

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE PRESCRIPCIÓN DE VENTANAS SEGÚN REQUISITOS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

Ejemplo de aplicación para prescripción de ventanas que complementa el Manual Práctico de Prescripción y Recepción de Ventanas en Obra de ASEFAVE y su hoja de cálculo

ASEFAVE. Octubre 2014

Príncipe de Vergara, 74. 28006 Madrid. Tel. 91 561 45 47 Fax. 91 564 42 90
www.asefave.org asefave@asefave.org

Miembro de:

FAECF Federación Europea de Asociaciones de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas
AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
CEPCO Confederación Española de Asociaciones de Fabricantes de Productos de Construcción
FORO IBEROAMERICANO DEL CERRAMIENTO

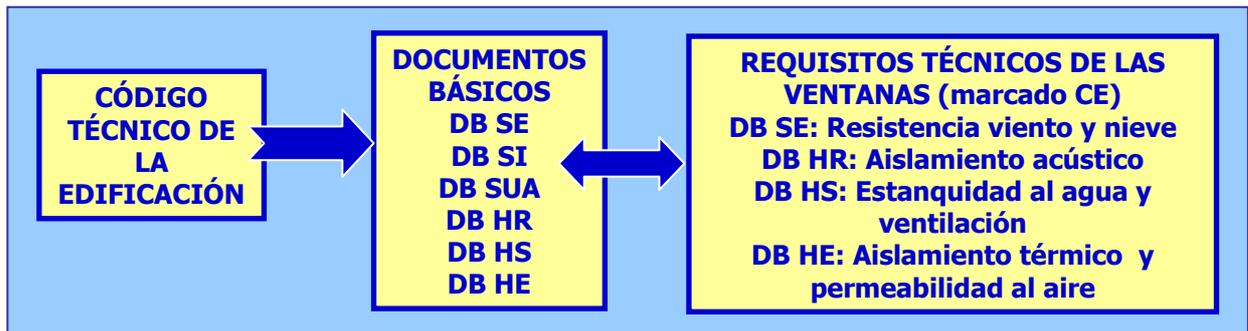
ÍNDICE DE CONTENIDOS:

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN MÁLAGA.....	5
2.1. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS HUECOS	7
2.2 FACTOR SOLAR MODIFICADO	11
2.3 RESISTENCIA AL VIENTO.....	11
2.4 AISLAMIENTO AL RUIDO AÉREO	17
2.5 PERMEABILIDAD AL AIRE	24
2.6 ESTANQUIDAD AL AGUA.....	26
2.7 OTRAS CARACTERÍSTICAS A CONSIDERAR	29

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento muestra un ejemplo de aplicación de la prescripción de ventanas según los requisitos del Código Técnico de la Edificación, como complemento a la Hoja de cálculo para la prescripción preparada por ASEFAVE.

Figura 1. Prestaciones de la ventana



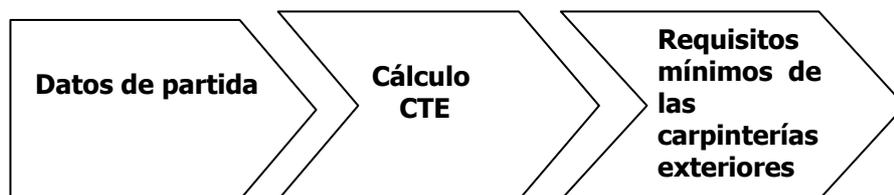
Fuente: elaboración propia

Figura 2. Marcado CE y CTE en ventanas



Fuente: elaboración propia

2. ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN MÁLAGA



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
- Cota de la ventana más alta

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

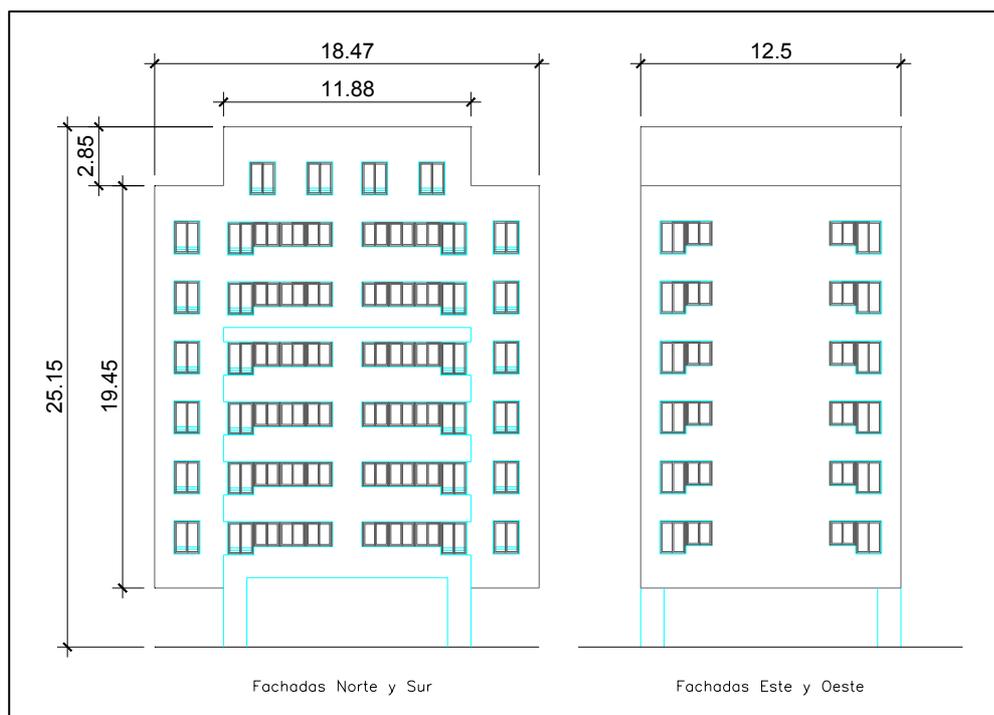
- Tipo de edificio: residencial (edificio de viviendas)
- Emplazamiento: zona urbana. Sin edificios cercanos
- Altura del edificio: 25,15 m sobre rasante
- Orientación de las fachadas:

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

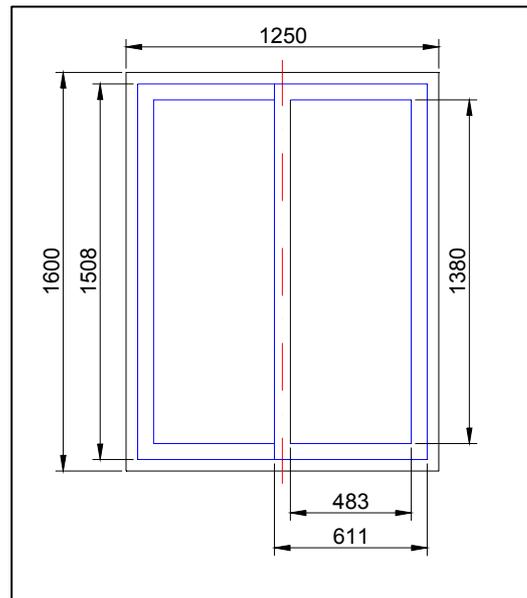
- Porcentaje de huecos en recintos protegidos (expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total del recinto vista desde el interior de cada recinto protegido):
 - o Dormitorios: 30 %
 - o Salón: 35 %
- Cota de la ventana más alta: 23,45 m
- Dimensiones de las mayores ventanas: 1,25 m (ancho) x 1,60 m (alto)
- Aleros u otros elementos de protección de las ventanas: No existen
- Sin retranqueos

Se muestra en la Figura 3 un esquema del edificio de Málaga y en la Figura 4 un croquis de la mayor ventana.

Figura 3. Croquis del edificio – Málaga.



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

Figura 4. Croquis de la mayor ventana – Málaga.


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

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.

DETERMINACIÓN DE LAS PRESTACIONES DE LAS VENTANAS SEGÚN CTE

2.1. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS HUECOS

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 diferentes 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.

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 1).

Tabla 1. 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 100Pa.

Fuente: tabla 2.3 del DB HE1

La tabla 2.3 indica los valores máximos de la transmitancia térmica del hueco en función de la zona climática. Si bien en el mismo DBHE 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. Este apéndice aporta valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente térmica para el predimensionado **de soluciones constructivas en uso residencial**.

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 2.

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 2. Transmitancia térmica de huecos (W/m²K)

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.

Fuente: tabla E.2 del DB HE1

Para el caso de Málaga se tiene:

Ubicación	Zona climática (apéndice B 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.

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	1.6 – 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)	2,6 – 3,5
Este y oeste (captación solar media)	2,3 – 3,1
Norte (captación solar media)	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 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.

Introduciendo los datos anteriores en la Hoja de cálculo:

asefave		CÁLCULO DE LAS PRESTACIONES DE LAS VENTANAS	
DATOS DE LA OBRA (a rellenar por el usuario)		CÁLCULO DE PRESTACIONES MÍNIMAS DE LA VENTANA	
TRANSMITANCIA TÉRMICA		TRANSMITANCIA TÉRMICA	
UBICACIÓN (localidad)	MÁLAGA	ZONA CLIMÁTICA	A3
CAPITAL DE PROVINCIA	MÁLAGA	Transmitancia térmica de ventanas (valores orientativos para el cumplimiento de la demanda energética - anejo E.2) - U (W/m2K)	
ZONA CLIMÁTICA (para escoger su caso, ver P.1)	A3		
CAPTACIÓN SOLAR (ver P.1)	ALTA	Ver P.2	
TRANSMITANCIA TÉRMICA		TRANSMITANCIA TÉRMICA	
UBICACIÓN (localidad)	MÁLAGA	ZONA CLIMÁTICA	A3
CAPITAL DE PROVINCIA	MÁLAGA	Transmitancia térmica de ventanas (valores orientativos para el cumplimiento de la demanda energética - anejo E.2) - U (W/m2K)	
ZONA CLIMÁTICA (para escoger su caso, ver P.1)	A3		
CAPTACIÓN SOLAR (ver P.1)	MEDIA	Ver P.2	
TRANSMITANCIA TÉRMICA		TRANSMITANCIA TÉRMICA	
UBICACIÓN (localidad)	MÁLAGA	ZONA CLIMÁTICA	A3
CAPITAL DE PROVINCIA	MÁLAGA	Transmitancia térmica de ventanas (valores orientativos para el cumplimiento de la demanda energética - anejo E.2) - U (W/m2K)	
ZONA CLIMÁTICA (para escoger su caso, ver P.1)	A3		
CAPTACIÓN SOLAR (ver P.1)	BAJA	Ver P.2	

2.2 FACTOR SOLAR MODIFICADO

Para un edificio en la zona A3 (tipo residencial) no existen requisitos de factor solar modificado para los huecos. El DBHE en su apéndice E establece los valores orientativos para el factor solar modificado solo para zonas climáticas con un verano tipo 4.

FACTOR SOLAR MODIFICADO	
ORIENTACION (ver P.3)	ESTE
Factor solar modificado inferior a (valores orientativos - anejo E.2)	
SR	

En la Hoja de cálculo se indica SR (sin requisito), al tratarse de una zona climática de verano tipo 3.

2.3 RESISTENCIA AL VIENTO

El requisito de resistencia al viento está relacionado con los criterios establecidos en el Documento Básico de Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación, DB SE AE del CTE.

Para el procedimiento de cálculo se tienen en cuenta los siguientes criterios.

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]

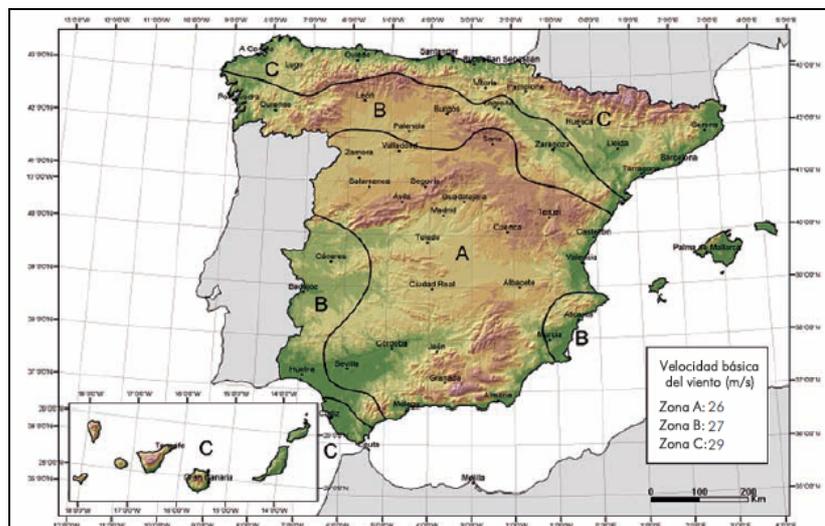
Donde: q_b = presión dinámica del viento
 C_e = coeficiente de exposición
 C_p = coeficiente eólico o de presión

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 5).

Figura 5. 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:

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

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)

Coefficiente 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 barlovento¹.

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.

A efectos del grado de aspereza, el entorno del edificio se clasificará 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 3).

¹ 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).

Tabla 3. 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 $H = 24\text{m}$ de la ventana más alta
- 4 fachadas en situación expuesta

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 4).

Tabla 4. 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, con una esbeltez del plano paralelo al viento (relación entre la máxima altura sobre rasante y el fondo en la dirección al viento) de 1,25 se obtiene:

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Coeficiente de presión, C_p	Coeficiente de succión, C_s
≤ 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.

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]:

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

Igualando el valor característico de la presión de viento a la presión P3 del ensayo de seguridad que contempla la norma europea UNE-EN 12211², se asegura que la ventana, frente a dicho valor característico, permanece cerrada, aunque pueda sufrir defectos debidos 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.

² UNE-EN 12211:2000. Puertas y ventanas. Resistencia a la carga de viento. Método de ensayo.

La presión de seguridad, P3, deducida de la clasificación a la resistencia al viento de la ventana (véase la Tabla 5), según la norma europea UNE-EN 12210³, 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 un 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.

Tabla 5. 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 $q_e (811,2 \text{ Pa}) \leq P3 (1200 \text{ Pa})$ 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 6:

³ UNE-EN 12210:2000. Ventanas y puertas. Resistencia al viento. Clasificación

Tabla 6. 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.

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

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

Introduciendo los datos anteriores en la Hoja de cálculo:

RESISTENCIA AL VIENTO		
ZONA EÓLICA (mapa Anejo D DB SE AE) (ver P.4)	A	Presión de cálculo (qe) - Pa
GRADO DE ASPEREZA DEL ENTORNO (ver P.5)	IV	Presión dinámica de viento (qb) - Pa
ALTURA DEL EDIFICIO (m)	24	Coefficiente de exposición (Ce)
ESBELTEZ EN EL PLANO PARALELO AL VIENTO (ver P.6)	1,25	Coefficiente de presión (Cp)
ALTURA VENTANA MÁS DESFAVORABLE (m)	24	
En caso de alturas 30 < z < 200m indicar altura (m)	0	
		CLASIFICACIÓN MÍNIMA DE LA VENTANA
		Resistencia al viento
		811
		422,5
		2,40
		0,8
		2

2.4 AISLAMIENTO AL RUIDO AÉREO

El CTE en su Documento Básico de Protección contra el ruido 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 7).

Tabla 7. 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
$L_d \leq 60$	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.

Fuente: tabla 2.1 del DR 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 considerará 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 incrementará 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 determinarán 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 del DB HR). De forma aproximada puede considerarse que:

$$R_A = R_W + C$$

[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:

$$R_{A,tr} = R_W + C_{tr}$$

[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 8).

Tabla 8. 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⁾ 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	
$D_{2m,nT,Atr} = 36^{(1)}$	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 $R_{A,tr}$ 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 abertura de admisión de aire con dispositivos de cierre en posición cerrada.

Fuente: tabla 3.4 del DB HR

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.

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

Con la información obtenida de la tabla 3.4 del DB HR se calcula 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 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	

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

Introduciendo los datos anteriores en la Hoja de cálculo:

AISLAMIENTO ACÚSTICO			
USO DEL EDIFICIO	Residencial	Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, D2m,nT,Atr (dBA)	30
PIEZA	DormitoriosResidencial	Aislamiento acústico RA,tr (dBA)	29
INDICE DE RUIDO DÍA, Ld	Ld≤60		
AISLAMIENTO PARTE CIEGA (dBA) (ver P./.)	35		
PORCENTAJE DE HUECOS	16a30		

AISLAMIENTO ACÚSTICO			
USO DEL EDIFICIO	Residencial	Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, D2m,nT,Atr (dBA)	30
PIEZA	EstanciasResidencial	Aislamiento acústico RA,tr (dBA)	31
INDICE DE RUIDO DÍA, Ld	Ld≤60		
AISLAMIENTO PARTE CIEGA (dBA) (ver P./.)	35		
PORCENTAJE DE HUECOS	31a60		

2.5 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 9), 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:

- a) **para las zonas climáticas alfa, A y B:** $50 m^3/h m^2$; esto significa que las ventanas **deben ser de clase 1 como mínimo.**

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

Tabla 9. Permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

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⁾ [m³/h·m²]	≤ 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 1026⁴.

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 12207⁵.

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	$50 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ Clase 1

⁴ UNE EN 1026. Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Método de ensayo.

⁵ UNE EN 12207. Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Clasificación.

Introduciendo los datos anteriores en la Hoja de cálculo:

PERMEABILIDAD AL AIRE	
Zona climática	A3
CLASIFICACIÓN MÍNIMA DE LA VENTANA	
Permeabilidad al aire	CLASE 1

2.6 ESTANQUIDAD AL AGUA

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 estanqueidad al agua solo para cerramientos ciegos, en el Manual de Producto Ventanas se propone un procedimiento para definir las prestaciones de estanqueidad 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+A1⁶, la estanqueidad al agua de las ventanas se determina mediante el ensayo de la norma europea UNE-EN 1027⁷. 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 12208⁸.

La clasificación de las ventanas por su estanquidad al agua se determina en función del escalón de presión en el que se produce la infiltración de agua.

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 de CTE. Sin embargo, solo se refiere a la parte ciega de estos cerramientos y no a las ventanas u otros tipos de cerramiento acristalado.

⁶ 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.

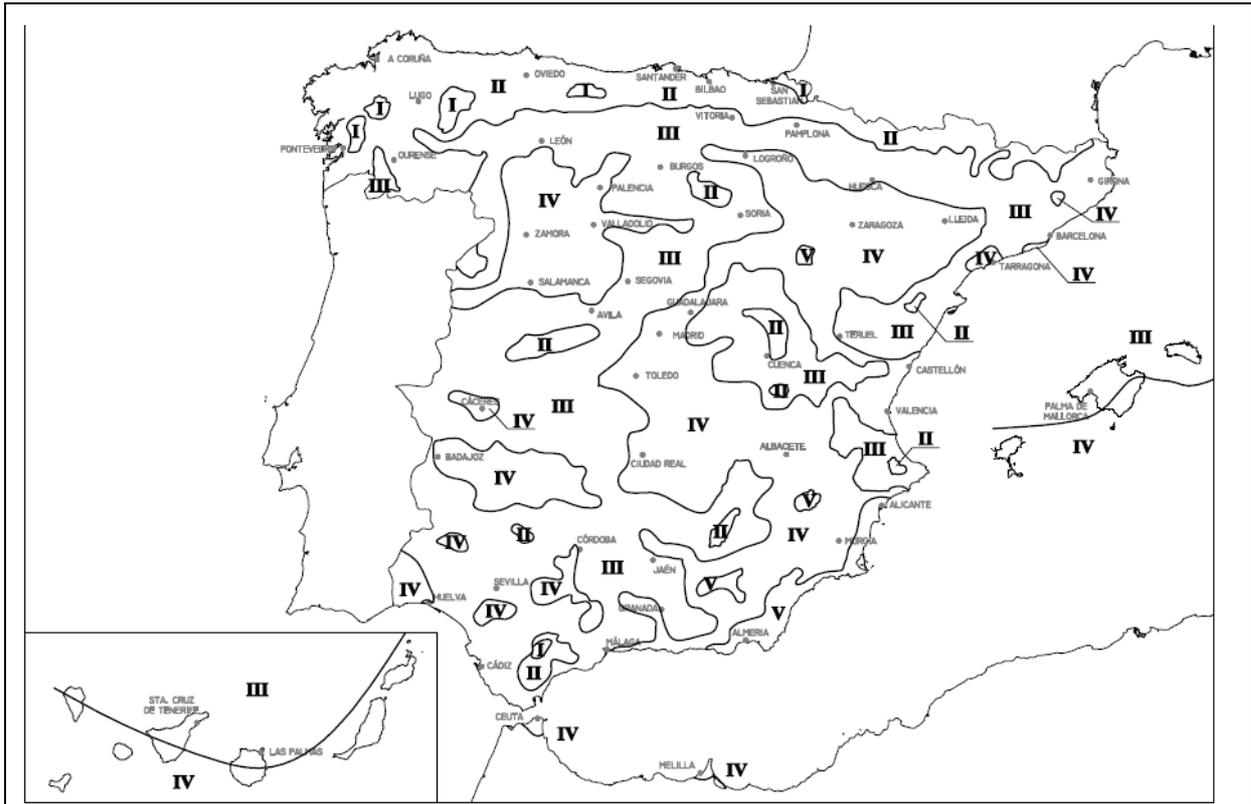
⁷ UNE-EN 1027. Ventanas y puertas. Estanquidad al agua. Método de ensayo.

⁸ UNE-EN 12208. Ventanas y puertas. Estanquidad al agua. Clasificación.

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 6).

Figura 6. 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 zona 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 P1 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 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 =25m; P= 811,2 Pa y grado de aspereza del entorno IV)	Clase 5A (según tabla 6.24 del Manual de Producto Ventanas)

Introduciendo los valores anteriores en la Hoja de cálculo:

ESTANQUIDAD AL AGUA (clase mínima recomendada - sin requisito en el CTE)			
ZONA EÓLICA (mapa Anejo D DB SE AE)	A	Presión de viento (qe) - Pa	811
ZONA PLUVIOMÉTRICA (ver P.9)	III	Clasificación mínima ventana recomendada (sin requisito en el CTE)	5A
Altura del edificio (m)	25	Estanquidad al agua	5A
GRADO DE ASPEREZA DEL ENTORNO	IV		

2.7 OTRAS CARACTERÍSTICAS A CONSIDERAR

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 13049⁹).

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 7) 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 12600:2003¹⁰ (cuyos parámetros cumplan lo que se establece en la tabla 1.1 del DB SUA, véase la Tabla 10).

Tabla 10. 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

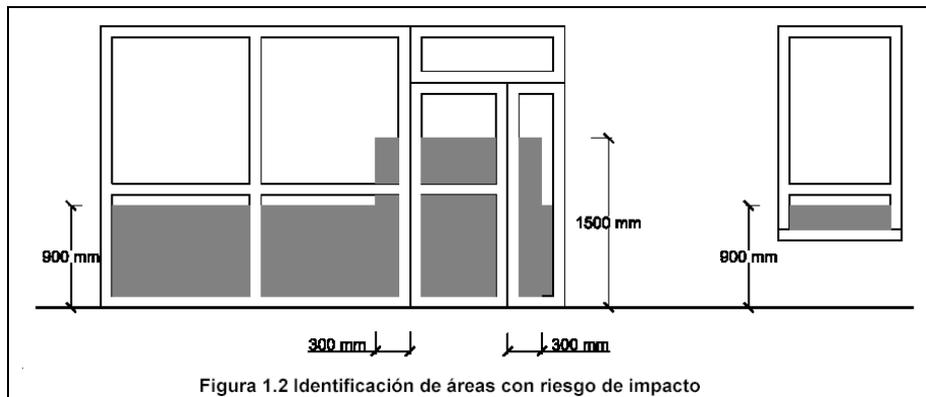
Fuente: tabla 1.1 del DB SUA 3-2

Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto (véase la Figura 7):

- 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;
- en paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 0,90 m.

⁹ UNE-EN 13049. Ventanas. Impacto de cuerpo blando y pesado. Método de ensayo, requisitos de seguridad y clasificación.

¹⁰ UNE-EN 12600. Vidrio para la edificación. Ensayo pendular. Método de ensayo al impacto y clasificación para vidrio plano.

Figura 7. 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.

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 1191¹¹, los resultados se expresan de acuerdo con la Norma Europea UNE-EN 12400¹², en la que se especifican 4 clases de durabilidad de prestaciones para las ventanas (véase Tabla 11).

Tabla 11. 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

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**

¹¹ UNE-EN 1191. Ventanas y puertas. Resistencia a aperturas y cierres repetidos. Método de ensayo.

¹² UNE-EN 14600. Ventanas y puertas peatonales. Durabilidad mecánica. Especificaciones y clasificación.

dispositivos de microventilación con una permeabilidad al aire 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 12).

Tabla 12. 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	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	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 aperturas 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 marcado 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^3h) 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 13 siguiente muestra el resumen de los apartados 4.4 y 4.5 de la norma UNE-EN 12207.

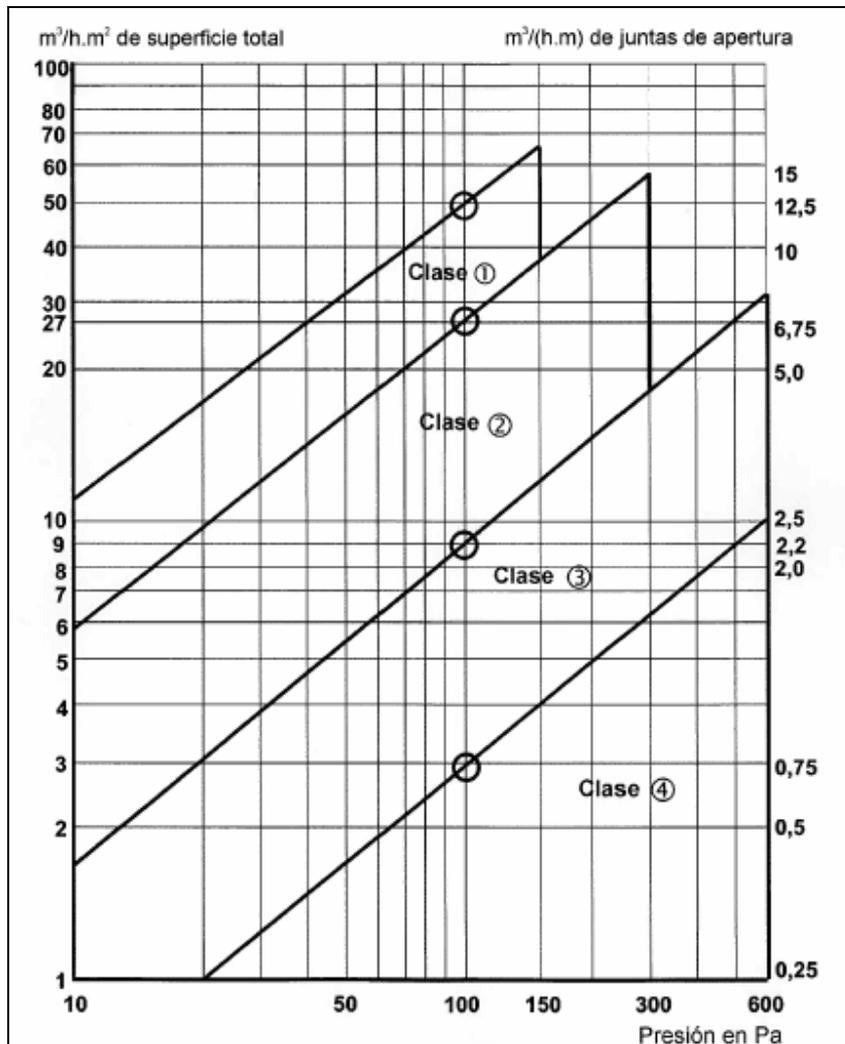
Tabla 13. Extracto norma UNE-EN 12207

Clase	Permeabilidad al aire referencia 100 Pa		Presión máxima (Pa)
	Superficie total $m^3/(h \cdot m^2)$	Longitud de juntas de apertura $m^3/(h \cdot m)$	
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 8.

Figura 8. 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
Estanquidad al agua	Clase 5A
Aislamiento al ruido aéreo	Ventanas en dormitorios: $R_{Atr} = 29$ dBA (parte ciega $R_{A,tr} = 35$ dBA) Ventanas en salón: $R_{Atr} = 31$ dBA (parte ciega $R_{A,tr} = 35$ dBA)
Permeabilidad al aire	Clase 1
Transmitancia térmica: - Por equilibrio de la calidad térmica entre espacios - Valores orientativos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fachada sur ▪ Fachadas este y oeste ▪ Fachada norte 	$U \leq 5,70$ W/m ² ·K $2,6 - 3,5$ W/m ² ·K $2,3 - 3,2$ W/m ² ·K $1,8 - 2,6$ W/m ² ·K
Propiedades frente a la radiación solar	Sin requisito