIDA DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

Datos de partida:

- Tipo de edificio: residencial.
- Emplazamiento: zona urbana. Sin edificios cercanos. Próximo al trazado ferroviario.
- Altura del edificio: 20 m sobre rasante
- Fachadas:
 - * Noreste: 935 m²
 - * Suroeste: 935 m²
 - * Noroeste: 600 m²
 - * Sureste: 600 m²
- Porcentaje de huecos en recintos protegidos:
 - * Dormitorios: 29 %
 - * Salón: 38 %
- Cota de la ventana más alta: 18 m
- Dimensiones de las mayores ventanas: 2,40 m (ancho) x 2,40 m (alto).
- Aleros u otros elementos de protección de las ventanas: No existen
- Distancia vertical entre dos ventanas consecutivas: H = 3,0 m
- Sin retranqueos

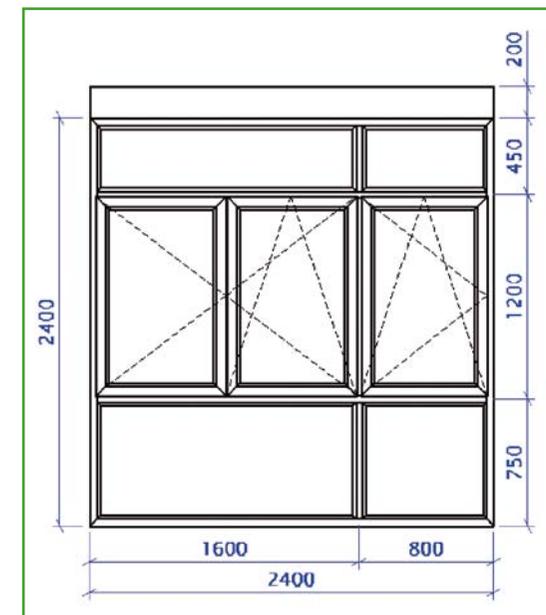
Se muestra en la **Figura 10** un esquema del edificio de Madrid y en la **Figura 11** un croquis de la mayor ventana.

Figura 10. Croquis del edificio (Fachadas Noreste y Suroeste) - Madrid



Fuente: Manual de Producto: Ventanas (2ª Edición). Editado por AENOR. ISBN 978-84-8143-630-3. Abril 2009.

Figura 11. Croquis de la mayor ventana - Madrid



Fuente: Manual de Producto: Ventanas (2ª Edición). Editado por AENOR. ISBN 978-84-8143-630-3. Abril 2009.

3.2.2.- DETERMINACIÓN DE PRESTACIONES DE LAS VENTANAS SEGÚN CTE

1.- Resistencia al viento

Según el mapa del Anejo D del DB SE AE, apartado D.1, a Madrid le corresponde la Zona A, esto supone una velocidad básica del viento de 26 m/s.

Ubicación	Velocidad básica de viento (m/s)	Presión dinámica del viento (Pa)
Madrid (zona eólica A)	26	422,5

Para el edificio objeto del estudio:

- Zona urbana, terreno tipo IV
- Altura H = 18 m
- 4 fachadas en situación expuesta

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)	Coefficiente de exposición C _e
Tipo IV	18	2,2

Para el coeficiente de presión se recurre a la **tabla 2** en la que se obtienen los coeficientes eólicos de presión y succión en función de la esbeltez en el plano paralelo al viento (0,5), así:

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Coefficiente de presión, C _p	Coefficiente de succión, C _s
≤ 0,50	0,7	-0,4

Así, la acción del viento es, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática, q_e, según la ecuación [1]:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 422,5 \text{ KN/m}^2 \times 2,2 \times 0,7 = 650,65 \text{ Pa.} \quad [1]$$

Así, como q_e (650,65 Pa) ≤ P3 (1200 Pa) se tiene que la clasificación mínima de la ventana en función de su resistencia al viento debe ser **clase 2**.

Observación: en el caso de realizar el cálculo de los coeficientes de exposición y presión en función de los anejos D del DB SE AE se tendría lo siguiente.

Para el **coeficiente de presión exterior** o eólico se toman los valores dados en el apartado 4 del Anejo D.3 (elementos con área de influencia entre 1 y 10 m² tomando como superficie característica del cerramiento A = 5 m² y 1 ≤ h/d ≤ 5).

Fachada expuesta D: C_{pe,5} = 0,9

Considerando además el cálculo del **coeficiente de exposición** según el Anejo D.2 del DB SE AE, el coeficiente de exposición C_e para alturas sobre el terreno, z, no mayores de 200 m (30 < z < 200 m):

$$c_e = F \cdot (F + 7 k)$$

$$F = k \ln (\max (z,Z) / L)$$

k, L, Z son parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2 del Anejo D del DB SE AE:

Zona IV: K = 0,22; L = 0,3; Z = 5

Así:

$$F = k \ln (\max (z,Z) / L) = 0,22 \ln (\max(5,18)/0,3) = 0,9$$

$$C_e = F \cdot (F + 7 k) = 0,9 (0,9 + 7 \times 0,22) = 2,2$$

$$C_e = 2,2$$

En este caso:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 422,5 \text{ KN/m}^2 \times 2,2 \times 0,9 = 836,5 \text{ Pa.}$$

Se obtendría la misma clasificación mínima para la ventana resistencia al viento: **clase 2**.

2.- Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso

No aplicable a las ventanas colocadas verticalmente.

3.- Reacción al fuego

No hay legislación al respecto. Si en el proyecto se especificara algún requisito, el proveedor de las ventanas debe acreditar su cumplimiento.

4.- Estanquidad al agua

Según el Mapa de la **Figura 1** (zonas pluviométricas) a Madrid le corresponde la **Zona IV**.

Considerando que las 4 fachadas están en situación expuesta, y resistencia al viento de clase 2 se tiene:

Resistencia al viento	Clasificación estanquidad al agua
Clase 2 (zona eólica A, H =25m, P=650,65, grado de aspereza del entorno IV)	Clase 4A (según tabla 6.24 del Manual de Producto Ventanas)

5.- Emisión de sustancias peligrosas

No hay legislación nacional al respecto.

Nota: Si en el proyecto se especificara algún requisito, el proveedor de las ventanas debe acreditar su cumplimiento.

6.- Resistencia al impacto

En el caso de las ventanas situadas en las áreas con riesgo de impacto (véase la **Figura 8**) de planta baja, el CTE establece en su DB SUA 3-2, apartado 1.3, que dichos vidrios, si no disponen de una barrera de protección, deben tener una clasificación de prestaciones X(Y)Z determinada según la norma UNE EN 12600:2003 (cuyos parámetros cumplan lo que se establece en la tabla 1.1 del DB SUA, véase la **Tabla 7**).

7.- Aislamiento al ruido aéreo

Al estar el edificio en zona urbana con predominio de suelo de uso residencial se considera que el valor del índice de ruido día L_d es de 60 dBA. Considerando el uso del edificio residencial, se obtiene en la tabla 2.1 del DB HR el valor del aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{2m, nT, Atr}$ de cada recinto (dormitorio o estancias) y el exterior.

$$D_{2m, nT, Atr} = 30 \text{ dBA tanto para dormitorios como estancias.}$$

En el DB HR se establece que cuando en la zona donde se ubique el edificio el ruido exterior dominante sea el de aeronaves, según se establezca en los mapas de ruido correspondientes, el valor de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m, nT, Atr}$, obtenido en la tabla 2.1 se incrementará en 4 dBA.

Si, para el ejemplo, se equipara la exigencia al ruido dominante de ferrocarril se tiene:

$$D_{2m, nT, Atr} = 34 \text{ dBA tanto para dormitorios como estancias.}$$

Según la opción simplificada de cálculo y teniendo en cuenta el porcentaje de huecos (29% en dormitorios y 38% en salón) se puede calcular el $R_{A, tr}$ de la ventana a través de la tabla 3.4 del DB HR (suponiendo parte ciega cumple $R_{A, tr} = 40$ dBA):

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m, nT, Atr}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ 100 % $R_{A, tr}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ ≠ 100 % $R_{A, tr}$ dBA	Huecos Porcentaje de huecos $R_{A, tr}$ de los componentes del hueco ⁽²⁾ dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30 %	De 31 a 60 %	De 61 a 80 %	De 81 a 100 %
$D_{2m, nT, Atr} = 30$	33	35	26	29	31	32	33
			25	28	30	31	
			25	28	30	31	
$D_{2m, nT, Atr} = 32$	35	35	30	32	34	34	35
			27	30	32	34	
			26	29	32	33	
$D_{2m, nT, Atr} = 34^{(1)}$	36	40	30	33	35	36	36
			29	32	34	36	
			28	31	34	35	

Ventanas dormitorios (29% huecos)	Ventanas salón (38% huecos)
$R_{A, tr} = 33$ dBA	$R_{A, tr} = 35$ dBA

8.- Permeabilidad al aire

Según la tabla D.1 de zonas climáticas del CTE a Madrid le corresponde la Zona D3, y según el Mapa de presión básica de viento le corresponde la Zona A.

Considerando que las 4 fachadas están en situación expuesta, para la ventana más alta, en zona urbana con altura inferior a 50 m, y zona climática D: la clasificación

de permeabilidad al aire mínima es clase 2 (para las zonas climáticas C, D y E: 27 m³/h m²; clase 2 como mínimo).

9.- Transmitancia térmica

Para el caso de Madrid se tiene:

Ubicación	Zona climática (apéndice E del DB HE zonas climáticas)
Madrid	Zona D3

Se trata de un edificio de viviendas de obra nueva, por lo que se ha de justificar, para el edificio en su conjunto, los valores de limitación del consumo energético (DB HE0) y de la demanda energética (DB HE1), tanto de calefacción como de climatización.

Limitación del consumo (base) = 60 [kWh/m² año]

Suponiendo una superficie útil de los espacios habitables de 1000 m²:

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup} / S = 60 + [3000/1000] = 63 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$$

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético

	Zona climática de invierno					
	α	A*	B*	C*	D	E
$C_{ep,base}$ [kW·h/m ² ·año]	40	40	45	50	60	70
$F_{ep,sup}$	1000	1000	1000	1500	3000	4000

* Los valores de $C_{ep,base}$ para las zonas climáticas de invierno A, B y C de Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla se obtendrán multiplicando los valores de $C_{ep,base}$ de esta tabla por 1,2.

Limitación de la demanda de calefacción, de climatización y el conjunto:

- Demanda energética de calefacción $D_{cal,base} = 27$ [kWh/m² año]

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup} / S = 27 + [2000/1000] = 29 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$$

- Demanda energética de refrigeración $D_{ref,lim} = 15$ kW·h/V·año

- Demanda energética conjunta

$$DG = DC + 0,70 \cdot DR = 29 + 0,70 \times 15 = 39,5 \text{ kW·h/m}^2 \cdot \text{año}$$

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{cal,base}$ [kW·h/m ² ·año]	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

Al estar en zona sin edificios cercanos, no se consideran obstáculos próximos y el grado de captación solar de los huecos será el que corresponde a la orientación de las fachadas. Asimismo se considera que la superficie de los huecos supone un 15% de la superficie útil de los recintos. Por lo que, según el apéndice E, los valores orientativos de la transmitancia térmica de los huecos que permitirán el cumplimiento de los límites de consumo y de demanda son:

Tabla E.2. Transmitancia térmica de huecos [W/m² K]

Transmitancia térmica de huecos [W/m ² K]	α	A	B	C	D	E	
	Captación solar	Alta	5,5 – 5,7	2,6 – 3,5	2,1 – 2,7	1,9 – 2,1	1,8 – 2,1
Media		5,1 – 5,7	2,3 – 3,1	1,8 – 2,3	1,6 – 2,0	1,6 – 1,8	1,6 – 1,7
Baja		4,7 – 5,7	1,8 – 2,6	1,4 – 2,0	1,2 – 1,6	1,2 – 1,4	1,2 – 1,3

NOTA: Para el factor solar modificado se podrá tomar como referencia, para zonas climáticas con un verano tipo 4, un valor inferior a 0,57 en orientación sur/sureste/suroeste, e inferior a 0,55 en orientación este/oeste

Orientación de la fachada	Transmitancia térmica de huecos [W/m ² K]
Sureste (captación solar alta) Suroeste (captación solar alta)	1,8 – 2,1
Noroeste (captación solar baja) Noreste (captación solar baja)	1,2 – 1,4

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, según el DBHE 1 del CTE (tabla 2.3) para la Zona climática D se requiere una transmitancia térmica del conjunto de la ventana (comportamiento conjunto del vidrio y el marco) menor o igual a 2,70 W/m²·K (no modifica a la baja las limitaciones anteriores).

10.- Propiedades frente a la radiación solar

Para un edificio en la zona D3 no existen requisitos de factor solar modificado para los huecos, de acuerdo con la tabla E.1.

Se incluye en el Anexo V el procedimiento de cálculo del factor solar modificado de los huecos.

11.- Sistema de apertura

El sistema de apertura lo determina el autor del proyecto. En este caso se ha optado por un sistema de ventanas practicables oscilobatientes, para cumplir con el apartado 5 del DB SUA1 en lo relativo a la limpieza de acristalamientos exteriores.

12.- Resistencia a repetidas aperturas y cierres

Se recomienda que las ventanas sean al menos de Clase 1 (5.000 ciclos).

13.- Aireación mediante las ventanas

En el caso de que el prescriptor decida realizar la ventilación a través de la ventana se calcularán los caudales mínimos de ventilación, en función del uso de la estancia y se aportarán los detalles del sistema a emplear (aireadores o sistemas de micro-ventilación, en este último caso se garantizará la permeabilidad al aire clase 1 en posición abierta).

3.2.3.- REQUISITOS MÍNIMOS CARPINTERÍAS EXTERIORES

Prestación	Clase o valor
Resistencia al viento	Clase 2
Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso	No aplicable
Reacción al fuego	No hay requisito legal
Estanquidad al agua	Clase 4A
Emisión de sustancias peligrosas	No hay requisito legal
Resistencia al impacto	Vidrios en áreas con riesgo de impacto requisitos tabla 1.1 del DB SUA
Aislamiento al ruido aéreo	$R_{A,tr} = 33$ dBA en dormitorios y 35 dBA en salón (parte ciega $R_{A,tr} = 40$ dBA)
Permeabilidad al aire	Clase 2
Transmitancia térmica: - Por equilibrio de la calidad térmica entre espacios Valores orientativos: - Fachada noreste y noroeste - Fachada suroeste y sureste	$UH \leq 2,70$ W/m ² ·K UH entre 1,2 y 1,4 W/m ² ·K UH entre 1,8 y 2,1 W/m ² ·K
Propiedades frente a la radiación solar	No hay requisito legal
Sistema de apertura	No hay requisito legal
Resistencia a repetidas aperturas y cierres	Clase 1

3.3.- ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN LEÓN

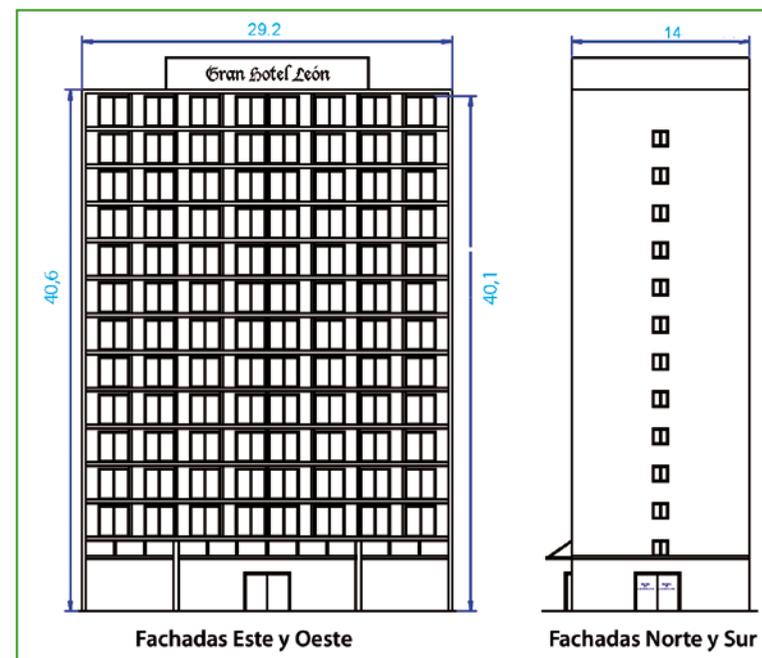
Se desarrolla un ejemplo de cálculo con la metodología analizada en el primer ejemplo. En este caso se trata de un edificio situado en León.

3.3.1.- DATOS DE PARTIDA DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

- Tipo de edificio: residencial (Hotel). Asimilable a uso residencial.
- Emplazamiento: terreno llano sin obstáculos. Próximo a un aeropuerto.
- Altura del edificio: 40,6 m sobre rasante + planta técnica
- Fachadas:
 - * Norte: 568,4 m². No existen cerramientos en recintos habitables
 - * Sur: 568,4 m². No existen cerramientos en recintos habitables
 - * Este: 1.185,52 m².
 - * Oeste: 1.185,52 m².
- Porcentaje de huecos en habitaciones (expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la fachada vista desde el interior de cada recinto protegido): 47%.
- Cota de la ventana más alta: 40,1 m
- Dimensiones de las mayores ventanas: 2,40 m (ancho) x 2,40 m (alto).
- Aleros u otros elementos de protección de las ventanas: terraza de 1,5 m.
- Distancia vertical entre dos ventanas consecutivas: $H = 2,9$ m

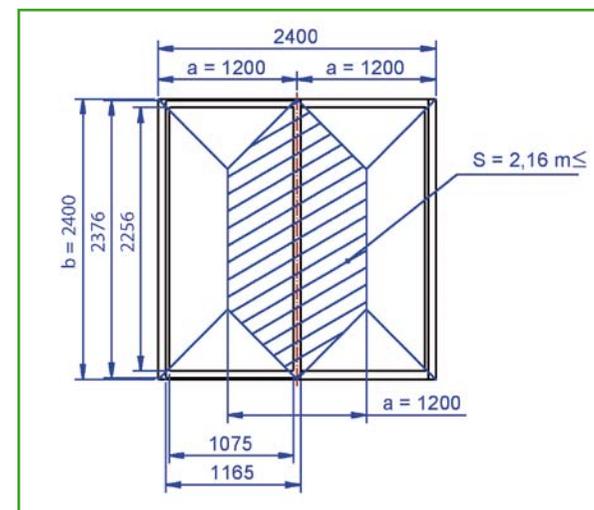
Se muestra en la **Figura 12** un esquema del edificio de León y en la Figura 13 un croquis de la mayor ventana.

Figura 12. Croquis del edificio - León



Fuente: Manual de Producto: Ventanas (2ª Edición). Editado por AENOR. ISBN 978-84-8143-630-3. Abril 2009.

Figura 13. Croquis de la mayor ventana - León



Fuente: Manual de Producto: Ventanas (2ª Edición). Editado por AENOR. ISBN 978-84-8143-630-3. Abril 2009.

3.3.2.- DETERMINACIÓN DE PRESTACIONES DE LAS VENTANAS SEGÚN CTE

1.- Resistencia al viento

Según el Mapa del Anejo D del DB SE AE a León le corresponde la Zona eólica B (velocidad básica del viento = 27 m/s; Presión dinámica = 455,6 Pa).

Considerando que el edificio está en llano sin obstáculos (terreno tipo II) y que las fachadas están en situación expuesta, para la ventana más alta, la clasificación necesaria es **Clase 3**, según el siguiente cálculo:

León: zona eólica B => Velocidad básica del viento = 27 m/s => Presión dinámica del viento = 455,6 Pa.

Coefficiente de exposición (zona II y altura H = 40m):

$$c_e = F \cdot (F + 7 k)$$
$$F = k \ln (\max (z, Z) / L)$$

k, L, Z son parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2 del Anejo D del DB SE AE:

Zona II: k = 0,17; L (m) = 0,01; Z (m) = 1

Así:

$$F = k \ln (\max (z, Z) / L) = 0,17 \ln (\max (1, 40) / 0,01) = 1,41$$
$$c_e = F \cdot (F + 7 k) = 1,41 (1,41 + 7 \times 0,17) = 3,67$$
$$c_e = \mathbf{3,67}$$

Para el coeficiente de presión exterior o eólico se toman los valores dados en el apartado 4 del Anejo D.3 (elementos con área de influencia entre 1 y 10 m² tomando como superficie característica del cerramiento A = 5m² y 1 ≤ h/d ≤ 5).

Fachada expuesta D: C_{pe,5} = 0,9

Así,

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 455,6 \text{ KN/m}^2 \times 3,67 \times 0,9 = 1504,8 \text{ Pa.}$$

Así, como q_e (1504,8 Pa) ≤ P3 (1800 Pa) se tiene que la clasificación mínima de la ventana en función de su resistencia al viento debe ser **clase 3**.

2.- Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso

No aplicable a las ventanas colocadas verticalmente.

3.- Reacción al fuego

No hay legislación al respecto. Si en el proyecto se especificara algún requisito, el proveedor de las ventanas debe acreditar su cumplimiento.

4.- Estanquidad al agua

Según el Mapa de la Figura 7 (zonas pluviométricas) a León le corresponde la Zona III.

Considerando que las ventanas están situadas en los accesos a las terrazas y retranqueadas 1,5 m de la fachada, con H = 2,9 m, pueden considerarse como protegidas y sin problemas de estanquidad. No obstante, conviene especificar una clasificación no inferior a la **Clase 4A**.

Nota. En este caso si las carpinterías no estuvieran retranqueadas respecto a la fachada la clasificación exigida sería 7A.

5.- Emisión de sustancias peligrosas

No hay legislación al respecto.

6.- Resistencia al impacto

En el caso del edificio de León los vidrios no están situados en áreas con riesgo de impacto.

7.- Aislamiento al ruido aéreo

El edificio está en zona urbana con predominio de suelo de uso residencial, por ello se considera que el valor del índice de ruido día L_d es de 60 dBA. Sin embargo, al estar el edificio en zona próxima a un aeropuerto se considera que el ruido predo-

minante es el de aeronaves por lo que el valor obtenido del valor de aislamiento acústico a ruido aéreo se incrementa en 4 dBA.

Considerando el uso del edificio residencial, se obtiene en la tabla 2.1 del DB HR el valor del aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{2m,nT,Atr}$ de cada recinto (dormitorio o estancias) y el exterior:

$$D_{2m,nT,Atr} = 30 + 4 = 34 \text{ dBA tanto para dormitorios como estancias.}$$

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d < 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

⁽¹⁾ En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

Según la opción simplificada de cálculo y teniendo en cuenta el porcentaje de huecos (47% de huecos en habitaciones) se puede calcular el R_{Atr} de la ventana a través de la tabla 3.4 del DB HR (suponiendo que la parte ciega cumple $R_{Atr} = 40$ dBA).

Tabla 3.4 Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ 100 % R_{Atr} dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ ≠ 100 % R_{Atr} dBA	Huecos Porcentaje de huecos R_{Atr} de los componentes del hueco ⁽²⁾ dBA				
			dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30 %	De 31 a 60 %	De 61 a 80 %	De 81 a 100 %
$D_{2m,nT,Atr} = 30$	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
$D_{2m,nT,Atr} = 32$	35	35	30	32	34	34	35
		40	27	30	32	34	
		45	26	29	32	33	
$D_{2m,nT,Atr} = 34^{(1)}$	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	

$$R_{Atr} = 35 \text{ dBA (parte ciega tiene un } R_{Atr} = 40 \text{ dBA).}$$

8.- Permeabilidad al aire

Según la tabla D.1 de zonas climáticas del CTE, a León le corresponde la Zona E1. La clasificación de permeabilidad al aire mínima es **clase 2** (para las zonas climáticas C, D y E: $27 \text{ m}^3/\text{h m}^2$; clase 2 como mínimo).

9.- Transmitancia térmica

Para el caso de León se tiene:

Ubicación	Zona climática (apéndice E del DB HE zonas climáticas)
León	Zona E1

Se trata de un hotel de obra nueva, por lo que se ha de justificar, para el edificio en su conjunto, los valores de limitación del consumo energético (DB HE0) y de la demanda energética (DB HE1), tanto de calefacción como de climatización.

En el caso de edificios distintos al uso residencial privado el DB HE 0 indica que la calificación energética para el indicador de consumo energético de energía primaria no renovable del edificio debe ser de una eficiencia igual o superior a la **clase B**, según el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios aprobado mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril.

En el caso de la limitación de la demanda energética, el DB HE1, indica que en edificios de otros usos, distintos al residencial privado, el porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración, respecto al edificio de referencia del edificio objeto del estudio, debe ser igual o superior al establecido en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos, en %

Zona climática de verano	Carga de las fuentes internas			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1, 2	25%	25%	25%	10%
3, 4	25%	20%	15%	0%*

* No debe superar la demanda límite del edificio de referencia

Se indica en el Documento que los edificios que sean asimilables al uso residencial privado, debido a su uso continuado y baja carga de las fuentes internas, pueden justificar la limitación de la demanda energética mediante los criterios aplicables al uso residencial. Por lo que la limitación de la demanda de calefacción, en la zona climática E es la que se muestra en la tabla 2.1:

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{cal,base}$ [$kW \cdot h/m^2 \cdot año$]	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

Suponemos el uso de hotel asimilable al uso residencial privado para comprobar la limitación de la transmitancia térmica de los huecos (el apéndice E aporta valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente térmica para el pre-dimensionado de soluciones constructivas en uso residencial, de la misma forma la tabla 2.3 es de aplicación para el uso residencial).

Al estar en zona sin edificios cercanos, no se consideran obstáculos próximos y el grado de captación solar de los huecos será el que corresponde a la orientación de las fachadas. Asimismo se considera que la superficie de los huecos supone un 15% de la superficie útil de los recintos. Por lo que, según el apéndice E, los valores orientativos de la transmitancia térmica de los huecos que permitirán el cumplimiento de los límites de consumo y de demanda son:

Tabla E.2. Transmitancia térmica de huecos [$W/m^2 K$]

Transmitancia térmica de huecos [$W/m^2 K$]	α	A	B	C	D	E	
Captación solar	Alta	5.5–5.7	2.6–3.5	2.1–2.7	1.9–2.1	1.8–2.1	1.9–2.0
	Media	5.1–5.7	2.3–3.1	1.8–2.3	1.6–2.0	1.6–1.8	1.6–1.7
	Baja	4.7–5.7	1.8–2.6	1.4–2.0	1.2–1.6	1.2–1.4	1.2–1.3

NOTA: Para el factor solar modificado se podrá tomar como referencia, para zonas climáticas con un verano tipo 4, un valor inferior a 0,57 en orientación sur/sureste/suroeste, e inferior a 0,55 en orientación este/oeste.

Orientación de la fachada	Transmitancia térmica de huecos [$W/m^2 K$]
Este y oeste (captación solar media)	1,6 – 1,7

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, según el DBHE 1 del CTE (tabla 2.3) para la Zona climática E se requiere una transmitancia térmica del conjunto de la ventana (comportamiento conjunto del vidrio y el marco) menor o igual a $2,50 W/m^2 \cdot K$ (no modifica a la baja las limitaciones anteriores).

10.- Propiedades frente a la radiación solar

Para un edificio en la zona E1 con baja carga interna, tipo residencial (se asimila el uso de hotel al uso residencial y por tanto de baja carga interna), no existen requisitos de factor solar modificado para los huecos.

Se incluye en el **Anexo V** el procedimiento de cálculo del factor solar modificado de los huecos.

11.- Sistema de apertura

El sistema de apertura lo determina el autor del proyecto.

12.- Resistencia a repetidas aperturas y cierres

Las ventanas serán al menos de Clase 1 (5.000 ciclos)

13.- Aireación mediante las ventanas

En el caso de que el prescriptor decida realizar la ventilación a través de la ventana se calcularán los caudales mínimos de ventilación, en función del uso de la estancia y se aportarán los detalles del sistema a emplear (aireadores o sistemas de micro-ventilación, en este último caso se garantizará la permeabilidad al aire clase 1 en posición abierta).

3.3.3.- REQUISITOS MÍNIMOS CARPINTERÍAS EXTERIORES

Prestación	Clase o valor
Resistencia al viento	Clase 3
Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso	No aplicable
Reacción al fuego	No hay requisito legal
Estanquidad al agua	Clase 4A
Emisión de sustancias peligrosas	No hay requisito legal
Resistencia al impacto	No hay requisito legal
Aislamiento al ruido aéreo	$R_{A,tr} = 35$ dBA (parte ciega cumple $R_{A,tr} = 40$ dBA)
Permeabilidad al aire	Clase 2
Transmitancia térmica: - Por equilibrio de la calidad térmica entre espacios: Valores orientativos: - Fachadas norte y sur - Fachadas este y oeste	$U_H \leq 2,50$ W/m ² ·K Sin requisito U_H entre 1,6 – 1,7 W/m ² ·K
Propiedades frente a la radiación solar	No hay requisito legal
Sistema de apertura	No hay requisito legal
Resistencia a repetidas aperturas y cierres	Clase 1

3.4.- ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN GIRONA

3.4.1.- DATOS DE PARTIDA DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

Datos de partida:

- Tipo de edificio: residencial.
- Emplazamiento: zona urbana.
- Altura del edificio: 22 m sobre rasante
- Fachadas:
 - * Norte: 726 m²
 - * Sur: 484 m²
 - * Oeste: 180 m²
 - * Este: 321 m²
- Porcentaje de huecos en recintos protegidos:
 - * Dormitorios: 21 %
 - * Salón: 42 %
- Cota de la ventana más alta: 18 m
- Dimensiones de las mayores ventanas: 2 m (ancho) x 2,40 m (alto).
- Aleros u otros elementos de protección de las ventanas: No existen
- Distancia vertical entre dos ventanas consecutivas: H = 3,0 m
- Sin retranqueos

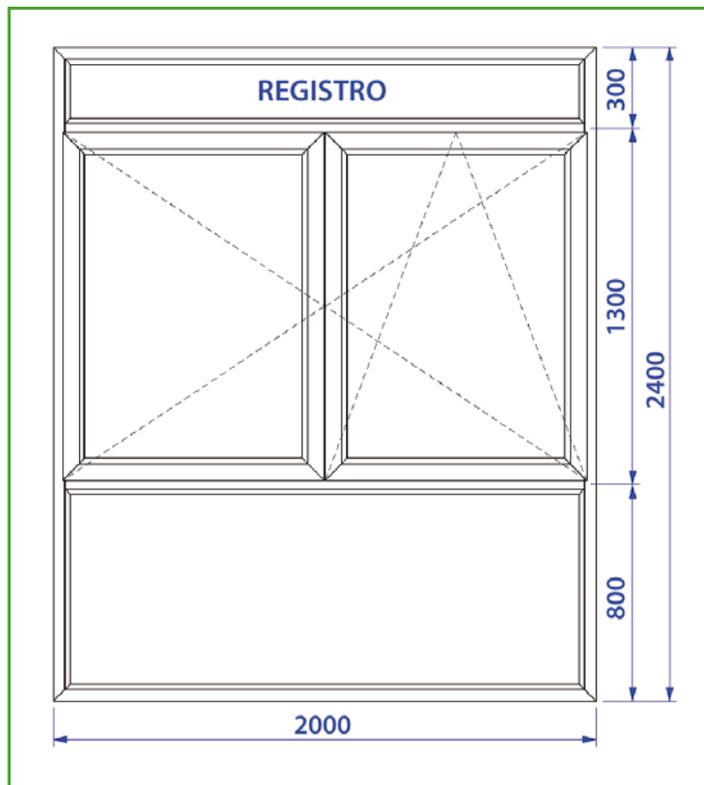
Se muestra en la **Figura 14** un esquema del edificio de Girona y en la Figura 15 un croquis de la mayor ventana.

Figura 14. Croquis del edificio (Fachadas Norte y Oeste) - Girona



Fuente: elaboración propia

Figura 15. Croquis de la mayor ventana - Girona



Fuente: elaboración propia

3.4.2.- DETERMINACIÓN DE PRESTACIONES DE LAS VENTANAS SEGÚN CTE

1.- Resistencia al viento

Según el mapa del Anejo D del DB SE AE, apartado D.1, a Girona le corresponde la Zona eólica C, esto supone una velocidad básica del viento de 29 m/s.

Ubicación	Velocidad básica de viento (m/s)	Presión dinámica del viento (Pa)
Girona (zona C)	29	525,6

Para el edificio objeto del estudio:

- Zona urbana, terreno tipo IV
- Altura H = 22 m
- 4 fachadas en situación expuesta

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)	Coefficiente de exposición Ce
Tipo IV	18	2,2

Para el coeficiente de presión se recurre a la Tabla 2 en la que se obtienen los coeficientes eólicos de presión y succión en función de la esbeltez en el plano paralelo al viento, así:

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Coefficiente de presión, Cp	Coefficiente de succión, Cs
≤ 0,50	0,7	-0,4

Así, la acción del viento es, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática, q_e , según la ecuación [1]:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 525,6 \text{ KN/m}^2 \times 2,2 \times 0,7 = 809,4 \text{ Pa.} \quad [1]$$

Así, como q_e (809,4 Pa) ≤ P3 (1200 Pa) se tiene que la clasificación mínima de la ventana en función de su resistencia al viento debe ser **clase 2**.

Observación: en el caso de realizar el cálculo de los coeficientes de exposición y presión en función de los anejos D del DB SE AE se tendría:

Para el **coeficiente de presión exterior** o eólico se toman los valores dados en el apartado 4 del Anejo D.3 (elementos con área de influencia entre 1 y 10 m² tomando como superficie característica del cerramiento A = 5m² y 1 ≤ h/d ≤ 5).

Fachada expuesta D: $C_{pe,5} = 0,9$

Considerando además el cálculo del **coeficiente de exposición** según el Anejo D.2 del DB SE AE, el coeficiente de exposición C_e para alturas sobre el terreno, z, no mayores de 200 m (30 < z < 200 m):

$$c_e = F \cdot (F + 7 k)$$

$$F = k \ln (\max (z,Z) / L)$$

k, L, Z son parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2 del Anejo D del DB SE AE:

$$\text{Zona IV: } K = 0,22; L = 0,3; Z = 5$$

Así:

$$F = k \ln (\max (z,Z) / L) = 0,22 \ln (\max(5,18)/0,3) = 0,9$$

$$c_e = F \cdot (F + 7 k) = 0,9 (0,9 + 7 \times 0,22) = 2,2$$

$$c_e = 2,2$$

En este caso:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 525,6 \text{ KN/m}^2 \times 2,2 \times 0,9 = 1040,7 \text{ Pa.}$$

Se obtendría la misma clasificación mínima para la ventana resistencia al viento: **clase 2.**

2.- Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso

No aplicable a las ventanas colocadas verticalmente.

3.- Reacción al fuego

No hay legislación al respecto.

4.- Estanquidad al agua

Según el Mapa de la **Figura 7** (zonas pluviométricas) a Girona le corresponde la Zona III. Considerando que las 4 fachadas están en situación expuesta, y resistencia al viento de clase 2 se tiene:

Resistencia al viento	Clasificación estanquidad al agua
Clase 2 (zona eólica C, H =25m, P=809,4 Pa y grado de aspereza del entorno IV)	Clase 6A (según tabla 6.24 del Manual de Producto Ventanas)

5.- Emisión de sustancias peligrosas

No hay legislación nacional al respecto.

Nota: Si en el proyecto se especificara algún requisito, el proveedor de las ventanas debe acreditar su cumplimiento.

6.- Resistencia al impacto

En el caso de las ventanas y puertas acristaladas situadas en las áreas con riesgo de impacto (véase la Figura 8) de planta baja, el CTE establece en su DB SUA 3-2, apartado 1.3, que dichos vidrios, si no disponen de una barrera de protección, tendrán una clasificación de prestaciones X(Y)Z determinada según la norma UNE EN 12600:2003: (cuyos parámetros cumplan lo que se establece en la tabla 1.1 del DB SUA, véase la **Tabla 1**).

7.- Aislamiento al ruido aéreo

Si consideramos que el análisis del mapa de ruido en Girona aporta un valor de $L_d = 70$ dBA, se obtiene en la tabla 2.1 del DB HR el valor del aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{2m, nT, Atr}$ de cada recinto (dormitorio o estancias) y el exterior.

$$D_{2m, nT, Atr} = 37 \text{ dBA para dormitorios.}$$

$$D_{2m, nT, Atr} = 32 \text{ dBA para estancias.}$$

Según la opción simplificada de cálculo y teniendo en cuenta el porcentaje de huecos (21% en dormitorios y 42% en salón) se puede calcular el $R_{A, tr}$ de la ventana a través de la tabla 3.4 del DB HR (suponiendo parte ciega cumple $R_{A, tr} = 40$ dBA):

Ventanas de dormitorios (21% huecos)	Fachadas salón (42% huecos)
$R_{Atr} = 37$ dBA para dormitorios	$R_{Atr} = 32$ dBA para estancias

Tabla 3.4 Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Air}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ 100 % $R_{A,w}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ ≠ 100 % $R_{A,w}$ dBA	Huecos Porcentaje de huecos $R_{A,w}$ de los componentes del hueco ⁽²⁾ dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
$D_{2m,nT,Air} = 30$	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
$D_{2m,nT,Air} = 32$	35	35	30	32	34	34	35
		40	27	30	32	34	
		45	26	29	32	33	
$D_{2m,nT,Air} = 34^{(1)}$	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	
$D_{2m,nT,Air} = 36^{(1)}$	38	40	33	35	37	38	38
		45	31	34	36	37	
		50	30	33	36	37	
$D_{2m,nT,Air} = 37$	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	

8.- Permeabilidad al aire

Según la tabla D.2 de zonas climáticas del DBHE del CTE a Girona le corresponde la Zona climática D2.

Teniendo en cuenta la tabla 2.3 del DBHE para uso residencial la permeabilidad al aire mínima es **clase 2** (para las zonas climáticas C, D y E: 27 m³/h m²; clase 2 como mínimo).

9.- Transmitancia térmica

Para el caso de Girona se tiene:

Ubicación	Zona climática (apéndice E del DB HE zonas climáticas)
Girona	Zona D2

Se trata de un edificio de viviendas de obra nueva, por lo que se ha de justificar, para el edificio en su conjunto, los valores de limitación del consumo energético (DB HE0) y de la demanda energética (DB HE1), tanto de calefacción como de climatización.

Limitación del consumo (base) = 60 [kWh/m² año]
Suponiendo una superficie útil de los espacios habitables de 1000²:

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup} / S = 60 + [3000/1000] = 63 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$$

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético

	Zona climática de invierno					
	α	A*	B*	C*	D	E
$C_{ep,base}$ [kW·h/m ² ·año]	40	40	45	50	60	70
$F_{ep,sup}$	1000	1000	1000	1500	3000	4000

* Los valores de $C_{ep,base}$ para las zonas climáticas de invierno A, B y C de Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla se obtendrán multiplicando los valores de $C_{ep,base}$ de esta tabla por 1,2.

Limitación de la demanda de calefacción, de climatización y el conjunto:

- Demanda energética de calefacción $D_{cal,base} = 27$ [kWh/m² año]

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup} / S = 27 + [2000/1000] = 29 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$$

- Demanda energética de refrigeración

$$D_{ref,lim} = 15 \text{ kW·h/m}^2 \cdot \text{año}$$

- Demanda energética conjunta

$$DG = DC + 0,70 \cdot DR = 29 + 0,70 \times 15 = 39,5 \text{ kW·h/m}^2 \cdot \text{año}$$

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{cal,base}$ [kW·h/m ² ·año]	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

Al estar en zona sin edificios cercanos, no se consideran obstáculos próximos y el grado de captación solar de los huecos será el que corresponde a la orientación de las fachadas. Asimismo se considera que la superficie de los huecos supone un 15% de la superficie útil de los recintos. Por lo que, según el apéndice E, los valores orientativos de la transmitancia térmica de los huecos que permitirán el cumplimiento de los límites de consumo y de demanda son:

Transmitancia térmica de huecos [W/m ² K]	α	A	B	C	D	E	
Captación solar	Alta	5.5 – 5.7	2.6 – 3.5	2.1 – 2.7	1.9 – 2.1	1.8 – 2.1	1.9 – 2.0
	Media	5.1 – 5.7	2.3 – 3.1	1.8 – 2.3	1.6 – 2.0	1.6 – 1.8	1.6 – 1.7
	Baja	4.7 – 5.7	1.8 – 2.6	1.4 – 2.0	1.2 – 1.6	1.2 – 1.4	1.2 – 1.3

NOTA: Para el factor solar modificado se podrá tomar como referencia, para zonas climáticas con un verano tipo 4, un valor inferior a 0,57 en orientación sur/sureste/suroeste, e inferior a 0,55 en orientación este/oeste.

Orientación de la fachada	Transmitancia térmica de huecos [W/m ² K]
Sur (captación solar alta)	1,8 – 2,1
Este y oeste (captación solar media)	1,6 – 1,8
Norte (captación solar baja)	1,2 – 1,4

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, según el DBHE 1 del CTE (tabla 2.3) para la Zona climática D se requiere una transmitancia térmica del conjunto de la ventana (comportamiento conjunto del vidrio y el marco) menor o igual a 2,70 W/m²·K (no modifica a la baja las limitaciones anteriores).

OBSERVACIÓN

Si suponemos que el edificio es existente y se decide acometer una rehabilitación de las carpinterías en la fachada sur, el criterio para determinar el valor de la transmitancia térmica de los huecos lo da la tabla 2.3, que para Girona (zona climática D.2) indica $U_h = 2,70 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

10.- Propiedades frente a la radiación solar

Para un edificio en la zona D2 (tipo residencial) no existen requisitos de factor solar modificado para los huecos, de acuerdo con la tabla E.2 del apéndice E. Se

incluye en el Anexo V el procedimiento de cálculo del factor solar modificado de los huecos.

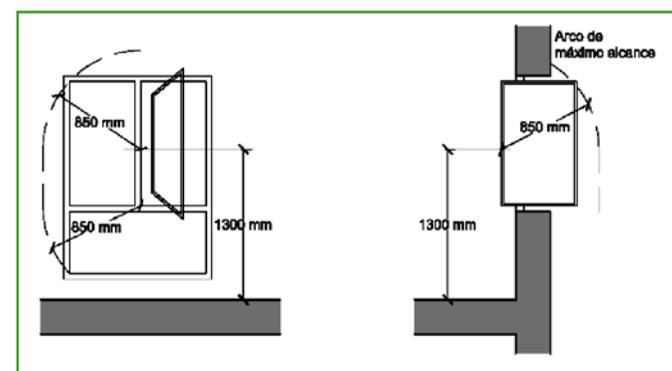
11.- Sistema de apertura

El sistema de apertura lo determina el autor del proyecto. En este caso se ha optado por un sistema de ventanas practicables oscilobatientes, para cumplir con el apartado 5 del DB SUA1 en lo relativo a la limpieza de acristalamientos exteriores.

El DB SUA1 establece que en edificios de uso Residencial Vivienda, los acristalamientos con vidrio transparente han de cumplir las condiciones siguientes, salvo cuando sean practicables o fácilmente desmontables, permitiendo su limpieza desde el interior:

- toda la superficie exterior del acristalamiento se encontrará comprendida en un radio de 850 mm desde algún punto del borde de la zona practicable situado a una altura no mayor de 1300 mm (véase la **Figura 16**);
- los acristalamientos reversibles estarán equipados con un dispositivo que los mantenga bloqueados en la posición invertida durante su limpieza.

Figura 16. Limpieza de acristalamientos desde el interior



Fuente: Figura 5.1 del DB SUA2

12.- Resistencia a repetidas aperturas y cierres

Se recomienda que las ventanas sean al menos de Clase 1 (5.000 ciclos).

13.- Aireación mediante las ventanas

En el caso de que el prescriptor decida realizar la ventilación a través de la ventana se calcularán los caudales mínimos de ventilación, en función del uso de la estancia y se aportarán los detalles del sistema a emplear (aireadores o sistemas de micro-ventilación, en este último caso se garantizará la permeabilidad al aire clase 1 en posición abierta).

3.4.3.- REQUISITOS MÍNIMOS CARPINTERÍAS EXTERIORES

Prestación	Clase o valor
Resistencia al viento	Clase 2
Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso	No aplicable
Reacción al fuego	No hay requisito legal
Estanquidad al agua	Clase 6A
Emisión de sustancias peligrosas	No hay requisito legal
Resistencia al impacto	No hay requisito legal
Aislamiento al ruido aéreo	$R_{A,tr} = 32$ dBA para salón $R_{A,tr} = 37$ dBA para dormitorios
Permeabilidad al aire	Clase 2
Transmitancia térmica: - Por equilibrio de la calidad térmica entre espacios: Valores orientativos: - Fachada norte - Fachada sur - Fachadas este y oeste	$U_H \leq 2,70$ W/m ² ·K UH entre 1,2 y 1,4 W/m ² ·K UH entre 1,8 y 2,1 W/m ² ·K UH entre 1,6 y 1,8 W/m ² ·K
Propiedades frente a la radiación solar	No hay requisito legal
Sistema de apertura	No hay requisito legal
Resistencia a repetidas aperturas y cierres	Clase 1

Para la opción de rehabilitación de fachada sur:

Transmitancia térmica: - Fachada sur	$U_H \leq 2,70$ W/m ² ·K
---	-------------------------------------

4. FASE DE RECEPCIÓN DEL MATERIAL EN OBRA: EXIGENCIAS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y DEL MARCADO CE DE LAS VENTANAS.

Una vez analizado a través de los diferentes ejemplos el proceso de diseño de las carpinterías exteriores, el capítulo siguiente analiza la relación entre las características de proyecto y las prestaciones aseguradas por el fabricante en el momento de entrega de las ventanas en la obra.

Desde el 01-02-2010 los fabricantes de ventanas deben facilitar el marcado CE de las ventanas, así como la información complementaria relativa al marcado CE (Declaración de Prestaciones, Etiqueta de Marcado CE y las Instrucciones de Uso y Mantenimiento). Esta documentación incluye la información sobre las características esenciales, que se analizan a continuación.

4.1- COMPARACIÓN ENTRE LOS REQUISITOS DE PROYECTO Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS VENTANAS RECEPCIONADAS EN OBRA

4.1.1.- Mercado CE de ventanas y puertas peatonales exteriores

El marcado CE obliga a declarar unas prestaciones, establecidas en la tabla A1 del anexo ZA de la norma de producto UNE-EN 14351-1+A1, en función del tipo de ventana o puerta peatonal exterior, las cuales se resumen en la **Tabla 16** (los apartados indicados entre paréntesis en la tabla, en cada una de las características, corresponden al apartado de la norma donde se explica cada concepto).

Tabla 16. Características para el marcado CE

Tabla 1 CARACTERÍSTICAS PARA MARCADO CE				
CARACTERÍSTICAS (Capítulo de la norma)	Ventanas	Puertas peatonales exteriores	Ventanas de tejado	Observaciones
Comportamiento frente al fuego exterior (4.4.2)	-	-	X	
Reacción al fuego (4.4.1)	-	-	X	
Estanquidad al agua (4.5 y 4.1.5)	X	X	X	
Sustancias peligrosas (4.6)	X	X	-	Declarar "NPD" (1)
Resistencia a la carga de viento (4.2)	X	X	X (2)	Por ensayo o por cálculo (sólo en elementos fijos)
Resistencia a la carga de nieve y carga permanente (4.3)	-	-	X (2)	
Resistencia a los impactos (4.7 y 4.24.1)	-	X (2)	X	En puertas, con vidrios u otro material fragmentario
Capacidad para soportar cargas de los dispositivos de seguridad (4.8)	X	X	X	
Altura (4.9)	-	X (2)	-	
Capacidad de desbloqueo (4.10 y 4.15)	-	X	-	Sólo para puertas que vayan a colocarse en rutas de escape
Prestaciones acústicas (4.11)	X	X	X	Por ensayo o por cálculo (2)
Transmitancia térmica (4.12 y 4.15)	X	X	X	Por ensayo o por cálculo
Propiedades de radiación (4.13)	X (2)	X (2)	X (2)	
Permeabilidad al aire (4.14 y 4.15)	X	X	X	

(1) Para su comercialización en España, y en general para todos los productos, en el mercado CE se podrá indicar NPD, es decir, prestación no determinada, ya que en nuestro país no existe regulación de sustancias peligrosas para los materiales componentes habituales de estos productos.
 (2) Cuando se cumplan los requisitos del anexo B de la norma.
 (3) Estos ensayos pueden ser realizados por el fabricante (también mediante valores tabulados o cálculos).

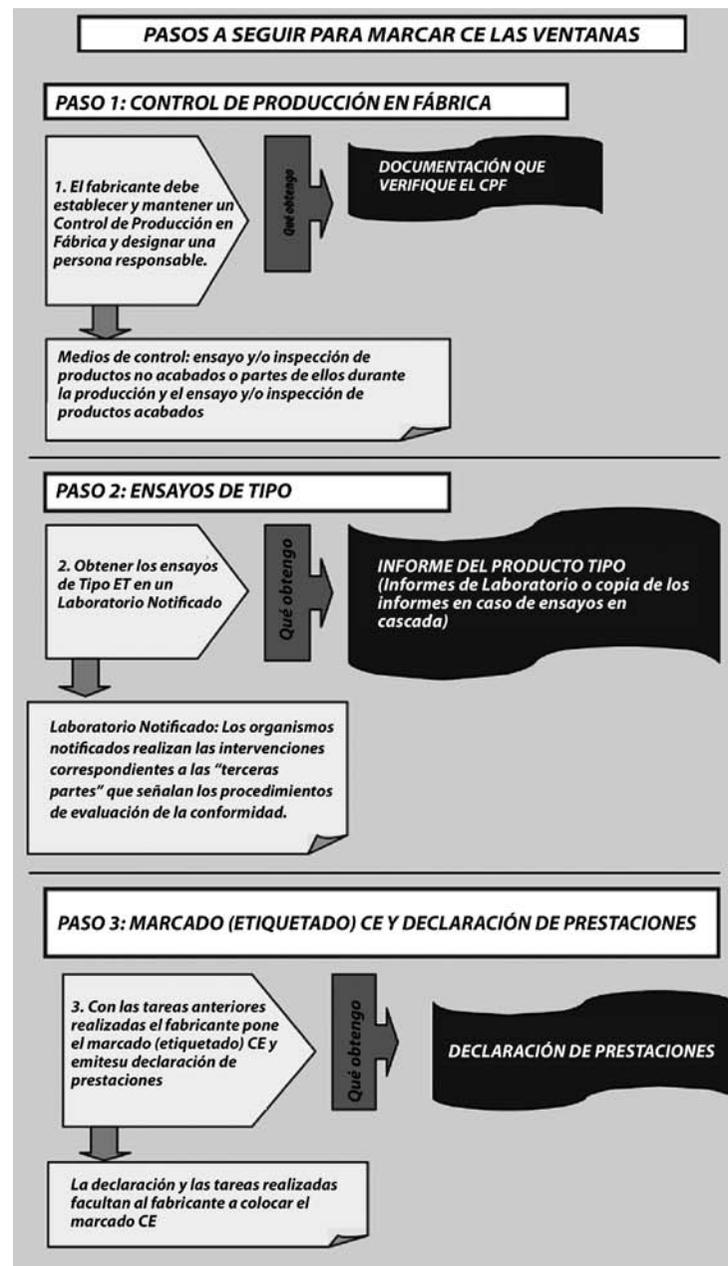
Fuente: Instrucción para la puesta en práctica del marcado CE de ventanas y puertas peatonales exteriores (6ª edición)

Las anteriores prestaciones son válidas para el mercado CE, no solo en España, sino en el resto de países de la Unión Europea. Sin embargo, en cada caso habrá que comprobar qué características son de aplicación, ya que la declaración de una prestación de una cierta característica no es aplicable en aquellos Estados Miembros en los que no existen requisitos sobre esta característica para el uso final pretendido dado del producto.

En esos casos, los fabricantes que comercializan sus productos en estos Estados Miembros no están obligados ni a determinar ni a declarar la prestación de sus productos en referencia a esta característica y puede utilizarse la opción "prestación no determinada" (NPD) en la información que acompaña al marcado CE (véase el documento Preguntas Frecuentes. Mercado CE de ventanas y puertas peatonales exteriores, editado por ASEFAVE que aclara los aspectos relacionados con este mercado CE).

Los pasos esenciales que el fabricante de la ventana debe seguir para poder realizar el marcado CE se resumen en la **Figura 17**.

Figura 17. Pasos a seguir para marcar CE las ventanas y puertas peatonales exteriores



Fuente: Documento Preguntas Frecuentes marcado CE de ventanas y puertas peatonales exteriores de ASEFAVE (mayo 2013)

Los ET, Ensayos de Tipo, son los ensayos y/o cálculos realizados sobre una muestra o probeta representativa para determinar el valor de una determinada prestación o característica. Para cada tipo de ventana que se fabrique se debe disponer de un ensayo y/o cálculo sobre una muestra que sea representativa de dicho tipo de ventana.

Los fabricantes pueden agrupar sus productos en familias para optimizar el número de ensayos, si se considera que la característica seleccionada es común a todas las ventanas dentro de esta familia (un producto puede estar en diferentes familias para características diferentes).

Así, se pueden realizar determinados ensayos sobre el producto que, por su configuración, presenten la prestación "más desfavorable" sobre esa característica y el resultado obtenido puede extrapolarse a otros productos de la misma serie. De este modo, se puede agrupar siempre que se ensaye la probeta más representativa de la familia, es decir, aquella que contemple la opción más desfavorable. En general, el criterio de agrupación se hace por sistemas de apertura y por series, véase la **Tabla 17** con las probetas representativas en función del tipo de apertura.

Tabla 17. Probetas representativas (solución más desfavorable)

Tipos de ventanas y puertas peatonales a las que puede extenderse el marcado CE	Probeta representativa (más desfavorable)
Ventana Fija. Abatible de eje de giro lateral (apertura al interior o al exterior). Oscilobatiente. Abatible de eje de giro superior y/o inferior.	Ventana oscilobatiente ¹⁶
Ventana abatible de eje de giro lateral de dos o más hojas (apertura al interior o al exterior)	Ventana con el nº máximo de hojas abatibles todas de apertura al interior
Ventana deslizante horizontal (una / dos hojas)	Ventana con dos hojas deslizantes horizontales
Ventana proyectante deslizante (una / dos hojas)	Ventana de doble hoja proyectante deslizante
Ventana deslizante vertical (una / dos hojas)	Ventana de dos hojas deslizantes verticales
Ventana giratoria vertical / horizontal	Ventana giratoria vertical u horizontal
Ventana de celosía con lamas orientables, ejes horizontales o verticales	Ventana de celosía con el nº máximo de lamas orientables, ejes horizontales o verticales
Ventana plegable deslizante	Ventana plegable con el nº máximo de hojas plegables
Ventana de giro superior o lateral reversible	Ventana de giro superior o lateral con hoja reversible

Fuente: Instrucción para la puesta en práctica del marcado CE de ventanas y puertas peatonales exteriores (6ª edición)

En cualquier caso, el fabricante decide qué aperturas debe ensayar en función de las características de los productos que fabrica.

Se muestra a continuación un ejemplo de la etiqueta de marcado CE para una ventana vertical para uso exterior, véase la **Figura 18**.

Figura 18. Ejemplo: información de marcado CE completo para el caso de una ventana vertical exterior.

 1234	Marcado de conformidad CE, que consiste en el símbolo "CE" (en principio, y según las reglas generales de utilización del logotipo, este debe ser impreso en color negro)
Fabricante Dirección 09	Número de identificación del/ de los Organismos Notificados Nombre o marca comercial del fabricante y dirección registrada del fabricante
N°001-CPR 2013-07-02	Dos últimas cifras del año de primera colocación del marcado CE, incluso cuando se hizo durante la vigencia de la Directiva (antes de 2013). Número de la Declaración de Prestaciones
EN 14351-1:2006+A1:2010 Ventana serie PEPE RPT, vertical exterior de dos hojas oscilobatiente, con y sin cajón de persiana Dimensiones: 1.600 x 2.200 mm Acristalamiento 4/16/4 Comunicación en lugares residenciales y comerciales	Número de la norma europea Descripción del producto
Resistencia a la carga de viento: Prestación de ensayo: Clase 2 Resistencia a la carga de viento: Deformación del marco: Clase C Estanquidad al agua – no apantallado (A): Clase 6 A Capacidad de soporte de carga de los dispositivos de seguridad: Valor umbral Prestaciones acústicas: 35 (-1; -4) Transmitancia térmica: 2,5 W/m²K Propiedades de radiación: factor solar: 0,55 Propiedades de radiación: transmitancia luminosa: 0,75 Permeabilidad al aire: Clase 3	Uso del producto Información sobre las características declaradas.

¹⁶ Para que el modelo de ventana oscilobatiente sea la probeta representativa de los modelos homólogos abatibles, estas deben tener los mismos cierres perimetrales, bisagras o pernios, como sustitución al compás de la oscilobatiente; en caso contrario la ventana abatible podría ser la muestra más desfavorable y representativa a considerar.

Una vez recibida la ventana en obra hay que comprobar si los requisitos mínimos de proyecto se satisfacen con la ventana entregada. Comparando la ventana del ejemplo de la etiqueta (véase la **Figura 18**) con cada uno de los ejemplos analizados anteriormente en la fase de diseño se tienen diferentes casos que se analizan a continuación.

El fabricante de la ventana emitirá una Declaración de Prestaciones del producto. La Declaración expresa las prestaciones del producto en relación con sus características esenciales y se emite cuando el producto se introduce en el mercado. Con la Declaración el fabricante asume la responsabilidad de la conformidad del producto con la prestación declarada.

Esta Declaración puede hacerse producto a producto o se puede emitir para grupos de productos o familias de tipología y características semejantes, a criterio del fabricante.

El fabricante debe entregar una copia de la Declaración de Prestaciones, o en su caso, el distribuidor o importador, al receptor del producto o de una partida del producto, bien en papel o bien por vía electrónica, con la aclaración de que la copia en papel se facilitará solamente a solicitud del destinatario.

Véase en la **Figura 19** un ejemplo de la Declaración de Prestaciones para ventanas.

(1) Es el número de la DdP, que lo pone el fabricante a su criterio; no hay reglas establecidas sobre este código.

(2) Se podrá realizar una declaración de prestaciones única que contemple para una misma serie diferentes dimensiones, lo cual se refleja en el punto 6 mediante tablas cruzadas de prestaciones y dimensiones, con lo que se puedan identificar las prestaciones de cada solución constructiva.

(3) Se pondrá sistema 3 si ha participado un laboratorio notificado pero las microempresas que realicen la evaluación por sí mismas pondrán un 4.

(4) Se pondrán los datos sucesivamente del o de los laboratorios que hayan realizado los ensayos. Las microempresas que realicen por sí mismas los ensayos omitirán este punto.

(5) Aquí se incluirá el código de la norma europea armonizada (no se ponen los códigos de las respectivas normas de ensayo) y para las microempresas que hayan utilizado la Documentación Técnica Específica (DTE) para determinadas prestaciones pondrán el código de esa DTE en la o las correspondientes características.

Figura 19. Ejemplo de Declaración de Prestaciones para ventanas

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES
Nº VEN-OB.-1-2013 (1)

1. Producto tipo: Ventana vertical exterior, oscilobatiente, 2 hojas, con o sin cajón de persiana. Acristalamiento X/XX (2)

2. Nombre y dirección del fabricante o importador o distribuidor
VENTANERO PEPE
Calle Viento, nº 1, 28XXX Madrid

3. Uso previsto: Comunicación en lugares residenciales y comerciales

4. Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones: 3/4 (3)

5. Organismo notificado: (4)
LABORVENTA Nº 3243

Ensayo de tipo: Sistema 3

INFORME LBY-31416 de 24-12-2010

6. Prestaciones declaradas (2):

Características esenciales	Prestaciones	Especificaciones técnicas armonizadas
Resistencia al viento	C 5	EN 14351-1:2006 + A1:2010 (5)
Estandaridad al agua	Clase 8A	
Sustancias peligrosas	NPD	
Soportar cargas (dispositivos de seguridad)	NPD	
Prestación acústica	33 dB (-1; 5)	
Trasmisión térmica	1,7 W/m²K	
Propiedades de radiación (factor solar)	0,55	
Propiedades de radiación: trasmisión luminosa	0,75	
Permeabilidad al aire	Clase 4	

- Las prestaciones del producto identificado en el punto 1 son conformes con las prestaciones declaradas en el punto 6.
- La presente declaración de prestaciones se emite bajo la única responsabilidad del fabricante indicado en el punto 2.
- Firmado por y en nombre del fabricante o importador o distribuidor por Pepe Ventana

Firma Lugar y fecha de emisión
Madrid, 1 de julio de 2013

Fuente: Instrucción para la puesta en práctica del marcado CE de ventanas y puertas peatonales exteriores (6ª edición)

4.1.2.- Comparación entre las características de los proyectos evaluados en los ejemplos anteriores y las características ofrecidas en el mercado CE de las ventanas

EDIFICIO RESIDENCIAL EN MÁLAGA

Dimensiones de la mayor ventana: 1250 x 1600 mm.

Las prestaciones declaradas en la etiqueta de marcado CE son válidas para las ventanas de la misma serie con mejores valores, en función de las reglas de extrapolación dadas en la tabla E.1 de la norma de producto UNE-EN 14351-1+A1 y en el anexo B de la norma UNE-EN 14351-1+A1 para las prestaciones acústicas (véase la **Tabla 18**), teniendo en cuenta además que:

- En la etiqueta se indica que las prestaciones declaradas lo son para ventanas con y sin cajón de persiana (si en la etiqueta no se indicara que las prestaciones son válidas para ventanas con cajón, el marcado CE se referiría solo a ventanas sin cajón).
- Las características ensayadas lo han sido con un acristalamiento determinado, por ello estas prestaciones se asegurarán siempre y cuando se coloque en obra un acristalamiento de iguales o mejores prestaciones.

Tabla 18. Determinación separada de características para ventanas: rango de aplicación. Fuente: adaptación tabla E.1 de la norma UNE-EN 14351-1+A1

Capítulo de la norma	Característica	Norma de Clasificación	Norma de ensayo/cálculo	Dimensión de probeta	Rango de aplicación (suponiendo diseño similar)
4.2	Resistencia al viento	EN 12210	EN 12211	sin especificar	- 100% de la superficie total de la probeta
4.5	Estanquidad al agua Sustancias peligrosas	EN 12208	EN 1027	sin especificar	- 100% a + 50% de la superficie total de la probeta
4.6					
4.8	Capacidad de los dispositivos de seguridad para soportar carga	Valor umbral	EN 14609	sin especificar	- 100% de la superficie total de la probeta
4.11	Prestación acústica	Valores declarados	EN ISO 140-3 EN ISO 717-1	Véase Anexo B de la norma UNE-EN 14351-1+A1 (véase Anexo VI)	Véase Anexo B de la norma UNE EN 14351-1 (véase Anexo VI)
4.12	Transmitancia térmica	Valor declarado	EN ISO 10077-1 Tabla F.1	sin especificar	Todas las dimensiones
			EN ISO 10077-1	1,23 (±25%) m x 1,48 (-25%) m	Superficie total ≤ 2,3 m ² (a), (b)
			EN ISO 10077-1 y EN ISO 10077-2	o 1,48 (+25%) m x 2,18 (±25%) m	Superficie total > 2,3 m ² (a)
			EN ISO 12567-1	1,23 (±25%) m x 1,48 (-25%) m	Superficie total ≤ 2,3 m ² (a), (b)
EN ISO 12567-2	o 1,48 (±25%) m x 2,18 (±25%) m	Superficie total > 2,3 m ² (a)			
4.14	Permeabilidad al aire	EN 12207	EN 1026	sin especificar	- 100% a +50% de la superficie total de la probeta

(a) Si se requiere un cálculo detallado de la pérdida de calor de un edificio específico, el fabricante aportará información relevante sobre los valores calculados o ensayados de transmitancia térmica (valores de diseño), de la (s) dimensión (es) en concreto.

(b) Siempre que U_g (véase EN 673) < 1,9 W/(m² K), "área total < 2,3 m² (a), (b) " es sustituido por "Todas las dimensiones (a), (b) ".

En el caso de las prestaciones acústicas, las reglas de extrapolación vienen dadas en el anexo B de la norma UNE-EN 14351-1+A1. Las reglas de extensión son reglas para cambios permitidos de componentes sin cambio de valor (es decir, diseño similar). Las reglas de extrapolación son reglas para el cambio de valor debido a cambios del tamaño del producto. Véase el Anexo VI con el procedimiento de cálculo.

Así, para la ventana suministrada, a partir de los valores indicados en la etiqueta de la **Figura 18**, las reglas de extrapolación son las siguientes.

Característica declarada	Valor de la característica declarada en el marcado CE	Rango de aplicación
Resistencia a la carga de viento	Clase 2	Prestación válida para todas las ventanas de $S \leq 3,52 \text{ m}^2$ (1600 x 2200 mm); - 100% de la superficie total de la probeta ensayada.
Estanquidad al agua	Clase 6 A	Prestación válida para todas las ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$; - 100% a + 50% de la superficie total de la probeta
Capacidad de soporte de carga de los dispositivos de seguridad	Valor umbral	-
Prestaciones acústicas	$R_w (C; C_{tr}) = 35 (-1; -4)$	Suponiendo un diseño similar; - Mismas prestaciones que las ensayadas para todas las ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ - Para ventanas de $5,28 \leq S \leq 7,04 \text{ m}^2$: R_w y $R_w + C_{tr}$ corregido por -1 dB => 34 (-1; -4) - Para ventanas de $7,04 \leq S \leq 8,8 \text{ m}^2$: R_w y $R_w + C_{tr}$ corregido por -2 dB => 33 (-1; -4) - Para ventanas de $S > 8,8 \text{ m}^2$: R_w y $R_w + C_{tr}$ corregido por -3 dB => 32 (-1; -4)
Transmitancia térmica y factor solar	$U = 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ g sin requisitos	Prestación válida para todas las ventanas de Superficie total > 2,3 m ² (dimensión de la probeta 1,6 x 2,2) Será necesario el cálculo de la transmitancia térmica de la ventana, teniendo en cuenta los porcentajes de marco y acristalamiento y la transmitancia térmica de cada componente (véase Anexo VII con el procedimiento de cálculo según CTE y para marcado CE de ventanas)
Permeabilidad al aire	Clase 3	Prestación válida para todas las ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$; - 100% a +50% de la superficie total de la probeta.

Se va a comprobar si las prestaciones de las ventanas suministradas satisfacen el perfil de requisitos exigidos en el proyecto.

EDIFICIO RESIDENCIAL EN MÁLAGA

Dimensiones de la mayor ventana de edificio: 1250 x 1600 mm = 2 m²

Prestaciones	Requisitos de proyecto	Prestaciones de la etiqueta de marcado CE de la ventana suministrada (Figura 18)	¿Cumple la ventana el CTE?
Resistencia al viento	Clase 2	Clase 2	C2 = C2 y ventana de $S \leq 3,52 \text{ m}^2$; Cumple
Estanquidad al agua	Clase 5A	Clase 6A	6A \geq 5A y ventana de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$; Cumple
Aislamiento al ruido aéreo	Ventanas en dormitorios: $R_{Atr} = 29 \text{ dBA}$ (parte ciega RA = 35 dBA) Ventanas en salón: $R_{Atr} = 31 \text{ dBA}$ (parte ciega RA = 35 dBA)	$R_w (C; C_{tr}) = 35 (-1; -4)$ $R_{Atr} = R_w + C_{tr}$ $R_{Atr} = 35 -4 = 31 \text{ dBA}$.	Mismas prestaciones que las ensayadas para todas las ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ $R_{Atr} = 31 \text{ dBA} \geq 29$. $R_{Atr} = 31 \text{ dBA} \geq 31$. Cumple
Permeabilidad al aire	Clase 1	Clase 3	Clase 3 \geq Clase 1 y ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ Cumple
Transmitancia térmica (W / m ² K): Fachada norte Fachada sur Fachadas este y oeste Por equilibrio de la calidad térmica entre espacios:	 UH = 1,8 – 2,6 UH = 2,6 – 3,5 UH = 2,3 – 3,2 U = 5,70	 Uv = 2,5	U ventana $\leq U_{H\ CTE}$ para algunos de los valores incluidos en los rangos (fachadas norte, este y oeste) $S < 2,3 \text{ m}^2$ No se puede asegurar el cumplimiento con el ensayo realizado para la dimensión de 1,6 x 2,2 m, será necesario el cálculo de la transmitancia de la ventana, teniendo en cuenta los porcentajes de marco y acristalamiento, la transmitancia térmica de cada componente y las superficies respectivas. O bien aportar el ensayo de la misma serie pero con dimensiones 1,23 x 1,48 m.

EDIFICIO RESIDENCIAL EN MADRID

Dimensiones de las mayores ventanas: $2,40 \text{ m} \times 2,40 = 5,76 \text{ m}^2$

Prestaciones	Requisitos de proyecto	Ventana suministrada (Figura 18)	¿Cumple la ventana el CTE?
Resistencia al viento	Clase 2	Clase 2	C2 = C2 ; prestación válida para ventanas de $S \leq 3,52 \text{ m}^2$ No se puede asegurar el cumplimiento con la ventana ensayada ($5,76 > 3,52$)
Estanquidad al agua	Clase 4A	Clase 6A	$6A \geq 4A$; prestación válida para ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ No se puede asegurar el cumplimiento con la ventana ensayada ($5,76 > 5,28$)
Aislamiento al ruido aéreo	$R_{Atr} = 33 \text{ dBA}$ en dormitorios (parte ciega $R_{A,tr} = 40 \text{ dBA}$) $R_{Atr} = 35 \text{ dBA}$ en salón (parte ciega $R_{A,tr} = 40 \text{ dBA}$)	$R_w (C;Ctr) = 35 (-1;-4)$ De forma aproximada se puede considerar que: $R_{Atr} = R_w + C_{tr}$ $R_{Atr} = 35 -4 = 31 \text{ dBA}$.	Para ventanas de $5,28 \leq S \leq 7,04 \text{ m}^2$: R_w y $R_w + C_{tr}$ corregido por $-1 \text{ dB} \Rightarrow 34 (-1; -4)$ $R_{Atr} = R_w + C_{tr}$ $R_{Atr} = R_w + C_{tr} = 34 -4 = 30 \text{ dBA}$ $R_{Atr} = 30 \text{ dBA} < 33 \text{ y } < 35$. No Cumple
Permeabilidad al aire	Clase 2	Clase 3	Clase 2 \geq Clase 1 ; prestación válida para ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ No se puede asegurar el cumplimiento con la ventana ensayada ($5,76 > 5,28$)
Transmitancia térmica: Fachada noreste y noroeste Fachada suroeste y sureste Equilibrio de la calidad térmica entre espacios	UH entre 1,2 y 1,4 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ UH entre 1,8 y 2,1 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ UH $\leq 2,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	$U_v = 2,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	Prestación válida para todas las ventanas de Superficie total $> 2,3 \text{ m}^2$ $U_{\text{ventana}} > U_{\text{HCTE}}$ No cumple los valores orientativos. Sí cumple el valor máximo

EDIFICIO HOTEL EN LEÓN

Dimensiones de las mayores ventanas: $2,40 \text{ m} \times 2,40 = 5,76 \text{ m}^2$

Prestaciones	Requisitos de proyecto	Ventana suministrada	¿Cumple la ventana el CTE?
Resistencia al viento	Clase 3	Clase 2	C2 < C3; No cumple
Estanquidad al agua	Clase 4A	Clase 6A	$6A \geq 4A$; prestación válida para ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ No se puede asegurar el cumplimiento con la ventana ensayada ($5,76 > 5,28$)
Aislamiento al ruido aéreo	$R_{Atr} = 35 \text{ dBA}$ (parte ciega cumple $R_{A,tr} = 40 \text{ dBA}$)	$R_w (C;Ctr) = 35 (-1;-4)$ $R_{Atr} = R_w + C_{tr}$ $R_{Atr} = 35 -4 = 31 \text{ dBA}$.	Para ventanas de $5,28 \leq S \leq 7,04 \text{ m}^2$: R_w y $R_w + C_{tr}$ corregido por $-1 \text{ dB} \Rightarrow 34 (-1; -4)$ $R_{Atr} = R_w + C_{tr}$ $R_{Atr} = 34 -4 = 30 \text{ dBA}$ $R_{Atr} = 30 \text{ dBA} < 35$. No Cumple
Permeabilidad al aire	Clase 2	Clase 3	Clase 2 < Clase 3 ; prestación válida para ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ No se puede asegurar el cumplimiento con la ventana ensayada ($5,76 > 5,28$)
Transmitancia térmica: - Fachadas norte y sur - Fachadas este y oeste Por equilibrio de la calidad térmica entre espacios:	Sin requisito UH entre 1,6 y 1,7 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ UH $\leq 2,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	$U_v = 2,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	$U_{\text{ventana}} > U_{\text{HCTE}}$ No cumple los valores orientativos. Sí cumple con los valores máximos

EDIFICIO RESIDENCIAL EN GIRONA

Dimensiones de las mayores ventanas situadas en última planta: $2,40\text{ m} \times 2 = 4,80\text{ m}^2$

Prestaciones	Requisitos de proyecto	Ventana suministrada	¿Cumple la ventana el CTE?
Resistencia al viento	Clase 2	Clase 2	C2 = C2 ; prestación válida para ventana de $S \leq 3,52\text{ m}^2$ No se puede asegurar el cumplimiento con la ventana ensayada ($4,8 > 3,52$)
Estanquidad al agua	Clase 6A	Clase 6A	6A = 6A ; prestación válida para ventanas de $S \leq 5,28\text{ m}^2$ Cumple
Aislamiento al ruido aéreo	$R_{Atr} = 32\text{ dBA}$ para estancias $R_{Atr} = 37\text{ dBA}$ para dormitorios	$R_w (C_2; C_{50}) = 35 (-1; -4)$ $R_{Atr} = R_w + C_{Tr}$ $R_{Atr} = 35 - 4 = 31\text{ dBA}$.	Mismas prestaciones que las ensayadas para todas las ventanas de $S \leq 5,28\text{ m}^2$ $R_{Atr} = 31\text{ dBA} < 32$. No Cumple para estancias. $R_{Atr} = 31\text{ dBA} < 37$. No Cumple para dormitorios.
Permeabilidad al aire	Clase 2	Clase 3	Clase 2 < Clase 3 ; prestación válida para ventanas de $S \leq 5,28\text{ m}^2$ Cumple
Transmitancia térmica: - Por equilibrio de la calidad térmica entre espacios: - Fachada norte - Fachada sur - Fachada este y oeste	$U_H \leq 2,70\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ U_H entre 1,2 y 1,4 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ U_H entre 1,8 y 2,1 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ U_H entre 1,6 y 1,8 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	$U_v = 2,5\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	$U_{\text{ventana}} < U_H\text{ CTE}$ $S > 2,3\text{ m}^2$ No cumple los valores orientativos. Sí cumple con los valores máximos

En el caso del ejemplo, que se refiere a ventanas con cajón de persiana, la etiqueta de marcado CE de las ventanas suministradas debe hacer referencia a que las prestaciones declaradas se refieren a la ventana con cajón, véase ejemplo de etiqueta:

Figura 20. Ejemplo: información de marcado CE completo para el caso de una ventana vertical exterior.

 1234	Marcado de conformidad CE, que consiste en el símbolo "CE" (en principio, y según las reglas generales de utilización del logotipo, este debe ser impreso en color negro)
Fabricante Dirección 09	Número de identificación del/ de los Organismos Notificados Nombre o marca comercial del fabricante y dirección registrada del fabricante Dos últimas cifras del año de primera colocación del marcado CE, incluso cuando se hizo durante la vigencia de la Directiva (antes de 2013).
N°001-CPR 2013-07-02	Número de la Declaración de Prestaciones
EN 14351-1:2006+A1:2010	Número de la norma europea
Ventana serie PEPE RPT, vertical exterior de dos hojas oscilobatiente, con y sin cajón de persiana Dimensiones: 1.600 x 2.200 mm Acristalamiento 4/16/4 Comunicación en lugares residenciales y comerciales	Descripción del producto
Resistencia a la carga de viento: Prestación de ensayo: Clase 2 Resistencia a la carga de viento: Deformación del marco: Clase C Estanquidad al agua – no apantallado (A): Clase 6 A Capacidad de soporte de carga de los dispositivos de seguridad: Valor umbral Prestaciones acústicas: 35 (-1; -4) Transmitancia térmica: 2,5 $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ Propiedades de radiación: factor solar: 0,55 Propiedades de radiación: transmitancia luminosa: 0,75 Permeabilidad al aire: Clase 3	Uso del producto Información sobre las características declaradas.

Para el caso de rehabilitación:

Transmitancia térmica:	$U_H \leq 2,70 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	$U_v = 2,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	U ventana < UH CTE $S > 2,3 \text{ m}^2$ Cumple
------------------------	--	--	---

CONCLUSIONES

- El marcado CE de la ventana es un requisito obligatorio de carácter legal pero no garantiza el cumplimiento de los requisitos del CTE.
- La misma ventana será apta o no para poder instalarse en un determinado edificio dependiendo del proyecto (ubicación, tipología del edificio, uso del edificio, etc.).
- El prescriptor debe definir los requisitos que deben satisfacer las ventanas, a instalar, garantizando el cumplimiento del CTE y que el fabricante asegurará con las ventanas suministradas.

ANEXOS

ANEXO I. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN PARA ALTURAS COMPRENDIDAS ENTRE 30 Y 200 m

Según el Anejo D.2 del DB SE AE, el coeficiente de exposición c_e para alturas sobre el terreno, z , no mayores de 200 m ($30 < z < 200 \text{ m}$) puede determinarse con la expresión:

$$c_e = F \cdot (F + 7 k)$$

[I]

Donde:

$$F = k \ln (\max (z, Z) / L)$$

[II]

k , L , Z son parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2 del Anejo D del DB SE AE (véase **Tabla I. 1**).

Tabla I. 1. Valores de los parámetros k , L , Z para el cálculo del coeficiente de exposición para cada tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,15	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

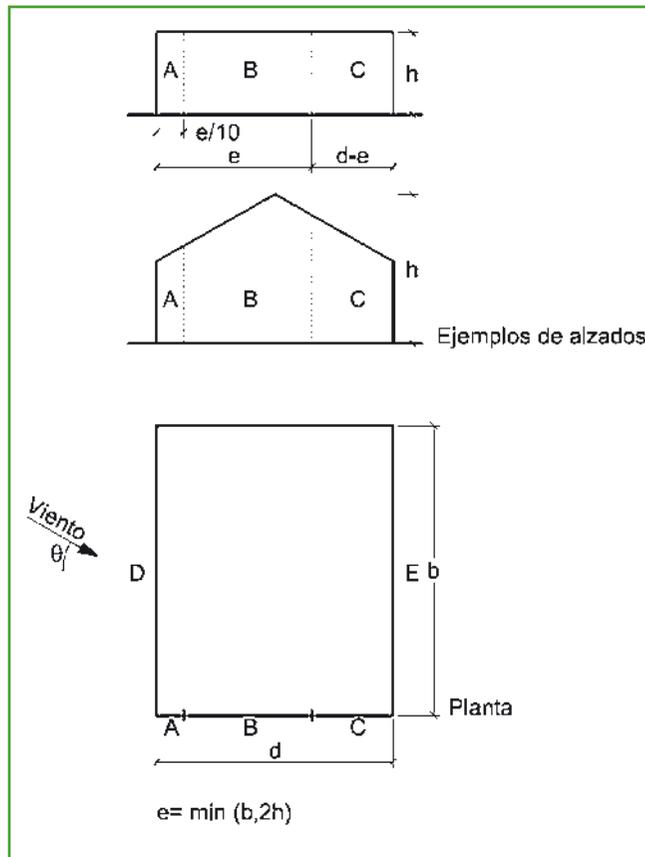
Fuente: tabla D.2 del Anejo D del DB SE-AE

ANEXO II. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE PRESIÓN

En las tablas D.3 a D.14 del Anejo D.3 del DB SE-AE se dan los valores de los coeficientes de presión para diversas formas simples de construcciones (parámetros verticales y distintos tipos de cubiertas), obtenidos como el peor de entre los del abanico de direcciones de viento definidas en cada caso. El parámetro A se refiere al área de influencia del elemento o punto considerado. En el caso de los elementos de fachada el área de influencia es la del propio elemento.

La **Figura II. 1** identifica las distintas zonas en los parámetros verticales, que permiten obtener, en la **Tabla II. 1**, los valores del coeficiente de presión.

Figura II. 1. Parámetros verticales



Fuente: Anejo D.3 del DB SE-AE

Tabla II. 1. Valores del coeficiente de presión en función de la zona

A (m ²)	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Fuente: Anejo D.3 del DB SE-AE

Para elementos con área de influencia A, entre 1 m² y 10 m² el coeficiente de presión exterior se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$C_{pe,A} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) \log_{10} A$$

[III]

Siendo,

C_{pe,10} = coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia A ≥ 10 m²

C_{pe,1} = coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia A ≤ 1 m²

Ejemplo:

Tomando como superficie característica de un cerramiento:

A = 3 m² y con 1 ≤ h/d ≤ 5, el valor de C_{pe,3} es:

- Para la fachada D (**figura II.1**):

$$C_{pe,3} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) \times \log_{10} 3 = 1 + (0,8 - 1) \times 0,4771 = 0,9$$

- Para la fachada A (**figura II.1**):

$$C_{pe,3} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) \times \log_{10} 3 = -1,4 + (-1,2 - (-1,4)) \times 0,4771 = -1,3$$

Estos valores del coeficiente de presión exterior suponen que, para valores iguales de la presión básica del viento y del coeficiente de exposición, los valores de la succión en la fachada lateral "A" son mayores y, por tanto, son los que deben ser determinantes a la hora de establecer las prestaciones que la ventana debe alcanzar.

Sin embargo, el ensayo de la ventana según la norma UNE EN 12211 para el cálculo de la presión de viento solo contempla la succión en el ensayo de ciclos de presión/depresión a una presión $P_2 = 0,5 \cdot P_1 = 1/3 \cdot P_3$, presión con pulsación aplicada para determinar las prestaciones bajo cargas repetidas de viento en el ensayo de funcionalidad (véase la definición de las presiones en la **tabla 6.8**).

Para las ventanas practicables hacia el interior o ventanas correderas, que son los sistemas de apertura más usuales en España, el comportamiento de la ventana a una succión igual a $-P_3$, valor característico de la succión del viento en la fachada lateral A, no afecta a la resistencia de los herrajes sino únicamente a la resistencia de los perfiles de la carpintería que trabajan como apoyados en el cerco.

Las solicitaciones, que deben soportar estos perfiles sometidos a la succión $-P_3$ son iguales en valor absoluto a las que produce la presión P_3 y siempre inferiores a las de rotura, así como las deformaciones positivas o negativas.

Por tanto, si para un valor característico de la presión de viento en la fachada lateral A, adoptamos una ventana clasificada según la norma UNE EN 12210 para un valor de la presión de seguridad P_3 , se puede garantizar que la ventana, con los sistemas de apertura que se contemplan, soportará la succión $-P_3$ con mayor seguridad que la presión P_3 , ya que quedan excluidos los defectos debidos a la flexión o a la torsión de los herrajes.

ANEXO III. CÁLCULO DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS MIXTOS

Un elemento constructivo mixto es aquel elemento formado por dos o más partes de cuantías de aislamiento diferentes, montadas unas como prolongación de otras hasta cubrir el total de la superficie.

Ejemplos: pared formada por un murete sobre el que se monta una cristalera, muro de fachada con ventanas, tabique con una puerta etc.

El método de cálculo de elementos constructivos mixtos puede tenerse en cuenta en el caso de ventanas con cajón de persiana.

De acuerdo con el Anejo G, del DB HR, el índice global de reducción acústica de elementos constructivos mixtos (aislamiento mixto) se puede calcular con la siguiente expresión:

$$R_{m,A} = -10 \cdot \lg \left(\sum_{j=1}^n \frac{S_j}{S} \cdot 10^{-\frac{R_{t,A}}{10}} \right) \quad [\text{dBA}]$$

[IV]

Donde:

$R_{m,A}$ = índice global de reducción acústica ponderado A del elemento constructivo mixto, en dBA;

$R_{t,A}$ = índice global de reducción acústica ponderado A, del elemento i, en dBA;

S = área total del elemento constructivo mixto, en m²;

S_j = área del elemento i, en m².

En la Guía de Aplicación del DB HR se analiza un ejemplo de cálculo para el caso de ventanas con cajón de persiana, véase la **Figura III. 1**.

Figura III. 1. Cálculo del aislamiento acústico de una ventana con cajón de persiana

El aislamiento acústico de un elemento mixto, tal como una ventana con una caja de persiana incorporada, puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$R_{A, tr} = -10 \cdot \lg \left(\frac{S_v \cdot 10^{-0,1 R_{v,A, tr}} + S_c \cdot 10^{-0,1 R_{c,A, tr}}}{S} \right) \quad [\text{dBA}]$$

donde

$R_{A, tr}$ índice global de reducción acústica, para ruido de tráfico del conjunto formado por la ventana y la caja de persiana,
 $R_{v,A, tr}$ índice global de reducción acústica, para ruido de tráfico de la ventana, [dBA];
 $R_{c,A, tr}$ índice global de reducción acústica, para ruido de tráfico de la caja de persiana, [dBA];
 S área total del conjunto ventana + caja de persiana [m²];
 S_v área de la ventana, [m²];
 S_c área de la caja de persiana, [m²];

Cuando se dispongan de valores de $R_{A, tr}$ de la caja de persiana y de la ventana, pueden tomarse los siguientes valores de $R_{A, tr}$ para el conjunto de ventana y la caja de persiana.

Tabla 2.1.4.20. Valores de la ventana junto con la caja de persiana

$R_{A, tr}$ de la ventana (dBA)	$R_{A, tr}$ caja de persiana (dBA)	$R_{A, tr}$ total (dBA)
27	25	26
29		28
30		28
31		29
32		30
27	30	27
29		29
30		30
31		30
32		31

Valores válidos para ventanas desde 80 cm² a 8 m² de superficie y cajas de persiana de hasta 0,25 m de altura.

Fuente: Guía de Aplicación del DB HR. Actualización Agosto 2009

ANEXO IV. DB HE O Y DBHE 1 DEL CTE

DB HE O. Limitación del consumo energético

El consumo energético de los edificios se limita en función de la zona climática de su localidad de ubicación y del uso previsto.

- Edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes de uso residencial privado

El consumo energético de energía primaria no renovable del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $C_{ep, lim}$ obtenido mediante la siguiente expresión:

$$C_{ep, lim} = C_{ep, base} + F_{ep, sup} / S$$

- $C_{ep, lim}$ es el valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, expresada en kW·h/m²·año, considerada la superficie útil de los espacios habitables;
- $C_{ep, base}$ es el valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, dependiente de la zona climática de invierno correspondiente a la ubicación del edificio, que toma los valores de la **tabla 2.1**;
- $F_{ep, sup}$ es el factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable, que toma los valores de la **tabla 2.1**;
- S es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, o la parte ampliada, en m².

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético

	Zona climática de invierno					
	α	A*	B*	C*	D	E
$C_{ep, base}$ [kW·h/m ² ·año]	40	40	45	50	60	70
$F_{ep, sup}$	1000	1000	1000	1500	3000	4000

* Los valores de $C_{ep, base}$ para las zonas climáticas de invierno A, B y C de Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla se obtendrán multiplicando los valores de $C_{ep, base}$ de esta tabla por 1,2.

- Edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes de otros usos

La calificación energética para el indicador de consumo energético de energía primaria del edificio o la parte ampliada, en su caso, debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B.

DB HE1. Limitación de la demanda energética.

La demanda energética de los edificios se limita en función de la zona climática de la localidad en la que se ubican y del uso previsto.

Para cuantificar la exigencia en edificios nuevos o ampliaciones de los existentes se distingue entre residencial privado y edificios de otros usos.

En edificios de uso residencial privado la demanda energética de calefacción del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $D_{cal,lim}$ obtenido mediante la siguiente expresión:

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup} / S$$

- $D_{cal,lim}$ es el valor límite de la demanda energética de calefacción, expresada en $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$, considerada la superficie útil de los espacios habitables;
- $D_{cal,base}$ es el valor base de la demanda energética de calefacción, para cada zona climática de invierno correspondiente al edificio, que toma los valores de la **tabla 2.1**;
- $F_{cal,sup}$ es el factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, que toma los valores de la **tabla 2.1**;
- S es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en m^2 .

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{cal,base}$ [$\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$]	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

La demanda energética de refrigeración del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $D_{ref, lim} = 15 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$.

En edificios de otros usos el porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración, respecto al edificio de referencia del edificio o la parte ampliada, en su caso, debe ser igual o superior al establecido en la **tabla 2.2**.

Tabla 2.2 Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos, en %

Zona climática de verano	Carga de las fuentes internas			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1, 2	25%	25%	25%	10%
3, 4	25%	20%	15%	0%*

* No debe superar la demanda límite del edificio de referencia

La demanda energética conjunta (de calefacción y refrigeración) es la demanda energética obtenida como suma ponderada de la demanda energética de calefacción (DC) y la demanda energética de refrigeración (DR). Se expresa en $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ año, considerada la superficie útil de los espacios habitables del edificio. La ponderación se realiza en función del consumo de energía primaria requerido para combatir cada demanda energética, siendo $DG = DC + 0,70\cdot DR$ la expresión que permite obtener la demanda energética conjunta para edificios situados en territorio peninsular y $DG = DC + 0,85\cdot DR$ para el caso de territorio extrapeninsular.

ANEXO V. CÁLCULO DEL FACTOR SOLAR MODIFICADO DE LOS HUECOS

El factor solar modificado en el hueco FH se determina por la expresión:

$$F_H = F_s \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

[M]

Siendo:

F_s = el factor de sombra del hueco obtenido de las tablas 11 a 14 del documento de apoyo DA del DB HE1 (cálculo de los parámetros característicos de la envolvente), en función del dispositivo de sombra o mediante simulación.

En caso de que no se justifique adecuadamente el valor de F_s se debe considerar igual a la unidad (véanse las Figuras V.1 a V.4).

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 a incidencia normal. El factor solar puede obtenerse mediante el método descrito en la norma UNE EN 410.

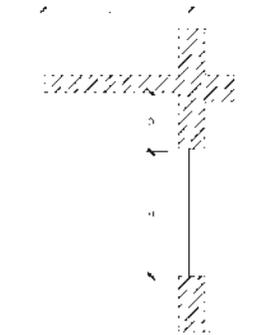
$U_m = U_f$ = la transmitancia térmica del marco del hueco ($W/m^2 \cdot K$);

α = La absorptividad del marco obtenido de la tabla 10 del documento de apoyo del DB HE1, en función de su color (véase Figura V. 5).

Teniendo en cuenta sus respectivas definiciones:

- **Factor solar:** el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.
- **Factor de sombra:** es la fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por la presencia de obstáculos de fachada tales como retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales u otros.
- **Factor solar modificado:** Producto del factor solar por el factor de sombra.

Figura V. 1 Factor de sombra FS para obstáculos de fachada: Voladizo.

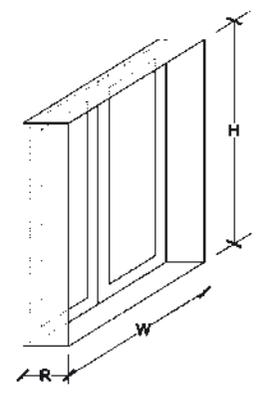


		$0,2 < L/H < 0,5$	$0,5 < L/H < 1$	$1 < L/H < 2$	$L/H > 2$
S	$0 < D/H < 0,2$	0,82	0,50	0,28	0,16
	$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,87	0,64	0,39	0,22
	$D/H > 0,5$	0,93	0,82	0,60	0,39
SE/SO	$0 < D/H < 0,2$	0,90	0,71	0,43	0,16
	$0,2 < D/H < 0,5$	0,94	0,82	0,60	0,27
	$D/H > 0,5$	0,98	0,93	0,84	0,65
E/O	$0 < D/H < 0,2$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

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

Fuente: Tabla 11 del Documento de Apoyo del DB HE1

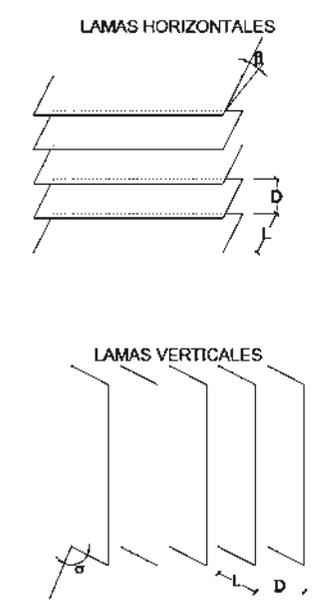
Figura V. 2. Factor de sombra FS para obstáculos de fachada: Retranqueo.



		$0,05 < R/W \leq 0,1$	$0,1 < R/W \leq 0,2$	$0,2 < R/W \leq 0,5$	$R/W > 0,5$
S	$0,05 < R/H \leq 0,1$	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

Fuente: Tabla 12 del Documento de Apoyo del DB HE1

Figura V. 3. Factor de sombra FS para obstáculos de fachada: Lamas.

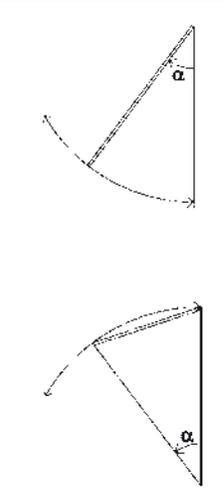


		ANGULO DE INCLINACIÓN (β)		
		0	30	60
ORIENTACIÓN	SUR	0,49	0,42	0,26
	SURESTE/ SUROESTE	0,54	0,44	0,26
	ESTE/ OESTE	0,57	0,45	0,27

		ANGULO DE INCLINACIÓN (α)						
		-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

Fuente: Tabla 13 del Documento de Apoyo del DB HE1

Figura V. 4. Factor de sombra FS para obstáculos de fachada: Toldos.



CASO A	Tejido opacos τ=0		Tejidos translúcidos τ=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 opacos τ=0			Tejidos translúcidos τ=0,2		
	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	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

Fuente: Tabla 14 del Documento de Apoyo del DB HE1

Figura V. 5. Absortividad del marco para radiación solar

Color	Claro	Medio	Oscuro
Bianco	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	---

Fuente: Tabla 10 del Documento de Apoyo del DB HE1

Ejemplo.

Suponemos el caso de una ventana en la cual:

- El acristamiento utilizado es un doble acristamiento de composición 4-15-4 (g=0,76 según Catálogo de Elementos Constructivos del CTE).
- El perfil es metálico con rotura de puente térmico mayor de 12 mm (U=3,2 W/m²K según Catálogo de Elementos Constructivos del CTE).
- El color del perfil es blanco claro
- El factor de sombra es 1
- Porcentaje ocupado por los perfiles = 33,4%

$$FH = FS \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot \text{Um} \cdot \alpha] = 1 [(1-0,334) \cdot 0,76 + 0,334 \cdot 0,04 \cdot 3,2 \cdot 0,20] = 0,51.$$

En gran parte de nuestra geografía, dada su climatología, la edificación está sometida a fuertes soleamientos. En este sentido los aportes de energía al interior del edificio se producen por los huecos de la envolvente y fundamentalmente a través del vidrio.

Como medida de este aporte de energía se utiliza el factor solar que se define, según el CTE, como el cociente entre la energía térmica que se introduce en un edificio a través del acristamiento y la que se introduciría si el acristamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.

Cuando el factor solar se multiplica por el factor de sombra del hueco se obtiene el factor solar modificado que propone el DB HE 1.

La determinación del factor solar y la transmisión luminosa de los acristalamientos debe llevarse a cabo de acuerdo con la norma europea UNE-EN 410, o si es pertinente, con la norma UNE-EN 13363-1.

El comportamiento frente a la radiación solar de los edificios y su confort interno mejoran de forma muy notable con la utilización de algunos tipos de acristalamientos, disminuyendo las necesidades de aire acondicionado:

- Doble acristalamiento formado por dos vidrios con una cámara de aire seco en su interior.
- Acristalamiento con vidrios de capa. Estos acristalamientos, que mejoran de forma muy importante las prestaciones del doble acristalamiento tradicional, deben instalarse cuidadosamente en función de las condiciones de cada hueco ya que disposiciones inadecuadas pueden producir efectos contrarios a los buscados. Los acristalamientos con vidrios de capa proporcionan fundamentalmente dos tipos de prestaciones:

* Vidrios de Control Solar: reducen los aportes de calor producidos por soleamiento disminuyendo el efecto invernadero. Deben colocarse en carpinterías que puedan recibir radiación solar directa. Debe calibrarse la pérdida de ganancias de calor en las épocas frías o bien complementarse con vidrios de baja emisividad para reforzar el aislamiento en invierno. Dentro de los vidrios de control solar destacan los vidrios de alta selectividad. Se denomina así a aquellos vidrios de control solar que permiten el paso de grandes porcentajes de luz. Es decir, frenan las radiaciones de alto contenido energético y sin embargo permiten el paso de la radiación correspondiente al espectro visible, realizando así una "selección" de las longitudes de onda que los atraviesan. La selectividad queda definida por el cociente TL/g, siendo más selectivo cuanto mayor sea dicho cociente. Normalmente se utiliza este concepto aplicado a vidrios neutros y de considerable control solar. Este concepto puede aplicarse al conjunto del acristalamiento instalado.

* Vidrios de Baja Emisividad: reducen las pérdidas de calor desde el interior del edificio a través de acristalamiento. Pueden colocarse con el vidrio de baja emisividad al interior o al exterior del edificio sin que varíen sus prestaciones de aislamiento (valor U W/m^2 K). Son particularmente eficaces en orientaciones no

expuestas ya que, aparte del ahorro energético, evitan el "efecto de pared fría" o sensación de "robo de calor" que experimenta el cuerpo humano en presencia de la superficie fría de un acristalamiento normal con baja temperatura exterior.

Por su propia naturaleza los vidrios de baja emisividad **presentan además un control solar significativamente mayor que el doble acristalamiento normal**, lo que reduce notablemente los aportes solares en verano (factor solar entre 0,62 y 0,45 o inferior). Cuando se colocan en orientaciones expuestas al sol en zonas cálidas deben situarse como vidrio exterior del doble acristalamiento de forma que se optimizan sus prestaciones de control solar no debiendo instalarse como vidrio interior ya que pueden aumentar el efecto invernadero.

- Acristalamientos de Control Solar y Baja Emisividad. A pesar de que los vidrios de Baja Emisividad presentan además prestaciones notables de bajo factor solar, en ocasiones se requiere un mayor nivel de protección solar sin renunciar a la baja emisividad. En estos casos el doble acristalamiento permite la combinación de vidrios de control solar como vidrio exterior y un vidrio de baja emisividad como vidrio interior. En estos casos, existiendo un fuerte control solar al exterior, no se produce efecto invernadero.

NOTAS:

Es importante tener en cuenta que los vidrios de baja emisividad reflejan y absorben más energía que los vidrios tradicionales normales. Por esta razón su instalación en ventanas correderas, cuando las hojas están superpuestas, puede dar lugar a una acumulación de energía entre ambas llegando incluso a producir una rotura de origen térmico en el vidrio.

Igualmente los vidrios de control solar requieren precaución en su instalación. Normalmente absorben más energía que los vidrios normales y, por esta razón, en muchas ocasiones deben templarse para evitar su rotura térmica. Estos vidrios presentan una reflexión de energía elevada, de ahí su control solar, y sobre ventanas correderas pueden producirse acumulaciones de calor cuando las hojas están superpuestas llegando a producir la rotura del vidrio.

En estas situaciones es mejor informarse con el suministrador del acristalamiento y si es preciso proceder a la instalación de vidrios templados.

ANEXO VI. DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO EN VENTANAS Y RANGOS DE APLICACIÓN

VI.1 Determinación por ensayo

Según la norma de producto de ventanas UNE-EN 14351-1+A1, el aislamiento acústico R_W (C ; C_{tr}) de las ventanas se determina mediante ensayo de acuerdo con la norma europea EN ISO 140-3 (Método de referencia)¹⁷. Los resultados deben expresarse de acuerdo con la norma europea EN ISO 717-1. Los valores de aislamiento acústico de ventanas $R_W \geq 39$ dB o $(R_W + C_{tr}) \geq 35$ dB deben determinarse mediante ensayo.

En el caso de extrapolación para unidades de vidrio aislante (UVA) se permite el cambio de la UVA sin un nuevo ensayo de la ventana, en el caso de que la unidad tenga el mismo o mejor R_W y/o $(R_W + C_{tr})$ (datos de ensayo de acuerdo con la Norma Europea EN ISO 140-3 o datos genéricos, véanse las Normas Europeas EN 12758 o EN 12354-3).

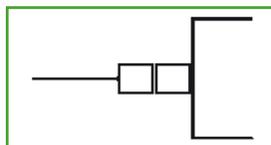
El tipo de vidrio (vidrio recocido, vidrio templado térmicamente, vidrio termoendurecido, vidrio endurecido químicamente) no tiene influencia en el aislamiento acústico, en cambio sí tiene influencia en el aislamiento acústico la composición física (espesores y vidrios laminares, vidrio de cámara con hojas de distinto espesor, etc.).

VI.2 Determinación por cálculo

Como alternativa al ensayo, el aislamiento acústico de ventanas sencillas con unidades de vidrio aislante puede determinarse utilizando valores tabulados, según el anexo B.3 de la norma UNE-EN 14351-1+A1.

Han de ser ventanas sencillas, según la definición de la norma UNE-EN 12519 apartado 2.2.10, fijas o practicables (batientes superior/lateral/inferiormente, pivotantes o deslizantes) con unidades de vidrio aislante (doble acristalamiento), según el siguiente esquema:

Figura V. 1. Esquema de ventana sencilla



Fuente: UNE EN 12519

¹⁷ Actualmente la norma UNE-EN ISO 140-3 está anulada y ha sido sustituida por las normas de la serie UNE-EN ISO 10140.

Los valores tabulados dados en la norma de producto se derivan de resultados de ensayo utilizando preferentemente una probeta de tamaño 1,23 m x 1,48 m (tamaño de referencia) que corresponde a una superficie total de 1,82 m². Las reglas de extrapolación aparecen en la Tabla B.3 (véanse los rangos de aplicación en el siguiente apartado).

Requisitos para la aplicación del método de cálculo:

- Ventanas sencillas
- Se requiere que los sellados sean lisos, permanentemente flexibles, resistentes a la intemperie y fáciles de remplazar y al menos un sellado debe ser continuo.
- La permeabilidad al aire de la ventana debe ser **como mínimo clase 3**; para ventanas **deslizantes como mínimo clase 2**.

Para las ventanas que cumplan estas condiciones, se puede realizar el cálculo basado en las siguientes etapas:

a) **Tabla B.1:** R_W para la ventana se determina basado en el R_W para la unidad de vidrio aislante.

Se calcula el R_W para la ventana en función de la R_W de la unidad de vidrio aislante.

Tabla B.1. R_w para ventana basado en R_w de unidad de vidrio aislante

Unidad vidrio aislante R_w ^a [dB]	Ventanas sencillas ^b		Ventanas deslizantes sencillas ^c	
	Ventana R_w [dB]	Número de sellados requeridos ^d	Ventana R_w [dB]	Número de sellados requeridos ^d
27	30	1	25	1
28	31	1	26	1
29	32	1	27	1
30	33	1	28	1
32	34	1	29	1
34	35	1	29	1
36	36	2	30	1
38	37	2	N / A	N / A
40	38	2	N / A	N / A

^a Ensayo de acuerdo con la EN ISO 140-3 (método de referencia o datos genéricos de acuerdo con las Normas Europeas EN 12758 o EN 12354-3)

^b Ventanas sencillas fijas y practicables (abisagradas superior / lateral / inferior o pivotantes) con una clase 3 o superior de permeabilidad al aire.

^c Ventanas deslizantes sencillas con una clase 2 o superior de permeabilidad al aire.

^d Solamente ventanas practicables

Fuente: Anexo B norma UNE-EN 14351-1+A1

b) **Tabla B.2:** $R_W + C_{Tr}$ para la ventana se determina basado en $R_W + C_{Tr}$ para la unidad de vidrio aislante.

Se calcula el valor de $R_W + C_{Tr}$ para la ventana en función del valor de $R_W + C_{Tr}$ de la unidad de vidrio aislante.

Tabla B.2. $R_W + C_{Tr}$ para ventanas basado en $R_W + C_{Tr}$ para unidades de vidrio aislante

Unidad vidrio aislante $R_W + C_{Tr}$ [dB]	Ventanas sencillas ^b		Ventanas deslizantes sencillas ^c	
	Ventana $R_W + C_{Tr}$ [dB]	Número de sellados requeridos ^d	Ventana $R_W + C_{Tr}$ [dB]	Número de sellados requeridos ^d
24	26	1	24	1
25	27	1	25	1
26	28	1	26	1
27	29	1	26	1
28	30	1	27	1
30	31	1	27	1
32	32	2	28	1
34	33	2	N / A	N / A
36	34	2	N / A	N / A

^a Ensayo de acuerdo con la EN ISO 140-3 (método de referencia o datos genéricos de acuerdo con las Normas Europeas EN 12758 o EN 12354-3)

^b Ventanas sencillas fijas y practicables (abisagradas superior / lateral / inferior o pivotantes) con una clase 3 o superior de permeabilidad al aire, véase el apartado 4.14 de la norma de producto.

^c Ventanas deslizantes sencillas con una clase 2 o superior de permeabilidad al aire, véase el apartado 4.14 de la norma de producto.

^d Solamente ventanas practicables

Fuente: Anexo B norma UNE EN 14351-1+A1

c) Se considera que el valor del término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente para la ventana es: $C = -1$ dB

d) Se calcula el valor del término C_{Tr} para la ventana:

$$C_{Tr} = \text{"Tabla B.2"} (R_W + C_{Tr} (\text{ventana})) - \text{"Tabla B.1"} (R_W (\text{ventana}))$$

e) Corrección de acuerdo con la Tabla B.3, si es necesario (reglas de extrapolación).

f) **Marcado CE para la ventana:** $R_W (C; C_{Tr})$ basado en los resultados de las etapas anteriores.

VI.3 Rango de aplicación para resultados de ensayo y valores tabulados

Respecto al tamaño de las ventanas, las reglas de extensión y extrapolación para valores de aislamiento acústico determinados por cualquier método, tanto por ensayo como por cálculo, están especificadas en la tabla B.3 de la norma de producto.

Las reglas de extensión son reglas para cambios permitidos de componentes sin cambio de valor (es decir, diseño similar¹⁸). Las reglas de extrapolación son reglas para el cambio de valor debidos a cambios del tamaño del producto.

Las reglas de extrapolación para los resultados de los ensayos y los valores tabulados se muestran en la tabla B.3:

Tabla B.3. Reglas de extrapolación para diferentes dimensiones de ventanas

Rango de tamaño de la ventana		Valor del aislamiento acústico para la ventana
Resultados de ensayos para probetas de cualquier tamaño	Valores tabulados ^(a)	
-100% a + 50% del área total de la probeta	Área total $\leq 2,7$ m ²	R_W y $R_W + C_{Tr}$ de acuerdo con el ensayo o el valor tabulado
+ 50% a + 100% del área total de la probeta	$2,7$ m ² < Área total $\leq 3,6$ m ²	R_W y $R_W + C_{Tr}$ corregido por -1 dB
+ 100% a + 150% del área total de la probeta	$3,6$ m ² < Área total $\leq 4,6$ m ²	R_W y $R_W + C_{Tr}$ corregido por -2 dB
> + 150% del área total de la probeta	$4,6$ m ² < Área total	R_W y $R_W + C_{Tr}$ corregido por -3 dB

^(a) Los intervalos indicados para valores tabulados son idénticos a los intervalos de resultados de ensayo de acuerdo con el ensayo utilizando la dimensión recomendada de probeta 1,23 x 1,48 m.

Fuente: Anexo B norma UNE-EN 14351-1+A1

18 *Diseño similar: modificación de un producto, por la sustitución de componentes (por ejemplo, acristalamiento, herrajes, juntas de estanquidad) y/o un cambio de especificación de material y/o un cambio dimensional de la sección del perfil y/o métodos y medios de ensamblaje que no cambian la clasificación y/o valor declarado de una característica de prestación.*

EJEMPLO DE CÁLCULO: El marcado CE de una ventana sencilla abisagrada por la parte superior, de dimensiones 1,2 m X 1,6 m, 1 sellado, permeabilidad al aire clase 3 y unidad de vidrio aislante con R_W (C; C_{Tr}) = 30 (-1; -4) dB.

- Unidad de vidrio aislante: $R_W = 30$ dB implica ventana: $R_W = 33$ dB (tabla B.1)
- Unidad de vidrio aislante: $R_W + C_{Tr} = 26$ dB implica ventana: $R_W + C_{Tr} = 28$ dB (tabla B.2)
- C = -1 dB
- $C_{Tr} = 28$ dB - 33 dB = -5 dB

Superficie 1,2 m x 1,6 m = 1,92 m² < 2,7 m², no es necesaria corrección, por tanto, para el marcado CE R_W (C; C_{Tr}) = 33 (-1; -5).

ANEXO VII. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LA VENTANA

En los cálculos que se muestran a continuación no se ha tenido en cuenta el caso de ventanas con cajón de persiana. Si fuera el caso, debe tenerse en cuenta en el cálculo.

VII.1 Determinación según el DB HE 1

En el Documento de Apoyo del DB HE para el cálculo de los parámetros característicos de la envolvente del edificio, se indica lo siguiente.

Para el cálculo de la transmitancia térmica de huecos UH (W/m²·K) se emplea la norma UNE-EN ISO 10077-1.

VII.2 Determinación según el marcado CE de la ventana

Según la norma de producto de ventanas, UNE EN 14351-1+A1, la transmitancia térmica de las ventanas se determina mediante valores tabulados (tabla F.1 de la norma EN ISO 10077-1), por ensayo (método de la caja caliente) o por cálculo. En este último caso, hace referencia al cálculo según la norma UNE-EN ISO 10077-1.

El apartado 5 de la norma UNE-EN ISO 10077-1 define el coeficiente de transmisión térmica de la ventana sencilla como sigue:

$$U_W = (A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \Psi_g) / (A_g + A_f)$$

Así,

$$U_W = (A_g / A_g + A_f) \cdot U_g + (A_f / A_g + A_f) \cdot U_f + (l_g / A_g + A_f) \Psi_g$$

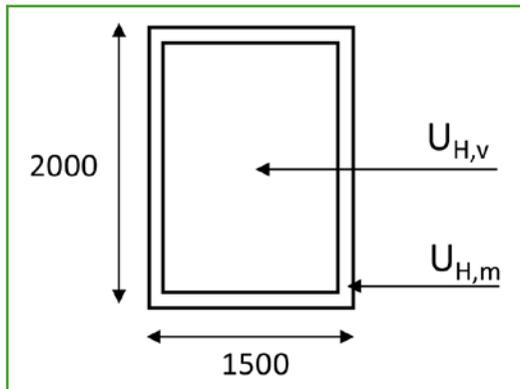
Donde:

- A_g es la superficie del acristalamiento (m²)
- U_g es el coeficiente de transmisión térmica del acristalamiento (W/m² K)
- A_f es la superficie del marco (m²)
- U_f es el coeficiente de transmisión térmica del marco (W/m² K)
- l_g es el perímetro total del acristalamiento (m)
- Ψ_g es el coeficiente de transmisión térmica lineal debido a los efectos térmicos combinados del marco, el vidrio y el intercalado, en el caso del doble acristalamiento (UVA) (W/m K)

$(A_g / A_g + A_f)$ es la fracción del hueco ocupada por el acristalamiento
 $(A_f / A_g + A_f)$ es la fracción del hueco ocupada por el marco
 $(l_g / A_g + A_f)$ es la longitud del perímetro del acristalamiento por unidad de superficie total del hueco

Para el marcado CE de las ventanas el cálculo de la transmitancia térmica se realiza según la norma UNE-EN ISO10077-1, teniendo en cuenta la transmisión térmica lineal.

Ejemplo de cálculo:



$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g}$$

$$U_w = \frac{0.496 \times 2.2 + 2.503 \times 1.1 + 6.41 \times 0.11}{3} = 1.51 \text{ W / m}^2 \text{ k}$$

Datos:

- $U_f = 2.2 \text{ W/m}^2 \text{ k}$
- $A_f = 0.496 \text{ m}^2$
- $U_g = 1.1 \text{ W/m}^2 \text{ k}$
- $A_g = 2.503 \text{ m}^2$
- $l_g = 6.41 \text{ m}$
- $\Psi_g = 0.11$ (intercalario aluminio)

BIBLIOGRAFÍA

- Instrucción sobre criterios para la puesta en práctica del marcado CE de las ventanas, ventanas para tejados y puertas exteriores peatonales (versión 6ª. Octubre 2013). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Manual de Producto – Ventanas. 2ª Edición. ASEFAVE. Edita AENOR. ISBN: 978-84-8143-630-3.
- Marcado CE para ventanas y puertas peatonales exteriores. Preguntas frecuentes. Versión revisada y actualizada a los contenidos del Reglamento Europeo de Productos de la Construcción. ASEFAVE. Mayo 2013.
- Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados Documentos Básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE número 74, de 28 de marzo de 2006) y Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

Normativa de ventanas:

Normativa UNE para ventanas:

- UNE 85220. Criterios de elección de las características de las ventanas relacionadas con su ubicación y aspectos ambientales.
- UNE 85247. Ventanas. Estanquidad al agua. Ensayo in situ.

Normativa UNE-EN para ventanas:

- UNE-EN 1026. Ventanas y puertas – Permeabilidad al aire – Método de ensayo.
- UNE-EN 1027. Ventanas y puertas – Estanquidad al agua – Métodos de ensayo.
- UNE-EN 1191. Ventanas y puertas – Resistencia a aperturas y cierres repetidos – Método de ensayo.
- UNE-EN ISO 10077-1. Características térmicas de ventanas, puertas y contra ventanas – Cálculo del coeficiente de transmisión térmica – Parte 1: Método simplificado.
- UNE-EN ISO 10077-2. Prestaciones térmicas de ventanas, puertas y persianas – Cálculo de la transmisión térmica – Parte 2: Método numérico para marcos.
- UNE-EN 12207. Puertas y ventanas – Permeabilidad al aire – Clasificación.
- UNE-EN 12208. Puertas y ventanas – Estanquidad al agua – Clasificación.
- UNE-EN 12210. Puertas y ventanas – Resistencia al viento – Clasificación.
- UNE-EN 12211. Ventanas y puertas – Resistencia a la carga de viento – Método de ensayo.
- UNE-EN 12400. Ventanas y puertas – Durabilidad mecánica – Requisitos y Clasificación.
- UNE-EN 12519. Ventanas y puertas – Terminología.
- UNE-EN 14351-1+A1. Ventanas y puertas peatonales – Norma de producto – Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y al fuego exterior