



Guía técnica de ventanas para la certificación energética de edificios



Guía técnica de ventanas para la certificación energética de edificios

1. CONCEPTOS GENERALES	5
1.1. Tipologías de ventanas	5
1.2. Materiales y componentes de las ventanas	5
1.2.1. Perfiles utilizados en la fabricación de ventanas	5
1.2.2. Acristalamientos	8
1.2.3. Cajones de persiana	10
1.3. Caracterización de los parámetros de las carpinterías que influyen en la limitación de la demanda energética del edificio: transmitancia térmica, permeabilidad al aire y factor solar del acristalamiento	11
2. LA CARPINTERÍA EN LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA	12
2.1. Evolución de los materiales en el tiempo	12
2.2. Atribución de valores a la carpintería existente: transmitancia térmica de ventanas y de unidades de vidrio aislante y permeabilidad al aire de las ventanas	15
3. PROPUESTAS DE MEJORA	21
3.1. Criterios de diseño en función de la orientación y localización del edificio	21
3.2. Criterios reglamentarios	22
3.3. Mejora del acristalamiento	26
3.4. Carpinterías más eficientes actuales	26
3.5. Importancia de la instalación de la carpintería	26
3.6. Otras mejoras no energéticas que se obtienen con la sustitución de las carpinterías	29
4. DOCUMENTACIÓN EXIGIBLE A LAS NUEVAS CARPINTERÍAS	30
4.1. Marcado CE de ventanas y marcado CE de unidades de vidrio aislante	30
5. DOCUMENTACIÓN VOLUNTARIA	32
5.1. Marcas de calidad voluntarias	32
5.2. Etiqueta de Eficiencia Energética de Ventana	32
ANEXO 1. EL SELLADO DE LA VENTANA AL HUECO	34
1. La importancia de una buena instalación: Puentes térmicos y estanquidad e infiltraciones.	34
2. Técnicas y materiales de instalación	35
3. Mantenimiento de los materiales utilizados en la instalación	38
6. BIBLIOGRAFÍA Y DOCUMENTACIÓN DE INTERÉS	38



CLIMALIT PLUS®
www.climalit.es



SODAL **SODAL WINDOW SYSTEM**
La Perfección en la Instalación de Ventanas **SWVS**

¿aún no sabes por dónde se te escapa la energía?
Entre el 25% y el 30% de las pérdidas energéticas de la envolvente se producen a través de los huecos de las ventanas

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



CHERUBINI
tocco italiano dal 1947
www.cherubini.es



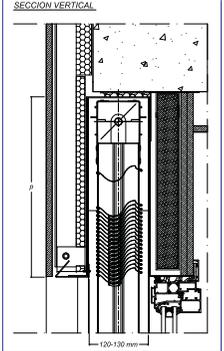
tremco illbruck
www.tremco-illbruck.es

PERSYCOM
Eficiencia energética
www.persycom.net



Ramos
INDUSTRIA del VIDRIO
www.ramosiv.es

GRIESSER



SECCION VERTICAL

PROTECCIÓN SOLAR EN UN CAPILZADO EFICAZ - SIN REGISTROS

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



Eficiencia Energética de la Ventana **A**

KÖMMERLING®
Sistemas de ventanas

TECHNOFORM **BAUTEC**



www.technoform-bautec.es

REYNAERS
aluminium



VENTANAS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA
MINERGIE · PASSIVHAUS

REYNAERS ALUMINIUM
t +34 93 721 95 59
info.spain@reynaers.com · www.reynaers.es



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



GIESSE®
Mueve las ventanas de aluminio
www.giesse.it



FINSTRAL®

ENTUSIASMO POR LAS VENTANAS



www.finstral.es · finstralsa@finstral.es · 977 637 001



Centro de Información Técnica
de Aplicaciones del Vidrio.
SAINT-GOBAIN CRISTALERIA
es.saint-gobain-glass.com



Líder Mundial en sistemas
de perfiles de PVC
www.veka.es



Sistemas de Ventanas de PVC

**CON V
DE VOSOTROS**

onventanas
energy saver windows



FABRICAMOS VENTANAS QUE
AHORRAN ENERGÍA



VENDEMOS VENTANAS QUE FACILITAN
EL TRABAJO DE LOS PROFESIONALES



FABRICAMOS PARA PROFESIONALES
DE TODA ESPAÑA EN 10 DÍAS

Pol. Ind. La Garena - C/ Carlos Jiménez Díaz, 4-12
28806 - Alcalá de Henares - Madrid
www.onventanas.com
email: info@onventanas.com
Telf.: 91 802 01 60 - Fax: 91 802 01 24



Soluciones profesionales en silicona,
sellantes y adhesivos de alta calidad

Member of Wolf Group www.olivequimica.com



LA CARPINTERÍA DE ALUMINIO DE
LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA



The world looks better

www.id-desarrollo.es



Garantice las prestaciones
de su ventana



Innovación y
Desarrollo de herrajes



AECALPO
Asociación de Empresas
del Cerramiento de Galicia

www.aecalpo.com



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*



asefave
Asociación Española de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas

www.asefave.org

FORMULADOR DE COMPUESTOS DE PVC /
FABRICANTE DE PERFILES DE PVC
Y DE ALUMINIO PARA EL CERRAMIENTO



www.laviuda.es

GROUP AXALYS



Herrajes y Accesorios
www.alma.es



inrialsa
pvc
www.inrialsa.com



VENTANAS DE PVC

1. CONCEPTOS GENERALES

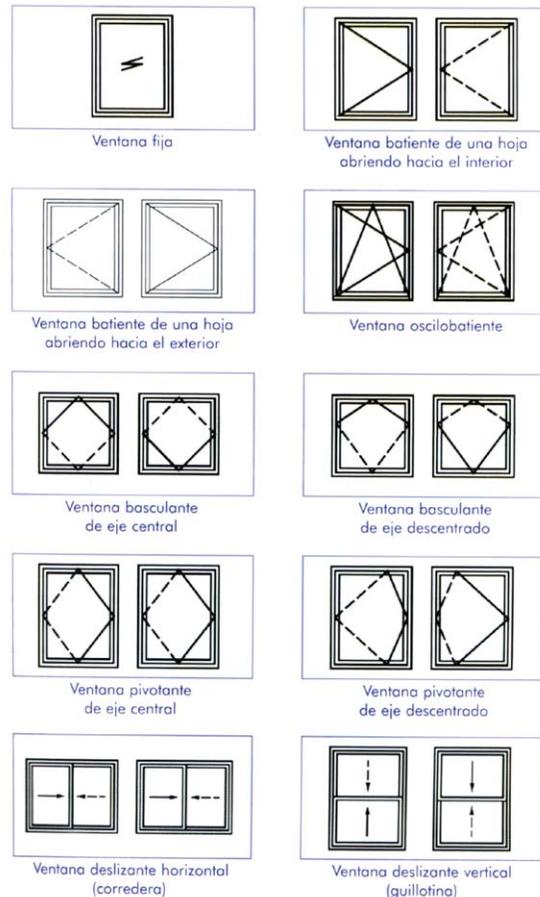
En este capítulo se presentan las tipologías de ventanas más usuales en España, así como las prestaciones de las ventanas que tienen influencia en la limitación de la demanda energética del edificio: transmitancia térmica de la ventana, factor solar del acristalamiento y permeabilidad al aire de la ventana.

1.1. Tipologías de ventanas

Se muestran a continuación las tipologías de ventanas más utilizadas en España con sus esquemas de representación.

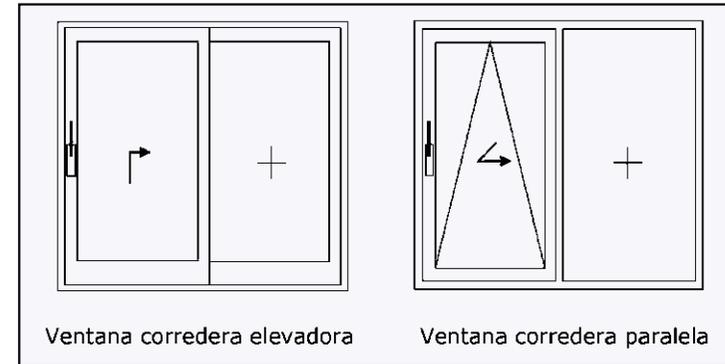
1.1.1. Ventanas en fachada o paramentos verticales

Figura 1. Tipologías de ventanas más usuales en España

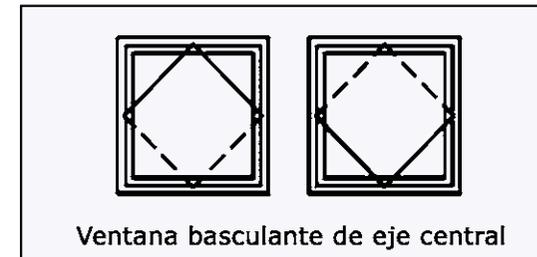


Fuente: Manual de Producto. Ventanas. 2ª ed. 2009. AENOR. ISBN: 978-84-8143-630-3.

Otros sistemas de apertura:



1.1.2. Ventanas en cubierta inclinada



El movimiento de la hoja en el sentido del usuario se indica mediante el trazo continuo, el movimiento de la hoja en el sentido opuesto al usuario se indica mediante el trazo discontinuo.

1.2. Materiales y componentes de las ventanas

1.2.1. Perfiles utilizados en la fabricación de ventanas

La ventana, desde el punto de vista arquitectónico, es la parte de la fachada que permite la relación entre el interior y el exterior del recinto, controlando el paso de aire, ruido, luz, energía y la visión en ambos sentidos. Básicamente está formada por vidrio soportado por unos bastidores de muy distintos materiales como son el **acero**, el **aluminio**, la **madera**, el **PVC**, el **poliuretano** o **mixtos**, junto con eventuales protecciones solares. El conjunto puede permitir la apertura y el cierre de la ventana protegiendo el interior de las inclemencias externas y de la excesiva radiación.

A continuación, se analizan en detalle los perfiles de aluminio, madera y PVC utilizados para la fabricación de las ventanas.

Perfiles de aluminio

- *Perfiles de aluminio sin rotura de puente térmico*

Ejemplo de perfil sin rotura de puente térmico. En este caso el perfil de aluminio no ofrece ninguna dificultad al paso del flujo de calor entre el ambiente interior y el exterior del recinto.

Figura 2. Perfil de aluminio sin rotura de puente térmico.

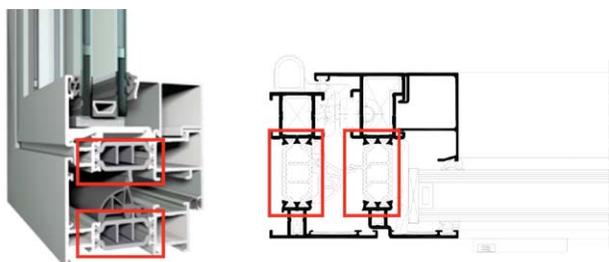


Fuente: Reynaers Aluminium

- *Perfiles de aluminio con rotura de puente térmico*

Para aumentar la capacidad térmica aislante, se utilizan perfiles de aluminio con rotura de puente térmico. Se trata de perfiles compuestos por dos o más secciones metálicas unidas por al menos un componente aislante térmico (no metálico). En el caso de los perfiles de aluminio con rotura de puente térmico, se debe tener en consideración todo lo previsto en la norma europea UNE-EN 14024 (Perfiles metálicos con barreras térmicas. Comportamiento mecánico. Requisitos, pruebas y métodos para la evaluación). Se muestran a continuación ejemplos de perfiles con rotura de puente térmico.

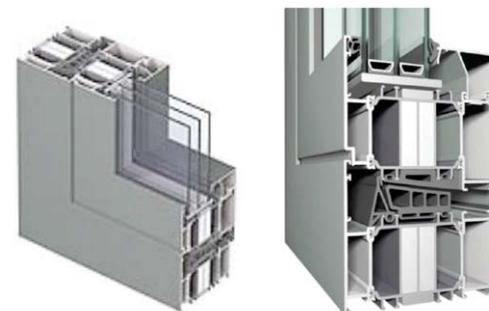
Figura 3. Sistema de tres cámaras con rotura de puente térmico.



Fuente: Reynaers Aluminium

Existen diferentes tipologías de los perfiles que permiten la mejora de las prestaciones térmicas, un ejemplo de ello, es el empleo de tecnología de aislamiento que contiene una espuma especial, firmemente fijada en las cámaras de la pletina de aislamiento, haciendo posible la normal utilización, procesado y ensamblaje de los perfiles. Un conjunto especial de juntas garantiza no sólo el aislamiento, sino también la impermeabilidad al aire (véase el ejemplo de la *figura 4*).

Figura 4. Perfil de aluminio con espuma interior



Fuente: Reynaers Aluminium

Perfiles de PVC

El PVC es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Sus componentes provienen del petróleo bruto y de la sal. Se obtienen por polimerización del cloruro de vinilo, cuya fabricación se realiza a partir de cloro y etileno.

Los perfiles de PVC para la fabricación de ventanas se obtienen por extrusión. Estos perfiles de PVC utilizados en la fabricación de ventanas deben ser conformes con los requisitos especificados en la norma europea UNE-EN 12608 (Perfiles de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U) para la fabricación de ventanas y de puertas. Clasificación, requisitos y métodos de ensayo).

Durante la fabricación de las ventanas de PVC, el fabricante debe efectuar ensayos periódicos de la resistencia de la soldadura de esquinas y uniones, conforme al procedimiento operatorio descrito en la norma europea UNE-EN 514 (Perfiles de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U) para la fabricación de ventanas y puertas. Determinación de la resistencia de las esquinas soldadas y de uniones soldadas en T).

Para los perfiles que vayan recubiertos con una película o folio plástico debe acreditarse una resistencia suficiente al envejecimiento climático, realizando un ensayo de resistencia al envejecimiento artificial según los criterios especificados en la norma europea UNE-EN 12608.

Se muestra a continuación un ejemplo de perfil de PVC, véase la **figura 5**.

Figura 5. Perfil de PVC



Fuente: Deceuninck

- 1 Perfiles de marco y hoja de PVC.
- 2 Junquillo a clip para el acristalamiento. Disponible en diferentes formas y tamaños que permiten acoplar vidrios.
- 3 Juntas de vidrio preinstaladas en los perfiles de marco y hoja.
- 4 Pivote central con su triple función.
- 5 Cámaras de los perfiles que proporcionan las altas propiedades aislantes de la perfilería.
- 6 Galce inclinado para una mejor evacuación y desagüe ante las posibles entradas de agua.
- 7 Refuerzos de acero galvanizado
- 8 Calzo de acristalamiento permitiendo que la unión vidrio-bastidor sea elástica, garantizando con esto, el máximo aprovechamiento de las propiedades acústicas del vidrio en beneficio de la ventana.
- 9 Galce de acristalamiento.
- 10 Sistema de clipado para el acoplamiento de perfiles de remate o acabado, de especial utilidad para el instalador.
- 11 Canal de alojamiento de herraje desplazado 13 mm para mejorar la resistencia antipalanca de las ventanas contra vandalismos.
- 12 Altura hidráulica para el desagüe de la ventana, con taladros de desagüe y descompresión realizados en los perfiles para mejorar el drenaje del agua hacia el exterior.

Perfiles de madera

En referencia a los perfiles de madera para la elaboración de ventanas se debe prestar atención especial a los siguientes aspectos:

Densidad: la densidad normal (al 12% de humedad), medida según la norma UNE 56531, es superior a 450 Kg/m³ para las maderas coníferas y a 530 Kg/m³ para las maderas frondosas.

Dureza: la dureza media en la sección tangencial debe ser superior a 1,30, determinada según la norma UNE 56534.

Productos laminados y encolados: se pueden utilizar perfiles laminados, piezas con empalme por unión dentada o combinaciones de ambos, siempre que los adhesivos utilizados sean del tipo D4 según la norma europea UNE-EN 204.

Aspecto: se ha de comprobar que la madera no presenta rastros de ataque por hongos o insectos, coloraciones anormales y en general cualquier irregularidad que pueda hacer sospechar sobre el estado fitosanitario de los lotes.

Humedad: la madera debe tener una humedad comprendida entre el 10 y el 16% en el momento de su mecanización, medida con xilohigrómetro, según la norma europea UNE-EN 13183-2.

Se muestra a continuación un ejemplo de perfiles de madera utilizados para la fabricación de ventanas de madera.

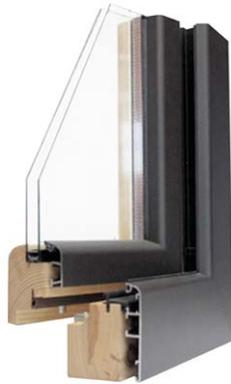
Figura 6. Perfil de madera



Fuente: Carinbisa

Perfiles mixtos madera aluminio: al perfil de madera de diferentes dimensiones, según la necesidad del proyecto, se incorpora en su cara exterior un perfil de aluminio, con multitud de posibilidades y diseños en función de necesidades estéticas y constructivas.

Figura 7. Perfil mixto



Fuente: Carinbisa

Perfiles mixtos madera, aluminio y aislamiento térmico: la incorporación de aislamiento térmico, EPS de alto rendimiento aislante, al conjunto de la ventana mejora el aislamiento térmico.

Figura 8. Perfiles mixtos madera aluminio y aislamiento térmico



Fuente: Velux

1.2.2. Acristalamientos

Existen en el mercado diferentes tipos de acristalamiento obtenidos mediante diferentes procesos de fabricación y transformación.

Considerando siempre el vidrio de silicato sodocálcico como el vidrio empleado en la edificación, las diferentes posibilidades de fabricación distinguen dos tipos de vidrio: vidrio flotado y vidrio impreso o colado.

Ambos tipos de vidrio pueden obtenerse como incoloros o con color en masa en función de su composición química. En cualquiera de los casos mencionados, el vidrio que se obtiene de un horno de fusión se denomina vidrio recocido. La norma de producto correspondiente a este tipo de vidrios es la norma europea UNE-EN 572-9. Vidrio para la construcción. Productos básicos. Vidrio de silicato sodocálcico.

Vidrio recocido

Es el vidrio plano para construcción obtenido en los hornos de fusión. El proceso de enfriamiento, controlado, de la masa de vidrio una vez conformada en espesor y anchura que permite la relajación de tensiones evitando las roturas se denomina recocido del vidrio. No debe confundirse con otro tipo de tratamiento térmico como el termoendurecido o el templado.

El vidrio recocido puede ser cortado, manufacturado y transformado para obtener distintos productos de acristalamiento. Según el procedimiento de obtención de la lámina de vidrio, puede hablarse de vidrio flotado o de vidrio impreso por laminación.

Vidrio flotado (float)

El vidrio flotado consiste en una plancha de vidrio fabricada haciendo flotar el vidrio fundido sobre una capa de estaño fundido. Este método proporciona al vidrio un grosor uniforme y una superficie muy plana, por lo que es el vidrio más utilizado en la construcción. Se le denomina también vidrio plano, sin embargo no todos los vidrios planos son vidrios fabricados mediante el sistema de flotación.

Vidrio impreso

Se trata del vidrio obtenido por laminación de la colada o masa fundida en estado plástico entre dos rodillos, que posteriormente se enfría de forma controlada en el proceso de recocido hasta su estado final. Normalmente se utilizan los rodillos de laminación para imprimir motivos en relieve en la superficie del vidrio. Por esta razón, es comúnmente conocido como vidrio impreso.

Vidrio de capa

Se define como un sustrato vítreo sobre el que se deposita una capa, normalmente de naturaleza metálica, con objeto de modificar una o varias de sus propiedades luminosas, solares o térmicas. Quedan fuera de esta denominación los espejos, los vidrios esmaltados y los vidrios sobre los que se adhiere una película plástica. Los vidrios de capa y su clasificación en función de sus propiedades y posibilidades de utilización quedan recogidos en la norma europea UNE-EN 1096. Vidrio para la edificación. Vidrio de capa.

Los procedimientos por los que se pueden depositar capas sobre los sustratos vítreos son varios e incluso algunos de ellos pueden combinarse. En función del material depositado y del sistema de deposición, las prestaciones y características del vidrio obtenido pueden ser muy diferentes.

Los procedimientos más habituales para la deposición de capa son los que dan lugar a los vidrios denominados pirolíticos –con deposición de la capa en caliente– y magnetrónicos –obtenidos por bombardeo iónico.

Las prestaciones de los vidrios de capa y sus posibilidades de transformación son intrínsecas de cada producto y no puede generalizarse ni por su composición, ni por su método de deposición ni por su clasificación según UNE-EN 1096-1.

Este tipo de vidrio brinda la posibilidad de tener un gran control sobre la transmisión de luz y de energía, así como de conseguir diferentes resultados estéticos por reflexión.

Las principales prestaciones que ofrecen estos vidrios, independientemente de su estética –reflexión luminosa y color–, son un factor solar reducido y/o un reforzamiento del aislamiento térmico del vidrio de cámara.

En las zonas climáticas en las que el aire acondicionado es necesario, es deseable limitar buena parte de la energía radiante solar que penetra a través de los acristalamientos. Los vidrios de capa son una solución para este propósito.

También pueden combinarse estos recubrimientos con vidrio de color en masa, reforzando el control solar y matizando la luz que entra en el recinto.

Una clase especial de vidrios con capa la constituyen los vidrios bajo-emisivos, o capas de baja emisividad. Estas capas permiten incrementar considerablemente el aislamiento térmico que ofrece el acristalamiento o, lo que es lo mismo, la reducción del valor U ($W/m^2 \cdot K$) o coeficiente de transmitancia térmica del acristalamiento, definido según la norma europea UNE-EN 673 (Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica (valor U). Método de cálculo).

Por su naturaleza de capa metálica, los vidrios bajo-emisivos pueden proporcionar, además, unos niveles considerables de reflexión de la radiación infrarroja, aportando distintos grados de control solar.

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 Baja Emisividad:

Reducen las pérdidas de calor desde el interior del edificio a través del acristalamiento. Su colocación puede ir en la hoja interior o exterior del doble acristalamiento, sin que varíen sus prestaciones de aislamiento (valor U $W/m^2 \cdot K$). 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 capa presentan además un control solar significativamente mayor que el doble acristalamiento normal, lo que reduce notablemente los aportes solares en verano (factor solar g entre aproximadamente 0,65 y 0,25). 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.

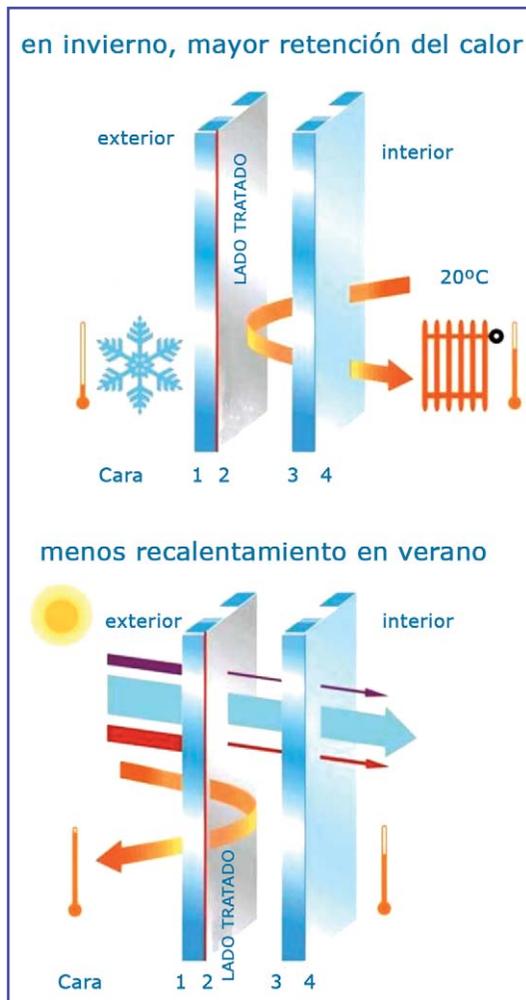
Vidrios de Control Solar:

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.

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.

Figura 9. Acristalamientos de control solar y baja emisividad



Fuente: SGG Climalit Plus

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 sobre 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.

Unidades de vidrio aislante

Conocidas bajo las denominaciones de vidrio de cámara o doble/triple acristalamiento, las unidades de vidrio aislante son, más que un tipo de vidrio, un conjunto de vidrios listo para el acristalamiento.

Su norma de producto, UNE-EN 1279-1. Vidrio para la edificación. Unidades de vidrio aislante, las define como:

"el conjunto constituido como mínimo de dos paneles de vidrio, separados por uno o más espaciadores, herméticamente cerrados a lo largo de todo el perímetro y mecánicamente estable".

La presencia de desecante y la hermeticidad del sellado garantizan que no se produzcan condensaciones en el interior de la cámara. Por otra parte, el sellado de la unidad de vidrio aislante es el responsable de su estabilidad mecánica.

Las posibilidades de los elementos constituyentes –tipos, colores, y espesores de cada vidrio, espesores de la cámara, presencia de aire u otros gases en el interior de la cámara, perfiles separadores con distintas propiedades, etc.– hacen que exista un elevadísimo número de combinaciones, cada una de ellas con sus prestaciones particulares.

1.2.3. Cajones de persiana

No hay que olvidar la importancia del cajón de persiana en el hueco, tanto desde el punto de vista térmico como acústico del conjunto.

Los dos conceptos fundamentales relacionados con el cajón de persiana desde el punto de vista térmico se centran, al igual que en las carpinterías, en:

- El máximo aislamiento
- La máxima estanqueidad

Por ello, tan importante es elegir una carpintería adecuada, como elegir el cajón de persiana adecuado.

Figura 10. Cajones de persiana



Fuente: Kömmerling

La transmitancia térmica del hueco debe evaluarse para todo el conjunto, incluido el cajón de persiana si éste va incorporado. De la misma forma, los ensayos de permeabilidad al aire, estanquidad al agua, resistencia al viento o aislamiento acústico deben evaluar el conjunto de ventana y cajón, si este va incorporado. Es decir, la incorporación del cajón de persiana afecta a todas las propiedades que se evalúan en la ventana.

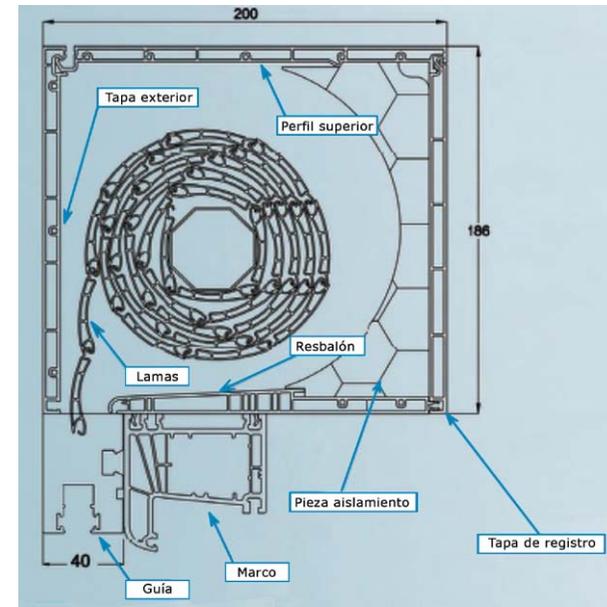
En el caso del aislamiento térmico del conjunto, para la obtención del valor de la transmitancia térmica $U_{w/sb}$ de la ventana completa con cajón de persiana, es posible calcularlo de la siguiente forma:

$$U_{w/sb} = \frac{U_w \cdot A_w + U_{sb} \cdot A_{sb} + \psi_{sb} \cdot l_{sb}}{A_w + A_{sb}}$$

- ψ_{sb} es el coeficiente de transmitancia térmica lineal entre el cajón y la ventana, en W/(mK)
- U_w es el coeficiente de transmitancia térmica de la ventana, en W/(m²K)
- U_{sb} es el coeficiente de transmitancia térmica del cajón de persiana, en W/(m²K)
- A_w es el área de la ventana, en m²
- A_{sb} es el área del cajón de persiana, en m²
- l_{sb} es el perímetro entre el cajón y la ventana, en m

Fuente: Instrucción sobre criterios para la puesta en práctica del marcado CE de las ventanas, ventanas para tejados y puertas exteriores peatonales, en el marco del reglamento (UE) n° 305/2011 (octubre 213)

Figura 11. Esquema cajón de persiana con aislamiento interior



Fuente: Kömmerling

1.3. Caracterización de los parámetros de las carpinterías que influyen en la limitación de la demanda energética del edificio: transmitancia térmica, permeabilidad al aire y factor solar del acristalamiento.

Las **pérdidas térmicas** en una ventana pueden ser de tres tipos (debe considerarse pérdida las pérdidas energéticas en invierno y los aportes indeseados en verano):

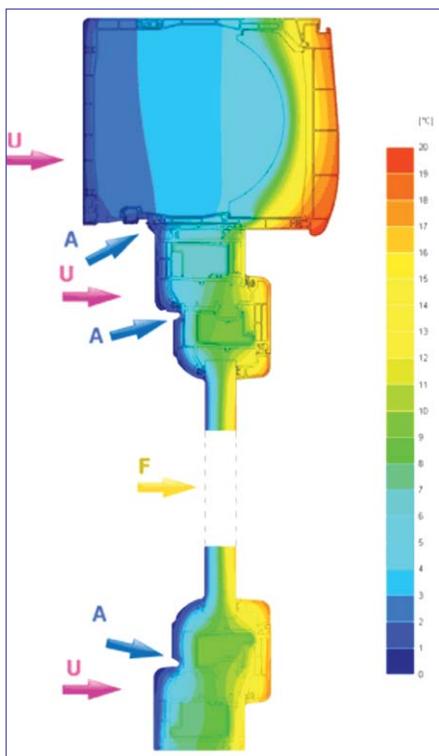
- **Pérdidas por transmisión térmica** a través de los materiales (**U**). Estas pérdidas se producen por transferencia de calor por conducción a través de los diferentes materiales de la ventana (perfiles y vidrio). Los materiales con un valor U más bajo son materiales más aislantes y por lo tanto existirán menos pérdidas a través de ellos.
- **Las originadas por filtraciones de aire (A)** a través de las juntas de la ventana. Por ello, es importante que la ventana tenga una buena clasificación en cuanto a su permeabilidad al aire. La clasificación depende del tipo de ventana (por ejemplo, las pérdidas serán menores en un sistema practicable que en uno deslizante, de forma general), de los herrajes utilizados, de su fabricación y por

supuesto, de la calidad del sistema. De vital importancia para reducir estas pérdidas es la correcta instalación de la carpintería en la vivienda.

El estado de la ventana es fundamental a la hora de evaluar las pérdidas energéticas por filtraciones de aire.

- **Factor solar (F).** El factor solar es 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. 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 a través de los huecos de la envolvente y fundamentalmente a través del vidrio.

figura 12. Pérdidas térmicas en una ventana de PVC



Fuente: Deceuninck

Estas pérdidas energéticas condicionan las prestaciones a exigir a las ventanas y a los acristalamientos, que se analizan en apartados posteriores.

2. LA CARPINTERÍA EN LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

2.1. Evolución de los materiales en el tiempo

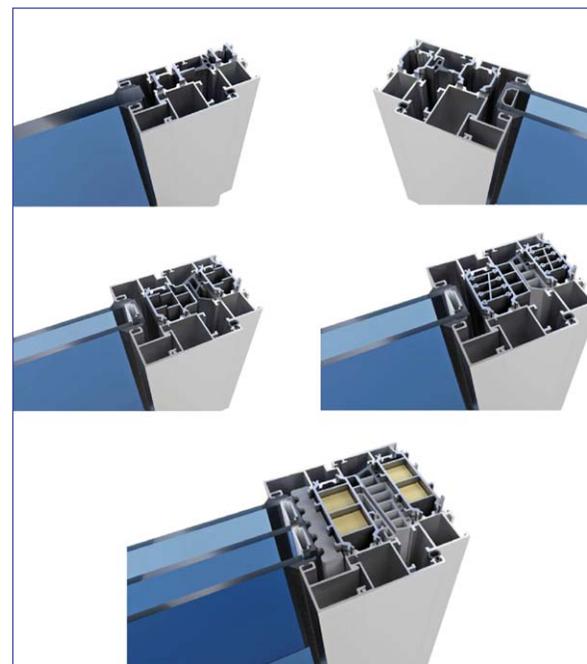
Evolución de los sistemas de aluminio:

Aunque depende de cada caso, de forma general se puede indicar que en los años 60 se utilizaban series de 40mm de anchura en los sistemas practicables y de 55/65 mm en los sistemas deslizantes. Es a partir de los años 70 cuando las series de aluminio correderas pasan a ser de 70mm.

Las series practicables de 40/45mm sin rotura de puente térmico se mantienen hasta los años 90 cuando aparecen los sistemas de RPT (de unos 60mm), pero estos sistemas no se generalizan hasta los años 2000 y en adelante (con sistemas desde 45mm hasta 120mm).

En las siguientes figuras se puede observar la evolución de los sistemas de poliamida utilizados en los perfiles de aluminio para conseguir la rotura de puente térmico.

Figura 13. Evolución de los sistemas de poliamida utilizados en los perfiles de aluminio



Fuente: Technoform Bautec

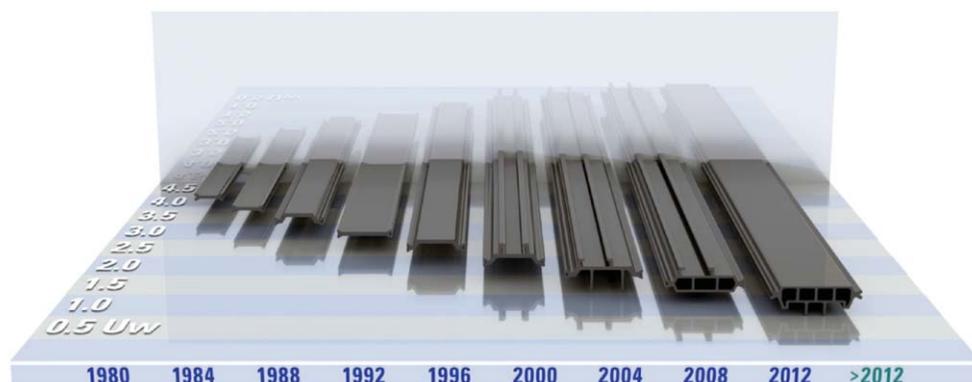
En sus inicios, la rotura de puente térmico se solventaba con resinas o materiales aislantes fluidos que al solidificar unían los perfiles exteriores con los interiores.

Actualmente, y desde los años 80, comúnmente se utilizan las pletinas de poliamida para este objetivo. En las imágenes anteriores se observa la evolución de los sistemas de poliamida utilizados. Las dimensiones y formas de estas pletinas han ido evolucionando con el paso de los años ayudando a un mejor aislamiento de los perfiles. Desde sistemas con varillas de 14.8mm planas, pasando por sistemas de varillas de 24mm en forma de "C" hasta sistemas de 34mm con "patas interiores" para frenar el flujo de calor por conducción. Asimismo, y más recientemente, se aplican varillas de más de 50 mm de ancho con el sistema "package solutions" para dar mayor robustez y aislamientos térmicos muy superiores.

En la última de las anteriores figuras se observa un sistema totalmente aislado: varillas de 77mm, espuma interior, juntas tubulares y espuma en el galce del vidrio. Estos sistemas son cada vez más comunes debido a las exigencias térmicas que imponen las normativas y las necesidades de los diferentes mercados.

En la siguiente figura se puede observar la evolución cronológica de las varillas de poliamida.

Figura 14. Evolución cronológica de las varillas de poliamida



Fuente: Technoform Bautec

Aunque la poliamida es uno de los materiales plásticos más utilizados para esta función, vale la pena mencionar que también se utilizan otros materiales, como puede ser el ABS, de secciones equivalentes o prestaciones similares.

Evolución de los sistemas de madera:

Puede decirse que la madera ha sido el material tradicional de la ventana.

- Desde la arquitectura tradicional hasta los años 50: se utilizan secciones de madera de 80/90mm (con acristalamiento monolítico de 3mm, sin juntas). Ejemplos de estas carpinterías se encuentran en hoteles y viviendas en los centros de grandes ciudades como Madrid o Barcelona.
- En los años 60 – 70 y 80: se utilizan secciones de madera de alrededor de 45mm (con vidrio monolítico), éstos suelen presentar problemas con los galces y ausencia de gomas (se identifican problemas de permeabilidad en las ventanas construidas en los años 70).
- Desde mitad de los 80 hasta los años 90: se utilizan ventanas con secciones de aproximadamente de 57mm y juntas.
- En los años 90: se introducen los sistemas mixtos, madera-aluminio y carpinterías a partir de 68mm.
- Desde 2006 hasta la actualidad: mayores secciones, de 78/88/92, y mejora en los acristalamientos.

Evolución de los sistemas de PVC:

La entrada de los sistemas de PVC se produce en los años 80 (aunque se generaliza en los años 90).

Se inicia con sistemas de 3 cámaras. Los sistemas de 5 cámaras se introducen en el año 2000 y los de 7 cámaras a partir de 2006.

Las secciones pasan de 55-60mm hasta 70mm en 2006 y evolucionan a secciones de 80mm en 2012. Los sistemas de profundidad 70 y 80mm son ya habituales, además de los sistemas de junta central que pueden ser ya habituales en 80mm.

Los valores de la transmitancia térmica de los perfiles evolucionan de la forma siguiente:

Años	1980	1990	2000	2010	2013
Uf (W/m2K)	2,2	1,8	1,3	1,3	0,9
Cámaras	3	3	5	5-7	5-7
Secciones	55-60 mm			70 mm	80 mm

Evolución de las ventanas para tejados:

Las ventanas para tejados se introducen en España a mediados de los años 70. Las ventanas eran de madera, con apertura giratoria, con acristalamiento sencillo.

En los años 80 se comienza a utilizar la ventana de apertura proyectante y el doble acristalamiento.

Las ventanas disponían de una barra de maniobra, una aleta de ventilación y su hoja giraba 180° para facilitar la limpieza exterior del acristalamiento.

En los años 90 se introduce la ventana acabada en poliuretano, de estructura formada por varias piezas de madera laminada revestida por un moldeado con poliuretano de alta densidad. Se mejoran los acristalamientos y se amplían los tamaños.

En la instalación de las ventanas se mejora el nivel de penetración en el forjado.

Las ventanas actuales han mejorado en el diseño exterior:

- perfilería exterior con bordes redondeados
- junta de estanqueidad extra en los perfiles laterales
- doble junta perimetral en el marco
- menos tornillos

También en el diseño interior:

- más tamaños y modelos
- nuevo diseño en la barra de maniobra y aireador

Y en su funcionalidad:

- accionamiento manual y eléctrico
- sensor de lluvia en los motores de apertura
- posibilidad de accionamiento y manejo por centrales domóticas

Los valores de la transmitancia térmica de las ventanas evolucionan de la forma siguiente:

Años	1984	1994	2003	2010	2014
Uw (W/m²K)	2,3-2,7	2,6-2,8	1,5-2,5	1,4	1,2

Evolución de acristalamientos:

Hasta finales de los años 70 y principios de los 80 se instala fundamentalmente vidrio monolítico. Una sola hoja de cristal normalmente sellada con masilla.

En los años 80 se comienza la instalación de doble acristalamiento como producto de alta gama y es en los años 90 cuando se generaliza su uso.

Durante esta época se colocan dobles acristalamientos con cámaras delgadas. Lo más habitual es instalar la composición 4/6/4, es decir, dos vidrios de 4mm separados por una cámara de aire de 6 mm ($U=3,3$ W/m²K).

Paulatinamente se van incorporando acristalamientos con mayor cámara, tomando cierta presencia a finales de los años 90 la cámara de 12mm, sobre todo asociada a carpinterías de PVC. Las cámaras de 8, 10, 14 y 16mm prácticamente no se utilizan.

Puede decirse que no se instalan vidrios de baja emisividad, siendo todo doble acristalamiento básico.

A partir de 1995 se introducen los primeros vidrios bajo emisivos. Su presencia es testimonial en el sector residencial en los primeros cinco años y comienzan a tener cierta presencia a partir del año 2000 con tasas de presencia inferiores al 10%.

Las cámaras se mantienen, si bien aumenta la implantación de la de 12mm.

Es a partir del año 2007 cuando empieza a tener mayor presencia el vidrio bajo emisivo o de aislamiento térmico reforzado. Las cámaras de mayor uso son de 12mm y de 16mm sobre todo cuando incorporan vidrios de aislamiento reforzado.

Hoy en día se puede entender que los vidrios bajo emisivos están presentes, en el sector residencial, en el entorno del 25% de las instalaciones.

Se muestra a continuación un resumen de lo anterior:

Años	1970 - 1980	1980 - 1990	1995 - 2000	2007	2013
Descripción	Vidrio monolítico	Doble acristalamiento	Primeros vidrios bajo emisivos	Mayor presencia vidrios bajo emisivos	Vidrios bajo emisivos
Ug (W/m²K) transmitancia del acristalamiento	5,7	3,3	1,8 - 1,6	1,5 - 1,3	1,1 - 0,5

En el sector terciario los acristalamientos han evolucionado más, encontrándose vidrios de aislamiento térmico reforzado y control solar desde los años 90, si bien con prestaciones inferiores a las actuales.

2.2. Atribución de valores a la carpintería existente: transmitancia térmica de ventanas y de unidades de vidrio aislante y permeabilidad al aire de las ventanas

Transmitancia térmica de ventanas

La transmitancia térmica de la ventana (U medido en W/m^2K) es el indicador del flujo de energía a través de la ventana desde el lado caliente al lado frío.

En el caso de las ventanas la transmitancia térmica puede evaluarse mediante distintos métodos:

- Norma UNE-EN ISO 10077-1:2000, Tabla F.1

o por cálculo utilizando:

- UNE-EN ISO 10077-1 o,
- UNE-EN ISO 10077-1 y UNE-EN ISO 10077-2

o por ensayo por el método de la caja caliente utilizando:

- UNE-EN ISO 12567-1 o
- UNE-EN ISO 12567-2

según sea apropiado.

Las tablas F.1 y F.2 de la norma UNE-EN ISO 10077-1 proporcionan valores típicos calculados con esa norma, con la ayuda de los coeficientes de transmitancia térmica lineal del anexo E de la norma para los tipos más habituales de barras espaciadoras para acristalamientos (véase la tabla E.1 de la norma). Las tablas F.3 y F.4 proporcionan los valores correspondientes a barras espaciadoras con prestaciones térmicas mejoradas (véase la tabla E.2 de la norma).

Los datos de las tablas F.1 y F.2 han sido calculados para ventanas:

- posicionadas verticalmente
- de dimensiones 1,23 m x 1,48m
- con un área de marco del 30% y del 20% del total del área de la ventana
- con los siguientes tipos de acristalamiento y de marco:

Marco $U_f = 7,0$: metálico sin rotura de puente térmico; $2,2 \leq U_f \leq 3,8$: metálico con rotura de puente térmico; $U_f \leq 2,0$ madera o PVC.

Acristalamiento: $U_g \geq 2,1$ vidrio sin revestir; $U_g \leq 2,0$ vidrio bajo emisivo.

Ejemplo de cálculo de la transmitancia térmica de ventanas

En el caso del cálculo de la transmitancia térmica de ventanas, incluida en el marcado CE, este cálculo debe estar avalado por un Organismo Notificado (sistema 3 de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones).

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

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

Donde:

- A_g = es la superficie del acristalamiento (m^2)
- U_g = es el coeficiente de transmisión térmica del acristalamiento (W/m^2K)
- A_f = es la superficie del marco (m^2)
- U_f = es el coeficiente de transmisión térmica del marco (W/m^2K)
- 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 intercalario, en el caso del doble acristalamiento (UVA) (W/mK)

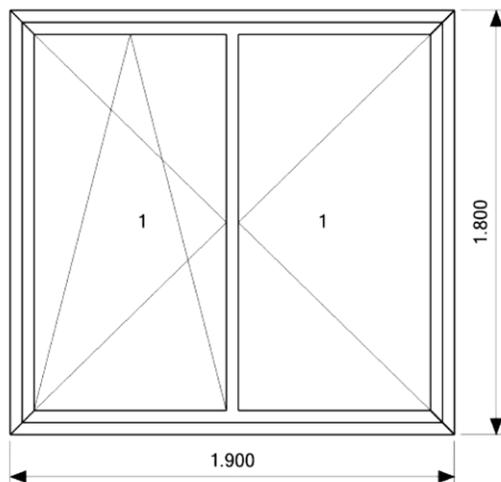
$\frac{A_g}{A_g + A_f}$ = es la fracción del hueco ocupada por el acristalamiento

$\frac{A_f}{A_g + A_f}$ = es la fracción del hueco ocupada por el marco

$\frac{l_g}{A_g + A_f}$ = es la longitud del perímetro del acristalamiento por unidad de superficie total del hueco

Suponemos una ventana oscilobatiente de dos hojas con las siguientes características:

Doble acristalamiento con $U_g = 1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 Espaciador de aluminio en doble acristalamiento. $\psi_g = 0,11 \text{ W/m K}$
 (tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10077-1).



Ancho = 1.900 mm Altura = 1.800 mm

Perfiles:			
	A (m ²)	U (W/m ² K)	A x U (W/m)
Sección perimetral	0,78	2,4	1,87
Sección central	0,22	2,7	0,59
Suma	1,00		2,46
Vidrio:			
	A (m ²)	U (W/m ² K)	A x U (W/m)
Doble acristalamiento	2,42	1,10	2,66
Suma	2,42		2,66
Intercalarios:			
	l (m)	ψ (W/m·K)	l x ψ (W/K)
Intercalario	9,38	0,11	1,03

A total = 3,42 m².

U total de la ventana = $[2,46/3,42] + [2,66/3,42] + [1,03/3,42] = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$

Identificación de la carpintería existente

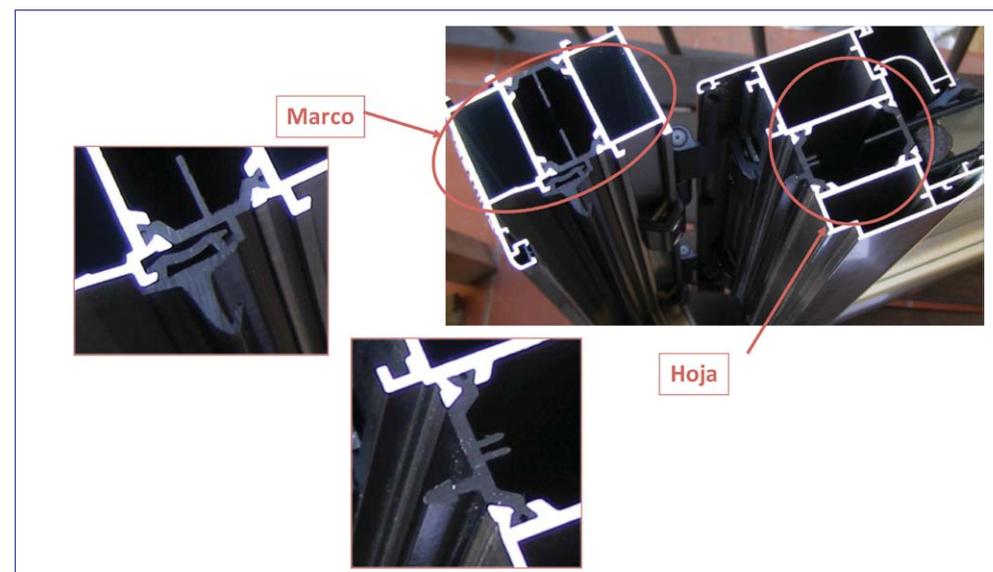
ALUMINIO

Identificación de la RPT

Para el análisis de un cerramiento de aluminio instalado, es fundamental determinar si el sistema dispone de rotura de puente térmico. Y si ésta existe, se deben comprobar las dimensiones de los elementos que la componen para poder aproximar su valor **U**. Disponer de un dibujo o una sección de la ventana analizada nos permite rápidamente obtener esos datos de un modo directo, pero si no se disponen de ellos se debe comprobar sobre la propia ventana la presencia de estos elementos. Una ventaja para determinarlo es que las pletinas de poliamida que se comercializan son de color negro y ello permite localizarlas fácilmente. En perfilera lacada, puede que las pletinas hayan quedado igualmente pintadas por la laca y ello dificulte su localización.

En los sistemas abisagrados, se puede comprobar tanto en el marco como en la hoja. En el marco, las pletinas normalmente quedan ocultas detrás de la junta central y en la hoja son fácilmente detectables sobre todo en el lado de las bisagras puesto que esa zona suele quedar libre de herrajes que imposibiliten la localización de las pletinas. Ver figura 15.

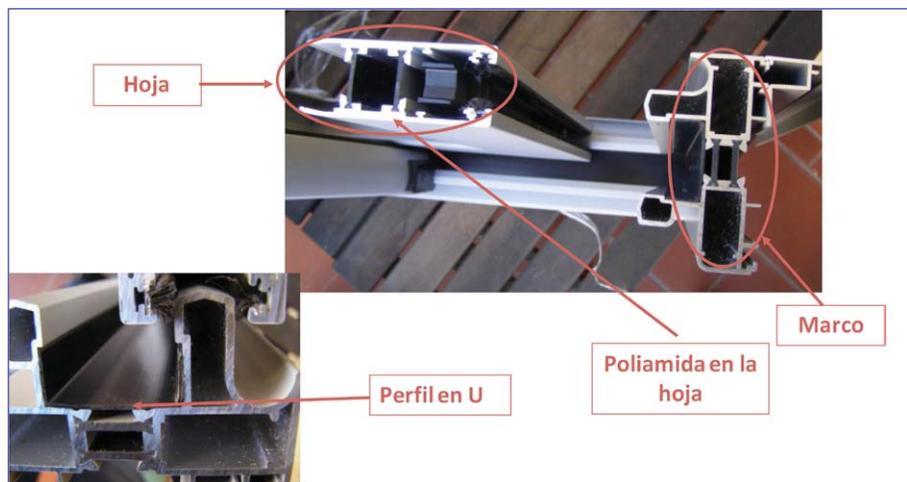
Figura 15. Identificación de la RPT



Fuente: Technoform Bautech

En los sistemas deslizantes o correderas su localización se basa sobre todo en el marco. Normalmente, se suele colocar un perfil plástico en "U" para ocultar las pletinas. La presencia de este perfil evidencia la presencia de estas. Ver figura 16.

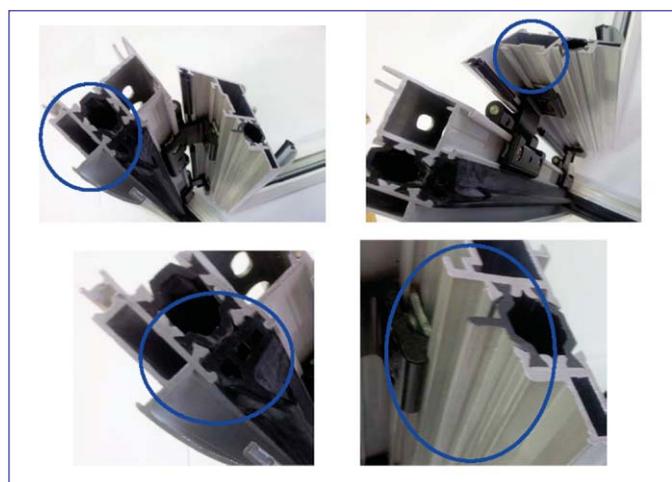
Figura 16. Identificación de la RPT



Fuente: Technoform Bautec

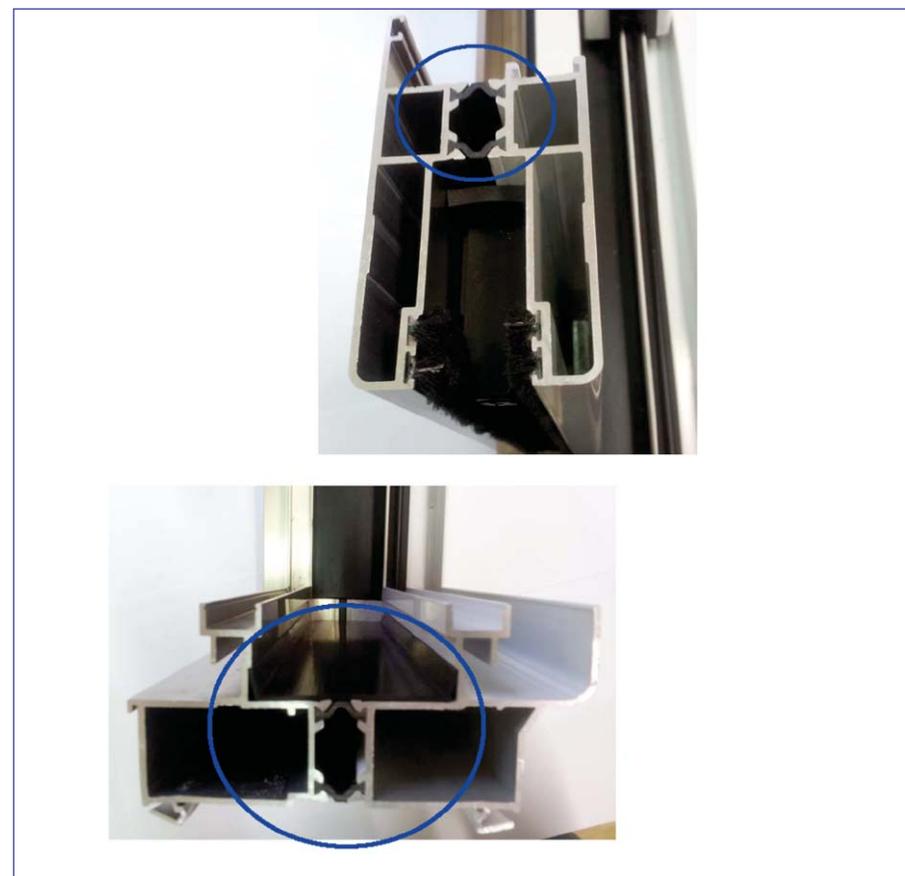
Se muestran a continuación más fotografías con la identificación de la RPT de los sistemas abatibles y deslizantes.

Figura 17. Identificación de la RPT en sistemas abatibles



Fuente: Technoform Bautec

Figura 18. Identificación de la RPT en sistemas deslizantes



Fuente: Technoform Bautec

PVC

Su apariencia plástica es fundamental para determinar este tipo de carpinterías y se debe conocer el número de cámaras y la anchura de la carpintería para determinar sus características de aislamiento térmico.

MADERA

Su aspecto es determinante para el reconocimiento de este material. Se debe evitar confundir con algunos lacados que imitan el aspecto de la madera sobre perfiles de aluminio o combinaciones de materiales en la misma perfilera (carpinterías de aluminio-madera).

ACRISTALAMIENTOS

TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LAS UNIDADES DE VIDRIO AISLANTE

La principal característica de las unidades de vidrio aislante es su elevado aislamiento térmico ($\leq 3,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) frente al proporcionado por un vidrio monolítico: ($U = 5,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$), reduciendo las pérdidas de calor equilibrando la temperatura de la cara interna del acristalamiento y aproximándola a la del recinto. Esto hace que no solo se produzca un ahorro energético sino que aumente la sensación de confort al reducir el efecto de pared fría o pared caliente – según la temperatura exterior-. El aislamiento térmico puede reforzarse mediante la incorporación de vidrios de baja emisividad, también denominados de aislamiento térmico reforzado (ATR), el aumento del espesor de la cámara (hasta 16 mm) y la incorporación de gases específicos.

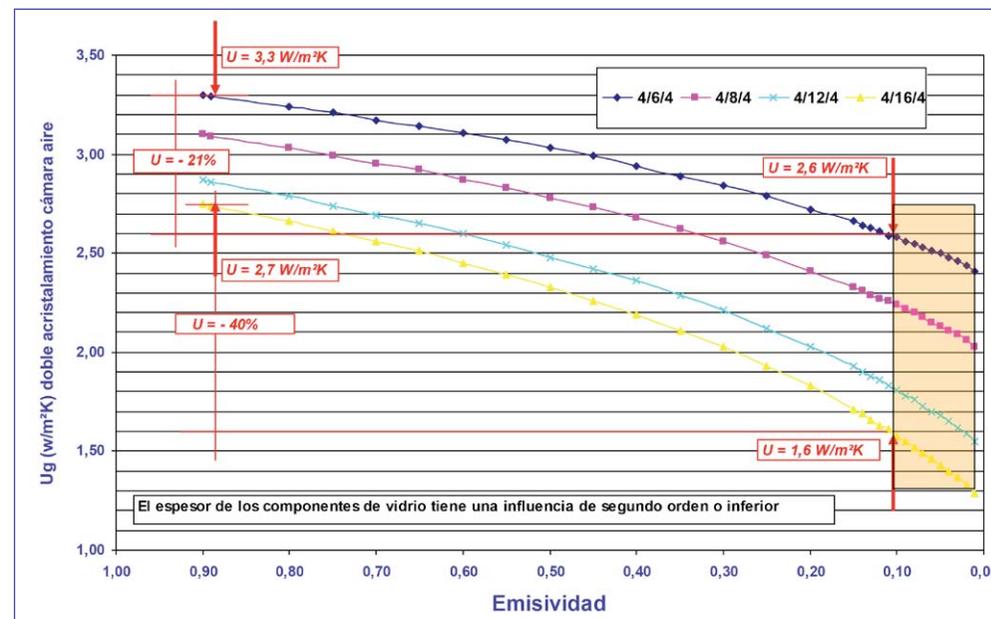
La reducción de la emisividad tiene efecto sobre la transmisión de energía por radiación, reduciéndose cuanto menor sea la emisividad. Esto se traduce en una reducción de la transmitancia térmica y por tanto la unidad de vidrio aislante puede considerarse que posee un aislamiento térmico reforzado.

En la siguiente figura 19 se muestra la influencia que tiene sobre la capacidad de aislamiento, transmitancia térmica, la reducción de la emisividad de uno de los vidrios de la UVA manteniendo constante la cámara de aire. Igualmente puede observarse la variación del valor U ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$) con la cámara para una combinación de vidrios en la que uno de ellos presenta una determinada emisividad.

La transmitancia térmica se calcula según la norma europea UNE-EN 673 y presenta una fuerte variación por la inclusión de un vidrio de emisividad reducida ($\epsilon < 0,20$). Sin embargo, este efecto no se produce en igual medida al incorporar un segundo vidrio bajo emisivo.

No existe norma que defina cuándo un vidrio es considerado bajo emisivo o de Aislamiento Térmico Reforzado (ATR) si bien los productos actualmente disponibles bajo esta denominación presentan emisividades inferiores a 0,10 siendo habituales los productos de emisividad 0,03 y 0,01 frente a una emisividad de 0,89 propia de un vidrio sin ningún tipo de tratamiento. Los productos bajo emisivos de los años 90 podían contar con emisividades de $0,10 \leq \epsilon \leq 0,20$.

Figura 19. Transmitancia térmica del acristalamiento en función de la emisividad



Fuente: SGG Climalit Plus

También es posible aumentar la capacidad aislante de las UVA mediante la inclusión en la cámara estanca de gases de menor conductividad que el aire. Esta práctica es habitual en Europa Central donde las características climatológicas requieren la instalación de acristalamientos con elevada capacidad de aislamiento y comienza a estar presente en nuestras latitudes buscando reducir al máximo las pérdidas energéticas a través de la envolvente del edificio.

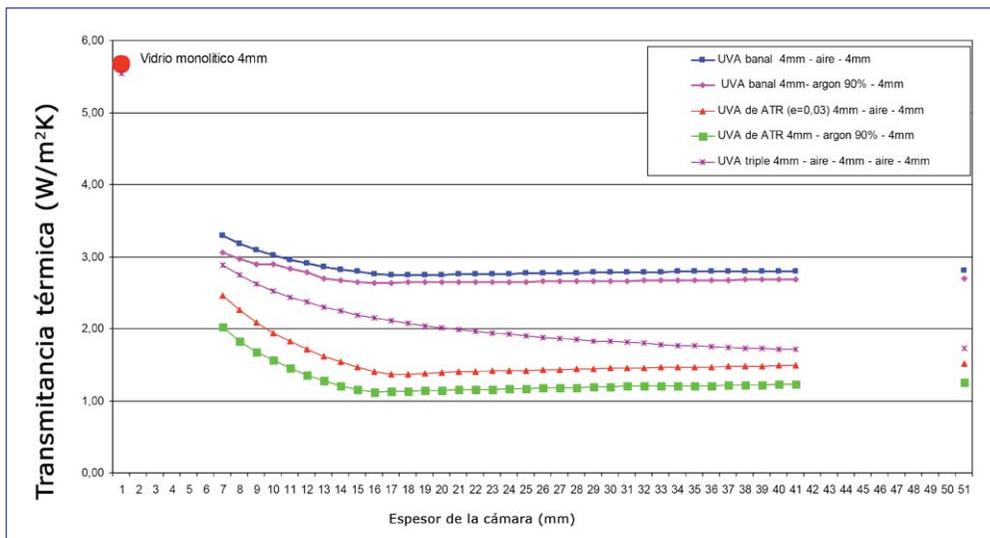
Habitualmente el gas empleado es el argón ya que presenta un coste compatible con la mejora aportada. Otros gases como kriptón o xenón presentan mejor comportamiento pero sus costes requieren una evaluación económica frente a la mejora obtenida.

Los fabricantes de unidades de vidrio aislante suelen dar los valores de transmitancia térmica de las unidades de vidrio aislante con una concentración del 90% de gas o mezcla de gases, ya que es difícil garantizar el completo llenado de la cámara.

En la figura siguiente (figura 20) se muestra el efecto de la cámara en una UVA banal y la mejora alcanzada por la incorporación de gas argón al 90%, en compa-

ración con la incorporación de un vidrio de baja emisividad ($e=0,03$) y la ganancia lograda con la inclusión del mismo gas en igual concentración.

Figura 20. Transmitancia térmica del acristalamiento en función de la cámara



Fuente: SGG Climalit Plus

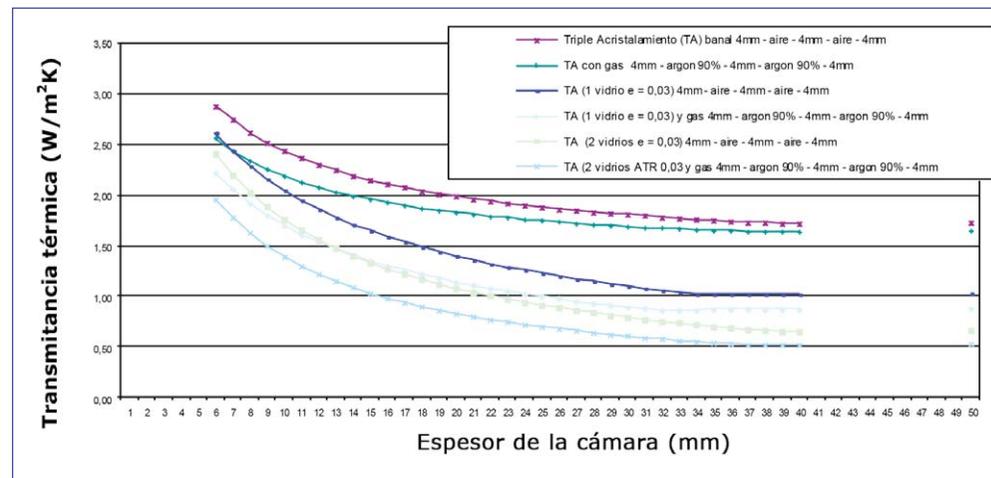
En la misma figura puede observarse la mejora alcanzada respecto al vidrio monolítico ($U = 5,7 \text{ W/m}^2$) y el comportamiento de un triple acristalamiento formado por tres vidrios incoloros sin tratamiento y dos cámaras de aire (como espesor de la cámara se representa la suma de los espesores de ambas cámaras). La inclusión de dos vidrios bajo emisivos no supone una mejora significativa en el valor de la transmitancia. Puede considerarse que el límite actual del valor de U en doble acristalamiento ATR con 90% de gas argón se sitúa en $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ para vidrios con emisividad $e=0,01$.

Puede observarse también que un triple acristalamiento con vidrios banales no alcanza la capacidad aislante de un doble acristalamiento ATR dotado de un vidrio bajo emisivo con el mismo espesor de cámara total. En este caso es necesario tener en cuenta que el espesor total del acristalamiento es mayor por la incorporación del vidrio central y su peso aumenta considerablemente.

El triple acristalamiento dotado de vidrios bajo emisivos permite mejoras respecto a los dobles acristalamientos. En estos casos es preciso valorar el aumento de peso y los sistemas de anclaje, así como el coste.

En la figura siguiente (figura 21) se recoge la evolución del valor U para distintas configuraciones de triple acristalamiento. En este caso utilizando gas argón al 90% y sin recurrir a gases extremadamente costosos, se alcanzan valores de $U = 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$.

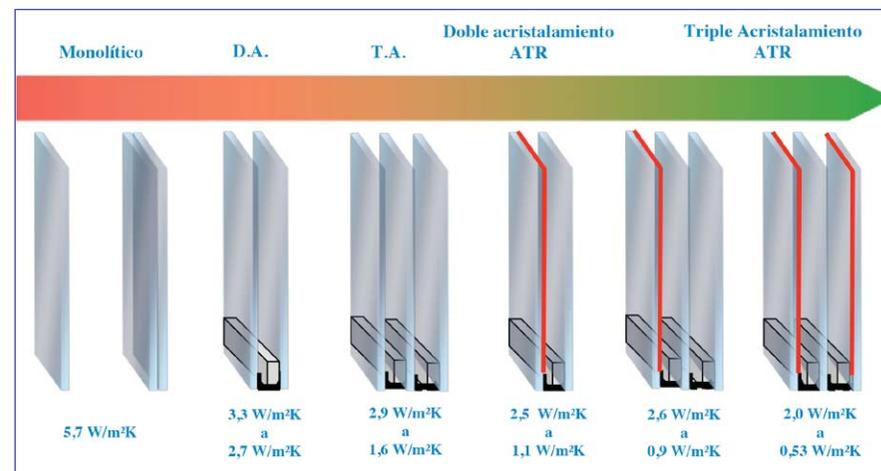
Figura 21. Transmitancia térmica del triple acristalamiento en función de la cámara



Fuente: SGG Climalit Plus

De una forma general puede establecerse una escala en las prestaciones de aislamiento térmico como recoge el esquema siguiente.

Figura 22. Transmitancia térmica del acristalamiento en función del tipo



Fuente: SGG Climalit Plus

Figura 23. Acristalamientos incoloros

Igualmente se obtienen algunas mejoras térmicas adicionales con la incorporación de perfiles espaciadores (denominados *warm-edge*) que aumentan la rotura del puente térmico que puede suponer el espaciador de la unidad de vidrio aislante.

El uso de estos perfiles espaciadores repercute sobre el valor de U de la ventana, en función del perímetro del acristalamiento, pero no sobre el valor U del vidrio que se obtiene en el centro del mismo.

Como segunda aportación, puede considerarse el aumento de la atenuación acústica en su conjunto, ya que existe un doble efecto, debido por una parte al aumento de masa vítrea instalada y por otra parte a la presencia de la cámara de aire u otros gases. Es necesario puntualizar que un doble acristalamiento puede tener peor comportamiento acústico frente a algunas frecuencias que un vidrio monolítico. Como norma general, puede considerarse que el aislamiento acústico ofrecido se ve reforzado si los espesores de los paneles de vidrio que componen la unidad de vidrio aislante son diferentes (composición asimétrica), igualmente aumenta con la masa de vidrio instalada y con el espesor de la cámara de aire. Otra vía para incrementar la atenuación acústica ofrecida es la incorporación de vidrios laminados acústicos, que además pueden aportar las prestaciones de los vidrios de seguridad.

La tercera aportación de las unidades de vidrio aislante la proporcionan las amplias posibilidades de combinación de prestaciones. En un único producto de acristalamiento pueden incorporarse, en distintos grados, funcionalidades tan diversas como aislamiento térmico reforzado, control solar, vidrio de seguridad, aislamiento acústico reforzado, estéticas diferentes por transmisión y por reflexión, control de la luz. Incluso existen capas denominadas autolimpiables –vidrio de capa que requiere un bajo mantenimiento – que son compatibles con todas las anteriores, reduciendo el riesgo de condensaciones en invierno.

Cabe mencionar que mediante la misma técnica de la duplicidad de vidrios, cada vez es más usual la aplicación de un tercer vidrio consiguiendo dos cámaras de aire para así aumentar las características térmicas, acústicas, de seguridad, etc.

Los valores de la transmitancia térmica de los acristalamientos incoloros más usuales en España figuran en el Catálogo de Elementos Constructivos del Código Técnico de la Edificación:

3.15.2 Acristalamientos incoloros

Acristalamientos incoloros											
Composición		Vidrios normales		1 Vidrio normal + 1 vidrio de baja emisividad ⁽³⁾							
Tipo	Espesor (mm)	g _L	ε = 0,89		g _L	0,2 ≥ ε > 0,1		0,1 ≥ ε > 0,03		ε ≤ 0,03	
			U _{H,V} Horiz (1) (4)	U _{H,V} Vert (2) (4)		U _{H,V} Horiz (1) (4)	U _{H,V} Vert (2) (4)	U _{H,V} Horiz (1) (4)	U _{H,V} Vert (2) (4)	U _{H,V} Horiz (1) (4)	U _{H,V} Vert (2) (4)
			W/m ² ·K	W/m ² ·K		W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K
Vidrio sencillo	4	0,85	6,9	5,7	-	-	-	-	-	-	
	6	0,83	6,8	5,7	-	-	-	-	-	-	
	8	0,80	6,8	5,6	-	-	-	-	-	-	
	10	0,78	6,7	5,6	-	-	-	-	-	-	
	12	0,76	6,6	5,5	-	-	-	-	-	-	
Vidrio Laminar ⁽⁵⁾	3+3	0,80	6,8	5,6	-	-	-	-	-	-	
	4+4	0,77	6,7	5,6	-	-	-	-	-	-	
	5+5	0,75	6,6	5,5	-	-	-	-	-	-	
	6+6	0,74	6,5	5,4	-	-	-	-	-	-	
	8+8	0,70	6,3	5,3	-	-	-	-	-	-	
	10+10	0,70	6,2	5,2	-	-	-	-	-	-	
Unidades de vidrio aislante ⁽⁶⁾	4-6-(4 . 10)	0,76	3,6	3,3	0,63	3,0	2,7	2,8	2,6	2,6	2,4
	4-9-(4 . 10)		3,4	3,0		2,7	2,3	2,5	2,1	2,3	1,9
	4-12-(4 . 10)		3,4	2,8		2,6	2,0	2,4	1,8	2,2	1,6
	4-15-(4 . 10)		3,4	2,7		2,6	1,8	2,4	1,6	2,2	1,4
	4-20-(4 . 10)		3,3	2,7		2,5	1,8	2,3	1,6	2,1	1,4
Unidades de vidrio aislante con vidrio laminar ⁽⁵⁾⁽⁶⁾	4-6-(3+3 . 10+10)	0,73	3,6	3,2	0,55	2,9	2,7	2,8	2,5	2,6	2,4
	4-9-(3+3 . 10+10)		3,4	3,0		2,6	2,3	2,4	2,1	2,3	1,9
	4-12-(3+3 . 10+10)		3,4	2,8		2,6	2,0	2,4	1,8	2,2	1,6
	4-15-(3+3 . 10+10)		3,3	2,7		2,5	1,8	2,3	1,6	2,2	1,4
	4-20-(3+3 . 10+10)		3,3	2,7		2,5	1,8	2,3	1,6	2,1	1,4

- (1) Se consideran vidrios en posición horizontal aquellos cuya inclinación sea menor que 60° respecto a la horizontal.
- (2) Se consideran vidrios en vertical aquellos cuya inclinación sea mayor que 60° respecto a la horizontal.
- (3) Para composiciones de doble acristalamiento con un vidrio de control solar se considerará un valor por defecto de factor solar: g_L, comprendido entre 0,40-0,70.
- (4) Los valores de transmitancia han sido calculados según la metodología de la norma UNE EN 673:1998 "Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica, U. Método de cálculo" y las normas UNE 673/A1:2001 y UNE-EN 673/A2:2003 "Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica (valor U). Método de cálculo."
- (5) Los números separados por el símbolo + indican el espesor de los vidrios laminados con 1 butiral de 0,38 mm.
- (6) Los números separados por guiones formando tres conjuntos indican el espesor de las unidades de vidrio aislante o doble acristalamiento. El primer número se refiere al espesor del vidrio, el segundo se refiere al espesor.

Fuente: Catálogo de Elementos Constructivos del CTE

Conviene recordar que los acristalamientos bajo emisivos instalados en los años 1990-2000 ofrecían menos prestaciones que actualmente. Puede considerarse que aquellos acristalamientos poseían una emisividad entre 0,20 y 0,10. Ya en el año 2000 se instalan vidrios de emisividad entre 0,10 y 0,05, siendo a partir de 2005 cuando se instalan vidrios con emisividad menor o igual a 0,03.

Detección de las capas

Para la detección de las capas de ATR es necesario la utilización de detectores (la presencia del bajo emisivo como vidrio interior o exterior tiene baja incidencia en el valor de U pero sí puede modificar las características de control solar).

Figura 24. Detector de capas para vidrios de capa



Fuente: SGG Climalit Plus

3. PROPUESTAS DE MEJORA

3.1. Criterios de diseño en función de la orientación y localización del edificio

El objetivo de reducción de la demanda mediante la sustitución de las carpinterías debe basarse en un estudio de las condiciones existentes que permita proponer la mejor carpintería en función de la ubicación y orientación de la misma.

Criterios de diseño y elección:

En diferentes Guías publicadas por IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético), FENERCOM (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid) e IVE (Instituto Valenciano de la Edificación) se ofrecen diversos criterios a tener en cuenta para la ubicación y elección de las carpinterías, véanse las referencias bibliográficas al respecto para ampliar la información.

Desde el punto de vista del ahorro energético en la elección de los sistemas se debe tener en cuenta:

- Los vidrios de baja emisividad aumentan el aislamiento térmico (mejor cuanto menor sea la emisividad).
- Para la elección del tipo de vidrio al aumentar el espesor de la cámara en los dobles acristalamientos mejoran las prestaciones térmicas, hasta espesores de cámara de un máximo de 16mm.
- Los vidrios de bajo factor solar reducen el calor aportado por el sol, dejando pasar la luz, por lo que es recomendable su utilización en ventanas que reciben radiación solar directa (orientaciones sur, sureste, suroeste, este y oeste).

Desde el punto de vista de las unidades de vidrio aislante se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Siempre es aconsejable valores reducidos de U, en las orientaciones norte, los acristalamientos deben permitir la máxima transmisión luminosa y la menor transmitancia térmica (vidrios con aislamiento térmico reforzado y que dejen pasar mucha luz).
- En climas donde predominen las condiciones de verano, es aconsejable instalar acristalamientos con factor solar reforzado, manteniendo valores de U reducidos.
- La posición de la capa cara 2 o cara 3 de baja emisividad (la denominación de las capas es desde el exterior hacia el interior: caras 1 a 4), no afecta al valor de la U que ofrece el acristalamiento.

Sin embargo, cuando se busca mayor protección solar la capa debe estar situada en la cara 2 (capa dentro de la cámara del vidrio exterior) y si se buscan mayores aportes solares se posicionaría en la cara 3.

Algunos acristalamientos de ATR poseen un posicionamiento definido que no puede modificarse sin riesgo de variaciones estéticas.

Desde el punto de vista de la orientación en la elección de los acristalamientos se debe tener en cuenta los siguientes aspectos relacionados con el comportamiento de las ventanas en relación a los aportes solares:

- Orientación sur: ganancias térmicas en invierno y aportes medios en verano, los niveles de iluminación son elevados y constantes a lo largo del día.

- Orientación NE-SE y SO-NO: elevadas ganancias térmicas en verano y bajas en invierno, niveles de iluminación medios y variables a lo largo del día.
- Orientación norte: escasa ganancia térmica y niveles de iluminación bajos pero constantes a lo largo del día.

Desde el punto de vista de las protecciones solares es muy importante la colocación de persianas o elementos de protección continua en el exterior para limitar la radiación solar de verano, con las dimensiones e inclinaciones adecuadas.

Desde el punto de vista del aislamiento acústico en la elección de los sistemas se debe tener en cuenta:

- Respecto a los acristalamientos, los dobles acristalamientos se comportan mejor con vidrios de diferente espesor a ambos lados de la cámara y cuanto mayor espesor presentan.
- Los vidrios laminares presentan mejor comportamiento acústico, mejorando las prestaciones los laminares acústicos.

Teniendo en cuenta todo lo anterior hay que considerar que existe una amplia gama de vidrios bajo emisivos con diferentes controles solares lo que permite reducciones fuertes de la transmitancia con pequeñas disminuciones de g (factor solar) por lo que afectarán poco a las ganancias de invierno.

Por otra parte, en climas fríos los aportes solares son escasos en invierno y los veranos son cortos y frescos.

En climas donde los veranos son largos y calurosos es conveniente la instalación de vidrios con factores solares bajos y dotados de baja emisividad.

La pérdida de aportes solares suele ser reducida dada la poca altura del sol y que en muchas ocasiones los edificios colindantes proyectan su sombra sobre el hueco. No así en verano cuando el sol está más alto.

3.2. Criterios reglamentarios

Transmitancia térmica de huecos en el Código Técnico de la Edificación (actualización de septiembre de 2013)

Se analizan a continuación los principales apartados de la actualización del CTE en su documento de Ahorro de Energía (DBHE1).

Limitación del consumo energético

En esta actualización se incorpora el requisito HE 0 de 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 $kW\cdot h/m^2\cdot año$, 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 m^2 .

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

	Zona climática de invierno					
	a	A	B	C	D	E
$C_{ep,base}$ [$kW\cdot h/m^2\cdot año$]	35	35	35	45	55	65
$F_{ep,sup}$	1000	1000	1000	1500	3000	4000

Fuente: DBHE0 del CTE

- 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.

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 $kW\cdot h/m^2\cdot año$, 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 del DBHE1.
- $F_{cal,sup}$ 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					
	a	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

Fuente: DBHE1 del CTE

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

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	35	35	35	45
3,4	1000	1000	1000	1500

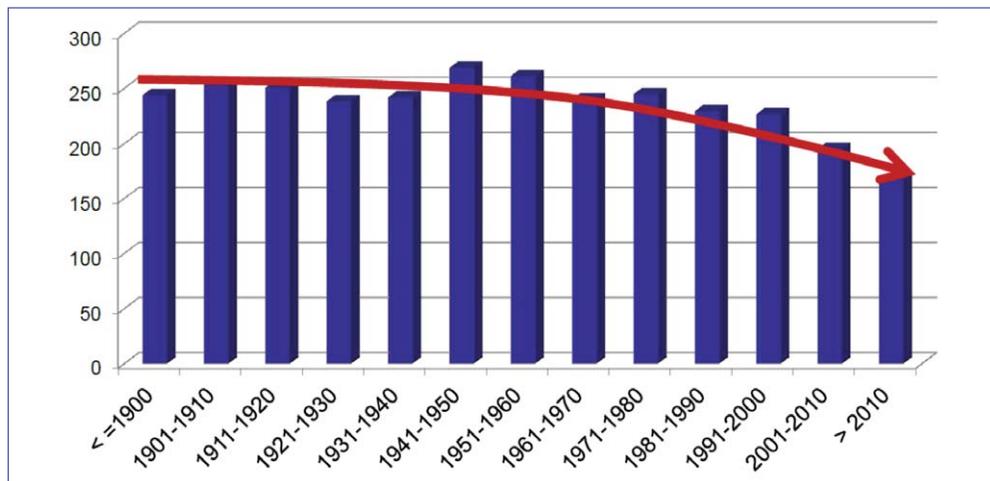
* No debe superar la demanda límite del edificio de referencia

Fuente: DBHE1 del CTE

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 $kW\cdot h/m^2$ 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.

Se muestra a continuación un gráfico, elaborado por ICAEN, con la evolución de la demanda de energía primaria desde 1900 en función del año de construcción del edificio, en los edificios certificados en Cataluña.

Figura 25. Evolución de la demanda de energía primaria (kW/m²/año)



Fuente: ICAEN

Limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado

Para la limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado la **transmitancia térmica y permeabilidad al aire de los huecos** y la transmitancia térmica de las zonas opacas de muros, cubiertas y suelos, que formen parte de la envolvente térmica del edificio, **no debe superar los valores establecidos en la tabla 2.3**. De esta comprobación se excluyen los puentes térmicos.

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

Parámetro	ZONAS α	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS 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: DBHE1 del CTE

Sin embargo, tal y como se indica más adelante, el apéndice E proporciona los valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente térmica, entre ellos los de los huecos, para el predimensionado de soluciones constructivas en uso residencial y que aunque no garantiza el cumplimiento de la exigencia, conducen a soluciones próximas a su cumplimiento. En el caso de los huecos los valores de transmitancia térmica que se aportan en este apéndice E son inferiores a los que se indican en la tabla 2.3, como mínimos para evitar descompensaciones.

Intervenciones en edificios existentes

Cuando la intervención produzca modificaciones en las condiciones interiores o exteriores de un elemento de la envolvente térmica que supongan un incremento de la demanda energética del edificio, las características de este elemento se adecuarán a las establecidas en el nuevo Documento Básico (DB HE).

En las obras de reforma en las que **se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio** y en las destinadas a un cambio de uso característico del edificio se limitará la **demanda energética conjunta del edificio** de manera que sea inferior a la del edificio de referencia.

Intervenciones en pequeñas reformas

En las obras de reforma no consideradas en el caso anterior, **los elementos de la envolvente térmica que se sustituyan, incorporen, o modifiquen sustancialmente, cumplirán las limitaciones establecidas en la tabla 2.3**. Cuando se intervenga simultáneamente en varios elementos de la envolvente térmica, se podrán superar los valores de transmitancia térmica de dicha tabla si la demanda energética resultante fuera igual o inferior a la obtenida aplicando los valores de la tabla a los elementos afectados.

NOTA. Edificio de referencia: es el edificio obtenido a partir del edificio objeto que se define con su misma forma, tamaño, orientación, zonificación interior, uso de cada espacio, e iguales obstáculos, y unas soluciones constructivas con parámetros característicos iguales a los establecidos en el Apéndice D (los parámetros del DBHE1 del CTE del 2006).

Apéndice E. Valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente térmica.

El apéndice E del DBHE1 aporta **valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente térmica** para el predimensionado de soluciones constructivas en uso **residencial**.

El uso de soluciones constructivas con parámetros característicos iguales a los indicados no garantiza el cumplimiento de la exigencia **pero debería conducir a soluciones próximas a su cumplimiento**. Los valores se han obtenido considerando unos puentes térmicos equivalentes a los del edificio de referencia y un edificio de una compacidad media.

Para simplificar el uso de estas tablas se ha tomado como límite de aplicación una **superficie total de huecos no superior al 15% de la superficie útil**. Las **transmitancias térmicas de huecos y el factor solar modificado recomendados deberían reducirse respecto a los indicados en caso de tener relaciones mayores de superficie de huecos respecto a la superficie útil**.

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**. Para cada nivel de captación y zona climática se proporciona un rango de transmitancias que corresponde a un porcentaje total de huecos respecto a la superficie útil entre el 15% (nivel inferior) y el 10% (nivel superior).

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

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: DBHE1 del CTE

Valores de transmitancia térmica de huecos en el Catálogo de elementos Constructivos del CTE

Se pueden consultar directamente los valores en:

<http://www.elementosconstructivos.codigotecnico.org/>

NOTA. Se trata de valores conservadores, por lo que se recomienda consultar a los fabricantes para los valores de los sistemas concretos.

PERMEABILIDAD AL AIRE DE LAS VENTANAS

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, m³/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 zona climática establecida.

El apartado 4.14 de la norma europea UNE-EN 14351-1 (Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y/o control de humo) prevé que la permeabilidad al aire de las ventanas se determine mediante un ensayo con presiones positivas y otro con presiones negativas, según la norma europea UNE-EN 1026 (Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Método de ensayo).

El resultado del ensayo, definido como la media numérica de los dos valores de permeabilidad (m³/h) en cada escalón de presión, debe expresarse de acuerdo con el apartado 4.6 de la norma europea UNE-EN 12207 (Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Clasificación).

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.

Las clasificaciones de la norma europea UNE-EN 12207 son las siguientes:

Tabla 1. Clasificación de las ventanas por su permeabilidad al aire

Clase	Presión máxima de ensayo (Pa)	Permeabilidad al aire de referencia a 100 Pa	
		Por superficie total (m ³ /h·m ²)	Por longitud de juntas (m ³ /h·m)
0	-	No clasificada	
1	150	50	12,50
2	300	27	6,75
3	600	9	2,25
4	600	3	0,75

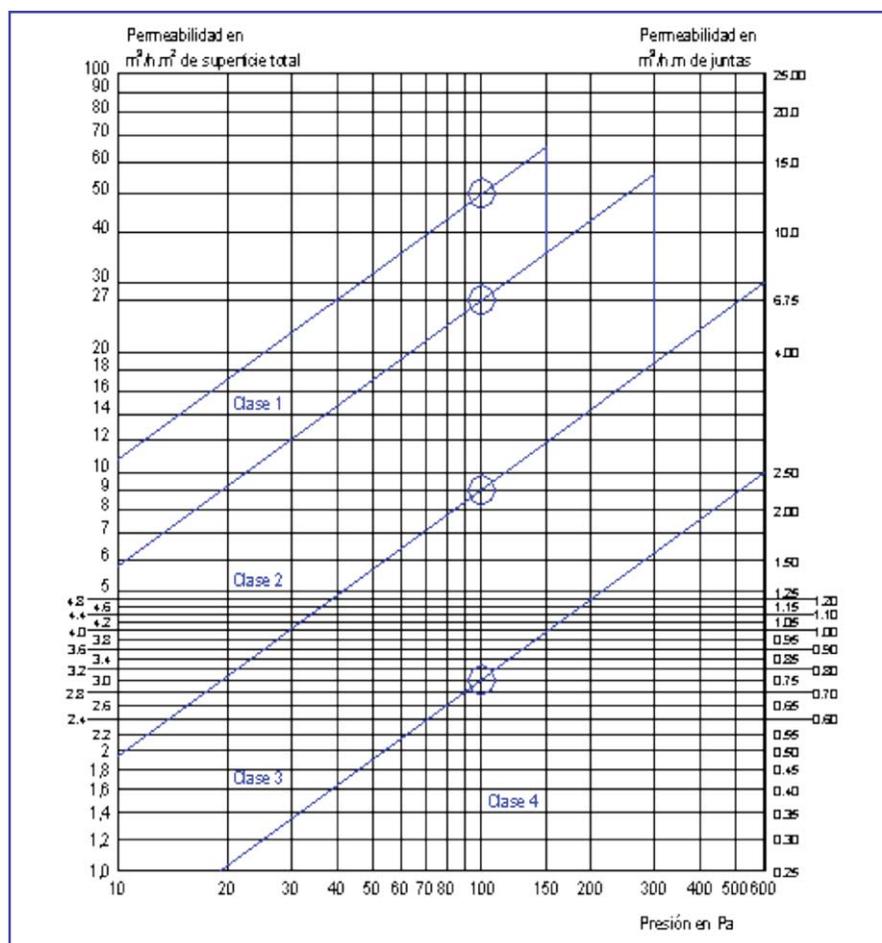
Fuente: UNE EN 12207

Gráficamente, la permeabilidad se representa por la curva característica $Q = m \cdot \Delta P^{2/3}$, que es una gráfica doblemente logarítmica donde están definidas las "áreas" de clasificación (véase figura 26).

El DB HE 1 establece 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 m³/h m²; esto significa que las ventanas deben ser de clase 1 como mínimo.
- b) para las zonas climáticas C, D y E: 27 m³/h m²; esto significa que las ventanas deben ser de clase 2 como mínimo.

Figura 26. Clasificación de la permeabilidad al aire



Fuente: Norma UNE-EN 12207

3.3. Mejora del acristalamiento

Durante los años 1990 a 2010 se han colocado millones de ventanas dotadas de doble acristalamiento básico, con vidrios sin tratamiento de capa y que están en buen estado de conservación instaladas en carpinterías de PVC, madera y metálicas de RPT que se encuentran a mitad de su vida útil y en perfecto estado.

Estas ventanas son susceptibles de mejorar sus prestaciones sustituyendo los dobles acristalamientos básicos por acristalamientos de aislamiento térmico reforzado con igual cámara o en algún caso ampliada.

La reducción de la transmitancia del vidrio pasa a ser casi la mitad del existente y al ocupar el vidrio una gran superficie de la ventana, afectará en gran medida al conjunto de la misma. Esto puede significar una reducción de la transmitancia de la ventana en torno al 30-40% en función de los casos, mejorando a su vez el control solar.

La intervención es sencilla, rápida y de coste muy reducido, por lo que el periodo de retorno se reduce considerablemente.

3.4. Carpinterías más eficientes actuales

Sin entrar en un comparativo entre los materiales que actualmente se utilizan en la fabricación de ventanas y sabiendo que todos ellos, como se ha comentado anteriormente, son idóneos y de uso frecuente en nuestro mercado, cabe fijarse a nivel energético en las prestaciones térmicas y de permeabilidad que presentan las ventanas. Si con los acristalamientos se puede llegar a unos valores aproximados de 0,5 W/m²K, actualmente las carpinterías pueden alcanzar valores que rondan los 0,8 W/m²K.

En cuanto a la permeabilidad al aire la clase 4 es comúnmente alcanzada por los sistemas de carpintería abisagrados con doble junta. Sin embargo, las ventanas deslizantes o correderas suelen obtener clase 3.

3.5. Importancia de la instalación de la carpintería

A parte de los requerimientos básicos e imprescindibles en la instalación de la ventana tales como la impermeabilidad, la estabilidad, la seguridad, el aislamiento acústico,

etc. (véase Manual de instalación de ventanas de ASEFAVE), a nivel energético, sobre todo se debe poner especial atención a la permeabilidad del aire y a la transmitancia térmica de las uniones de la ventana a obra.

Una vez completada la elaboración de la ventana, siguiendo las instrucciones de fabricación y el correspondiente control de producción en fábrica, es fundamental asegurar que las prestaciones de la ventana no se disminuyen durante el proceso de colocación en el hueco y que en la zona de entrega estas prestaciones igualmente se mantengan o incluso se mejoren.

Es imprescindible que no se produzcan puentes térmicos ni ningún tipo de filtración de aire.

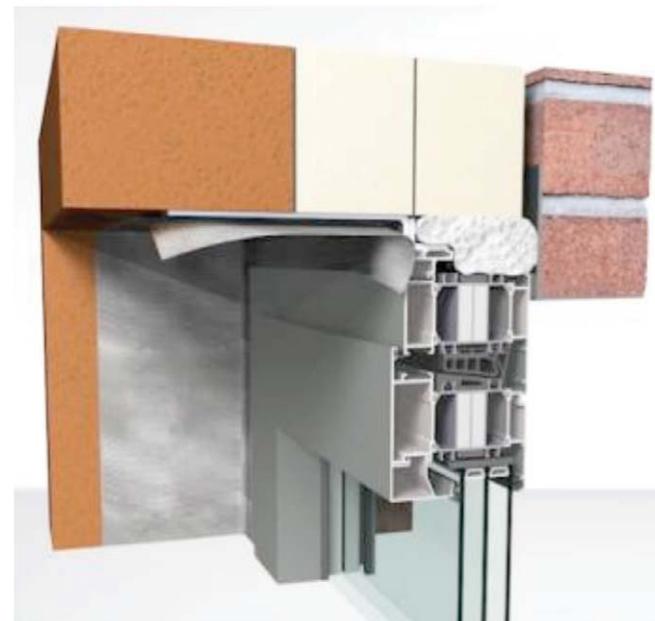
La entrega de los cerramientos a obra suele ser una zona crítica, a veces descuidada, de la que en ocasiones se desprecia su importancia y puede suponer un punto débil en cuanto a la transmitancia térmica. Para evitarlo se debe conocer bien la carpintería que se está utilizando, conocer dónde se sitúa la zona de rotura de puente térmico y asegurar que esta línea imaginaria que separa el interior del exterior es continua con el aislamiento de los muros que la rodean y que no sufre ningún tipo de interrupción.

Se debe realizar una preparación y revisión del hueco, el montaje de la carpintería, un correcto sellado, y especial atención al correcto montaje del acristalamiento, con la utilización de calzos adecuados, teniendo en cuenta el posicionamiento de los vidrios según las especificaciones.

Se recomienda consultar el *Manual de instalación de ventanas de ASEFAVE*, para ampliar información.

Se incluye en el **Anexo I** un resumen de los aspectos fundamentales del sellado de la ventana al hueco, a tener en cuenta.

Figura 27. Instalación de ventana en obra



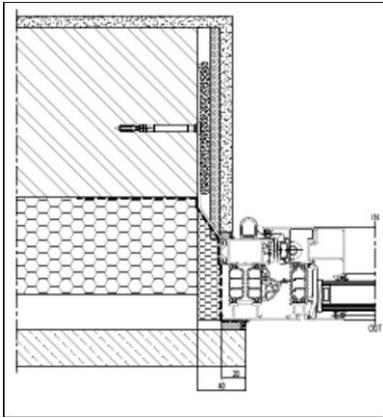
Fuente: Reynaers Aluminium

Figura 28. Sellado interior de la ventana



Fuente: Reynaers Aluminium

Figura 29. Ejemplo de fijación de ventana a obra



Fuente: Reynaers Aluminium

Instalación de ventanas de tejado

En el caso particular de las ventanas de tejado, un aspecto importante a tener en cuenta es la profundidad de la instalación de la ventana en el forjado y, al igual que en el resto de ventanas, que no se produzcan puentes térmicos ni ningún tipo de filtración de aire.

La instalación de ventanas ha evolucionado pudiendo realizarse una instalación hundida, profundizando 4 cm más en el forjado, mejorando el aislamiento de la ventana y proporcionando una mejor integración en la cubierta.

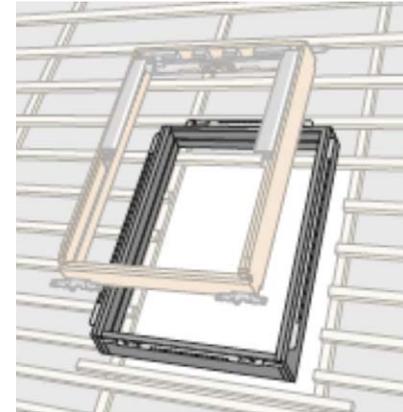
Figura 30. Ventana de tejado



Fuente: Velux

Para evitar los puentes térmicos la ventana para tejado puede instalarse con un premarco aislante. El premarco garantiza el perfecto aislamiento y estanqueidad de la junta entre la ventana y el forjado de cubierta.

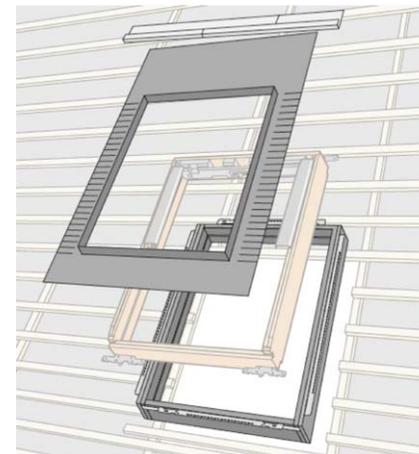
Figura 31. Premarco aislante en ventana de tejado



Fuente: Velux

Si además se quiere conseguir una correcta impermeabilización se puede instalar una lámina impermeable perimetral junto con un canal de drenaje superior que conduce el agua, que baja por la lámina impermeable de la cubierta, lejos de la ventana.

Figura 32. Lámina impermeable perimetral en ventana de tejado



Fuente: Velux

Si se realiza una instalación a mayor profundidad y se instalan los productos mencionados (premarco aislante y lámina impermeabilizante), se consiguen mejorar los valores de la transmitancia térmica.

Figura 33. Instalación de ventana de tejado



Fuente: Velux

3.6. Otras mejoras no energéticas que se obtienen con la sustitución de las carpinterías

La instalación de carpinterías de altas prestaciones no solo supone un aumento del confort térmico de las viviendas, sino que incide positivamente en diferentes aspectos. No hay que olvidar que la ventana por sí misma engloba diferentes prestaciones relacionadas con aspectos energéticos, acústicos, de seguridad de uso, de control solar y estéticos.

Por ello, la correcta elección e instalación de una buena ventana mejora el confort térmico de las viviendas pero además permite obtener beneficios relacionados con los siguientes aspectos.

1. Iluminación

Los huecos deben proporcionar la iluminación natural suficiente que favorezca la mejor habitabilidad y soleamiento en los diferentes espacios de una vivienda,

disminuyendo el consumo de iluminación artificial y mejorando la eficiencia energética de la vivienda o edificio.

2. Ventilación

Los huecos practicables permiten la ventilación natural de las estancias.

3. Limitación de la demanda energética

Es una de las principales mejoras que se obtienen en el caso de las actuaciones de cambio de ventanas por otras térmicamente más eficientes. Se debe tener en cuenta las condiciones de orientación y ubicación desde el punto de vista de la limitación de las aportaciones de radiación solar, como ya se ha comentado.

4. Confort acústico

La normativa vigente ya exige prestaciones de aislamiento acústico de las ventanas en función del tipo de ruido exterior, el aislamiento acústico de la fachada, el tipo de estancia y el porcentaje de huecos en la fachada. La ventana es el elemento fundamental de las fachadas para lograr un confort acústico adecuado, teniendo en cuenta el conjunto de la ventana con su cajón de persiana y aireadores si los tuviera.

En esta prestación tiene influencia el tipo de apertura, en general las carpinterías abatibles, que tienen menor permeabilidad, alcanzan mayor aislamiento acústico a ruido aéreo que las deslizantes.

5. Protección frente a la humedad

Las ventanas deben estar protegidas contra las humedades por condensación interior. La condensación en las ventanas se puede producir tanto en los vidrios como en los perfiles de la carpintería.

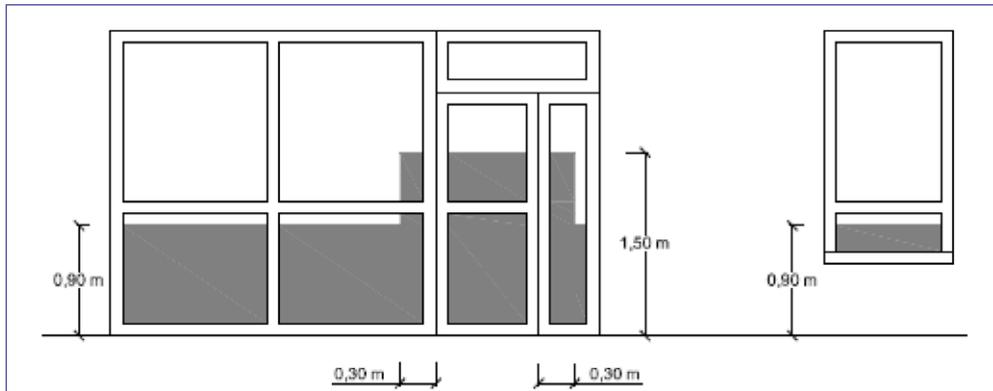
Con el fin de evitar cualquier formación de condensación sobre el acristalamiento o sobre los perfiles de carpintería, es importante escoger el producto con un aislamiento térmico en relación al clima del entorno.

6. Seguridad de utilización y accesibilidad

El Código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad, incluye como requisito la necesidad de contemplar el posible impacto con elementos frágiles. Este requisito de seguridad de utilización del CTE consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios.

El DB SUA establece la situación de los acristalamientos para los cuales se definen las áreas con riesgo de impacto:

Figura 34. Identificación de las áreas con riesgo de impacto



Fuente: CTE – DB SUA

Para estas áreas de posible impacto se define el nivel prestacional que debe alcanzar el vidrio, desde el punto de vista de la seguridad. Estas exigencias se aportan en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Valor de los parámetros XYZ en función de la diferencia de cotas

Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada	Valor del parámetro		
	X	Y	Z
Mayor que 12 m	cualquiera	B ó C	1
Comprendida entre 0,55 m y 12 m	cualquiera	B ó C	1 ó 2
Menor que 0,55 m	1, 2 ó 3	B ó C	cualquiera

Fuente: CTE – DB SUA

La exigencia se establece en función de tres niveles de diferencia de cota a ambos lados del elemento frágil. En función de esta diferencia de cota se establece la exigencia, siendo mayor cuanto mayor es la altura de caída a través del hueco, en función de los parámetros X(Y)Z. La anterior caracterización del elemento se realiza en función de la norma europea UNE-EN 12600.

UNE-EN 12600:2003. Vidrio para la edificación. Ensayo pendular. Método de ensayo al impacto y clasificación para vidrio plano.

Para la clasificación del vidrio, los parámetros X(Y)Z a los que se hace referencia en la tabla 1.1 de la Sección SUA 2 apartado 1.3 se corresponden con los $\alpha(\beta)\phi$ de la norma europea UNE-EN 12600:2003.

Estos parámetros tienen en consideración tanto la fabricación del vidrio para cumplir unas determinadas prestaciones (p.e. como laminado o templado) como su resistencia al impacto en unas determinadas condiciones de ensayo. Es importante señalar que para el parámetro Y sólo se tiene en cuenta la fabricación del vidrio y no sus prestaciones frente al impacto, que es lo que se determina en el ensayo para los parámetros X y Z.

La clasificación de prestaciones del vidrio a impacto o frente a la resistencia al cuerpo pendular determinado de acuerdo a la norma europea UNE EN 12600 viene reflejada en el marcado CE del producto para los vidrios de seguridad.

4. DOCUMENTACIÓN EXIGIBLE A LAS NUEVAS CARPINTERÍAS

4.1. Marcado CE de ventanas y marcado CE de unidades de vidrio aislante

El marcado CE es una consecuencia de la derogada Directiva Europea de Productos de Construcción" 89/106/CE, sustituida, desde el 1 de julio de 2013, por el Reglamento de Productos de la Construcción.

El marcado CE para las ventanas y puertas peatonales exteriores quedó establecido por primera vez en las Comunicaciones de la Comisión Europea 2006/C 304/01 (DOUE 13.12.2006) y 2008/C 321/01 (DOUE 16.12.2008), que han sido transpuestas al derecho interno a través de las Resoluciones de 17 de abril de 2007 (BOE 5.5.2007) y de 5 de mayo de 2009 (BOE 20.5.2009), respectivamente.

La norma europea armonizada de aplicación para ventanas es la:

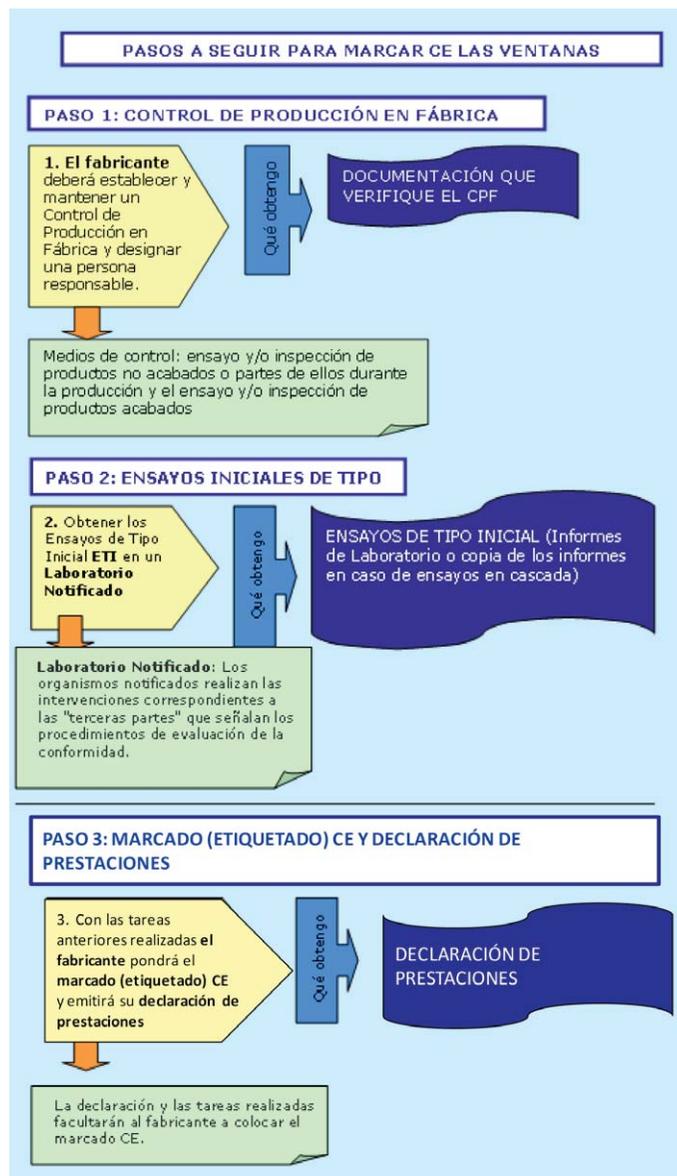
UNE EN 14351-1. Ventanas y puertas peatonales exteriores. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas peatonales exteriores sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.

Dicha norma ha sido revisada por el CEN TC 33, en Marzo 2010 (**EN 14351-1:2006+A1:2010**), estando disponible la versión española **UNE EN 14351-1:2006+A1:2011**, en adelante "la norma". Esta Norma sustituye a la EN 14351-1:2006.

Por ello, al publicarse esta modificación 1 de la norma, (A1), la norma de aplicación para el marcado CE es la UNE-EN 14351-1:2006+A1:2011, **desde el 1-12-2010**.

Para realizar el marcado CE de ventanas los fabricantes han de realizar los pasos que se analizan en la *Figura 36*. Lo que supone la realización en un Organismo Notificado de los ensayos o cálculos de las prestaciones de las ventanas.

Figura 36. Pasos para realizar el marcado CE de ventanas



Fuente: Elaboración propia

Las características que se declaran para el Marcado CE son las que se enumeran en la tabla siguiente:

Características para el mercado 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 (3)	Por ensayo o por cálculo (sólo en elementos fijos)
Resistencia a la carga de nieve y carga permanente (4.3)	-	-	X (3)	
Resistencia a los impactos (4.7 y 4.24.1)	-	X (3)	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 (3)	-	
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 (3)	X (3)	X (3)	
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 realizarlos el fabricante (también mediante valores tabulados o cálculos).

Fuente: Instrucción para la puesta en práctica del marcado CE de ventanas. Ministerio de Industria

NOTA. El Ministerio de Industria, Energía y Turismo ha publicado una "Instrucción sobre criterios para la puesta en práctica del marcado CE de las ventanas, ventanas para tejados y puertas exteriores peatonales", cuya última versión es la sexta de octubre 2013. Esta Instrucción tiene por objeto establecer los criterios para la correcta aplicación del marcado CE de las ventanas y puertas peatonales exteriores, en aplicación del anexo ZA de la norma de producto.

Más información: www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/Directiva.aspx?Directiva=89/106/CEE

El mercado CE de las unidades de vidrio aislante se realiza según la norma armonizada UNE-EN 1279-5. La norma especifica los requisitos, la evaluación de conformidad y el control de producción en fábrica de unidades de vidrio aislante para uso en edificios.

Los principales usos para unidades de vidrio aislante son instalaciones en ventanas, puertas, fachadas ligeras, techos y particiones cuando existe protección contra las radiaciones ultravioleta directas sobre los bordes.

Uso previsto y/o Norma de Producto	Requisitos obligatorios	Sistema de evaluación	Fecha obligatoriedad mercado CE
UNE-EN 1279-5:2006+A2:2010	En función del uso	1/3/4	01/03/2007 (Norma UNE-EN 1279-5:2006) 01/09/2010 (Norma UNE-EN 1279-5:2004+A1:2008) 01/02/2012 (Norma UNE-EN 1279-5:2006+A2:2010)

En las características a declarar para el mercado CE de las unidades de vidrio aislante se incluye la transmitancia térmica de la UVA y el factor solar g.

5. DOCUMENTACIÓN VOLUNTARIA

5.1. Marcas de calidad voluntarias

En el caso de las ventanas y dobles acristalamientos o UVAs, existen diferentes marcas de calidad voluntarias, entre ellas, la **Marca AENOR de calidad**.

La **marca AENOR** es una marca de conformidad que atestigua que el producto satisface los requisitos establecidos en determinadas normas UNE, relativos a aspectos de seguridad y aptitud para la función.



El objetivo de la Certificación de AENOR de ventanas y unidades de vidrio aislante es asegurar la conformidad con los requisitos exigidos en las normas aplicables a cada producto, lo que asegura al fabricante, entre otras cuestiones, poder demostrar el cumplimiento con los requisitos exigidos por sus clientes.

En concreto para **ventanas**, satisfacen los requisitos de la norma armonizada **UNE-EN 14351-1**, para el caso de las **unidades de vidrio aislante** la norma es la **UNE-EN 1279-5**.

La certificación incluye:

- *Visita anual a las instalaciones del fabricante por los servicios técnicos de AENOR para verificar el control de producción en fábrica (ensayos realizados por el fabricante, equipamiento de producción y ensayos, etc.), seleccionar muestras y realizar una auditoría conforme a los requisitos aplicables de la norma UNE-EN ISO 9001.*
- *Ensayos realizados en los laboratorios para la norma aplicable sobre muestras seleccionadas en las instalaciones del fabricante por los servicios técnicos de AENOR.*

Más información:

www.aenor.es

www.asefave.org/asefave-y-aenor/certificacion-productos

5.2. Etiqueta de Eficiencia Energética de Ventana

Ya en 2009, la Unión Europea aprobó la Directiva 2009/125/CE sobre criterios ecológicos de diseño, que se traspuso a nivel nacional mediante el Real Decreto 187/2011 relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía, haciendo mención expresa en su campo de aplicación a las ventanas.

En consonancia con este entorno, al cual se suma una mayor concienciación por parte de los usuarios de exigir más confort tanto en las viviendas como en los centros de trabajo, ASEFAVE Asociación Española de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas ha desarrollado la etiqueta de eficiencia energética de ventanas. Se trata de una etiqueta de carácter voluntario, anticipándose a una obligatoriedad a nivel europeo que se prevé que se produzca a medio plazo. Esta etiqueta ha sido pensada principalmente, pero no de forma exclusiva, para orientar al particular que decide

Figura 37. Etiqueta de Eficiencia Energética de Ventanas

acometer el cambio de ventanas en su vivienda. Pretende aportar un criterio objetivo que ayude en la toma de decisiones.

La clasificación que hace esta etiqueta de ventanas es de carácter cualitativo, no cuantitativo, ya que directamente no calcula el posible ahorro energético que puede conseguirse en la vivienda con el cambio de ventanas (ahorro que depende de la ubicación de la vivienda, de su tipología constructiva, hábitos de los usuarios,..., factores difíciles de abordar en este etiquetado), pero sí indica el grado de eficiencia de la ventana en función de sus prestaciones técnicas intrínsecas (transmitancia térmica, permeabilidad al aire y factor solar del acristalamiento).

Los valores utilizados en el programa de cálculo provienen del mercado CE de la ventana, obligatorio desde febrero de 2010, y es condición indispensable para ser licenciatario que la empresa aporte la documentación correspondiente al mercado CE de las ventanas que quiere etiquetar.

La etiqueta adopta un formato ya familiar al usuario (empleado en las etiquetas de electrodomésticos), añadiendo una segunda clasificación (expresada mediante estrellas) para caracterizar el comportamiento de la ventana en temporada de verano, pues la contribución al ahorro energético puede provenir tanto de evitar la pérdida de energía en invierno como de limitar las aportaciones solares en verano.

La responsabilidad del etiquetado es completa por parte del fabricante.

Aunque la etiqueta no lo recoge expresamente, es imprescindible para obtener una óptima eficiencia energética realizar un correcto montaje de la ventana y combinar una buena ventana con elementos de protección solar, así como un correcto uso de los mismos.

Toda la información referente al etiquetado energético de las ventanas se encuentra disponible en www.ventanaseficientes.com, que incluye un simulador para conocer a priori la calificación de la ventana a partir de sus datos técnicos, así como un listado de aquellas empresas que disponen de la licencia de etiquetado.

Eficiencia Energética de la Ventana

Fabricante

Código de Registro

Modelo

Invierno		Verano
<p>Más eficiente</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 100%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, green 49%, yellow 49% 51%, red 51%);"></div> <div style="width: 100%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, green 49%, yellow 49% 51%, red 51%);"></div> <div style="width: 100%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, green 49%, yellow 49% 51%, red 51%);"></div> <div style="width: 100%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, green 49%, yellow 49% 51%, red 51%);"></div> <div style="width: 100%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, green 49%, yellow 49% 51%, red 51%);"></div> <div style="width: 100%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, green 49%, yellow 49% 51%, red 51%);"></div> <div style="width: 100%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, green 49%, yellow 49% 51%, red 51%);"></div> </div> <p style="margin-top: 10px;">Menos eficiente</p>		<p>Más eficiente</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 100%; height: 15px; background-color: #0056b3; color: white; display: flex; justify-content: center; align-items: center;">☆☆☆</div> <div style="width: 100%; height: 15px; background-color: #0056b3; color: white; display: flex; justify-content: center; align-items: center;">☆☆</div> <div style="width: 100%; height: 15px; background-color: #0056b3; color: white; display: flex; justify-content: center; align-items: center;">☆</div> </div> <p style="margin-top: 10px;">Menos eficiente</p>

Ficha Técnica de la Ventana

Zona climática	Transmitancia térmica de la ventana (W/m²K)	Permeabilidad al aire de la ventana
Transmitancia térmica del marco (W/m²K)	Transmitancia térmica del acristalamiento (W/m²K)	Factor solar del acristalamiento (adimensional)

Para más información visite la web www.ventanaseficientes.com o bien en el código QR del lateral derecho de la etiqueta.

www.asefave.org

Fuente: Asefave

ANEXO 1. EL SELLADO DE LA VENTANA AL HUECO

1. La importancia de una buena instalación: Puentes térmicos y estanquidad e infiltraciones.

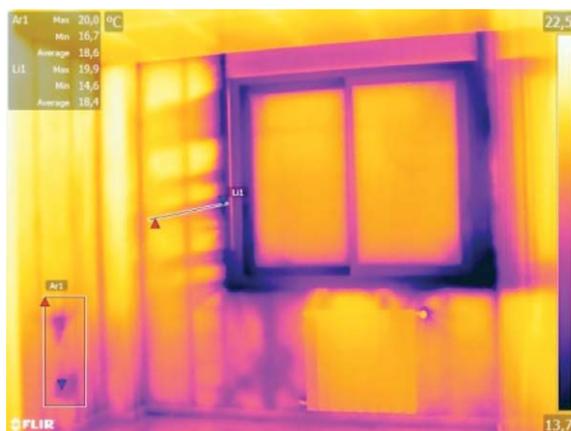
La instalación de las carpinterías de forma correcta es **esencial para asegurar la estanquidad y aislamiento entre éstas y la mampostería**. Una buena instalación ayuda a reducir la demanda de energía y aumenta el confort interior ya que se eliminan las infiltraciones no deseadas y se reducen al mínimo los puentes térmicos.

Un **puente térmico** es una zona por donde la temperatura, fría o caliente, se transmite con cierta facilidad, debido a la naturaleza (conductividad) del material o el espesor del mismo. La conductividad de los materiales se mide en vatios por metro kelvin (W/m.K) y el valor de conductividad térmica más sencillo de utilizar es el valor λ (lambda).

Es posible hacer una clasificación de la conductividad de los materiales de la siguiente forma:

- Valor λ entre 0 y 0,2 = aislamiento muy alto (espuma PU)
- Valor λ entre 0,2 y 0,5 = aislamiento alto (madera)
- Valor λ entre 0,5 y 1 = aislamiento medio (ladrillo)
- Valor $\lambda > 1$ = aislamiento bajo (cemento)

Figura 38. Termografía de una ventana en la que se observan los puentes térmicos



Fuente: Soudal Química

Por su parte la **estanquidad al aire** viene definida por la cantidad (volumen) de aire que pasa a través de los huecos que pudiera haber entre ventana y mampostería debido a la presión. Se mide en m^3/h y proporciona la cantidad de renovaciones de aire por hora a través de esos huecos. La medida ideal se sitúa entre 0,6 y 1 $m^3/(h/m^2)$. La estanquidad está directamente relacionada con las infiltraciones, a menor estanquidad mayores infiltraciones.

La **falta de estanquidad** provoca:

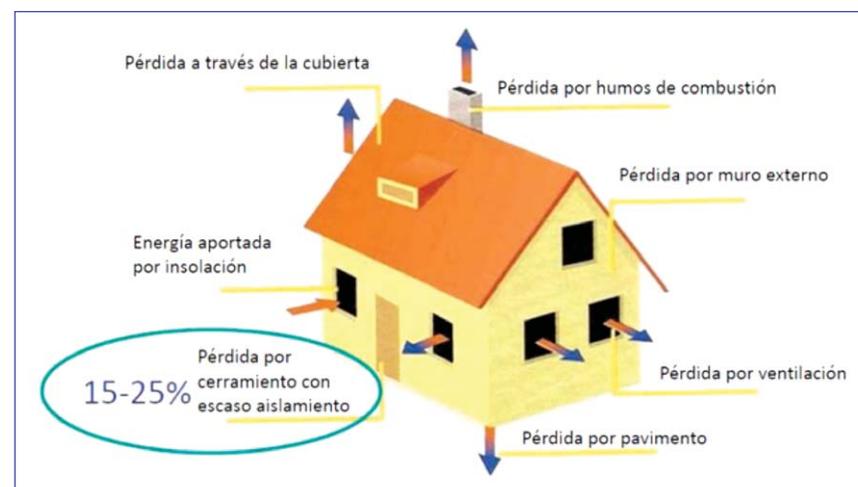
- Pérdida de energía
- Pérdida de confort: polvo, condensación, circulación de aire, acústica, etc.
- Pérdida de eficacia en los sistemas de ventilación

¿Por qué es tan importante el tratamiento de las infiltraciones y los puentes térmicos en la instalación de las ventanas?

El mayor porcentaje de pérdidas de energía en un edificio puede producirse a través de los huecos de las ventanas.

Esto significa que es posible obtener las mayores ganancias de energía por el mismo punto. Por lo tanto, **los cerramientos y su instalación son elementos clave en el diseño de un edificio y manejar esta dualidad es esencial para conseguir los mejores resultados de rendimiento y eficiencia energética.**

Figura 39. Estimación pérdidas energéticas en un edificio



Fuente: Soudal Química

Una ventana con defectos de instalación localizados en las juntas entre carpintería y muro provocan:

- Falta de estanquidad al aire.
- Permeabilidad al agua.
- Falta de aislamiento acústico.
- Problemas de condensación, formación de humedades y hongos, etc.

Figura 40. Problemas de humedades por una mala instalación de la carpintería



Fuente: Soudal Química

2. Técnicas y materiales de instalación

Hasta la fecha una buena instalación se podía describir de la siguiente manera:

- Anclaje mecánico de la carpintería al hueco, sellado de aislamiento con espuma PU y sellado perimetral entre carpintería y obra.

Figura 41. Instalación tradicional de ventanas

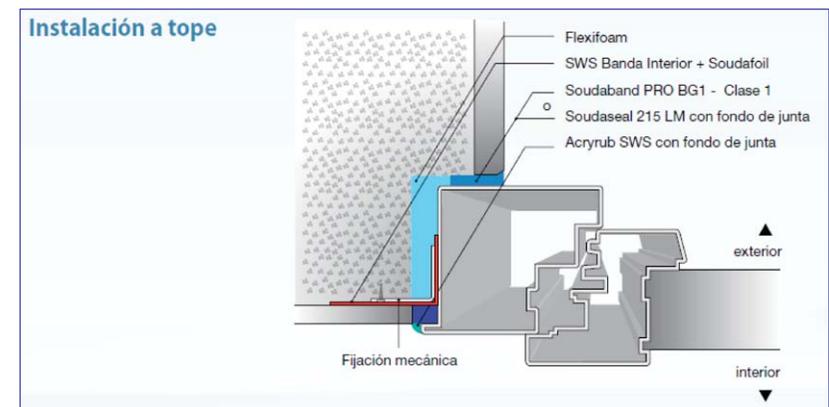
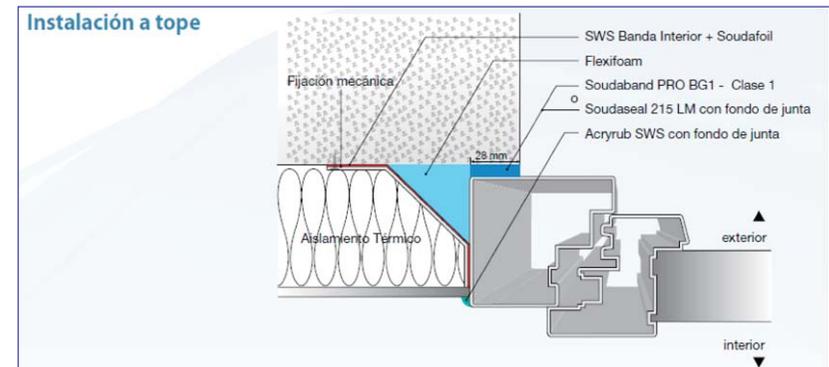


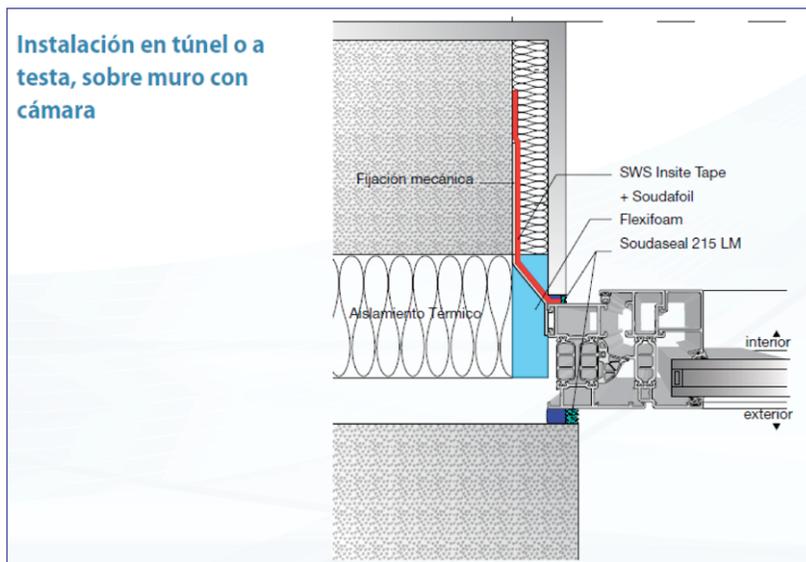
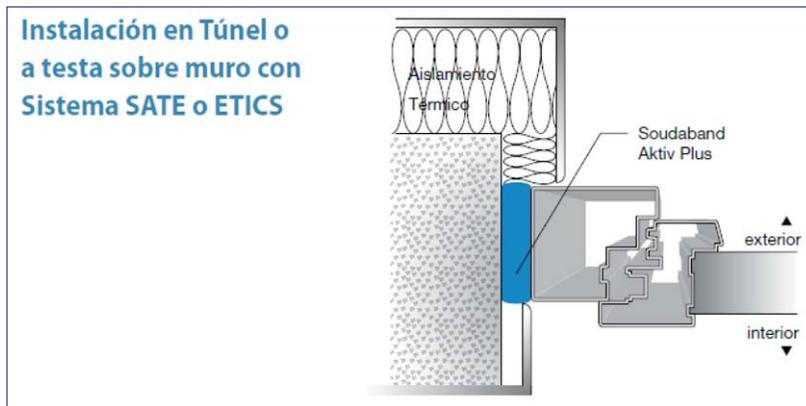
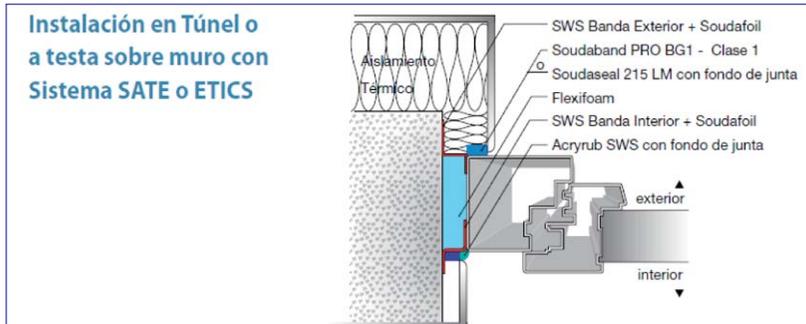
Fuente: Soudal Química

En los últimos tiempos se ha producido una gran evolución de los materiales a utilizar en la instalación de ventanas, lo que ha mejorado las prestaciones térmicas, acústicas, la estanquidad y la durabilidad. Para este fin se pueden utilizar diversos materiales individualmente o en conjunto según el modelo constructivo. Estos materiales **son espumas flexibles de PU de última generación, membranas de estanquidad, bandas precomprimidas de PU auto-expansivas y selladores de alta densidad.**

La técnica de instalación será la misma en cada caso, independientemente de la tipología de la carpintería que se vaya a instalar (madera, PVC o aluminio), es decir, **la técnica o los productos a utilizar variarán en función del modelo constructivo, no del tipo de carpintería.** La técnica de instalación es válida para obra nueva, rehabilitación y construcciones tipo Passivhaus. En las siguientes ilustraciones se pueden ver diferentes modelos constructivos:

Figura 42. Técnicas de instalación según modelos constructivos





Fuente: Soudal Química

2.1. Principales características de los nuevos materiales

Se describen a continuación las principales características de los nuevos materiales.

Espuma PU flexible: es un material de última generación. La flexibilidad de la espuma le confiere un efecto memoria que provoca la absorción de los movimientos de contracción y dilatación de la construcción sin romper la estructura de la misma. Al conservar su estructura interna, multiplica el ciclo de vida del material y le proporciona unas importantes características acústicas. Además, es un material sin post-expansión que permite realizar el trabajo de forma más limpia y segura. La espuma se utiliza en el hueco entre carpintería y obra y proporciona aislamiento térmico y acústico.

Membranas de estanquidad: existen dos tipos de membrana, una de aplicación interior y otra de aplicación exterior. Se trata de una banda de fieltro impregnada con una película de polietileno, que asegura que las juntas queden totalmente impermeables a la vez que permiten la respiración de la junta.

Aunque portan auto fijación adhesiva es necesario utilizar un adhesivo para asegurar que permanecen correctamente fijadas. Estas membranas se colocan en la carpintería y cubren la junta entre carpintería y muro.

Bandas precomprimidas de PU auto-expansivas: este material es una espuma de PU precomprimida impregnada en una resina sintética que asegura la estanquidad al aire y la lluvia y a su vez permite la permeabilidad al vapor de agua.

Según las dimensiones de la junta, se necesita un tipo de cinta, adecuada a la misma. Este material soluciona los puentes térmicos y la estanquidad en la base de la ventana, entre ventana y alféizar. Es el sustituto ideal cuando no se puede aplicar espuma PU líquida. También es una alternativa a la espuma PU.

Figura 43. Bandas precomprimidas de PU auto-adhesivas



Fuente: Soudal Química

Selladores de alta densidad: son selladores de última generación que proporcionan mayores valores de aislamiento y estanquidad. Su método de uso es exactamente igual que otros selladores tradicionales.

2.2. Técnicas actuales de instalación en obra

- **Montaje de las membranas:** es recomendable realizar este trabajo en taller, resulta más cómodo y práctico. Las membranas portan una banda autoadhesiva que permite su fijación directa sobre la carpintería. Este producto tiene una forma específica de montaje para que desarrolle su función adecuadamente y que indicará el fabricante.

- **Fijación de la ventana al hueco:** tras cuadrar y nivelar la ventana en el hueco, la fijación de la ventana siempre ha de ser por medios mecánicos, preferiblemente mediante el uso de tornillería adecuada. Nunca debe usarse la espuma PU para la fijación única de la ventana. El puente térmico provocado por el tornillo se elimina con tacos específicos.

Figura 44. Fijación de la ventana al hueco



Fuente: Soudal Química

- **Aplicación de la espuma:** es importante utilizar un pulverizador con agua para humedecer las juntas antes de la aplicación de la espuma. Esta acción proporciona una curación del producto más rápida y consigue una estructura más estable. Las espumas de última generación precisan rellenar el hueco de la junta en una proporción de 2/3.

Figura 45. Aplicación de la espuma



Fuente: Soudal Química

- **Fijación de las membranas:** las membranas incorporan unas bandas autoadhesivas que permiten la fijación directa sobre la carpintería y la mampostería, no obstante, es recomendable asegurar su fijación mediante un adhesivo transpirable mientras se ejecuta la terminación del resto de la obra.

Figura 46. Fijación de las membranas



Fuente: Soudal Química

- **Selladores de alta densidad:** son selladores que proporcionan mayores valores de aislamiento y estanquidad que los selladores tradicionales precisamente por ser más densos que éstos. Suelen ser selladores tipo Polímero MS y poseen mejores propiedades adhesivas.

Figura 47. Sellado de alta densidad



Fuente: Soudal Química

3. Mantenimiento de los materiales utilizados en la instalación

- **Espuma PU:** las espumas PU deben protegerse siempre de la exposición a los rayos UV. Las espumas convencionales tienen un ciclo de vida entre 7 y 10 años (aplicadas correctamente y protegidas debidamente). Tras ese período es recomendable su sustitución. Las espumas de última generación acompañan al ciclo de vida de la ventana (aplicadas correctamente y protegidas debidamente).
- **Selladores:** cualquier sellador debe sustituirse cada 10 años ya que la pérdida de propiedades elásticas y la exposición a las condiciones climáticas, va deteriorando el sellado.
- **Membranas de estanquidad:** las membranas de estanquidad acompañan al ciclo de vida de la ventana.
- **Bandas auto-expansivas:** el ciclo de vida de este material acompaña al ciclo de vida de la ventana.

BIBLIOGRAFÍA Y DOCUMENTACIÓN DE INTERÉS

- Catálogo de Elementos Constructivos del CTE
- DB HE del CTE (actualización septiembre 2013)
- Documento Preguntas Frecuentes Marcado CE de ventanas y puertas peatonales exteriores. Mayo 2013. Editado por ASEFAVE.
- Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas y despachos. FENERCOM 2007. Capítulo 7. (Eduardo María De Ramos Vilariño / Beatriz Sirvent. CITAV. Saint Gobain Cristalería, S.L).
- Guía de recomendaciones de eficiencia energética; certificación de edificios existentes CE3. IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). Julio 2012.
- Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas. FENERCOM 2008. Capítulo 4. (Eduardo María De Ramos Vilariño. CITAV. Saint Gobain Cristalería, S.L).
- Guía del Estándar Passivhaus. FENERCOM 2011
- Guía sobre materiales aislantes y eficiencia energética. FENERCOM 2012. Capítulo 6 Unidades de vidrio aislante (Eduardo María De Ramos Vilariño. CITAV. Saint Gobain Cristalería, S.L).
- Guía técnica para la rehabilitación de la envolvente térmica en los edificios. Soluciones de acristalamiento y cerramiento acristalado. IDAE (septiembre 2008). ISBN: 978-84-96680-40-1.
- Informe de conservación del edificio y evaluación energética. IVE Instituto Valenciano de la Edificación
- Instrucción para la puesta en práctica del marcado CE de ventanas y puertas peatonales exteriores. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (Versión 6ª, octubre 2013)
- Manual de instalación de ventanas. Editado por TPE Tecnopress Ediciones. Mayo 2011.
- Manual de Prescripción y recepción de ventanas en obra. Editado por ASEFAVE. Marzo 2010
- Manual de Producto: Fachadas Ligeras (1ª Edición). Editado por AENOR.
- Manual de Producto: Ventanas (2ª Edición). Editado por AENOR. ISBN 978-84-8143-630-3. Abril 2009.
- Manual del Vidrio. SAINT GOBAIN GLASS (edición 2001)