



INSTALACION DE VENTANAS



Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en el marco del acuerdo de subvención N° 785019

HORIZON 2020

Research and Innovation framework programme

Topic EE-14-2016-2017

Project Code:
785019

ASOCIACIÓN:

- Fundación Laboral de la Construcción
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja
- Fundación Estatal para la Formación en el Empleo
- Instituto Nacional de las Cualificaciones
- Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos
- Institut de Robòtica i de Tecnologies de la Informació i de les Comunicacions

El apoyo de la Comisión Europea para la elaboración de esta publicación no implica la aceptación de sus contenidos, que es responsabilidad exclusiva de los autores. Por tanto, la Comisión no es responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida

Aislamiento térmico de edificios

Presentación

Una de las características fundamentales que distingue a los edificios modernos de los antiguos es la mejora de las condiciones de **salubridad y confort**. Esto se debe, en buena medida, a que el desarrollo de la tecnología de la construcción facilita materiales y técnicas que permiten mejorar la **calidad constructiva** de los edificios y, particularmente, su **eficiencia energética**.

Actualmente, el cumplimiento de las exigencias básicas de calidad sobre el ahorro de energía del **Código Técnico de la Edificación** obliga a limitar el consumo energético del edificio, reduciendo la demanda de energía mediante la mejora del rendimiento de los sistemas consumidores y del comportamiento térmico de la envolvente del edificio.

Importancia de la formación en instalación de ventanas

Las **ganancias** o las **pérdidas** de calor más importantes se producen a través de la **envolvente térmica** del edificio, constituida por los cerramientos opacos (muros de fachada, medianerías, cubiertas, suelos y muros en contacto con el terreno y particiones interiores que separan los recintos habitables de otros que no lo son) y los cerramientos semitransparentes (ventanas, puertas balconeras, lucernarios...)

La rehabilitación energética es una actividad que se está promoviendo desde las instituciones europeas y españolas.

Entre las actuaciones básicas a realizar en la envolvente del edificio para la reducción de la demanda de **calefacción** y **refrigeración**, cabe destacar:

- El adecuado aislamiento térmico en los cerramientos.
- La colocación de **acristalamientos** con buen comportamiento térmico.
- La **estanqueidad** para evitar las infiltraciones de aire, en particular, a través de los encuentros entre los cerramientos y las carpinterías de los huecos exteriores. Empleando sistemas pasivos que permitan controlar la renovación del aire interior.
- La colocación de elementos de que proporcionen **sombra** en los huecos expuestos a la radiación solar o el empleo de acristalamientos especiales.

Este manual se centra en la **colocación eficiente** de ventanas y tiene como finalidad concienciar sobre la importancia de llevar a cabo una instalación correcta de los acristalamientos (carpinterías y vidrios), asegurando que las prestaciones de las ventanas no disminuyen durante el proceso de colocación en el hueco y que no se producen puentes térmicos ni infiltraciones de aire en la zona de entrega.

Objetivos generales del curso

- Conocer la normativa de aplicación en la actividad de instalación de ventanas.
- Saber qué requisitos han de cumplir las ventanas instaladas en la envolvente térmica de los edificios.
- Relacionar las deficiencias más habituales en la instalación de ventanas.
- Conocer la situación actual sobre la instalación eficiente de ventanas y los nuevos materiales.
- Saber cómo influyen las ventanas en la construcción de Edificios EECN.
- Conocer la influencia de las ventanas en relación con la sostenibilidad y la economía circular.
- Entender la necesidad de garantizar la calidad del aire interior.
- Saber qué información precisa recibir el cliente respecto a la instalación de ventanas.
- Comprender las características técnicas de las ventanas y cómo se realiza el cálculo de la transmitancia térmica.
- Identificar las tareas previas que se han de llevar a cabo para asegurar el correcto montaje de las ventanas: replanteo del hueco y preparación de los materiales, equipos y herramientas, así como del área de trabajo.
- Conocer los procedimientos para la fijación del cerco o precerco en el hueco de obra, respetando las tolerancias especificadas en el proyecto.
- Conocer diferentes metodologías de instalación de ventanas.
- Saber cómo se han de instalar las ventanas para que cumplan los requisitos normativos de estanqueidad y aislamiento.
- Conocer los sistemas de motorización y domótica, y otros elementos instalados en las ventanas, en particular: las contraventanas.
- Comprender la importancia de gestionar adecuadamente los residuos generados por la actividad.
- Tomar conciencia de los riesgos que puede entrañar la concurrencia de actividades empresariales en la obra, y sobre la importancia de que las distintas empresas o gremios cooperen en el mantenimiento de unas condiciones de trabajo seguras.
- Conocer los ensayos que se han de realizar en la obra para verificar que las ventanas instaladas cumplen los requerimientos normativos.
- Relacionar las instrucciones de uso y mantenimiento que han de observar los usuarios de las ventanas instaladas.

Unidades didácticas

1. Eficiencia energética en la instalación de ventanas
2. Fundamentos de la instalación eficiente de ventanas
3. Instalación de ventanas
4. Finalización de los trabajos
5. Introducción a BIM y la metodología LEAN.

Metodología

El curso es de modalidad mixta:

- On-line (32 horas). El alumno se conecta a la plataforma Moodle, donde están disponibles los contenidos teóricos del curso apoyados con imágenes, vídeos, animaciones digitales y ejercicios prácticos.
- En aula-taller (24 horas): donde el alumno asistirá al centro de formación para realizar las prácticas de instalación de aislamiento en edificios.

El curso en su globalidad está integrado en la plataforma Moodle, donde **cada unidad didáctica se conforma en tres partes:**



EN CASA

Se trata de la teoría del curso, que el alumno puede consultar a través del ordenador o dispositivo móvil. Esta teoría está acompañada de juegos interactivos y tests.



EN CLASE

Descripción de las prácticas que se van a realizar en el aula taller. Es una sección meramente informativa.



CREA

Ejercicios prácticos en los que el alumno pone en práctica sus conocimientos. En general, se trata de fotos o descripciones que hay que subir a la plataforma.

Además, el curso cuenta con dos herramientas de comunicación con el docente y con el alumnado:



FORO

Espacio donde se abrirán líneas de diálogo entre el docente y los alumnos.



CHAT

Línea de diálogo entre el docente y el alumnado.



GLOSARIO

Vínculo al diccionario de la construcción, donde se definen términos técnicos de la construcción.

Evaluación

Para superar este curso, el alumno debe superar la parte on-line y la parte presencial, con un mínimo de calificación de 5 en cada bloque.

- El **bloque de la formación on-line** cuenta con:

- ◊ Un examen final.

Se trata una prueba con 10 preguntas sobre los bloques teóricos tratados en el curso, de los que hay que acertar al menos 5.

Hay tres intentos para poder aprobar. Los dos primeros estarán disponibles después de haber pasado por todas las unidades didácticas. El tercero, se habilitará 32 horas después de haber realizado el segundo intento.

La nota del examen final supondrá un 30% de la nota global del curso.

- ◊ Ejercicios prácticos (apartado “Crea” de la plataforma on-line).

Se trata de ejercicios en los que el alumno debe poner en práctica sus conocimientos.

Los ejercicios serán evaluados por el docente y supondrán un 10% de la nota global del curso.

- El bloque de la formación práctica cuenta con:

- ◊ Prácticas en el aula, en las que el docente evaluará las actividades previstas sobre la instalación de aislamiento.

La nota mínima para superar este bloque será un 5 y supondrá un 60% de la nota global del curso.

Distintivo eco

Una vez superado el curso, el/la alumno/a recibirá un diploma que incluirá un logotipo que corresponde al denominado “distintivo eco”, que se puede incluir como documento en el sistema digital de la Tarjeta Profesional de la Construcción.

Unidad 1: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INSTALACIÓN DE VENTANAS



CONTENIDOS

1. Requisitos básicos en la instalación de ventanas
2. Situación actual en la instalación eficiente de ventanas. Deficiencias habituales
3. Nuevos materiales para la instalación de ventanas
4. Importancia de las ventanas en Edificios EECN
5. Etiqueta de Eficiencia Energética de la Ventana (EEV)
6. Análisis de Ciclo de Vida (ACV)
7. Declaraciones Ambientales de Producto (DAP)
8. Economía circular
9. Normativa relacionada con la actividad
10. Cálculo de la transmitancia térmica

Resumen

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:

- Conocer la normativa de aplicación en la actividad de instalación de ventanas.
- Saber qué requisitos han de cumplir las ventanas instaladas en la envolvente térmica de los edificios.
- Relacionar las deficiencias más habituales en la instalación de ventanas.
- Conocer la situación actual sobre la instalación eficiente de ventanas y los nuevos materiales.
- Saber cómo influyen las ventanas en la construcción de Edificios EECN.
- Conocer la influencia de las ventanas en relación con la sostenibilidad y la economía circular.
- Entender la necesidad de garantizar la calidad del aire interior.
- Saber qué información precisa recibir el cliente respecto a la instalación de ventanas.
- Comprender las características técnicas de las ventanas y cómo se realiza el cálculo de la transmitancia térmica.

1. REQUISITOS BÁSICOS EN LA INSTALACIÓN DE VENTANAS

Es fundamental realizar una adecuada instalación de las ventanas en la envolvente del edificio, de manera que se garantice su **funcionamiento correcto, seguro y duradero**, manteniendo las prestaciones de **estanqueidad** y de **aislamiento** térmico y acústico, tanto en la ventana (marco, acristalamiento, cajón de persiana...) como en las juntas entre la carpintería y el cerramiento opaco.

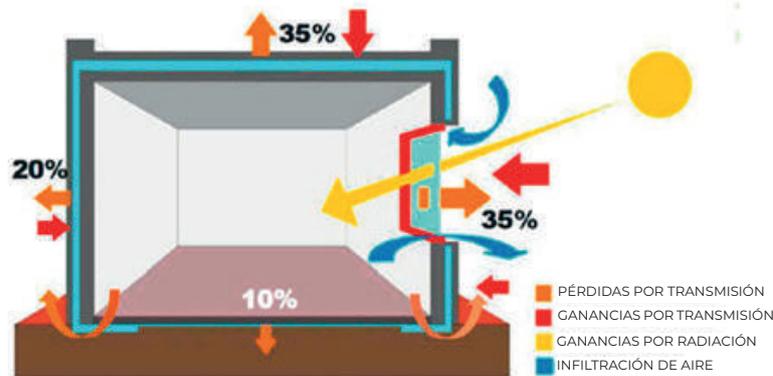


Figura 1.1 Mecanismos de transferencia térmica (pérdidas y ganancias) a través de la envolvente y de las ventanas. Fuente: Pablo Enrique Azqueta. www.grupoestisol.com



Cerramiento acristalado o semitransparente

Dentro de la envolvente térmica del edificio, se entiende por elemento semitransparente el que está compuesto por una parte traslúcida (vidrio) y otra opaca (carpintería o marco).

Independientemente del sistema de colocación elegido, existe una serie de condiciones que deben ser respetadas para conseguir que se cumplan los requisitos básicos de **aislamiento, estanqueidad y durabilidad**:

- Las **uniones** entre **huevo, cerco y precerco** deben ser ejecutadas de modo que no entre agua ni se estanque dentro de las mismas.
- La junta entre la **ventana** y la **obra** debe garantizar que no se produzcan **condensaciones** en las juntas ni en las zonas adyacentes, **evitando** los **puentes térmicos** y acústicos y la formación de moho.
- Los **selladores** y **aislantes** colocados en las uniones entre huevo, cerco y precerco han de tener la suficiente elasticidad para absorber las vibraciones y las dilataciones diferenciales, de manera que no se produzcan deformaciones en la ventana (alabeos, descuadres y abombamientos de los perfiles) o roturas en el acristalamiento.
- El **sellador** para la zona interior de la junta entre ventana y obra debe tener una transmisión de vapor de agua inferior al material sellador de la zona exterior. De este modo, se evita la aparición de humedades por condensación.
- Los **materiales** empleados en el montaje han de ser compatibles, química y eléctricamente, para evitar deterioros y, en particular, problemas de oxidación.



La mejor ventana deja de serlo si está mal instalada en la obra



Figura 1.2. Humedades en pared por falta de estanqueidad en la unión entre el muro y la ventana.
(Fuente IPE Control. www.ipecontrol.com)

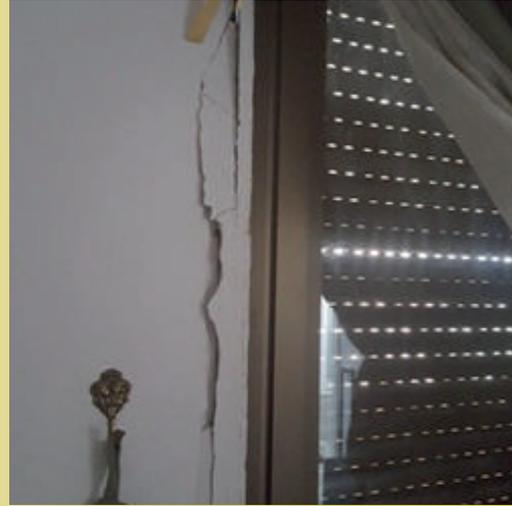


Figura 1.3. Grietas causadas por tensiones en cerramientos con ventanas mal colocadas.
(Fuente: Habitissimo. www.habitissimo.com)



Recuerda

Una correcta instalación de ventanas debe asegurar:

- El aislamiento, evitando los puentes térmicos y acústicos.
- La estanqueidad de la junta entre la ventana y la obra.
- La resistencia para soportar los esfuerzos del viento y el uso de la ventana.
- La apertura y el cierre adecuados de la hoja sobre su marco.

Las prestaciones de la ventana dependen de las propiedades de sus materiales constitutivos: marco y vidrio, como se verá a continuación.

1.1. Marco

El marco representa habitualmente entre el 25 y 35% de la superficie del hueco. Sus principales propiedades, desde el punto de vista del aislamiento térmico, son la transmitancia térmica y su absorptividad. Estas dos propiedades van a participar, en función de la fracción de superficie ocupada por el marco, en la transmitancia total y en el factor solar modificado del hueco.



Transmitancia térmica y absorptividad

La transmitancia térmica se expresa mediante la letra U (W/m²K) y representa la “facilidad” que posee un elemento homogéneo de espesor “e” para transmitir calor. Cuanto menor es el valor de la transmitancia térmica menos calor transmite, es decir, mayor es su capacidad aislante.

La absorptividad se representa mediante la letra griega α (alfa) e indica la cantidad de radiación absorbida por el material del marco en relación con la radiación solar recibida, lo que depende principalmente del color de su superficie.

Los marcos pueden clasificarse en función del material con el que están fabricados y del que dependen algunas de sus prestaciones, como sus propiedades térmicas. Así, el marco puede ser:

- **Metálico.** Normalmente, de aluminio o acero con diferentes acabados: lacado, anodizado, foliado, etc. Su participación en la superficie del hueco suele ser baja, en torno al 25%.
- El comportamiento térmico de este tipo de carpintería puede mejorarse mediante la incorporación de uno o varios elementos de baja conductividad térmica para separar los componentes interiores y exteriores de la perfilera metálica, y que se denominan: “**rotura de puente térmico**”.
- **De madera.** Su conductividad es baja, lo que favorece el aislamiento térmico.
- **De PVC.** Ofrece un excelente comportamiento térmico al conjunto de la ventana, debido a sus buenos valores de aislamiento y a que su participación en el hueco es elevada, dado que los perfiles de PVC son anchos.
- Existen en el mercado nuevas tipologías de marcos con prestaciones térmicas mejoradas. Cabe mencionar las ventanas con marcos mixtos de madera--aluminio o aluminio-madera, de poliuretano con núcleo metálico, metálicos con rotura de puente térmico rellenos de espuma aislante, etc.



Figura 1.4. Ejemplo de tipos de Carpintería. Fuente: Finstral. www.ovacen.com



Sistema de apertura y cierre de la ventana

Con independencia de los materiales del marco, el sistema de apertura y cierre de la ventana es muy importante en relación con el aislamiento térmico, ya que puede condicionar su permeabilidad al paso del aire cuando la ventana está cerrada.

Por lo general, las ventanas con hojas abatibles resultan más herméticas al paso del aire que las de hojas correderas.

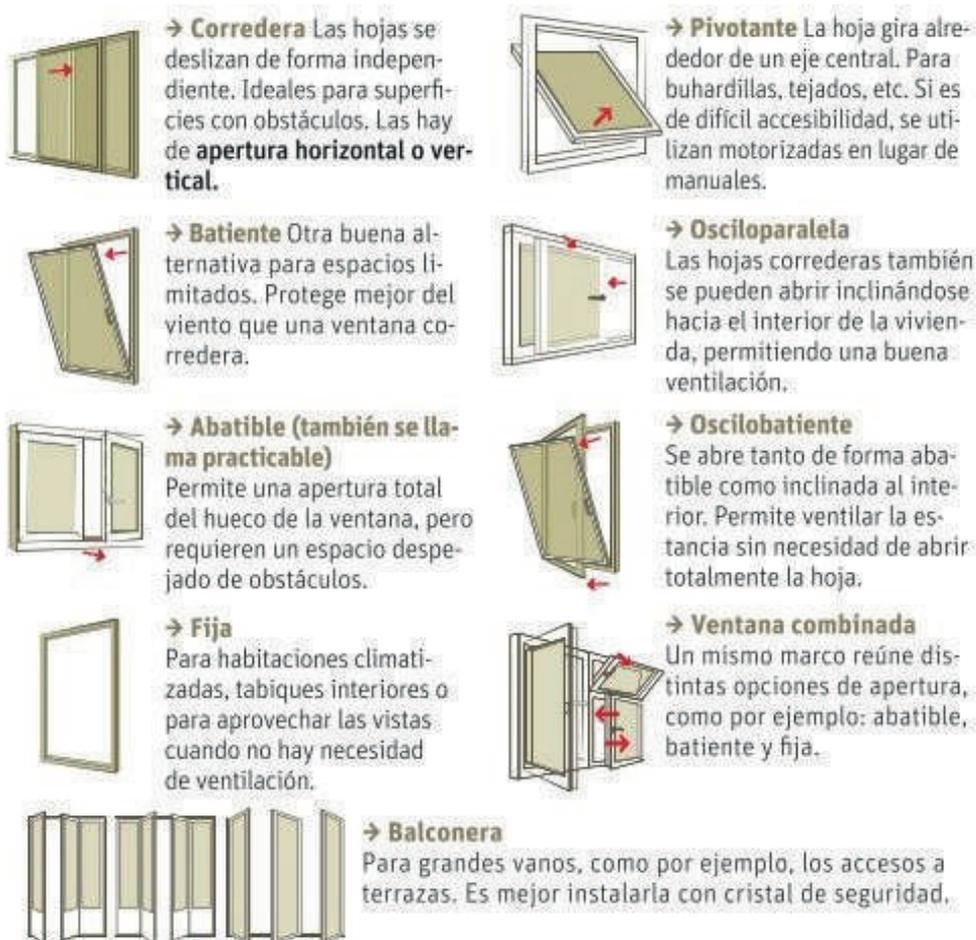


Figura 1.5. Tipos de aperturas de ventanas. Fuente: ASOMA. www.asomatealaventana.org

1.2. Vidrios

El vidrio es el elemento fundamental en el cerramiento semitransparente si atendemos a la superficie ocupada en el hueco. Su principal propiedad es la transparencia; ha de permitir el aporte de luz natural, sin comprometer las prestaciones de aislamiento térmico.

Desde el punto de vista del aislamiento térmico, las principales características del acristalamiento son: su transmitancia térmica (coeficiente U) y su factor solar (g).



Factor solar

El “factor solar” es la relación entre la energía solar que atraviesa el vidrio y la que incide sobre su superficie. Se expresa en % de energía que atraviesa respecto a la que incide.

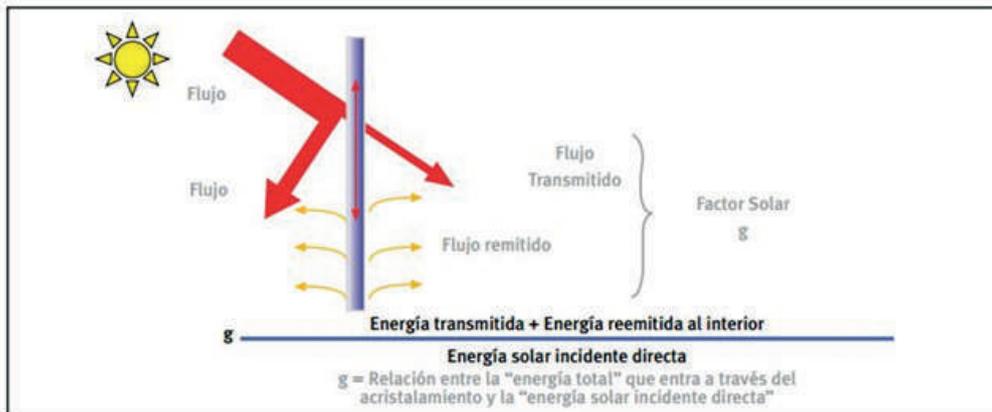


Figura 1.6. Factor solar. Fuente: IDAE. Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios. Soluciones de Acristalamiento y Cerramiento Acristalado. 2019

Los vidrios pueden clasificarse en distintos grupos, según su configuración y la presencia o no de capas que mejoren sus prestaciones de aislamiento térmico y control solar.

- **Vidrio sencillo (monolítico).** Bajo esta denominación se agrupan aquellas tipologías formadas por una única hoja de vidrio o por dos o más hojas unidas entre sí por toda su superficie (vidrios laminares). Pueden ser, además: incoloros, de color, impresos, de seguridad, así como con distintos tratamientos que modifican sus propiedades.

En el caso de los vidrios monolíticos incoloros habituales, la transmitancia térmica se ve mínimamente reducida al aumentar el espesor.

En cambio, el factor solar (transmisión de la radiación solar) sí puede verse fuertemente modificado en el caso de vidrios monolíticos de color y/o con capa de tratamiento.



Figura 1.7. Vidrio simple. Fuente: DVP. www.dvp.cl

- **Unidad de vidrio aislante (UVA).** Conocido tradicionalmente como doble acristalamiento o de cámara, hace referencia al conjunto formado por dos o más láminas de vidrios monolíticos separados entre sí por uno o más espaciadores, herméticamente cerrados a lo largo de todo su perímetro.



Figura 1.8. Unidad de vidrio aislante (UVA).
Fuente: Lopez Utiel. www.lopezuti.es

La drástica reducción de la transmitancia térmica de este tipo de vidrios, en comparación con los monolíticos, se debe al aumento de la capacidad aislante como consecuencia de que el aire inmóvil y seco, encerrado entre dos paneles de vidrio, limita el intercambio de calor por convección y conducción.

El aumento progresivo del espesor de la cámara de aire proporciona una reducción paulatina de la transmitancia térmica, hasta que deja de ser efectiva cuando se producen fenómenos de convección dentro de la misma (a partir de los 17 mm).

La capacidad de aislamiento térmico se ve significativamente mejorada por la incorporación de los vidrios de baja emisividad o aislamiento térmico reforzado, permitiendo alcanzar los niveles más exigentes contemplados en el Código Técnico de la Edificación.

TRANSMITANCIA TÉRMICA U (W/m ² K)				
Espesores (mm): vidrio exterior-cámara-vidrio interior	4-6-4	4-8-4	4-10-4	4-12-6
UVA compuesto por 2 vidrios normales	3,3	3,1	3,0	2,9
UVA compuesto por 1 vidrio normal y 1 vidrio de baja emisividad	2,5	2,1	1,8	1,7

Cuadro comparativo de valores de transmitancia térmica de distintas composiciones de UVA

Respecto al control de la radiación solar, las UVA presentan mejores prestaciones (menores valores de factor solar) por el simple hecho de incorporar, al menos, dos vidrios. El factor solar (g) puede ser fácilmente modificado por la sustitución del vidrio exterior por un vidrio especial de control solar, también puede mejorarse con la aplicación de láminas de control solar adhesivas



Recuerda

Las unidades de vidrio aislante (UVA), al estar formadas por dos o más vidrios, permiten la combinación de diferentes tipologías que aportan prestaciones complementarias.

En la actualidad se comercializan, como productos habituales, los **vidrios de aislamiento térmico reforzado (ATR)** y **protección solar** que pueden ser combinados con otras prestaciones como son el **aislamiento acústico**, la seguridad, el **bajo mantenimiento** (autolimpiables) o el **diseño** y la **decoración**.



Aplicaciones de las Unidades de Vidrio Aislante (UVA)

Las características aislantes de las UVA y en particular aquellas dotadas de vidrios ATR hacen que en invierno, cuando en el exterior hace frío, la temperatura del vidrio interior sea superior a la de un vidrio convencional, por lo que se reduce el riesgo de condensaciones en el acristalamiento.

En verano, las UVA dotadas de vidrios ATR presentan temperaturas inferiores a las del vidrio tradicional. Esto se traduce en mayor confort ya que los vidrios menos calientes radian menos calor al interior.

La normativa vigente (CTE) promueve la utilización de este tipo de acristalamiento en viviendas.

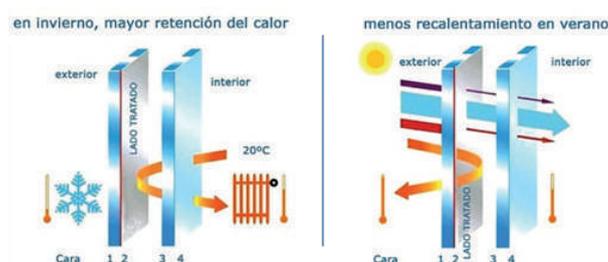


Figura 1.9. Comportamiento de los vidrios de aislamiento térmico reforzado. Fuente: Saint Gobain Glass. www.climalit.es

Entre los vidrios con prestaciones mejoradas, cabe destacar:

- **Vidrio de baja emisividad.** Se trata de vidrios monolíticos sobre los que se ha depositado una capa de óxidos metálicos extremadamente fina, que proporciona al vidrio una capacidad de aislamiento térmico reforzado. Normalmente, estos vidrios deben ir ensamblados en una UVA (doble acristalamiento), ofreciendo así sus máximas prestaciones de aislamiento térmico.



La posición del vidrio de baja emisividad como vidrio interior o exterior no influye en el valor de la transmitancia térmica (U), aunque sí puede afectar al factor solar (g).

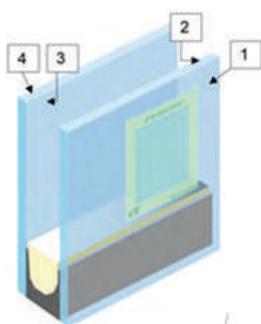


Recuerda

La incorporación de vidrios de baja emisividad en las UVA permite alcanzar niveles de aislamiento térmico que no son posibles con el aumento del espesor de la cámara.

- **Vidrio de control solar.** Bajo esta denominación se pueden agrupar vidrios de muy distinta naturaleza: vidrios de color, serigrafiados o de capa tratada, si bien son estos últimos los que se conocen como vidrios de control solar, en los que uno de sus vidrios ha sido sometido a un tratamiento que reduce la entrada de energía solar no deseada a la vez que permiten la máxima transmisión luminosa.

Los vidrios de control solar se sitúan como vidrios exteriores con la capa de tratamiento hacia el interior de la cámara (cara 2 de la UVA).



A En las ventanas con recubrimientos de control solar o de baja emisividad se debe identificar la cara exterior para colocarlas en la posición correcta.

Figura 1.10. Doble acristalamiento o Unidad de Vidrio Aislante (UVA). Los números de la imagen identifican las caras del vidrio



Identificación de las caras del acristalamiento

El hecho de que la UVA se componga de varios vidrios y por tanto de varias superficies hace que sea necesario establecer un criterio para identificarlas. El sistema más extendido es la numeración de las caras del acristalamiento desde el exterior hacia el interior, siendo la cara 1 la que se encuentra en contacto con el ambiente exterior y la cara 4 la que se encuentra en contacto con el ambiente interior.



Recuerda

La resistencia térmica de las unidades de vidrio aislante puede incrementarse colocando capas de baja emisividad. La radiación solar puede controlarse con vidrios de control solar.

Asimismo, los vidrios de baja emisividad aportan un control solar significativo.

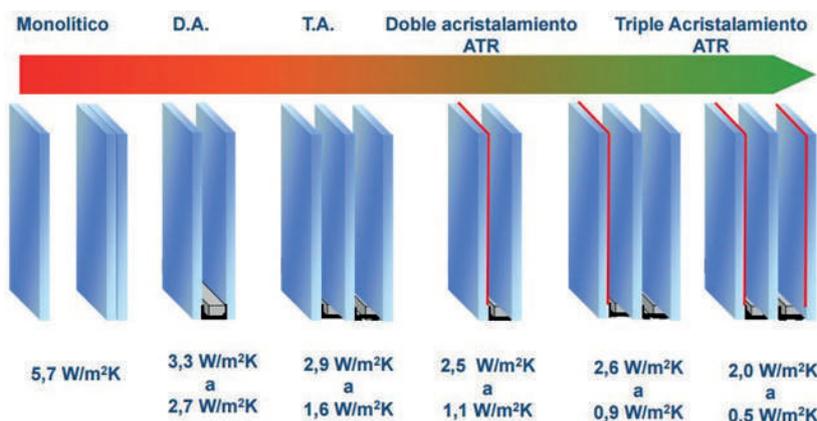


Figura 1.11. Valores de transmitancia térmica de distintas composiciones de UVA. Fuente: Vía Saint Gobain – SGG CLIMALIT. www.ovacen.es

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INSTALACIÓN EFICIENTE DE VENTANAS. DEFICIENCIAS HABITUALES

Seguidamente, se describen diferentes situaciones en la instalación de ventanas, indicando las deficiencias más habituales y las soluciones correspondientes para la rehabilitación energética de los huecos acristalados.

2.1 Carpintería de madera con vidrio monolítico

Esta solución está muy presente en las edificaciones de los **años 50 y anteriores del siglo pasado**. Este tipo de carpintería presenta, normalmente, un **mal estado de conservación**.

Es habitual que estas ventanas, debido al paso del tiempo y a la falta de mantenimiento, tanto de la pintura como de las juntas de estanqueidad (burletes), presenten una **excesiva permeabilidad** al aire (rendijas).

Por otra parte, el acristalamiento habitual es el vidrio monolítico de poco espesor, por lo que es normal que aparezcan **condensaciones** en los días más fríos.

Por último, hay que mencionar que, en estas carpinterías, además de realizar un **mantenimiento** adecuado, es muy importante verificar que disponen de un sistema de **drenaje**, de forma que no se produzcan acumulaciones de agua que pueda ser absorbida por la madera, ocasionando el deterioro tanto de la carpintería como del acristalamiento.



Carpinterías de madera de altas prestaciones



Actualmente existen carpinterías de madera de muy altas prestaciones en cuanto a permeabilidad al aire que están dotadas de buenos sistemas de cierre. La situación más corriente es la de los sistemas de apertura abatible u oscilobatiente con doble acristalamiento clásico (banal), si bien, la presencia de estos marcos de madera con acristalamientos bajo emisivos es cada vez mayor.

Figura 1.12. Ventana de madera laminada con doble acristalamiento.
Fuente: Iberadria. www.iberadria.com

2.2 Carpintería metálica con vidrio monolítico

Este tipo de carpintería ha sido ampliamente utilizado desde los **años 50 hasta los 80**, fundamentalmente bajo las formas de **carpintería de acero** con hojas abatibles y **ventanas de aluminio** con hojas correderas. El acristalamiento instalado continuó siendo el vidrio monolítico. Normalmente, cuentan con marcos de perfiles estrechos y una alta superficie acristalada.

Térmicamente, presentan un comportamiento **poco aislante** y, en el caso de las correderas, **filtraciones de aire** a través de los cierres y mecanismos de deslizamiento. El uso reiterado, así como la facilidad de deformación de los perfiles empleados, **reduce** significativamente el aislamiento con el paso del tiempo.

Esta situación de partida es la más **desfavorable** y la intervención más eficaz es la **sustitución** de la **ventana** en su conjunto por otra cuyo marco presente menor transmitancia térmica y cuente con acristalamiento múltiple o con cámara (UVA).



Figura 1.13. Carpintería metálica con vidrio monolítico.
Fuente: Aluprof aluminium <https://aluprof.eu/>

2.3 Carpintería metálica con doble acristalamiento

Este tipo de cerramiento acristalado aparece como una variante del anterior y, según la época de instalación, puede corresponder con distintos niveles de prestaciones (no considerando en este grupo las carpinterías con rotura de puente térmico). Al igual que en el caso anterior, los **sistemas de apertura** (abatibles, correderas, oscilobatientes...) pueden condicionar las **prestaciones térmicas**.

En este grupo se tienen que considerar dos situaciones diferentes, según el acristalamiento instalado:

- **Doble acristalamiento tradicional**

Generalmente, está formado por 2 vidrios incoloros clásicos (o banales) separados por una cámara de aire de 6 a 12 mm de espesor.



Ventajas e inconvenientes de las UVA con cámaras de aire de mayor espesor

Ampliando la cámara hasta los 16 mm se obtienen valores más pequeños de transmitancia térmica, pero por encima de estos valores se producen pérdidas de aislamiento térmico por efecto de convección entre los dos vidrios.

Además, las cámaras de aire muy amplias tienen el inconveniente de producir un efecto de doble visión de las imágenes reflejadas.

En cuanto al control solar, las UVA compuestas por vidrios incoloros no aportan **ninguna prestación significativa** frente a la **radiación solar**.

La mejora más sencilla y de menor coste que puede introducirse sobre este tipo de cerramientos es la **sustitución** del **doble acristalamiento** tradicional por otro de igual composición de espesores (para ajustarse a las dimensiones de la carpintería) pero dotado de vidrio de baja emisividad.

Con este cambio puede conseguirse una reducción en la transmitancia térmica del vidrio que oscila entre el 25% para una cámara de 6 mm y el 40% para una de 12 mm. Además, la incorporación del vidrio bajo emisivo aporta una reducción complementaria del factor solar 7.



Figura 1.14. Doble acristalamiento tradicional.
Fuente: Vilssa. www.vilssa.com

- **Doble acristalamiento con vidrio bajo emisivo**

En estos casos, si se quiere alcanzar mejores prestaciones térmicas, habrá que intervenir sobre el **marco**, analizando si permite la instalación de acristalamientos de iguales características, pero con mayor espesor de cámara.

Si no fuera posible la intervención anterior (la más sencilla), se puede estudiar la rentabilidad de sustituir el **conjunto del cerramiento acristalado** (carpintería y UVA) para incorporar un marco de mejores prestaciones que el existente (con rotura de puente térmico –RPT-, PVC...) y que admita el acristalamiento con mayor cámara.



Figura 1.15. Diferentes tipos de vidrios dobles. Fuente: ALLA ailla-alumini.com

2.4 Carpintería metálica con RPT con doble acristalamiento

Esta tipología de cerramiento apareció hacia los **años 90** del siglo pasado como mejora en el comportamiento térmico de las carpinterías metálicas. Suelen tener mayor espesor que las tradicionales y están dotadas de buenos sistemas de apertura y cierre, no siendo habitual el sistema de hojas correderas, proporcionando **elevadas prestaciones** frente a la **permeabilidad al aire**.

Normalmente están **acristaladas** con **UVA**, que puede ser de doble acristalamiento clásico o banal, aunque el porcentaje de este tipo de carpintería dotado de vidrio bajo emisivo está aumentando cada vez más para aprovechar las buenas prestaciones del marco.

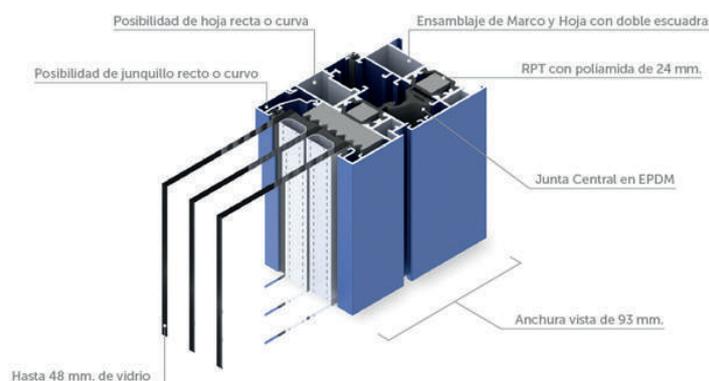


Figura 1.16. Ventana de aluminio con rotura de puente térmico y UVA de doble cámara.
Fuente: Itesal. www.itesal.es



Cambio de acristalamiento

La mejora obtenida por la incorporación de vidrio de baja emisividad es notablemente superior a la alcanzada por un aumento de la cámara del doble acristalamiento banal.

2.5 Carpintería de PVC

Las carpinterías de PVC, aunque están presentes en el mercado desde hace muchos años, han evolucionado significativamente y hoy en día ofrecen prestaciones y calidades muy superiores a las de sus inicios.



Figura 1.17. Ventana con marco de PVC con refuerzo interior de acero.
Fuente: Kommerling. www.kommerling.es

En el mercado coexisten diferentes sistemas de 2 y 3 cámaras, siendo las carpinterías de PVC de tres cámaras dotadas de UVA que incluyen vidrios de baja emisividad las que presentan el mejor comportamiento térmico, sin descartar las carpinterías elaboradas con perfiles de otros materiales que presentan una transmitancia térmica similar.

En el caso de que la decisión de sustituir la ventana, no se debe olvidar que debe hacerse una correcta gestión de residuos, como se verá en el capítulo 3, apartado 4.

3. IMPORTANCIA DE LAS VENTANAS EN EDIFICIOS EECN

La necesidad de construir edificios de consumo de energía casi nulo (ECCN) se impone actualmente, y dentro de este objetivo las ventanas cumplen un papel fundamental como parte de la envolvente del edificio.



¿Qué es la edificación de balance cero?

Fuente: Universitat Rovira i Virgili. ¿Qué es la edificación de balance cero?

Tradicionalmente, el principal problema que presentaban las **carpinterías**, de cara a la eficiencia energética, eran las **infiltraciones**: el flujo incontrolado de aire entre exterior e interior que supone una pérdida de energía. Sin embargo, en la actualidad, las ventanas que podemos encontrar en el mercado son muy estancas, impidiendo perfectamente el paso del aire.

En cualquier caso, la búsqueda de la eficiencia energética no puede comprometer la **calidad del aire** interior. Por ese motivo, para poder mantener las condiciones de higiene del aire interior será necesario disponer de mecanismos que permitan la **renovación natural del aire**. Y para ello podremos emplear sistemas pasivos, que no requieran ningún consumo de energía a la hora funcionar, como:

- **Aireadores.** Unos sistemas que regulan automáticamente la entrada de aire en la estancia, impidiendo que entre de manera descontrolada. Se clasifican en:



Figura 1.18. Aireador autorregulable para ventana. Fuente: Procomsa

- ◊ **Fijos:** permiten el paso del aire a través de un espacio abierto, pero sin regulación.
- ◊ **Autoregulables:** con un elemento en su interior que impide los cambios bruscos de caudal.
- ◊ **Higroregulables:** la cantidad de aire que pasa a través de su interior depende de la humedad del aire interior. Se mantiene abierto cuando la humedad interior es alta, y se cierra cuando es baja.

- **Microventilación.** Un sistema integrado en el propio herraje de la carpintería que hace posible crear una abertura de 4-8 mm entre las hojas, normalmente se consigue girando la manivela a 135° desde la posición de cierre. Esta pequeña holgura de la ventana permite el flujo constante de aire con el exterior, además este mecanismo es regulable y mantiene la ventana cerrada.

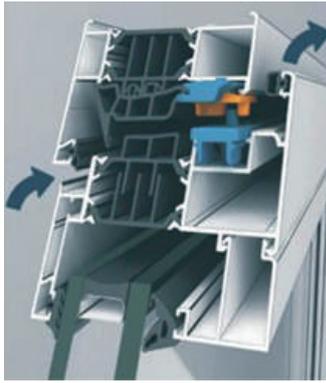


Figura 1.19. Productos, Microventilación.
Fuente: Cortizo. www.cortizo.com

4. ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA VENTANA (EEV)

Al escoger una ventana un factor muy importante será la eficiencia energética de ésta. Por ello, para certificar dichas características, la Asociación Española de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas (ASEFAVE) ha elaborado una **Etiqueta de Eficiencia Energética de Ventanas (EEV)**. Esta etiqueta establece una clasificación en varios niveles, según sea invierno o verano.



Figura 1.20. Etiqueta de Eficiencia Energética de la Ventana (EEV).
Fuente: ASEFAVE. www.ventanaseficientes.com

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV)

El **Análisis del Ciclo de Vida (ACV)** evalúa todos los **impactos** positivos y negativos (las consecuencias) que tiene un producto sobre el medioambiente. Estos impactos se miden **“de la cuna a la tumba”**, lo que significa, desde que se extrae la materia prima, pasando por todos los procesos de producción, uso, mantenimiento, demolición, reutilización y reciclado, hasta su llegada a vertedero al final de su vida útil.

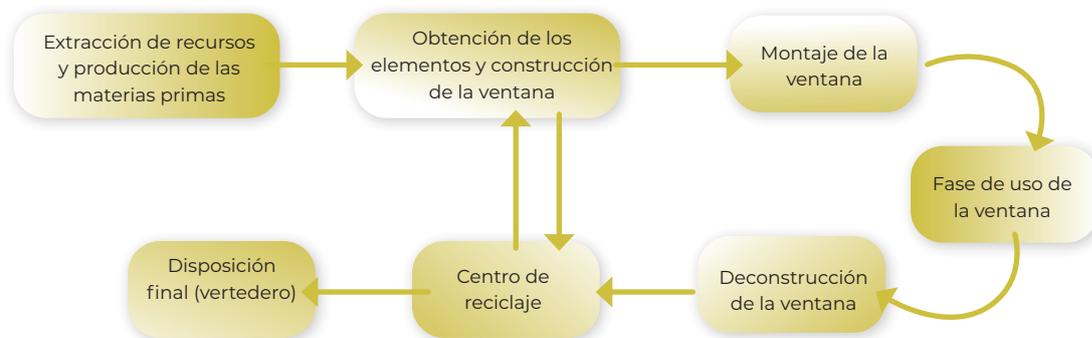


Figura 1.21. Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de una ventana. Fuente: Dr. José M^º Baldasano. Análisis del consumo energético y la emisión de CO₂ asociados al ciclo de vida de ventanas de PVC, Aluminio y Madera mediante su ACV

La **energía embebida** es la energía total que consume un material a lo largo de toda su vida útil, desde su proceso de extracción, pasando por todas las etapas vistas hasta ser reutilizado, reciclado o desechado.

Por lo tanto, a la hora de escoger, será importante emplear ventanas que tengan un balance positivo en su **Análisis de Ciclo de Vida**.

6. DECLARACIONES AMBIENTALES DE PRODUCTO (DAP)

Las **Declaraciones Ambientales de Producto (DAP)** se basan en estudios de Análisis de Ciclo de Vida, y dan información detallada sobre el perfil de un producto y los impactos ambientales que produce, es decir, las consecuencias que tiene para el medio ambiente.

Las **DAP** permiten cuantificar los impactos y comparar entre diferentes productos parecidos, por ese motivo será importante emplear ventanas que cuenten con dichas certificaciones.

Estas acreditaciones se rigen por la normativa “UNE-EN 15804:2012+A1:2014. Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción”.



Figura 1.22. Etiqueta de Declaración ambiental de Producto de la construcción. Fuente: DAPcons®. www.csostenible.net

ACV y Declaración Ambiental de Productos

Fuente: DAPCO IDIEM. ACV y Declaración Ambiental de Productos. www.youtube.com



7. ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular representa un nuevo modelo de producción que tiene en cuenta la sostenibilidad. Consiste en ahorrar los recursos, reduciendo al máximo la producción, creando menos elementos, y reutilizando todo aquello que no puede ser devuelto al medio ambiente y complete el círculo, teniendo en cuenta todo el ciclo de vida del producto y los impactos que genera.

¿En qué consiste la economía circular?



Fuente: ACCIONA. ¿En qué consiste la economía circular?. www.youtube.com



Figura 1.23. Economía circular. Fuente: Parlamento Europeo. www.europarl.europa.eu

Para analizar la **ventana** dentro de este ciclo habrá que considerar los materiales que la componen:

- **Vidrio.** Encaja perfectamente dentro del modelo, puesto que es 100% reciclable (de forma ilimitada), pudiendo incorporarse de nuevo al ciclo sin perder ninguna de sus propiedades, aportando sostenibilidad a largo plazo. En cualquier caso, su reciclado también implica cierto gasto energético, debido a las altas temperaturas de fusión del vidrio.
- **Carpintería.** Dependiendo del material encontraremos:
 - ◊ **PVC.** Es un material duradero y reciclable, y en lo que se refiere a consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero tiene un balance positivo en su ACV.
 - ◊ **Aluminio.** Es un material totalmente reciclable, y de forma ilimitada, con la ventaja de tener un proceso de reciclado que solo consume un 5% de la energía que se utilizaría al extraer la materia prima. De este modo al reciclarlo se reduce mucho el consumo energético.
 - ◊ **Madera.** Es una materia prima renovable, reutilizable y reciclable, además su carácter biodegradable la hace totalmente sostenible.

8. NORMATIVA RELACIONADA CON LA ACTIVIDAD

Entre los objetivos principales de la Unión Europea (UE) se encuentra la mejora de la **eficiencia energética**, pues contribuye de manera decisiva a la **competitividad**, a la **seguridad del abastecimiento** energético y al cumplimiento de los compromisos internacionales adquiridos sobre el **cambio climático**.

En este sentido cabe destacar la **Directiva 2010/31/UE** del Parlamento Europeo y del Consejo, cuyo objeto es fomentar la eficiencia energética de los edificios, que queda principalmente transpuesta en el **Código Técnico de la Edificación**, el **Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios** y el **Real Decreto 235/2013**, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

Así como será muy relevante el **Reglamento N° 305/2011**, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y sobre el uso del mercado CE.



Recuerda

- **Directiva 2010/31/UE** relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- **Código Técnico de la Edificación**.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios**.
- Real Decreto 235/2013 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Reglamento N° 305/2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.

9.1 Código Técnico de la Edificación

El **Código Técnico de la Edificación** (CTE) establece, **a través de los Documentos Básicos (DB)**, las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios. Entre dichas exigencias básicas se encuentra la exigencia de **ahorro de energía (en el DB-HE)**.

Para limitar el consumo energético se puede actuar **reduciendo** la **demanda** o **mejorando** el **rendimiento** de los sistemas consumidores de energía. Y para reducir la demanda energética de los edificios, se debe mejorar el comportamiento térmico de la envolvente del edificio.

En el caso de los cerramientos semitransparentes o huecos acristalados, esta mejora consiste en:

- La colocación de **acristalamientos** con buen comportamiento térmico: vidrios y carpinterías.
- La **estanqueidad** para evitar las infiltraciones de aire, en particular, a través de defectos de ejecución en los encuentros entre los cerramientos opacos y las carpinterías de los huecos exteriores.

- La colocación de elementos de **sombreamiento** en los huecos expuestos a la radiación solar directa.

Del mismo modo, el CTE, en el DB-HS 3 Calidad del aire interior, recoge las condiciones de salubridad y exigencias de **calidad del aire interior**.

9.2 Mercado CE

El **Reglamento N° 305/2011** del Parlamento Europeo y del Consejo establece unas condiciones armonizadas (aplicables de manera equivalente en todos los Estados miembros de la Unión Europea) sobre cómo expresar las prestaciones de los productos de construcción en relación con sus características esenciales y sobre el uso del **mercado CE** en los mismos.

El objetivo final es asegurar que las obras de construcción, en las que se incorporen estos productos con marcado CE, **cumplan** unos **requisitos esenciales** relativos a: resistencia mecánica y estabilidad; seguridad en caso de incendio; higiene, salud y medio ambiente; seguridad de utilización; protección contra el ruido; y ahorro de energía y aislamiento térmico.

Para que los productos de construcción se adapten a dichos requisitos esenciales se establecen **especificaciones técnicas armonizadas**.

En el caso de las **ventanas** y **puertas** que se han de colocar en el exterior de la envolvente de los edificios se dispone de las siguientes normas armonizadas:

- **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”.
- **UNE-EN 1279** “Vidrio para la edificación. Unidades de vidrio aislante”, que consta de 7 partes destinadas a establecer especificaciones concretas sobre tolerancias dimensionales, métodos de ensayo, evaluación de la conformidad y control de la producción en fábrica y ensayos periódicos.

Consecuentemente, los fabricantes de estos productos tienen la obligación de emitir una **Declaración de Prestaciones** en relación con las características esenciales del producto, de acuerdo con las especificaciones técnicas armonizadas.

Mientras no se emita la Declaración de Prestaciones correspondiente a un producto de construcción, el fabricante no podrá colocar el Mercado CE.

Al emitir dicha **Declaración de Prestaciones**, el **fabricante** asume la **responsabilidad** de la conformidad del producto con las prestaciones declaradas en la misma.

Las características de las ventanas y puertas peatonales exteriores que se declaran para el mercado CE son, entre otras: la **estanqueidad** al agua, la **resistencia** a la carga de **viento**, la **transmitancia térmica**, las **prestaciones** acústicas, la **permeabilidad** al aire, las **propiedades** de radiación...Entre las características a declarar para el mercado CE de las unidades de vidrio aislante (UVA) se incluyen la transmitancia térmica “U” y el factor solar “g”.

 3243	
VENTANERO PEPE C. Viento 1 28XXX Madrid 10 VEN-08-1-2013 EN 14351-1:2006+A1:2010	
Ventana vertical exterior de dos hojas, oscilobatiente con y sin cajón de persiana. Acristalamiento X/XX, Comunicación en lugares residenciales y comerciales	
Resistencia a la carga de viento:	C5
Estanquidad al agua – no apantallado (A):	Clase 8 A
Prestaciones acústicas:	33 dB(-1; -5)
Transmitancia térmica:	1,7 W/m ² K
Propiedades de radiación: factor solar:	0,55
Propiedades de radiación: transmitancia luminosa:	0,75
Permeabilidad al aire:	Clase 4

El marcado CE debe colocarse de manera visible, legible e indeleble y debe ser la única marca que certifique la conformidad del producto de construcción con las prestaciones declaradas.

Figura 1.24. Ejemplo de marcado CE.

Fuente: ASEFAVE Guía de instalación de ventanas. 2019



Recuerda

El marcado CE debe acompañar al producto: puede colocarse en la propia ventana, en el embalaje o en la documentación que se entrega con el producto. Su principal objetivo es declarar la conformidad del producto con los requisitos mínimos comunitarios de la UE exigidos al fabricante.



Para saber más...

Reglamento (UE) n° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.

9.3 Marcas de calidad voluntarias

El marcado CE, de carácter **obligatorio**, puede **coexistir** con distintivos o marcas de **calidad voluntarios** que indican que el producto en cuestión está avalado por certificados, ensayos o documentos emitidos por entidades acreditadas.

Estos sellos de calidad ofrecen **garantías** o **prestaciones** extras, dado que suelen conllevar un mayor nivel de exigencia.

Por su carácter **voluntario**, no se puede exigir la presentación de este tipo de documentación o avales de calidad a los fabricantes que no los declaren. No obstante, los fabricantes, distribuidores o importadores de estos productos se pueden encontrar ante la **necesidad** de aportarlos para poder **competir** y satisfacer los **requerimientos** de los clientes que así lo exijan en sus pedidos o contratos de suministro.

Ejemplo

El proyecto de obra puede establecer la realización de ensayos para comprobar el cumplimiento por parte de las ventanas de los requisitos básicos del CTE, indicando la forma de realizar el muestreo, el tipo de ensayos a realizar y los criterios de aceptación y rechazo.

Dichos ensayos se han de realizar sobre muestras escogidas entre las ventanas suministradas a obra y, en todo caso, se han de llevar a cabo en laboratorios acreditados.

En el caso de que las ventanas dispongan de marcas de calidad voluntarias, oficialmente reconocidas, no será necesario realizar estos ensayos de recepción, ya que se considera que estos distintivos garantizan el cumplimiento de los requisitos del CTE.

En definitiva, los fabricantes podrán acompañar la información de las marcas de calidad que tengan concedidas, pero esta información debe aparecer separada de la información del **mercado CE**.

10. CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA

El **huevo acristalado** es considerado como uno de los elementos más débiles desde el punto de vista del aislamiento térmico, por el que se pueden producir grandes fugas de calor en invierno y un exceso de aporte de calor en verano como consecuencia de la exposición solar.

Las **prestaciones térmicas** de la ventana estarán limitadas tanto por los materiales empleados como por su estado de conservación. El mal estado de los marcos, los descuadros y la presencia de ranuras se traducen en cargas térmicas que hay que compensar mediante consumos energéticos adicionales para mantener los niveles de confort, aumentando así la factura energética.

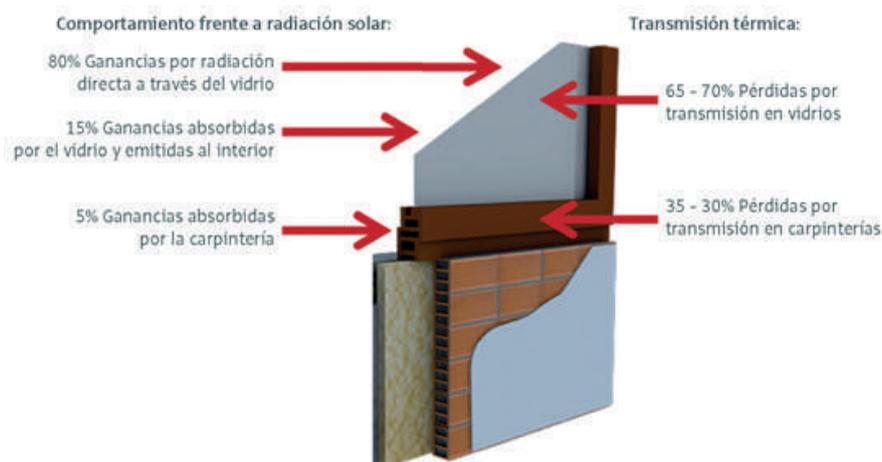


Figura 1.25. Comportamiento de elementos semitransparentes.

Fuente: Óscar Redondo Rivera. Cálculos térmicos de edificios. Tornapunta Ediciones

10.1 Transmitancia térmica

Como se explicó anteriormente, la **transmitancia térmica** representa la “facilidad” que posee un elemento homogéneo de espesor “e” para transmitir calor. Cuanto menor es el valor de la transmitancia térmica menos calor transmite, es decir, mayor es su capacidad aislante.

De ese modo, la transmitancia mide las pérdidas de energía que se producen a través del elemento constructivo, en este caso, una ventana. Siendo además el inverso de la resistencia térmica (la resistencia que ofrece el elemento constructivo a la pérdida de temperatura).

En el sistema internacional de unidades la transmitancia se mide en $W/m^2 \cdot K$. Es decir, la energía que se pierde por cada metro cuadrado por cada diferencia de grado que hay entre el exterior y el interior. Cuanto más baja es la transmitancia, mejor es la ventana porque más aísla. (párrafo que quede homogéneo con el primer párrafo del 10)

A la hora de escoger una ventana habrá que tener en cuenta el clima en el que se instala, ya que en función de este clima la norma exige un determinado valor de transmitancia.

Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
--	-----	-----	-----	-----	-----	------

Figura 1.26. Tabla 3.1.1.a –HEI. Valores límites de la transmitancia térmica, U_{lim} [W/m^2K].

$$U_H = \frac{A_{H,v} U_{H,v} + A_{H,m} U_{H,m} + L_v \Psi_v + A_{H,p} U_{H,p} + L_p \Psi_p}{A_{H,v} + A_{H,m} + A_{H,p}}$$

Siendo:

- U_H la transmitancia térmica del hueco (ventana, lucernario o puerta) [W/m^2K];
- $U_{H,v}$ la transmitancia térmica del acristalamiento [W/m^2K];
- $U_{H,m}$ la transmitancia térmica del marco [W/m^2K];
- $U_{H,p}$ la transmitancia térmica de la zona con panel opaco o cajón de persiana [W/m^2K];
- Ψ_v la transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y acristalamiento [W/mK];
- Ψ_p la transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y paneles opacos o cajón de persiana [W/mK];
- $A_{H,v}$ el área de la parte acristalada [m^2];
- $A_{H,m}$ el área del marco [m^2];
- $A_{H,p}$ el área de la parte con panel opaco o cajón de persiana [m^2];
- L_v la longitud de contacto entre marco y acristalamiento [m];
- L_p la longitud de contacto entre marco y paneles opacos o cajón de persiana [m];

Y para su cálculo simplificado:

$$U_h = (1 - FM) \cdot U_{h,v} + FM \cdot U_{h,m}$$

Donde:

U_h es la transmitancia del hueco acristalado (W/m²K).

$U_{h,v}$: la transmitancia térmica de la parte semitransparente, es decir, del vidrio o de la unidad de vidrio aislante (UVA).

$U_{h,m}$ es la transmitancia térmica del marco de la ventana, puerta balconera o lucernario.

FM es la fracción de la superficie del hueco ocupada por el marco.

(1 – FM) es la fracción de la superficie del hueco ocupada por el vidrio.



Fracción de marco

Como se ha comentado anteriormente, un elemento de cerramiento semitransparente se caracteriza por tener una parte opaca (marco) y otra translúcida (vidrio), por lo que se tiene que comenzar por establecer qué porcentaje corresponde a cada uno.

El concepto de Fracción de Marco (FM) representa la parte de la superficie total ocupada por la carpintería:

$$FM = \frac{\text{Superficie de la carpintería}}{\text{Superficie del hueco}}$$

A falta de datos concretos, se suele asumir una fracción de marco de:

FM=0,30, en edificios posteriores al CTE con carpinterías con rotura de puente térmico.

FM=0,20, en edificios con carpinterías simples.

Mediante dicha fórmula se trata de obtener una medida ponderada entre la energía que se transmite a través del vidrio y la que se pierde a través del marco, en función de la superficie que ocupa cada uno de ellos dentro del hueco.

La mayor participación del acristalamiento en la ventana hace que las ganancias producidas por la transmitancia térmica (U) del acristalamiento tengan mayor repercusión que las alcanzadas por la U del marco.

La siguiente tabla indica unos valores orientativos de la transmitancia térmica del hueco calculados para un 30% del área ocupada por el marco y un 70% de superficie acristalada.

	VIDRIO (70%)	Marco (30%)			
		Metálico U=5,7	Metálico RPT U=4	Madera U=2,5	PVC U=1,8
Monolítico 4 mm	U=5,7	5,7	5,2	4,7	4,5
4-6-4	U=3,3	4	3,5	3,0	2,8
4-12-4	U=2,9	3,7	3,2	2,7	2,5
4-6-4 bajo emisivo	U=2,5	3,5	3,0	2,5	2,3
4-12-4 bajo emisivo	U=1,7	2,9	2,4	1,9	1,7

Figura 1.26. Valores de transmitancia térmica del hueco (W/m²K). Fuente: Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMAT). Soluciones de acristalamiento y cerramiento acristalado- "Guías técnicas para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios" del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)

Ejemplo

Se tiene una ventana de fachada de un edificio de viviendas con carpintería de aluminio estándar, sin rotura de puente térmico y un vidrio con cámara 4/12/6, y se considera un FM=0,3 y los siguientes valores de transmitancia del marco y el vidrio:

VIDRIO (70%)	
Carpintería vertical metálica SIN rotura de puente térmico	5,7 W/m ² K
Vidrio vertical doble 4/6/4	3,3 W/m ² K

Desarrollo del cálculo simplificado de la transmitancia térmica del hueco acristalado:

$$U_h = (1 - FM) \cdot U_{h,v} + FM \cdot U_{h,m}$$

$$U_h = (1 - 0,30) \cdot 3,3 + 0,30 \cdot 5,7$$

$$U_h = 2,31 + 1,71$$

$$U_h = 4,02 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Suponiendo el mismo hueco, pero cambiando la carpintería por una **con rotura de puente térmico** y el vidrio por otro vertical doble 4-12-4 de baja emisividad:

TRANSMITANCIA DE LOS MATERIALES	
Carpintería vertical metálica CON rotura de puente térmico	4 W/m ² K
Vidrio vertical doble 4/12/4	1,7 W/m ² K

Se obtiene:

$$U_h = (1 - 0,30) \cdot 1,7 + 0,30 \cdot 4$$

$$U_h = 1,19 + 1,20$$

$$U_h = 2,39 \text{ W/m}^2\text{K}$$

El cambio realizado supone una mejora del 59,5% en las prestaciones térmicas de la ventana.

10.2 Factor solar

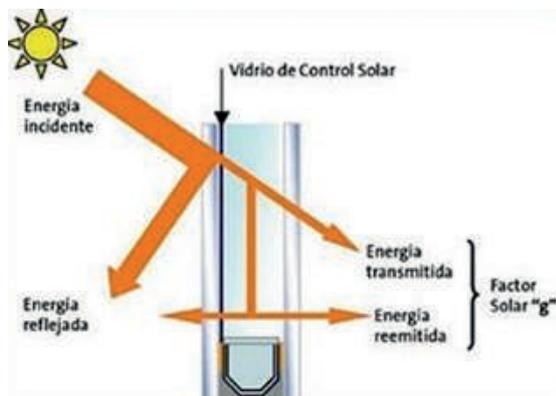
Por otra parte, hay que tener en cuenta la radiación solar, sobre todo en las ventanas más expuestas.

El **factor solar modificado del hueco**, prescindiendo de elementos de sombreado como pueden ser retranqueos, voladizos, toldos o persianas, depende fundamentalmente del acristalamiento empleado y de la superficie ocupada por este, y en menor medida del material del marco. Su cálculo puede realizarse según la siguiente expresión recogida en el CTE:

$$F = F_s \cdot [(1 - FM) \cdot g + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

Donde:

$(1 - FM) \cdot g$ representa la parte de radiación absorbida y transmitida al interior del edificio por parte de un vidrio que ocupa un porcentaje $(1 - FM)$ del hueco y posee un factor solar "g".



g es el factor solar del vidrio y representa la parte de radiación solar que permite pasar al interior, siendo menor cuanto más radiación evita. Este valor depende del ángulo de incidencia solar; los fabricantes indican el valor referido a una radiación perpendicular: g_{\perp} .

Para el cálculo se considera suficiente emplear este factor solar perpendicular g_{\perp} , propio de cada tipo de acristalamiento, corregido por un factor de ponderación:

$$\text{Factor Solar } (g) = 0,9 \cdot \text{Factor solar perpendicular } (g_{\perp})$$

Figura 1.27. Transmisión energética – Factor solar.
Fuente: Saint Gobain Glass. www.controlsolar.ro

$FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha$ expresa la absorción de radiación por parte de la carpintería, según su color (absortividad α) y las condiciones de transmisión al interior del edificio según su resistencia superficial exterior (0,04) y su transmitancia térmica (U).

Se trata pues de sumar a la fracción de energía que se transmite por el vidrio la parte que es absorbida por el marco del hueco.



Valor del factor solar modificado

F tiene un valor que está comprendido entre 0 (equivale a que el elemento no capta nada de radiación) y 1 (toda la superficie del elemento es captadora de radiación).

El control solar en los huecos puede basarse en tres estrategias:

1. **Mejora de las condiciones de las carpinterías.** Si bien su incidencia es mucho menor, puede mejorarse su aportación mediante marcos de menor transmitancia (U) o colores más claros (con menor absortividad α).
2. **Mejora del control solar en los vidrios,** seleccionando materiales con bajo factor solar (g_{\perp}). En este aspecto suponen una mejora los vidrios bajo emisivos frente a los de cámara convencional.

FACTOR SOLAR PERPENDICULAR (g_{\perp})		
Vidrio monolítico	Cámara estándar	Baja emisividad
0,85	0,60	0,70

Figura 1.28. Cuadro comparativo del valor de factor solar según el tipo de vidrio

3. **Presencia de elementos de control solar** como: aleros, toldos, celosías... Es sin duda la más eficaz de las estrategias, ya que incide de forma directa disminuyendo el factor de sombra.

Ejemplo

Suponiendo que se tiene una ventana con una carpintería de color gris (absortividad 0,65) y un factor solar del vidrio igual a 0,75:

	Transmitancia de los materiales (U)	Absortividad (α)	Factor solar perpendicular (g _⊥)
Carpintería vertical metálica SIN rotura de puente térmico	5,7 W/m ² K	0,65	
Vidrio vertical doble 4/6/4	3,3 W/m ² K		0,75

Se establece que el valor del factor de sombra (Fs) es igual a 1, ya que se parte del supuesto de que no hay elementos de sombreado que evite la radiación solar directa sobre la ventana.

Con estos datos, se calcula el factor solar del hueco:

$$F = F_s \cdot \Lambda [(1 - FM) \cdot g + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

$$F = 1 \cdot [(1 - 0,30) \cdot 0,9 \cdot 0,75 + 0,30 \cdot 0,04 \cdot 5,7 \cdot 0,65]$$

$$F = 1 \cdot (0,473 + 0,044)$$

$$F = 0,517$$

Como se puede observar, la parte de ganancias que corresponde a la absorción por el marco del hueco (0,044) es prácticamente despreciable en relación con las ganancias a través del vidrio (0,473).

Si existen elementos de sombreado exterior deberá aplicarse un factor corrector, denominado **factor de sombra**: Fs. En función del tipo de obstáculo de fachada distinguiremos entre voladizos, retranqueos, lamas y lucernarios, todos ellos recogidos en el Documento de apoyo DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente. Ejemplo:

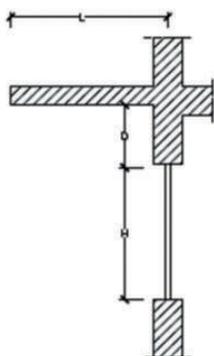


Figura 1.29. Sombreamiento de la ventana mediante alero

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

Figura 1.30. Factores de sombra para aleros. Fuente: Tabla 16 Documento de apoyo DA DB-HE /1
Cálculo de parámetros característicos de la envolvente



Recuerda

Desde el punto de vista térmico, hay que diferenciar entre las prestaciones de la ventana frente a la transmisión de calor y su comportamiento frente a la radiación solar.



Resumen

- Por elementos de cerramiento semitransparentes se entiende los compuestos por una parte translúcida (vidrios) y otra opaca (carpintería o marco).
- Desde el punto de vista térmico hay que diferenciar entre las prestaciones de las ventanas frente a la transmisión al calor y su comportamiento frente a la radiación solar.
- En **invierno** es necesario controlar la fuga de calor a través de los huecos del edificio (ventanas, puertas balconeras, lucernarios...), que son puntos débiles de la envolvente térmica que pueden llegar a suponer más del 20% de las pérdidas de calefacción.
- Como contraprestación, las superficies acristaladas bien orientadas son una excelente medida de ahorro energético gracias a la captación de la radiación solar.
- En régimen de invierno interesa limitar las pérdidas energéticas, es decir, disminuir la **transmitancia térmica del hueco**.
- En régimen de verano interesa limitar las ganancias solares, es decir, reducir el **factor solar modificado del hueco**.
- En **verano**, las ventanas del edificio permiten el paso de la radiación solar al interior del edificio, aumentando las cargas que el sistema de refrigeración debe vencer, por lo que resulta fundamental el control solar mediante elementos tales como aleros, persianas, parteluces, etc.
- Para mejorar la **eficiencia energética**, con el objetivo de conseguir **Edificios EECN**, habrá que emplear **sistemas pasivos**, como **aireadores** y **microventilación**.
- Será muy importante emplear productos que cuenten con un balance positivo en sus **Declaraciones Ambientales de Producto (DAP)**. Del mismo modo, será conveniente que cuenten con **Etiquetas de Eficiencia Energética de Ventanas (EEV)**.
- La **economía circular** es un nuevo modelo de producción que trata de proteger los recursos y el medioambiente.

Unidad 2:

FUNDAMENTOS DE LA INSTALACIÓN EFICIENTE DE VENTANAS

CONTENIDOS

1. Replanteo del hueco
2. Elementos de premontaje
3. Preparación de los materiales
4. Preparación del área de trabajo

Resumen

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:

- Identificar las tareas previas que se han de llevar a cabo para asegurar el correcto montaje de las ventanas: replanteo del hueco y preparación de los materiales, equipos y herramientas, así como del área de trabajo.
- Conocer los procedimientos para la fijación del cerco o precerco en el hueco de obra, respetando las tolerancias especificadas en el proyecto.

1. REPLANTEO DEL HUECO

Antes de instalar una ventana, se ha de comprobar la **estructura alrededor del hueco**, con el fin de localizar posibles defectos en el cerramiento, la presencia de elementos incompatibles u otros detalles que puedan perjudicar la instalación.

Hay que tener en cuenta también la terminación del hueco, pues no es lo mismo un hueco totalmente rematado o con precerco instalado que uno en el que falte algún elemento (dintel, alféizar, jambas...) o, en el caso de los trabajos de renovación, que aún no se haya retirado el marco antiguo.

En obra nueva es necesario conocer el nivel de referencia (distancia del plano inferior del hueco con respecto al suelo terminado) para situar correctamente las ventanas.

1.1 Medición del hueco

Los huecos en los que se van a montar las ventanas presentan, en mayor o menor grado, **irregularidades o imperfecciones**, incluso en los casos en que se dispone de precerco. Por ello, es preciso realizar la medición del hueco con precaución, de manera que las medidas tomadas sean las adecuadas para encargar las ventanas.

La **norma UNE 85219 “Ventanas. Colocación en obra”** recoge, además de criterios de colocación, las tolerancias dimensionales que se han de verificar en los huecos para recibir las ventanas.

Es recomendable, en la medida de lo posible, llevar a cabo la instalación de ventanas sobre precerco para garantizar el mantenimiento de las prestaciones de **estanqueidad y aislamiento** y el **funcionamiento** correcto, seguro y duradero de las mismas.

En estos casos se tiene que comprobar, en primer lugar, que el precerco está correctamente colocado, aplomado y a escuadra. Además, el precerco ha de estar limpio de restos de yeso, mortero y otros materiales adheridos.

A. Planimetría del precerco. Pandeo

La deformación en sentido perpendicular al eje del perfil, o la flecha “f” de pandeo del perfil, no debe exceder:

- 3 mm, para perfiles de más de 2 m de longitud.
- 2 mm, para perfiles de 2 metros de longitud o menos.

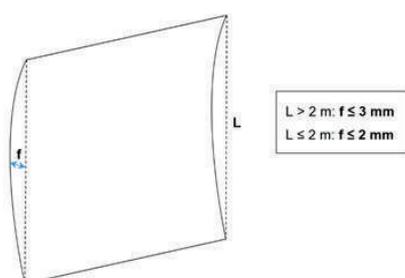


Figura 2.1. Tolerancias de montaje del precerco: planimetría.
Fuente: ASOMA – Asociación española de fabricantes de madera y mixtas madera-aluminio

B. Descuadre

La diferencia de longitud entre las dos diagonales del hueco no ha de ser mayor de:

- 5 mm para perfiles mayores de 2 metros de longitud.
- 3 mm para perfiles de 2 metros o menores de longitud.

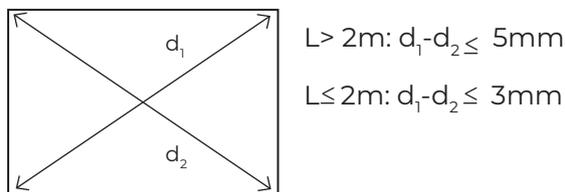


Figura 2.2. Tolerancias de montaje del precerco: descuadre. Fuente: ASOMA – Asociación española de fabricantes de madera y mixtas madera-aluminio



Estabilidad del hueco

Para mantener las dimensiones del hueco dentro de las tolerancias admisibles será necesario emplear los elementos adecuados que impidan que se produzcan deformaciones (por ejemplo: cartabones, tensores o conformadores). Se aconseja además que los precercos tengan las siguientes características:

- Precercos de madera: 35 mm x 35 mm de sección mínima.
- Precercos de acero: 1 mm de espesor mínimo de chapa.
- Precercos de aluminio: 1,5 mm de espesor mínimo de chapa.

En cuanto a las medidas de la anchura y la altura del hueco, se recomienda realizar, en milímetros y de la manera más exacta posible, las siguientes mediciones:

- **3 medidas en vertical:** en el centro y en los extremos de la anchura del hueco (derecha e izquierda).
- **3 medidas en horizontal:** en el centro y en los extremos de la altura del hueco (inferior y superior).

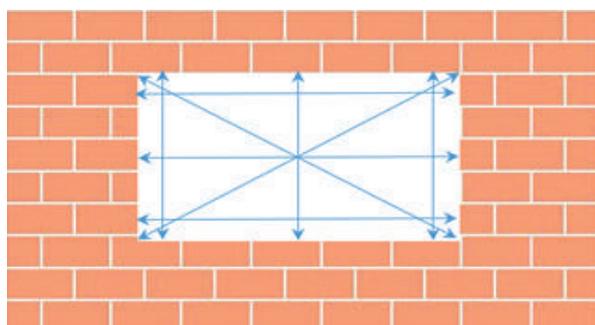


Figura 2.3. Mediciones del hueco de ventana.



Ejemplo

En un hueco se obtienen las siguientes medidas:

- Ancho: 846 mm, 843 mm, 845 mm.
- Alto: 1199 mm, 1201 mm, 1197 mm.

Las medidas más pequeñas del hueco son: 843 x 1197 mm.

Es importante emplear instrumentos de medición en buen estado (flexómetro o metro plegable de carpintero) y se ha de comprobar la uniformidad del hueco entre la parte interior y la exterior, asegurando que las diferencias entre ambos lados del hueco son salvables y midiendo en el menor de ellos.

Aunque aparentemente existan huecos iguales según el proyecto de obra, es necesario medir todos y cada uno de los huecos.

En el supuesto de que la ventana se vaya a colocar directamente a obra (sin precerco) se han de respetar las mismas tolerancias antes mencionadas, teniendo en cuenta además que la zona de apoyo de la ventana debe estar nivelada y ser suficientemente resistente.



Cajón de persiana

Cuando la carpintería lleve incorporada una caja de persiana tipo “monobloc”, hay que tener en cuenta si las medidas que se toman llevan incluidas o no las medidas del capialzado.

En el caso de incluirlas, hay que conocer las medidas del capialzado con las que trabaja el fabricante de las ventanas, así como la profundidad del marco (con el añadido de la guía de la persiana, si está adosada a él).



Recuerda

Es necesario realizar una medición precisa y un replanteo adecuado del hueco para determinar las dimensiones de la ventana y asegurar su correcta colocación. De cada una de las mediciones efectuadas, siempre se tendrá en cuenta la menor, tanto en horizontal como en vertical.

1.2 Dimensiones de la ventana

Resulta difícil colocar una ventana con las dimensiones exactas del hueco; es necesario que sea más **pequeña**. Entre la carpintería de la ventana y el muro perimetral o el precerco del hueco hay que dejar una holgura.

Dicha holgura se rellena, normalmente, con un cordón de **espuma de poliuretano** en el montaje de la ventana. La flexibilidad de este material de relleno permite absorber las dilataciones y contracciones tanto de la propia ventana como de los elementos constructivos en los que ésta se instala.

Las medidas de las ventanas NO son las del hueco.

Por lo tanto, las medidas de las ventanas serán las del hueco tras deducirles las holguras.



La holgura para ventanas de dimensiones habituales es, normalmente, de 10 milímetros en todo el perímetro.

Si en el supuesto del ejemplo anterior, cuyas medidas de hueco son: 843 mm x 1197 mm (ancho x alto), se deduce una holgura de 10 mm (2 veces en el ancho y 2 en el alto), se obtienen las siguientes medidas de la ventana: 823 x 1177 mm

$$843 - 10 - 10 = 823 \text{ mm}$$

$$1197 - 10 - 10 = 1177 \text{ mm.}$$

2. ELEMENTOS DE PREMONTAJE

2.1 Precerco

El precerco es un elemento auxiliar que sirve a modo de plantilla y permite la **preparación** de los huecos de fachada para la posterior y correcta instalación de la ventana. Además, hace posible el desmontaje de la carpintería en un futuro sin necesidad de actuar sobre la obra de albañilería.

Suele ser de **acero galvanizado, aluminio o madera**, y dispone de elementos provisionales de refuerzo (cartabones, jabalcones, tensores...) para impedir que se deformen durante su instalación. Este elemento de premontaje debe elegirse teniendo en cuenta las características (dimensiones y material) tanto del hueco como de la ventana.



Figura 2.4. Precerco de aluminio con cartabones para mantener la escuadría y garras para fijar a obra.
Fuente: ALUFEL NÁJERA. www.alufel.es



Puntos de sujeción

El precerco ha de disponer, al menos, de dos puntos de sujeción por cada perfil, no debiendo estar separados entre ellos más de 60 cm y de forma que se sitúe un punto de anclaje como máximo a 25 cm de cada esquina del precerco y como mínimo a 15 cm de la misma.

En algunos casos, estos elementos de premontaje pueden colocarse antes del levantamiento de la pared, sujeto a guías o maestras de replanteo, para ayudar a configurar el hueco.

Es imprescindible que el precerco se coloque perfectamente aplomado, nivelado y escuadrado, y, una vez instalado, es recomendable medir el hueco para verificar que no hay variaciones en las medidas de fabricación de la ventana.

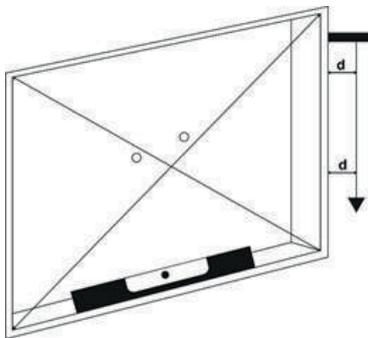


Figura 2.5. Comprobación de la colocación del precerco: nivel, escuadría y aplomado



Recuerda

La principal función del precerco es servir de soporte estable para la fijación de la carpintería, manteniendo las medidas del hueco proyectadas mediante su replanteo en obra. Asimismo, el precerco transmite de manera uniforme las cargas de la ventana al cerramiento.

2.2 Dintel o cargadero

Las ventanas precisan de un dintel o cargadero con capacidad portante para salvar su luz (ancho del hueco) y que soporte, sin deformarse, las cargas que tenga por encima. Cuando la luz sea muy grande puede resultar necesario reforzarlo con elementos de sujeción al forjado superior o con pilares intermedios (maineles) apoyados en el alféizar, con el fin de reducir la flexión del cargadero.

Evidentemente, los dinteles deben tener la **resistencia suficiente para soportar la carga que reciben y para no deformarse en exceso**, de manera que no afecte a la carpintería, provocando fallos en el cierre de las ventanas, y no se produzcan fisuras en el cerramiento superior y en las jambas de apoyo como consecuencia de la flexión del cargadero. Para ello, es necesario que este elemento disponga de la suficiente superficie de apoyo en las jambas y, en su caso, cuente con los apoyos intermedios necesarios (maineles o pletinas de suspensión).



Apoyo del cargadero en las jambas del hueco de la ventana

El punto de apoyo del cargadero debe ser capaz de resistir la presión que recibe. A mayor anchura de hueco, mayor peso recibirá el dintel y por lo tanto mayor fuerza se transmitirá a los apoyos. Dicha fuerza se traduce en presión, que será tanto menor cuanto mayor sea la superficie de apoyo. Así, el cargadero ha de apoyar suficientemente en las jambas para que la presión que reciben no sobrepase a la que puede resistir el material de que están compuestas.

Además, en el caso de cerramientos de fábrica de albañilería, es conveniente colocar el cargadero sobre un lecho de mortero para evitar el apoyo directo sobre los ladrillos, dado que se trata de un material frágil.

Los cargaderos pueden ser de distintos tipos o materiales:

- **Metálicos**, constituidos por perfiles laminados, angulares o chapas de acero.

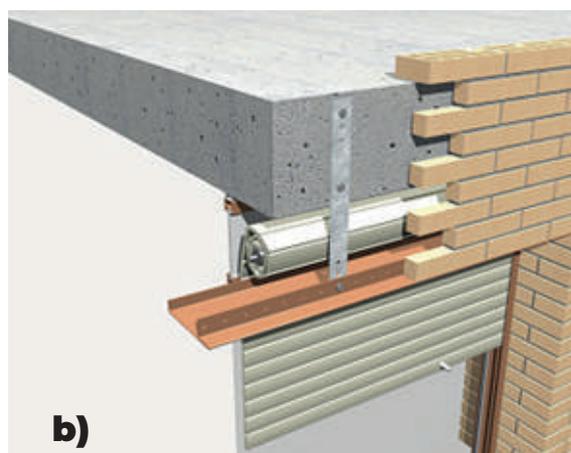
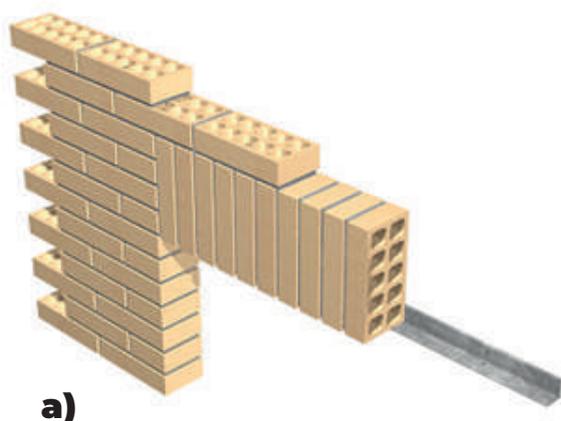


Figura 2.6. Cargaderos de ángulo metálico (a) y chapa de acero (b) suspendidos mediante pletinas del forjado superior. Fuente: CYPE Ingenieros, S.A. www.generadordeprecios.info

- **De fábrica armada** de bloques de hormigón o cerámicos.

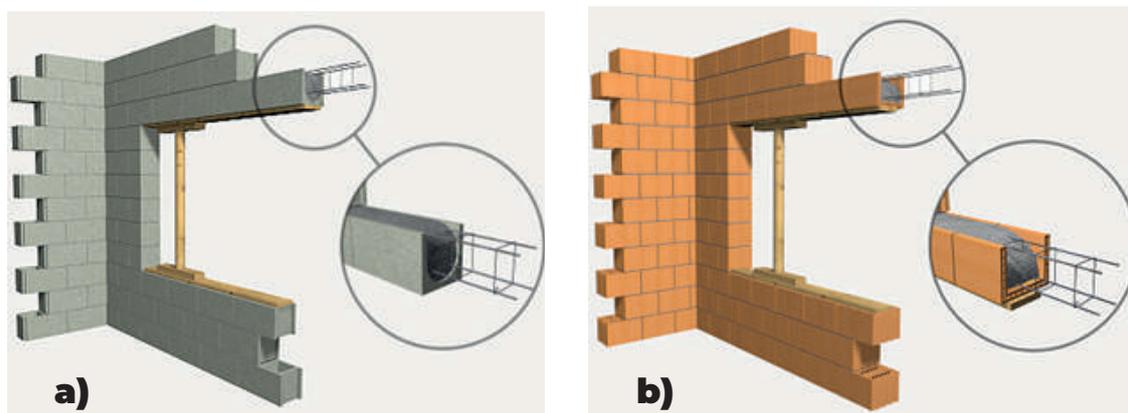


Figura 2.7. Cargaderos de fábrica armada de bloques de hormigón (a) o bloques cerámicos (b). Fuente: CYPE Ingenieros, S.A. www.generadordeprecios.info

- **Prefabricados de hormigón** armado o de hormigón polímero.

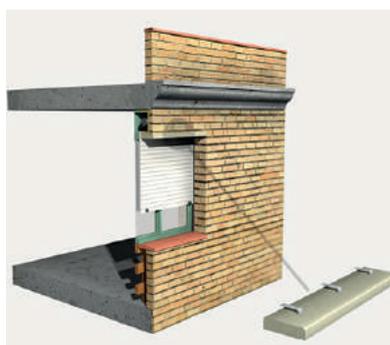


Figura 2.8. Cargadero prefabricado de hormigón. CYPE Ingenieros, S.A. www.generadordeprecios.info



Recuerda

Los dinteles o cargaderos son los elementos encargados de recibir las cargas del cerramiento situado por encima del hueco y transmitirlas a las jambas en las que se apoyan o, en su caso, al forjado superior del que está suspendido.

3. PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES

3.1 Recepción en obra

Las ventanas han de ser transportadas en posición vertical, apoyadas sobre caballetes o elementos similares y amarradas para evitar caídas, y con el embalaje y la protección necesarios tanto para prevenir arañazos y rozaduras como para soportar los golpes y vibraciones que se producen durante el desplazamiento del vehículo.

El material ha de ser descargado con especial cuidado, empleando los equipos de trabajo adecuados (grúas y carretillas o manipuladoras mecánicas). Hay que evitar golpear y arrastrar las carpinterías. Tampoco se han de almacenar en el exterior, expuestas a las condiciones de radiación solar intensa, durante un tiempo excesivo.

En el caso de un almacenamiento prolongado, las ventanas se han de depositar en un lugar cubierto, limpio, seco y ventilado. Es conveniente no retirar ni romper el embalaje hasta su instalación. Asimismo, se ha de mantener el film protector de la perfilería de los marcos, incluso después de la colocación de la ventana, en previsión de posibles daños durante las fases finales de la obra.



Documentación

Las ventanas suministradas a la obra han de ir acompañadas de los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa vigente y, en su caso, por el proyecto de obra: albarán u hoja de suministro, etiquetado, documentación correspondiente al marcado CE, distintivos y certificados de calidad, informes de ensayo...

El vidrio puede llegar a obra instalado en la propia carpintería de la ventana o separadamente para su montaje en obra. El transporte de vidrios a obra puede realizarse por piezas sueltas, para su descarga pieza a pieza con medios manuales o mecánicos, o empaquetados en caballetes especiales, para su descarga con medios mecánicos (generalmente, grúa) y almacenamiento en los mismos caballetes.



Tanto en el caso de acopio por piezas sueltas como en el de caballetes especiales, los vidrios han de almacenarse en **zonas delimitadas, separadas** de las vías de circulación y de otros materiales almacenados, y **protegidos** de la humedad, el polvo y la radiación solar directa, favoreciendo además la ventilación.

Figura 2.9. Caballete con vidrios



Recuerda

Tanto las ventanas, acristaladas o no, como el acristalamiento suministrados a la obra deben someterse al control de recepción en obra para comprobar que las características del material satisfacen lo exigido en el proyecto y que no presentan daños



INSERTAR JUEGO RECEPCION DE LA VENTANA

3.2 Abastecimiento de tajos

Una vez recepcionadas las ventanas en la obra, se ha de identificar para cada una de ellas el hueco al que corresponde. Es habitual que muchas ventanas o huecos parezcan iguales, pero que en realidad no lo sean.

Por ello, las diferentes unidades de ventana han de estar perfectamente etiquetadas, a fin de que los operarios puedan identificarlas y llevar a cabo, de modo eficiente y adecuado, tanto el acopio como el abastecimiento a su lugar de colocación.



Acopio de ventanas en el tajo

- Las ventanas se han de colocar apoyadas en un soporte sólido y en vertical con una inclinación aproximada de 80° respecto al suelo.
- La zona de acopio ha de permanecer seca y alejada de zonas de paso y con presencia de materiales pulverulentos (cemento, yeso, cal...) o donde se realicen operaciones de corte y soldadura.
- Para proteger las zonas de contacto entre marcos de ventanas apiladas es aconsejable intercalar un material blando, no abrasivo, entre ventana y ventana, por ejemplo: tiras de cartón o de poliestireno expandido.
- No es conveniente apoyar más de cinco ventanas seguidas.

Por otra parte, el **acarreo** de las **ventanas a pie** de hueco puede plantear dificultades que han de ser previstas con anterioridad. Por ejemplo, hay que tener en cuenta los problemas que pueden derivarse de subir ventanas hasta un piso alto cuando dichas ventanas no caben por el ascensor, el montacargas o el hueco de la escalera.

En el caso de realizar el reparto de ventanas pesadas de forma manual, pueden **separarse** las **hojas** de los **marcos** para manipularlos por separado, reduciendo el peso a transportar por los trabajadores. En estos casos, es conveniente **numerar** las hojas y marcos para evitar errores en la instalación.



Antes de trasladar un peso se tiene que planificar la tarea: seleccionar el recorrido más corto, revisar el trayecto y retirar los obstáculos para dejar el espacio suficiente que permita pasar cómodamente. Asimismo, hay que examinar las características de la carga para identificar las posibles zonas o elementos peligrosos (bordes cortantes) y valorar su peso.

Si la carga resulta muy pesada, voluminosa o su forma no permite el agarre adecuado de la misma, se tiene que solicitar ayuda y, en lo posible, utilizar asideros y medios adecuados, como transpaletas o carros portapanele

4. PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

Las condiciones de orden y limpieza tienen una gran influencia sobre la producción de accidentes; numerosas lesiones tienen su origen en la falta de orden y limpieza en los puestos de trabajo



INCORRECTO

En la situación que la imagen refleja se observan graves deficiencias de orden y limpieza. Como consecuencia de ello, los trabajadores pueden sufrir caídas al mismo nivel, así como lesiones en forma de cortes, pinchazos, esguinces o torceduras al pisar sobre objetos diversos (clavos, ladrillos, tablas, etc.).

Figura 2.10. Deficientes condiciones de orden y limpieza.
Fuente: GESPRE

Es muy importante mantener el **orden** y la **limpieza**, almacenando fuera del área de trabajo el material innecesario, colocando de manera estable los materiales y retirando regularmente los residuos que se generen, de modo que se pueda trabajar cómodamente y sin riesgos.



Figura 2.11. Labores de limpieza y retirada de residuos.
Fuente: GESPRE



Una obra sucia y desordenada es una obra insegura.

A diferencia de la obra nueva, en trabajos de renovación de ventanas será necesario llevar a cabo otras tareas de acondicionamiento del hueco y la zona de trabajo. Así, por ejemplo, se ha de procurar retirar el mobiliario y demás objetos que puedan entorpecer el trabajo y, en su caso, cubrirlos para evitar que se ensucien.

Posteriormente, se han de desmontar las hojas móviles y los vidrios de las ventanas viejas, dejando únicamente los marcos. Pueden adoptarse dos alternativas: mantener el marco de la ventana existente como prearco de la nueva, lo que obligará a emplear en la nueva un marco de renovación que recubra al antiguo, o desmontarlo con el resto de la carpintería.

La primera alternativa puede adoptarse si el marco antiguo está en buenas condiciones: no está podrido u oxidado, según sea de madera o metálico, y si está firmemente unido al muro. En este caso, se deben eliminar los elementos que sobresalgan del plano de fijación de la nueva ventana: bisagras, cierres, etc.



Figura 2.12. Colocación de una nueva ventana sobre un marco antiguo. Fuente: Juan Mariño, S.L. www.ventanashuescajmr.es

En el supuesto de retirar la carpintería al completo, se desatornilla de la pared o, en el caso de marcos empotrados mediante garras, se cortan por la mitad de cada lado y, con la ayuda de una palanca, se levantan los trozos con cuidado para localizar los puntos de fijación al muro, comprobando si se pueden extraer con facilidad o si hay que picar el muro para liberar el marco



Recuerda

Antes de iniciar la instalación de las ventanas se ha de limpiar el área de trabajo, retirando los escombros y objetos que estorben.



Resumen

- Es necesario realizar una **medición precisa** y un **replanteo** adecuado del hueco para determinar las dimensiones de la ventana y asegurar su correcta colocación. De cada una de las mediciones efectuadas, siempre se tendrá en cuenta la menor, tanto en horizontal como en vertical.
- La principal función del **precerco** es servir de soporte estable para la fijación de la carpintería, manteniendo las medidas del hueco mediante su replanteo en obra. Asimismo, el precerco transmite de manera uniforme las cargas de la ventana al cerramiento.
- Los **dinteles** o **cargaderos** son los elementos encargados de recibir las cargas del cerramiento situado por encima del hueco y transmitir las a las jambas en las que se apoyan o, en su caso, al forjado superior del que está suspendido.
- Tanto las ventanas como el acristalamiento suministrados a la obra deben someterse al **control de recepción** en obra para comprobar que las características del material satisfacen lo exigido en el proyecto y que no presentan daños.
- Hay que comprobar que **cada ventana corresponde** con el **hueco** en el que se va a instalar, verificando las dimensiones y el sentido de apertura (a derechas o a izquierdas, apertura interior o exterior).
- Antes de iniciar la instalación de las ventanas se ha de **limpiar** el área de trabajo, retirando los escombros y objetos que estorben.

Unidad 3: **INSTALACIÓN DE VENTANAS**

CONTENIDOS

1. Criterios de eficiencia energética en la instalación de ventanas
 2. Tratamiento de puentes térmicos
 3. Elementos de protección y sistemas de motorización y domótica
 4. Gestión de residuos
 5. Coordinación de actividades empresariales
- Resumen

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:

- Conocer diferentes metodologías de instalación de ventanas.
- Saber cómo se han de instalar las ventanas para que cumplan los requisitos normativos de estanqueidad y aislamiento.
- Conocer los sistemas de motorización y domótica, y otros elementos instalados en las ventanas, en particular: las contraventanas.
- Comprender la importancia de gestionar adecuadamente los residuos generados por la actividad.
- Tomar conciencia de los riesgos que puede entrañar la concurrencia de actividades empresariales en la obra, y sobre la importancia de que las distintas empresas o gremios cooperen en el mantenimiento de unas condiciones de trabajo seguras.

1. CRITERIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INSTALACIÓN DE VENTANAS

1.1 Presentación, acuñado, nivelación y aplomado de la ventana

La ventana se presenta y se sitúa en su posición mediante la ayuda de cuñas o calzos (de plástico o de madera) para dejar el marco perfectamente nivelado, alineado y aplomado, listo para su posterior fijación.



Posición de la ventana en el hueco

Normalmente, el hueco del cerramiento tiene un grosor mayor que el marco de la ventana. Consecuentemente, la ventana puede colocarse en diferentes posiciones:

- **Enrasada interiormente:** alineada con la cara interior del muro. En obra nueva, la ventana se alinea previendo el espesor del revestimiento interior (guarnecido de yeso, alicatado...) para que, una vez aplicado, quede enrasado con el marco. Esta es la opción más frecuente.
- **Enrasada exteriormente:** alineada con la cara exterior del muro.
- **A haces medios:** en una posición intermedia entre la cara exterior e interior del muro.

Se comienza nivelando horizontalmente, colocando las cuñas en la parte inferior del hueco, a unos 5 cm de sus extremos, en las cuales se apoya el marco de la ventana. Seguidamente, se comprueba la horizontalidad del marco con un nivel de burbuja y se realizan los ajustes necesarios para nivelarlo, golpeando ligeramente las cuñas (por ejemplo, con una maza de goma para no dañar la carpintería).

Después, se colocan las cuñas laterales, primero en la parte inferior, a unos 5 cm de los vértices, procurando que las holguras sean similares a ambos lados de la ventana.

Finalmente, se nivela respecto a la vertical, ubicando y ajustando sendas cuñas en la parte superior del marco.

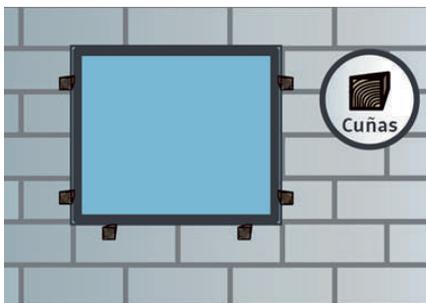


Figura 3.1. Colocación de ventana en el hueco y nivelación horizontal y vertical mediante cuñas

El proceso antes descrito se completa con cuantas cuñas se estimen necesarias para que el **marco** quede bien nivelado con respecto a la vertical y la horizontal, teniendo cuidado de no deformar la carpintería por la acción de estas cuñas.

Una vez colocado el marco, se verifica que las medidas de las dos diagonales no difieren o, en su caso, que la diferencia esté dentro de las tolerancias admisibles (5 mm para perfiles mayores de 2 metros de longitud; 3 mm para perfiles de 2 m o menos).



Recuerda

Hay que colocar cuñas o calzos en la parte horizontal inferior del marco para la nivelación de la ventana y en los laterales, cerca de los herrajes de giro, para su aplomado.



1.2 Fijación del marco

El sistema de fijación del marco a la obra se elegirá según las características del **muro** y cómo esté **acondicionado** (si hay precerco instalado o si la colocación es directa). En general, cabe diferenciar dos métodos: mediante **garras** o **patillas de empotramiento al muro** o mediante **atornillado**.



Disposición de las fijaciones

Independientemente del método utilizado, el marco se ha de fijar mecánicamente al contorno del hueco de forma que tenga como mínimo 2 puntos de fijación en los perfiles verticales, no debiendo estar separados más de 60 cm entre sí y a una distancia de las esquinas de entre 15-25 cm (a ser posible a la altura de los herrajes de giro).

En los perfiles horizontales hay que colocar al menos 1 fijación central, reforzando con fijaciones en las esquinas cuando la anchura de la ventana supere los 120 cm, siguiendo el mismo criterio que para los perfiles verticales.

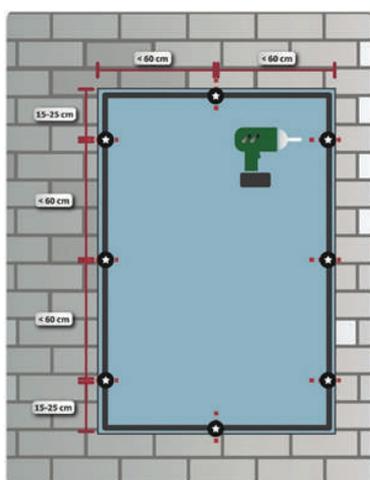


Figura 3.2. Disposición de las fijaciones de la ventana



Figura 3.3. Cerco metálico con patillas de anclaje y marco atornillado.
Fuente: Cype Ingenieros S.L. www.generadordeprecios.info

• Fijación mediante atornillado

El atornillado del marco de la ventana puede ser al **precerco** o, en el caso de colocación directa, al cerramiento mediante **tacos expansivos** y **tornillos** para muro. Este último método solo se puede ejecutar en muros resistentes.



Figura 3.4. Fijación de marco a muro mediante atornillado.
Fuente: Karpenterium. www.karpenterium.com



Atornillado

Es conveniente que los taladros en el marco de la ventana estén mecanizados en taller para facilitar a los montadores la correcta distribución y posición de las fijaciones, cuidando además de no perforar el material plástico de rotura de puente térmico en el caso de la carpintería metálica.

Por otro lado, es aconsejable colocar, junto a los puntos de paso de los tornillos, calzos de apoyo en las holguras perimetrales entre los perfiles del marco y el precerco (o el hueco de obra) para evitar las deformaciones que la presión de la tornillería pudiera causar durante su apriete.



El marco de la ventana no debe estar en contacto con la obra ni con el precerco.



1.3 Relleno de holguras

El espacio entre el cerco y el precerco y/o la obra constituye un posible puente térmico y acústico. Por ello, una vez fijada la ventana hay que aplicar un material de relleno aislante en la holgura perimetral.

Este material de relleno debe tener una serie de propiedades:

- Buena **adherencia** sobre diversos materiales para evitar que se produzcan discontinuidades.
- **Elasticidad** permanente para absorber los ciclos de dilatación-retracción de la ventana y el muro y también los esfuerzos resultantes del funcionamiento de la ventana.
- **Buen aislamiento** térmico y acústico.
- **Mínima absorción** de la humedad.



Espuma de poliuretano

El material recomendado para el relleno de las holguras perimetrales de la ventana es la espuma de poliuretano, que suele aplicarse con pistola. Esta espuma, al ser aplicada, se expande mucho, por lo que hay que dosificarla correctamente, conforme a las instrucciones del fabricante que figuran en el envase, para que no se deforme el marco.

Antes de aplicar la espuma, las superficies del marco y del precerco y/o el muro han de estar limpias y exentas de grasa. Por otra parte, es recomendable humedecer la superficie de obra con la que tenga que entrar en contacto la espuma para mejorar su adherencia y expansión.

Una vez que la espuma se ha secado, hay que eliminar las rebabas con una cuchilla, dejando la superficie lo más limpia posible para el posterior sellado mediante la aplicación de siliconas impermeabilizantes y/o para la colocación de tapajuntas.



No es correcto rellenar la holgura a base de morteros, porque se crea una unión rígida.

Figura 3.5. Relleno de holgura con espuma de poliuretano.
Fuente: Leroy Merlin. Cómo Colocar una ventana.
www.youtube.com

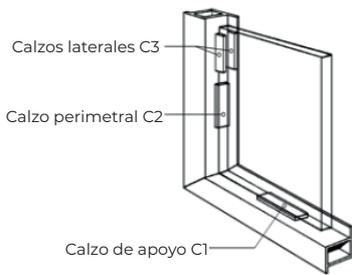


Figura 3.6. Tipos de calzos de acristamiento según su posición en el cerco.
Fuente: ASEFAVE. Guía de instalación de ventanas. 2019

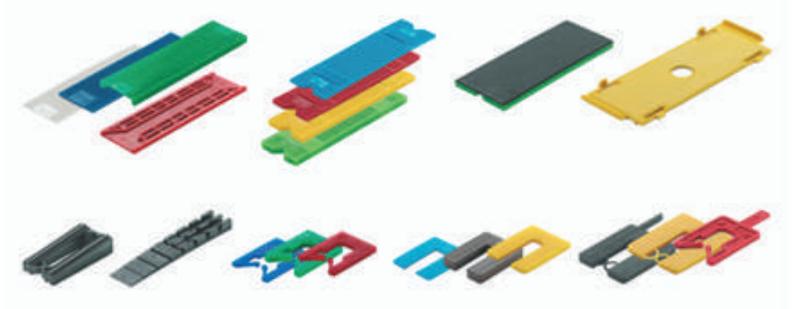


Figura 3.7. Calzos de acristamiento.
Fuente: Roto Frank. www.rotofrank-aluvisión.com

El número de calzos y su ubicación varía según la forma de apertura de la ventana: bastidor fijo, practicable, abatible, proyectante, basculante, pivotante, oscilo-batiente, corredera, guillotina...

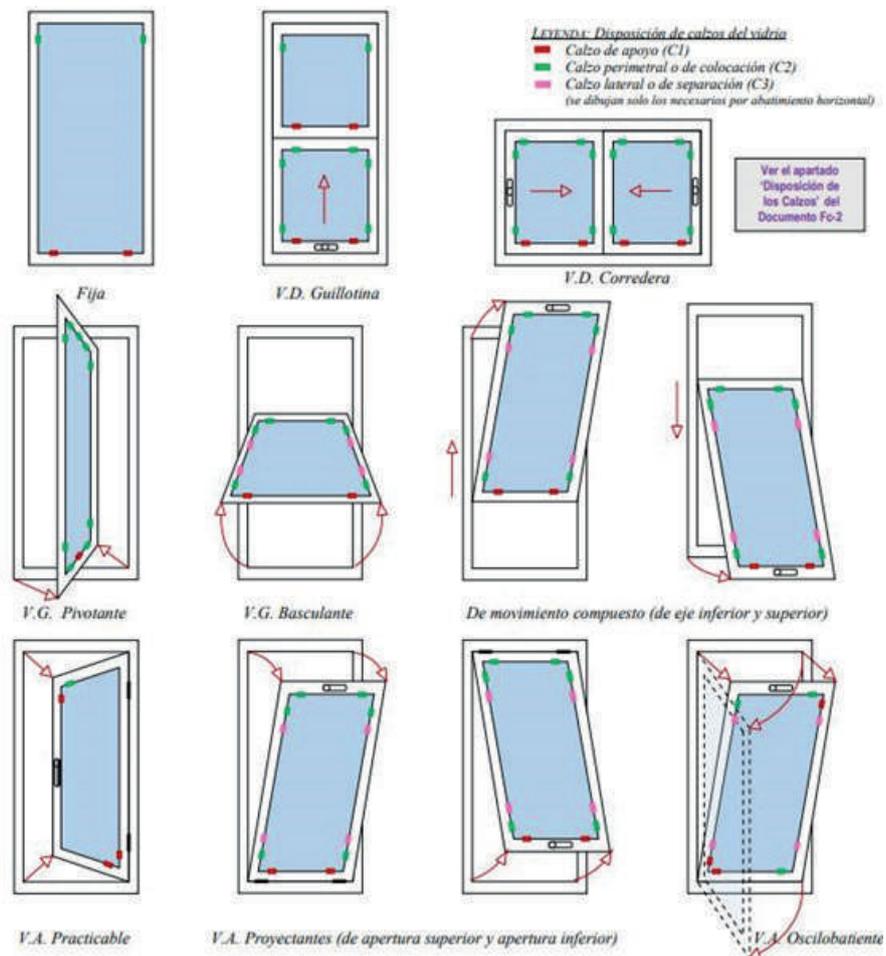


Figura 3.8. Disposición de los calzos del vidrio. Fuente: Carretero Ayuso M.J. Documentos de orientación técnica en edificación. Fc-1. Fundación Musaat

Por último, hay que prestar atención a que ningún calzo del vidrio interfiera en el funcionamiento de las ranuras de desagüe y ventilación. Por todo ello, hay que observar las instrucciones del fabricante.

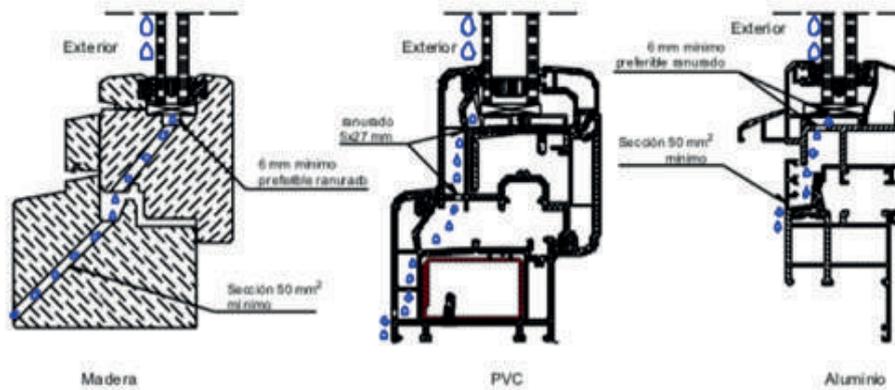


Figura 3.9. Esquema de ranuras de desagüe y ventilación en distintos tipos de carpinterías. Fuente: ASEFAVE. Guía de instalación de ventanas. 2019



Recuerda

Los calzos de apoyo tienen la función de transmitir el peso del vidrio al bastidor. Los calzos de colocación sirven para mantener el vidrio en la posición correcta



Los vidrios pueden ir adheridos al bastidor mediante **silicona** o **masilla** (acristalamiento en húmedo) o estar sujetos mediante junquillos (acristalamiento en seco). Este último supuesto tiene la ventaja de facilitar tanto la instalación como la posible sustitución del vidrio.

Los junquillos suelen ser del mismo material que la **carpintería** (PVC, aluminio...) y pueden ir fijados mediante **clavado** (método tradicional en carpintería de madera) o **atornillado**, o, actualmente, mediante **clips** (a presión) sobre los perfiles de la hoja o el marco.

Su tamaño depende del **espesor** del vidrio, de manera que a un vidrio grueso le corresponde un junquillo pequeño, y a un vidrio delgado un junquillo grande, dentro de las limitaciones del bastidor de la ventana.

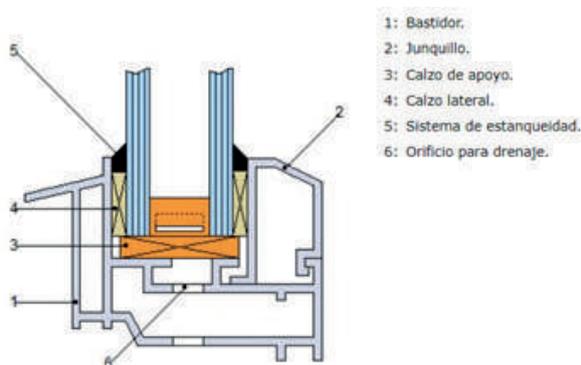


Figura 3.10. Sección de vidrio donde pueden apreciarse los calzos de apoyo y laterales, junquillo, orificio de drenaje y sellado. Fuente: CYPE ingenieros S.L. www.generadordeprecios



Recuerda

En los vidrios con recubrimientos de control solar o de baja emisividad, así como los acristalamientos múltiples con lunas de diferentes espesores o que llevan vidrio laminar de seguridad, hay que identificar la cara exterior para colocarlos en la posición correcta.

1.5 Sellado

Hay que diferenciar dos tipos de sellado: el sellado de la ventana a la **obra** y el sellado del **acristalamiento**.

A. Sellado del acristalamiento

El sellado del acristalamiento debe realizarse tanto por el exterior como por el interior. Puede realizarse mediante una junta preformada de **elastómero**, un sellante elástico o una combinación de ambos.



Juntas preformadas de acristalamiento

Este tipo de sellado consiste en la instalación de secciones extruidas de material sintético (caucho, PVC...), elástico y duradero, con la forma adaptada al tipo de galce o junquillo de acristalamiento.



Figura 3.11. Junta selladora de presión en acristalamiento de ventana de hojas correderas de aluminio.

Fuente: Extrusiones, S.A. - www.vidrioperfil.com

Hay que tener cuidado en la colocación de las **gomas aislante** o en la aplicación de la silicona, según corresponda, para que no se produzcan discontinuidades debido a la interrupción del material sellante, sobre todo en las esquinas.

En el caso de los selladores elásticos aplicados con pistola, se recomienda la utilización de un **sellador del tipo G** según la norma UNE-EN ISO 11600, ya que son los adecuados para el acristalamiento.

Ejemplo

Los selladores **G 25 LM**, **G 25 HM**, **G 20 LM** o **G 20 HM** son adecuados, dado que los del tipo G son clasificados por la norma UNE EN ISO 11600 como sellantes para su utilización en juntas de estanqueidad para acristalamientos.

El número (**20** o **25**) indica el movimiento previsto ($\leq 20\%$, $\leq 25\%$), el código **LM** indica que es de módulo bajo (low module, en inglés) y el código **HM** indica que es de módulo alto (high module).



Figura 3.12. Aplicación de silicona para acristalamiento



B. Sellado de la junta entre ventana y obra

El sellado de la junta exterior ventana-muro es imprescindible para evitar las **infiltraciones** de aire y la entrada del agua hacia el interior. El sellado por el interior, aplicado entre la carpintería y el revestimiento del paramento, tiene como finalidad evitar pérdidas de **estanqueidad** al aire.

Como sellante exterior se pueden emplear sellantes elásticos, cintas autoexpansivas o láminas de estanquidad mientras que, para el sellado interior se pueden utilizar, sellantes interiores, cintas autoexpansivas, láminas de estanquidad o membranas líquidas. En el mercado existen productos multifuncionales como cintas autoexpansivas que cubren las tres funciones del sellado: aislamiento térmico y acústico, protección frente a la intemperie y estanqueidad.

Para el sellado de las juntas entre la obra y la ventana se recomienda la elección de **selladores** elásticos en **pasta** frente a las juntas preformadas, ya que se adaptan mejor a las irregularidades de las superficies.

Estos **selladores** en pasta deben cumplir las siguientes propiedades:

- Han de ser **compatibles** con las superficies y materiales con los que puedan entrar en contacto.
- Deben presentar una buena **adherencia** tanto a la ventana como a la obra.

- La **capacidad de movimiento** del sellador debe ser igual o superior al movimiento esperado en la junta.
- La transmisión de vapor de agua del sellador exterior debe ser superior a la del sellador interior para evitar la formación de **condensaciones** en la parte interior de la junta.

Para el sellado exterior de la junta ventana-obra se recomienda el uso de los **sellantes tipo F** que son definidos por la norma UNE-EN ISO 11600 como sellantes de construcción para su utilización en juntas de edificios distintas de las juntas de acristalamientos.

Ejemplo

Los selladores aceptables para el sellado de las juntas exteriores de la carpintería con el cerramiento son: **F 20 LM, F 12,5 E y F 25 LM**. La letra E indica elástico.

También hay selladores de tipo HM (módulo alto) y P (plástico), pero no se consideran recomendables para este uso.

Además, en el caso de que el sellado de la junta vaya a estar expuesto a la radiación solar, se requerirá el empleo de un sellador resistente a los rayos ultravioletas (UV).

Ejemplo

Los selladores resistentes a los rayos UV son: **F+G 20 LM y F+G 25 LM**.



Figura 3.13. Sellado exterior de ventana. Fuente: Incerco Ventanas. Una buena ventana necesita una buena instalación. www.youtube.com

Ejemplo

Para el sellado interior de la junta ventana-obra se recomiendan los selladores de las clases **12,5 P o 12,5 E**; la letra P indica plástico.

Por último, las holguras selladas de la ventana con el revestimiento interior pueden ocultarse colocando tiras de tapajuntas de poco espesor y del mismo material que la carpintería (PVC, aluminio o madera), que se cortan a inglete para formar un marco perimetral decorativo y que van adheridos con silicona a la obra, pegados o fijados mediante clips al marco de la ventana.



Sellado correcto de juntas

Los selladores deben mantener siempre un mínimo de 6 mm de superficie de contacto o fijación para asegurar una adherencia adecuada. El ancho necesario de la junta dependerá del movimiento esperado, siendo mayor cuanto más movimiento tenga que absorber (como mínimo de 6 mm).

Antes de que comience el secado del sellador se debe proceder a su alisado para asegurar la adherencia y dar un acabado estético. Para ello se han de usar herramientas o espátulas alisadoras específicas para tal fin, evitando el uso de agua jabonosa, ya que puede afectar al curado del producto sellante.

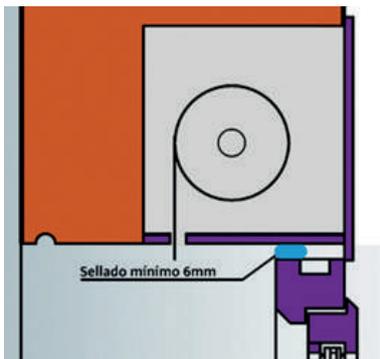


Figura 3.14. Profundidad mínima del sellado entre la carpintería de la ventana y el cajón de la persiana



Recuerda

El sellado del acristalamiento debe hacerse por el exterior y por el interior. Puede realizarse mediante una junta preformada de elastómero, un sellante elástico o una combinación de ambos.

El sellado de la junta exterior ventana-muro se realiza con silicona neutra y tiene como finalidad evitar la entrada de aire y agua hacia el interior. Por el interior se emplea un sellador con una permeabilidad al vapor de agua menor que el sellador exterior para evitar la formación de condensaciones.



Figura 3.15. Esquema de aislamiento de una junta. Modelo de sellado en tres capas. Fuente: ASEFAVE. Guía de instalación de ventanas. 2019

1.6 Herrajes

Si bien los herrajes vienen instalados de fábrica, es muy probable que se tenga que realizar en obra algún tipo de regulación para ajustar el **movimiento** de las hojas y asegurar la **estanqueidad** de la ventana.

Los principales puntos de regulación son los **bulones excéntricos**, que, al hacerlos girar mediante una llave hexagonal, permiten dar más o menos presión sobre las juntas, y la **parte posterior del compás**, cuya regulación hace subir o bajar la esquina opuesta en la diagonal de la hoja.

En el caso de ventanas con hojas de apertura oscilo-batiente se dispone, además, de una **bisagra de esquina** que permite el desplazamiento en las tres direcciones, actuando sobre el tornillo correspondiente.

En cualquier caso, es necesario consultar las instrucciones del fabricante, dado que el procedimiento de ajuste y regulación dependerá de los herrajes instalados y del sistema de apertura de la ventana.

Asimismo, los herrajes han de ser objeto de un **mantenimiento** periódico, ajustándolos y lubricando los puntos especificados por el fabricante.



1. Cerradero antirrobo
2. Cerradero perimetral
3. Cerradero del elevador
4. Bulones que dificultan la rotura (iS)
5. Cierre oscilante horizontal
6. Cremona
7. Elevador de la cremona
8. Compases de oscilación
9. Esquina
10. Cierre central
11. Bisagra superior
12. Bisagra inferior

Figura 3.16. Herrajes para ventanas.
Fuente: Iberwindow. www.iberwindow.com



Recuerda

Los herrajes de las ventanas se han de regular y lubricar de manera adecuada y periódica para asegurar su correcto funcionamiento.

2. TRATAMIENTO DE PUENTES TÉRMICOS

Hay que evitar que se generen puentes térmicos en la ejecución de los elementos que conforman la envolvente térmica del edificio, y en este caso las ventanas representan un punto muy importante para las pérdidas energéticas.

El Código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico HE, sección HE1, define puente térmico como “aquella zona de la envolvente térmica del edificio en la que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento o de los materiales empleados, por la penetración completa o parcial de elementos constructivos con diferente conductividad, por la diferencia entre el área externa e interna del elemento, etc., que conllevan una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento”.

Esto implica que, los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde se pueden producir importantes pérdidas de calor y condensaciones, lo que aumenta el riesgo de formación de mohos.



Para evitar los puentes térmicos es importante seguir las indicaciones del proyecto y prestar especial atención a los encuentros entre los distintos materiales y elementos constructivos, asegurando la continuidad del aislamiento en las ventanas para que no aparezcan huecos por los que se “escape” el calor.

A. Jambas

Para evitar estas pérdidas de energía será necesario que se mantenga la continuidad entre el aislamiento de la fachada y la carpintería de la ventana.

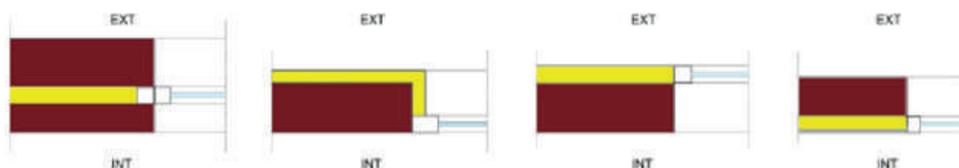


Figura 3.17. Ejemplo de solución del puente térmico en jambas (esquema en planta, representado en amarillo el aislamiento). Fuente: Ministerio de Fomento. Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. 2014. CTE. www.codigotecnico.org

B. Dinteles

En este caso, para evitar estas pérdidas de energía será necesario que se mantenga la continuidad entre el aislamiento de la fachada y la carpintería de la ventana.

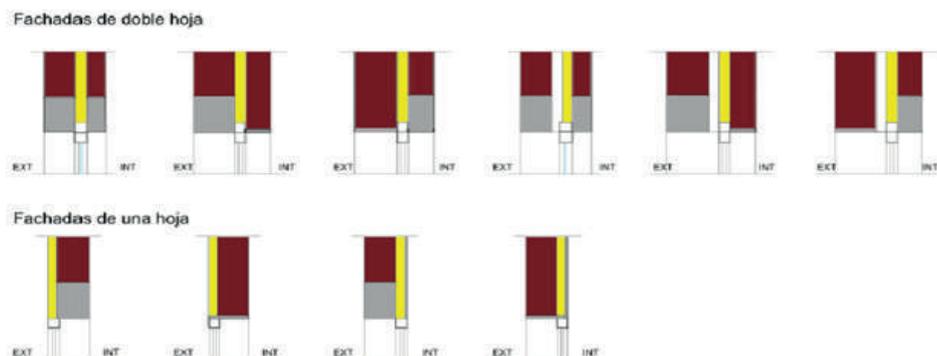


Figura 3.18. Ejemplo de solución del puente térmico en dinteles (esquema en sección, representado en amarillo el aislamiento). Fuente: Ministerio de Fomento. Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. 2014. CTE. www.codigotecnico.org

C. Alféizares

Es necesario, para evitar estas pérdidas de energía, que se mantenga la continuidad entre el aislamiento de la fachada y la carpintería de la ventana.

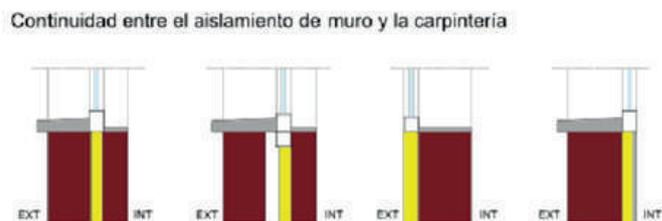


Figura 3.19. Ejemplo de solución del puente térmico en alféizares (esquema en sección, representado en amarillo el aislamiento). Fuente: Ministerio de Fomento. Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. 2014. CTE. www.codigotecnico.org

D. Cajas de persianas

Las cajas de persianas deben estar aisladas térmicamente para evitar que se produzcan puentes térmicos a través de estos huecos.

Además, se han de sellar las juntas existentes entre los elementos de carpintería y el cerramiento.

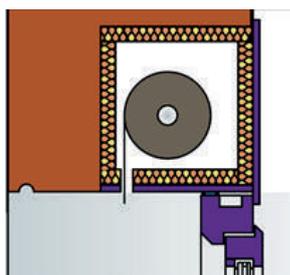


Figura 3.20. Corrección del puente térmico en la caja de persiana

Cámara termográfica

Una cámara termográfica es una herramienta capaz de medir la temperatura, ofreciendo una imagen térmica de los objetos que enfoca. Esto lo consigue a través de la radiación infrarroja que emiten los objetos. La cantidad de radiación infrarroja que emite un objeto determina su temperatura, cuanto mayor sea la radiación, mayor será la temperatura.

Para representar gráficamente la temperatura de un objeto, la cámara asigna diferentes colores en función del calor que irradia. Lo habitual es mostrar las temperaturas más cálidas con color rojo, naranja o amarillo, mientras que las temperaturas frías se muestran con color azul, violeta o verde.



Figura 3.21. Cámara termográfica. Fuente: Arquitecsolar. www.arquitecsolar.com

Por este motivo, una cámara termográfica resulta muy útil a la hora de detectar puentes térmicos en fachada, ya que puede ofrecer una lectura rápida de las temperaturas superficiales.

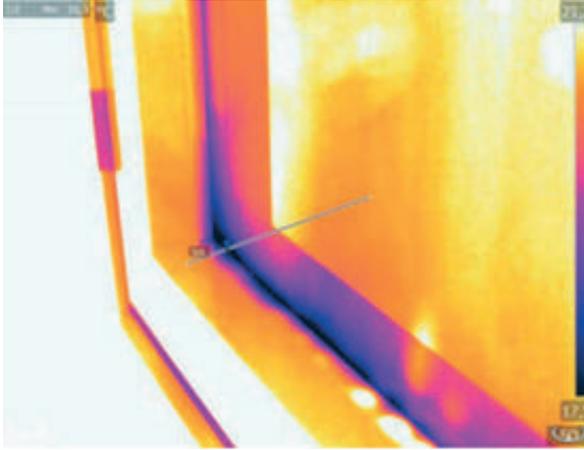


Figura 3.22. Termografía infrarroja que muestra el puente térmico debido a un sellado defectuoso al unir el vidrio con el marco. Fuente: S. Melgosa Revilla. Guía de ventanas eficientes y sistemas de regulación solar. Fenercom.2016 www.fenercom.com



Figura 3.23. Termografía infrarroja que muestra el puente térmico debido a la falta de aislamiento en el alfeizar de ventana. Fuente: S. Melgosa Revilla. Guía de ventanas eficientes y sistemas de regulación solar. Fenercom.2016 www.fenercom.com



Figura 3.24. Termografía infrarroja que muestra el puente térmico debido a la entrada de aire por la parte superior de la ventana. Fuente: S. Melgosa Revilla. Guía de ventanas eficientes y sistemas de regulación solar Fenercom.2016 www.fenercom.com

3. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y SISTEMAS DE MOTORIZACIÓN Y DOMÓTICA

3.1 Contraventanas

Las contraventanas son unas **puertas** que se incorporan a las ventanas, generalmente por el **exterior**, mediante herrajes de apertura (**bisagras**) con la finalidad de impedir el paso de la luz o la radiación solar intensa, proporcionando un mayor resguardo o protección a los acristalamientos.

En la actualidad existen multitud de modelos de contraventanas, generalmente de **PVC**, **aluminio** y **madera** tratada. Según su estructura, las contraventanas pueden ser de una sola hoja o de varias hojas plegables, pudiendo ser además: opacas, de lamas fijas o de lamas orientables, que se mueven por un mecanismo que las inclina en dos posibles sentidos, etc.

Los sistemas de apertura de las contraventanas pueden ser también diversos. En función de la disposición del herraje, se pueden diferenciar tres tipos de contraventanas: con **herraje** a muro, a **cerco** o a **cerco postizo**.

Los herrajes permiten abrir las hojas de las contraventanas hacia afuera y fijarlas contra la pared exterior y, a la inversa, cerrarlas y **bloquearlas** desde dentro. Hay que tener en cuenta que, en presencia de **viento** y de **corrientes** de aire, las contraventanas se tienen que cerrar y bloquear, o bien se tienen que fijar al abrirlas para evitar golpes en el acristalamiento o las paredes laterales.

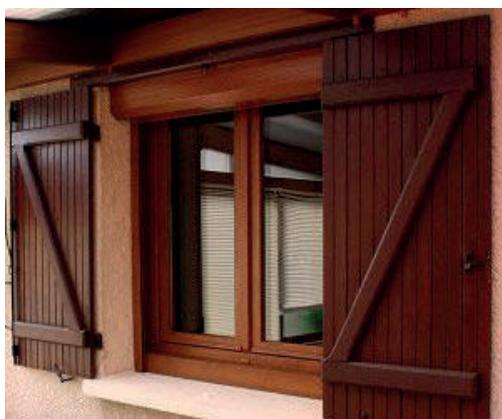


Figura 3.25. Contraventanas rústicas
(Fuente: Ventalux. www.ventalux.com)



Figura 3.26. Contraventanas de lama fija
(Fuente: Ventalux. www.ventalux.com)



Figura 3.27. Contraventana de lama orientable
(Fuente: Fenster. www.fenster.es)

3.2 Motorización y domótica

Mediante sistemas de radiocontrol se puede obtener una automatización de las persianas, toldos y cortinas, pudiéndose, además, programar y sincronizar para que funcionen según las necesidades del usuario y las condiciones ambientales, mejorando notablemente el ahorro energético y el confort.



Sistemas domóticos

El concepto de domótica se refiere a la automatización y control (encendido/apagado, apertura/cierre y regulación, de forma centralizada y/o remota) de sistemas y aparatos eléctricos y electrotécnicos (iluminación, climatización, riego automático, así como puertas, ventanas, persianas y toldos motorizados, entre otros). El objetivo del uso de la domótica es el aumento del confort, el ahorro energético y la mejora de la seguridad en los edificios.

Una instalación domótica consta de tres elementos: sensores, actuadores (capaces de accionar los sistemas electromecánicos) y sistema de control (encargado de la toma de decisiones).



Figura 3.28. Motorización de ventanas. Fuente: Velux. www.plataformaarquitectura.cl



Figura 3.29. Motorización de ventanas. Fuente: Siegenia. <https://www.siegenia.com/> y Artimetal www.artimetal.es



Recuerda

La automatización y motorización de las ventanas, persianas, toldos y cortinas contribuyen al ahorro energético y el confort de los edificios, siendo una solución eficiente.

4. GESTIÓN DE RESIDUOS

Añadir: la retirada de una ventana se debe hacer de una forma ordenada...

Cuando se trate de un caso de rehabilitación y sustitución de ventanas habrá que seguir el proceso antes descrito para su instalación, pero a la inversa, retirando las hojas y los acristalamientos, para después quitar el marco eliminando las fijaciones, al precerco o bien a la fábrica, en función del caso.

Pero lo que resulta fundamental es diferenciar los distintos residuos que se generan durante la realización de los trabajos para gestionarlos adecuadamente mediante la clasificación y separación en origen.



Residuos de construcción y demolición

El 75% de los residuos de construcción está constituido por restos de hormigón, pastas o morteros de agarre y de materiales pétreos y cerámicos (ladrillos, baldosas, etc.); esta fracción mayoritaria se denomina escombros. El 25% restante es una mezcla heterogénea de residuos que van desde el vidrio, la madera, los restos de materiales metálicos, el papel o cartón y los plásticos procedentes de los embalajes, hasta los residuos peligrosos (pinturas, disolventes, selladores...), incluidos sus envases y recipientes.

Los **residuos inertes** son aquellos que no constituyen un peligro para la salud humana ni el medio ambiente, como son los escombros de construcción, los áridos (arena y grava) y los restos de vidrio.

Por otra parte, se encuentran los **residuos no peligrosos**, que no presentan problemas de toxicidad en sí mismos, pero que pueden sufrir o producir transformaciones físicas, químicas o biológicas en contacto con otras sustancias que den lugar a sustancias perjudiciales como, por ejemplo: la madera, el papel o cartón, el yeso, la mayor parte de los metales y algunos tipos de plásticos.



Figura 3.30. Tipos de residuos de construcción.
Fuente: Holcim. www.altamezcla.com.ar

Por último, están los **residuos peligrosos** (tóxicos para el ser humano y contaminantes para el medio ambiente), recogidos y clasificados en la legislación de aplicación y cuya manipulación ha de correr a cargo de gestores autorizados. Entre los residuos peligrosos, cabe destacar en el ámbito de las obras de edificación y rehabilitación: las pinturas, los disolventes y algunos materiales aislantes y sellantes.

El principal problema de este tipo de residuos radica en su capacidad para contaminar otros residuos (especialmente los inertes), multiplicando la cantidad de residuos que deben entregarse a los gestores autorizados y, por lo tanto, aumentando considerablemente los costes de gestión.

Por ello, la separación y clasificación en origen es la mejor estrategia para minimizar los residuos tóxicos y peligrosos.



INCORRECTO

En la imagen se ve una saca en la que se han recogido y mezclado distintos tipos de residuos: escombros, basura, plásticos, envases...

Figura 3.31. Actuación incorrecta: deficiente gestión de los residuos. Fuente: GESPRE



Gestión de residuos

- La evacuación de los escombros se ha de realizar, preferentemente, mediante conductos, cintas transportadoras o cualquier otro medio adecuado que evite el vertido libre, reduciendo al mínimo posible la contaminación ambiental (el polvo).
- El almacenamiento de los residuos no peligrosos se ha de realizar, siempre que sea posible, en contenedores específicos en función de los materiales que acojan (plásticos, cartones, madera, restos metálicos...).
- Los residuos peligrosos, de acuerdo con la normativa vigente, se han de depositar en una zona de almacenamiento debidamente señalizado según su peligrosidad, delimitado y cerrado, al que, únicamente, pueda acceder el personal autorizado.



Figura 3.32. a) Contenedor de escombros (al fondo) y contenedor con compartimentos separados para plásticos y para el papel y el cartón (en primer término). b) Almacén de residuos peligrosos. Fuente: GESPRE



Recuerda

Para garantizar un adecuado estado de orden y limpieza en la obra es necesario:

- Planificar el acopio de material en función de las necesidades de los tajos, evitando los excedentes innecesarios y gestionando la retirada del material sobrante.
- Organizar la limpieza periódica de los escombros y el resto de residuos, así como su evacuación y almacenamiento provisional en la obra, de forma separada en función de sus características y sin mezclar los peligrosos con los que no lo son.

5. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

En la mayoría de las obras de construcción sucede que distintos empresarios y trabajadores autónomos desarrollan sus actividades de manera **simultánea** o **sucesiva**. Por ejemplo, carpinteros, cerrajeros, cristaleros, albañiles, yeseros, pintores, instaladores, etc., suelen coincidir en un mismo lugar de trabajo durante la ejecución de una obra de edificación o de rehabilitación.

Dicha concurrencia de actividades puede generar **interferencias** e **incompatibilidades** que agraven los riesgos propios de cada actividad o favorezcan la aparición de otros nuevos. Por ello, resulta imprescindible llevar a cabo una eficaz labor de **coordinación**, tanto produc-tiva como en el ámbito de la seguridad y salud.

En este sentido, los empresarios (contratistas y subcontratistas), así como los trabajadores autónomos, están obligados a cooperar entre sí, estableciendo los medios de coordinación (intercambio de información, protocolos, presencia de responsables, etc.) que consideren necesarios.

Para organizar de manera adecuada la coordinación de actividades concurrentes se debe, entre otras previsiones:

- Identificar las **interferencias** entre los distintos trabajos que se van a llevar a cabo.
- Definir la **información** y las **instrucciones** que han de recibir los trabajadores en relación con los riesgos derivados de la coincidencia de actividades y que pueden afectarles, así como sobre las correspondientes medidas de prevención, protección y emergencia.
- Determinar, previa consulta e información a los trabajadores, los **métodos de trabajo** y las me-didas preventivas que se han de adoptar para controlar los riesgos motivados por las interacciones entre actividades.



Recuerda

El trabajador, en el desarrollo de su tarea, suele coincidir con otros trabajadores que intervienen en la ejecución de unidades de obra diferentes. Esto conlleva que, además de los riesgos propios de su actividad, esté expuesto a los riesgos de otros oficios o a aquellos que se originan por la simultaneidad de los trabajos.

Entre las medidas generales que se han de considerar para el **control de los riesgos** derivados de la realización de actividades simultáneas y sucesivas, cabe destacar:

- Mantener una **comunicación continua** entre los interlocutores de los diferentes oficios designados a estos efectos (técnicos de prevención, recursos preventivos, etc.), reuniéndose las veces que se considere necesario.
- En la medida de lo posible, establecer tanto **accesos** a la obra, como **vías** de circulación o **zonas de paso** dentro de la misma, diferenciando los de vehículos de los de peatones.
- Evitar los **trabajos simultáneos** en la misma vertical de varios oficios, adoptando, en el caso de no ser posible impedirlos, medidas de **protección** para evitar o limitar la caída de objetos desprendidos.

Ejemplo



Figura 3.33. Visera de protección contra la caída de materiales colocada entre los forjados que se encuentran en fase de estructura y aquellos en los que se va a ejecutar el cerramiento de fachada. Fuente: GESPRE

En cuanto a la interacción con personas **ajenas** a la obra (por ejemplo, vehículos y viandantes que transitan por una calle colindante con la obra), se han de observar, entre otras, las siguientes medidas preventivas y normas de seguridad:

- Colocar el **vallado**, el **balizamiento** y la **señalización** adecuados para delimitar y separar la zona de trabajo de la zona de circulación de las personas y los vehículos ajenos a la obra.
- Evitar el **acopio** de materiales fuera del recinto de la obra.
- Proteger a los **usuarios** de la **vía pública** de las posibles caídas de materiales fuera del recinto de la obra, empleando redes de seguridad con mosquiteras, marquesinas de protección, etc.
- Respetar la prohibición de **arrojar** objetos o escombros de manera incontrolada a través de los huecos de fachada.



Figura 3.34. Visera mediante chapa metálica y red tipo mosquitera para proteger la vía pública frente a la caída de materiales. Fuente: GESPRE



Resumen

- Hay que colocar **cuñas** o **calzos** en la parte horizontal inferior del marco para la nivelación de la ventana y en los laterales, cerca de los herrajes de giro, para su aplomado.
- Los **calzos de apoyo** tienen la función de transmitir el peso del vidrio al bastidor. Los calzos de colocación sirven para mantener el vidrio en la **posición correcta**.
- En los vidrios con recubrimientos de control solar o de baja emisividad, así como en los acristalamientos múltiples con lunas de diferentes espesores o que llevan vidrio laminar de seguridad, hay que identificar la cara exterior para colocarlos en la posición correcta.
- El sellado del acristalamiento debe realizarse tanto por el exterior como por el interior. Puede realizarse mediante una junta preformada de elastómero, un sellante elástico o una combinación de ambos.
- El sellado de la junta exterior ventana-muro se realiza con **silicona neutra** y tiene como finalidad evitar la entrada de aire y agua hacia el interior. Por el interior se emplea un sellador con una permeabilidad al vapor de agua menor que el sellador exterior para evitar la formación de condensaciones.
- Los **herrajes** de las ventanas se han de regular y lubricar de manera adecuada y periódica para asegurar su correcto funcionamiento.
- Para evitar los **puentes térmicos** es importante seguir las indicaciones del proyecto y prestar especial atención a los encuentros entre los distintos materiales y elementos constructivos, asegurando la continuidad del aislamiento en las ventanas para que no aparezcan huecos por los que se “escape” el calor.
- La **automatización** y **motorización** de las ventanas, persianas, toldos y cortinas contribuyen al ahorro energético y el confort de los edificios, siendo una solución eficiente.
- Para garantizar un adecuado estado de **orden** y **limpieza** en la obra es necesario:
 - ◊ Planificar el acopio de material en función de las necesidades de los tajos, evitando los excedentes innecesarios y gestionando la retirada del material sobrante.
 - ◊ Organizar la limpieza periódica de los escombros y el resto de residuos, así como su evacuación y almacenamiento provisional en la obra, de forma separada en función de sus características y sin mezclar los peligrosos con los que no lo son.
- El trabajador, en el desarrollo de su tarea, suele coincidir con otros trabajadores que intervienen en la ejecución de unidades de obra diferentes. Esto conlleva que, además de los riesgos propios de su actividad, esté expuesto a los **riesgos** de otros oficios o a aquellos que se originan por la simultaneidad de los trabajos.
- La concurrencia de actividades puede generar **interferencias** e incompatibilidades que agravan los riesgos propios de cada actividad (por ejemplo, la instalación de ventanas) o favorecen la aparición de riesgos nuevos.
- Los empresarios y trabajadores autónomos, cuyas actividades se desarrollan de manera simultánea o sucesiva, están obligados a cooperar entre sí, estableciendo los medios de coordinación que consideren necesarios.

Unidad 4:

FINALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

CONTENIDOS

1. Ensayos de estanqueidad al agua
 2. Ensayos de aislamiento acústico
 3. Instrucciones de uso y mantenimiento de ventanas
- Resumen

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:

- Conocer los ensayos que se han de realizar en la obra para verificar que las ventanas instaladas cumplen los requerimientos normativos.
- Relacionar las instrucciones de uso y mantenimiento que han de observar los usuarios de las ventanas instaladas.

1. ENSAYOS DE ESTANQUEIDAD AL AGUA

Se recomienda efectuar un ensayo de estanqueidad al agua por cada **50 ventanas instaladas** en una misma obra. El ensayo se realiza en el mismo lugar de instalación, con la ventana totalmente acabada (en condiciones finales de uso), y teniendo en cuenta lo establecido en la **norma UNE 85247 Ventanas y puertas**. Estanqueidad al agua. Ensayo “in situ”.

Esta norma describe el procedimiento para la realización del ensayo, que consiste, básicamente, en someter la superficie exterior de la ventana a una cantidad de agua constante y específica durante un tiempo dado, controlando la **ausencia** de **penetración** de agua.

Asimismo, la norma define las características que debe tener el equipamiento de ensayo para conseguir una película continua de agua sobre la superficie expuesta de la ventana. Define además cómo se ha de colocar el sistema de rociado y la posición de las boquillas.

Este ensayo es realizado por personal **calificado** de laboratorios de ensayo acreditados y se lleva a cabo conforme a las directrices siguientes:

- a. Previamente, se ha de comprobar la **correcta instalación** de la ventana objeto del ensayo (muestra), comprobando la fijación, el sellado y el aislamiento. Las hojas móviles de la ventana se abren y cierran, al menos una vez, verificando el funcionamiento adecuado.

La ventana se deja preparada con las hojas cerradas y, en su caso, con las persianas recogidas y con los dispositivos de ventilación cerrados y sellados.

- b. El **sistema de rociado** de agua se ha de colocar a unos 25 cm de la ventana y a menos de 15 cm por encima de la junta superior horizontal del vidrio con el marco. Las boquillas de salida de agua han de estar orientadas a 120° respecto a la horizontal y separadas 40 cm entre sí.
- c. El período de rociado de agua ha de ser de **30 minutos**, con un caudal **constante de 2 litros por minuto** (l/min.) por cada boquilla (con una precisión de $\pm 10\%$).

En el caso de observarse alguna penetración de agua, se tiene que anotar, registrando la posición y el tiempo transcurrido desde el inicio de la prueba.

- d. Tras el rociado, se ha de llevar a cabo un período adicional de **observación** (sin rociado de agua) durante **60 minutos** más, anotando asimismo las entradas que pudieran producirse y registrando la posición y el tiempo transcurrido desde el inicio de la prueba.

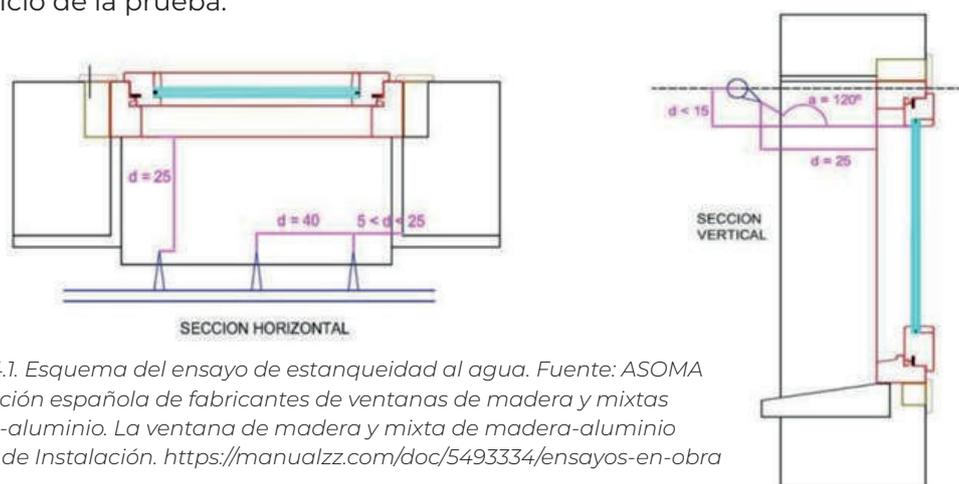


Figura 4.1. Esquema del ensayo de estanqueidad al agua. Fuente: ASOMA – Asociación española de fabricantes de ventanas de madera y mixtas madera-aluminio. Manual de Instalación. <https://manualzz.com/doc/5493334/ensayos-en-obra>

El ensayo permite determinar la estanqueidad de la ventana o, si se producen entradas de agua en el interior, dónde se producen los fallos, con el fin de identificar sus causas y la solución.

Si durante los 90 minutos del ensayo se producen entradas de agua de origen desconocido o dudoso, se recomienda realizar **ensayos suplementarios** para comprobar si la filtración se produce por la ventana o por el cerramiento.



Recuerda

La finalidad del ensayo de estanqueidad al agua es verificar la correcta instalación de la ventana en la obra mediante la ausencia de penetración de agua durante el tiempo establecido.



Para saber más...

En la siguiente página web puedes encontrar más información sobre la normativa:

- UNE 85247 Ventanas y puertas. Estanqueidad al agua. Ensayo "in situ".

2. ENSAYOS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

El Documento Básico de Protección frente al Ruido DB HR del Código Técnico de la Edificación recoge la posibilidad de realizar ensayos in situ en el edificio terminado para comprobar el cumplimiento de las exigencias de aislamiento acústico. Dicho documento establece que estos ensayos deben ser realizados por un laboratorio acreditado.



La realización de ensayos de aislamiento acústico es un proceso complejo que debe ser realizado por técnicos especializados.

El ensayo aplicable para verificar el aislamiento acústico de las fachadas y sus elementos (entre ellos, las ventanas) es el prescrito por la norma **UNE-EN ISO 140-5 Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Medición "in situ" del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachada y de fachadas.**

En líneas generales, el procedimiento de este ensayo normalizado trata de medir el nivel de presión sonora en el **exterior** (L1) y el nivel de presión sonora en el **interior** (L2) del recinto del edificio cuyo aislamiento acústico de fachada se quiere medir, con las **ventanas cerradas**.

La **diferencia** de ambos niveles, corregida según las características acústicas del recinto donde se realiza el ensayo, es el aislamiento acústico de la fachada. Estas correcciones se deben al tiempo de **reverberación** del recinto receptor.



Reverberación

La reverberación es un fenómeno acústico de reflexión que se produce en un recinto cerrado cuando las ondas sonoras inciden contra las paredes, el suelo y el techo del mismo, sin que estas superficies las absorban totalmente, reflejándolas de manera que el sonido permanece una vez que la fuente de origen ha dejado de emitirlo.

En el caso de existir elementos de ventilación o aireadores han de cerrarse previamente, al igual que las ventanas, para la realización de estos ensayos de aislamiento acústico, tal y como especifica el DB-HR del CTE.



Recuerda

La finalidad del ensayo de aislamiento acústico es determinar el nivel de ruido aéreo que se transmite desde el exterior al interior del edificio a través de la fachada. Para la realización de este ensayo es necesario cerrar las ventanas, las cuales también han de contribuir al aislamiento acústico.



Figura 4.2. Banco de Ensayos Acústicos.
Fuente: Venster. www.venster.com.mx



Para saber más...

En las siguientes páginas web puedes encontrar más información sobre:

- Documento Básico de Protección frente al Ruido DB HR del Código Técnico de la Edificación.
- UNE-EN ISO 140-5 Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Medición "in situ" del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachada y de fachadas.

3. INSTRUCCIONES DE USO Y MANTENIMIENTO DE VENTANAS

Para asegurar que las cualidades de las ventanas se mantienen en el tiempo, los usuarios han de observar, entre otras, las siguientes instrucciones de **uso** y **mantenimiento**:

3.1 Uso

- Es necesario retirar las **etiquetas** y **protecciones adhesivas** de los perfiles antes de que transcurran tres meses desde su instalación en obra.
- Se han de evitar los **cierres violentos**, ya que pueden causar desajustes en la carpintería.
- La carpintería se ha de **proteger** cuando se vayan a llevar a cabo trabajos de limpieza, pintado, revoco, etc. en los paramentos.
- En ventanas con hojas **oscilobatientes** hay que tener presente que la manilla debe estar siempre en posición vertical: hacia arriba para la posición abatible, hacia abajo para la posición cerrada. La posición horizontal corresponde a la apertura total. Se ha de procurar no dejar la manilla en posiciones intermedias, pues ocasionan falsas maniobras.



Contraindicaciones

Debe evitarse realizar modificaciones en la carpintería o colocar en ella aireadores incumpliendo las indicaciones del fabricante.

En ningún caso se han de apoyar o fijar sobre las ventanas pescantes de sujeción de andamios, poleas para elevar cargas ni mecanismos para la limpieza exterior que puedan dañarlas.

3.2 Mantenimiento

- La **limpieza** debida a la contaminación y el polvo se ha de efectuar mediante agua con detergente no alcalino aplicada con paño o esponja suave que no raye. En cualquier caso, está contraindicado el empleo de abrasivos, disolventes clorados, acetona, alcohol u otros productos susceptibles de atacar el material de la carpintería.
- Periódicamente (al menos una vez al año), se ha de comprobar el correcto **funcionamiento** de los mecanismos de cierre y de maniobra. Si las ventanas no cierran bien, pueden ajustarse los herrajes, aunque es conveniente que esta operación la realice un especialista.
- Mediante la **limpieza** regular se han de mantener limpias las **canaletas** de recogida de agua y los **orificios** de evacuación. Y, en el caso de las hojas correderas, hay que mantener limpios los **raíles**.
- En zonas costeras o con ambientes agresivos, debido a la presencia de un ambiente con alta concentración **salina**, es conveniente lubricar los herrajes, al menos, una vez al año.



Recuerda

Es una buena práctica enseñar a los clientes los puntos más importantes de la instalación de las ventanas, como sellados, remates, etc., así como explicar el funcionamiento de los mecanismos de apertura, con el fin de que el usuario final tenga conocimientos acerca del buen uso y el mantenimiento de las mismas.

Deber de conservación de los bienes inmuebles por parte de los propietarios. Qué es el Libro del edificio. Obligatorio y donde se recoge la información del edificio. Cada CC.AA. tiene un modelo. Cada cuánto es.



Resumen

- La finalidad del **ensayo de estanqueidad al agua** es verificar la correcta instalación de la ventana en la obra mediante la ausencia de penetración de agua durante el tiempo establecido.
- La finalidad del ensayo de aislamiento acústico es determinar el **nivel de ruido aéreo** que se transmite desde el exterior al interior del edificio a través de la fachada. Para la realización de este ensayo es necesario cerrar las ventanas, las cuales también han de contribuir al aislamiento acústico.
- Una vez realizado el montaje de la ventana debe practicarse una **limpieza exhaustiva** de las virutas, yesos, morteros, pinturas, etc., que suelen depositarse en los canales de los perfiles y entre los elementos constitutivos de los herrajes y demás componentes. Igualmente se ha de eliminar la etiqueta identificativa del vidrio y los folios protectores de los perfiles.
- Por último, es una buena práctica enseñar a los clientes los puntos más importantes de la instalación de las ventanas, como sellados, remates, etc., así como explicar el funcionamiento de los mecanismos de apertura, con el fin de que el usuario final tenga conocimientos acerca del **buen uso** y **mantenimiento** de las mismas.

Unidad 5: **INTRODUCCIÓN A BIM Y METODOLOGÍA LEAN**

CONTENIDOS

1. ¿Qué es el BIM?
 2. ¿Para qué sirve BIM?
 3. ¿Qué necesito saber de BIM?
 4. ¿Para qué me sirve BIM?
 5. Lean Construction
 6. Herramientas para implantación de Lean Construction
- Resumen

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:

- Adquirir conocimientos generales sobre BIM.
- Conocer las principales herramientas BIM y su utilidad.
- Adquirir conocimientos generales sobre Lean Construction.

1 ¿QUÉ ES EL BIM?

El **BIM** (Building Information Modeling) es una metodología de trabajo que se basa en la colaboración para la creación y gestión de toda la información relativa a un activo (en este caso un proyecto de construcción), a lo largo de todo su ciclo de vida, y haciéndolo posible mediante la tecnología.

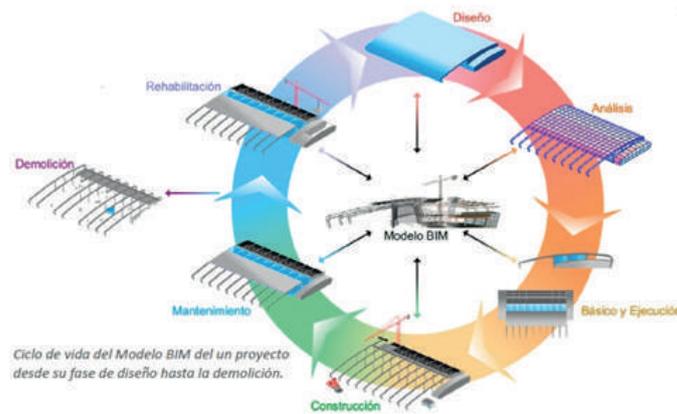


Figura 5.1. Metodología BIM. Fuente: BuildingSmart. www.buildingsmart.es

Para poder gestionar un proyecto completo, de manera efectiva, el objetivo principal de BIM es centralizar toda la información relacionada con este en un solo modelo digital, creado por todos los agentes que intervienen.

Es importante entender que BIM no es una herramienta o software, sino una nueva forma de trabajar que supone una evolución de los sistemas de diseño tradicionales, ya que sobre los planos incorpora nuevas dimensiones de información, relacionadas con su geometría, tiempos, costes, sostenibilidad, mantenimiento, etc.



Figura 5.2. Dimensiones BIM. Fuente: Econova Institute of innovation. www.econova-institute.com

2 ¿PARA QUÉ SIRVE BIM?

BIM ofrece grandes ventajas frente al modelo tradicional empleado en la gestión de los proyectos de construcción. Por un lado, la metodología BIM tiene como objetivo crear un flujo de comunicación transversal entre todos los agentes implicados, siendo necesario que todos ellos tengan acceso continuo a la misma información.

Para evitar solapamientos, pérdidas de información o incoherencias, este sistema pretende recoger toda la información relativa al proyecto en un único modelo virtual en el que todos puedan participar.

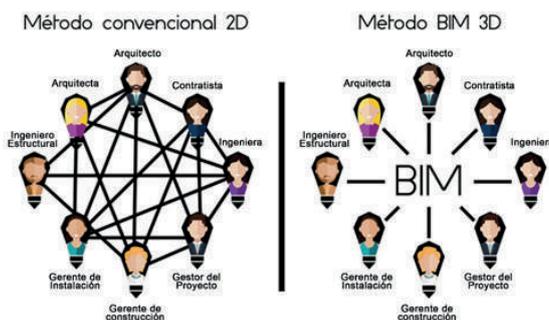


Figura 5.3. Método convencional vs BIM. Fuente: SP BIM Arquitectura digital. www.spbim.com <https://spbim.com.br/o-que-e-bcf/>

De forma habitual, uno de los grandes problemas en la gestión y el intercambio de información es la enorme cantidad de softwares diferentes que existen en el mercado, lo que hace realmente difícil compartir archivos sin que estos se vean alterados en el proceso.

Con la intención de solucionarlo BIM basa su avance en la **estandarización** o uso de estándares abiertos, es decir, usar formatos abiertos que no estén sujetos a ningún software en concreto, sino que permitan la compatibilidad entre todos ellos. De este modo, se facilita el intercambio de datos entre todos los agentes implicados, optimizando así todos los procesos y aplicaciones. Esta **interoperabilidad** de archivos se hace posible mediante el **IFC** (*Industry Foundation Classes*), un formato de datos neutro que permite intercambiar el modelo de información entre diferentes softwares sin perder o alterar los datos.

El IFC se crea para eliminar los errores humanos, reduciendo así los costes y ahorrando además tiempo, al trabajar con un único modelo que sea coherente.

En resumen, entre las ventajas o utilidades de la metodología BIM podríamos destacar:

- **Imposibilidad de pérdidas de información**, ya que todos los agentes trabajan sobre el único modelo existente. Evitando los problemas debidos al uso de diferentes versiones, incompatibilidades, etc.
- **Acceso constante a toda la información necesaria** dentro de las diferentes dimensiones de BIM (diseño, aspectos técnicos, costes, sostenibilidad, mantenimiento, etc.), y no solo eso, sino que cualquier modificación realizada sobre el modelo se actualizará, a tiempo real, y quedará disponible para el resto de los agentes.

- **Imposibilidad de errores por modificación de la información**, puesto que al realizar un cambio en cualquier parte del modelo automáticamente se actualizará en todas las plantas, secciones, alzados, vistas, etc.
- **Posibilidad de todos los agentes de colaborar en el proyecto desde el inicio**, fomentando la colaboración y coordinación.
- **La gestión del proyecto se realiza de un modo mucho más eficiente**, al contar con toda la información real del proyecto que se evalúa.

La capacidad de BIM reside en que permite definir mejor el proceso y el producto de lo que ha sido posible hasta el momento con los métodos tradicionales.

3 ¿QUÉ NECESITO SABER DE BIM?

Dentro del marco BIM, una parte imprescindible de todo proyecto de construcción será el **“Plan de Ejecución BIM”** (*BIM Execution Plan, BEP*), ya que permite asegurar que todos los agentes implicados en el proyecto colaboran de manera activa en su desarrollo.

El objetivo del BEP será mostrar el enfoque que se plantea para el proyecto, así como su organización, y por ese motivo se elaborará desde el inicio, antes incluso de formalizar el contrato. Este plan estará disponible para todos los miembros y equipos a fin de garantizar la comunicación y cooperación.

Otra de las funciones del BEP es asignar responsabilidades y funciones entre los agentes. De este modo, se contemplan diferentes perfiles, en función de la cualificación, competencias requeridas y tareas que se realizarán. Teniendo en cuenta esto, una propuesta de roles o perfiles podría ser:

- **Gerente de BIM (*BIM Manager*)**: se encarga fundamentalmente de gestionar todo el desarrollo del proyecto dentro de la metodología BIM desde la fase de diseño hasta finalizar la obra.
 - ◊ Con la labor principal de implementar la metodología a lo largo de todas las fases, esto supone coordinar todos los equipos y trabajos, asegurando que todos los agentes implicados cumplan con los estándares definidos en BIM, desde el inicio hasta la entrega de la información.
- **Coordinador de BIM (*BIM Coordinator*)**: se encarga de coordinar todo el trabajo dentro de un mismo campo, de modo que habrá un coordinador por cada especialidad (estructuras, seguridad y salud...etc.).
 - ◊ Su objetivo será asegurar que, dentro de su campo, se cumplan todas las exigencias establecidas en el proyecto, comprobando la calidad del modelo de información BIM y garantizando que sea compatible con el resto de los campos del proyecto.
- **Gerente de la instalación de BIM (*BIM facility manager*)**: se encarga de asegurar y gestionar el óptimo funcionamiento de los edificios, sus instalaciones y servicios asociados.

Su objetivo será alargar la vida útil del edificio e incrementar el retorno del capital invertido, consiguiéndolo a través de la integración de gestión empresarial con arquitectura e ingeniería.

- **Especialista-experto de BIM:** se encargará de revisar y analizar los modelos de los diferentes agentes que intervienen en el desarrollo del diseño con BIM, haciendo los ajustes y modificaciones necesarias para poder planificar toda la obra a través del modelo.
- **Usuario de BIM:** será cualquier individuo o entidad con la autorización necesaria para usar el modelo BIM a lo largo de todas las fases de desarrollo del proyecto, y para cualquiera de los usos previstos.

En todo caso, no hay que olvidar que la metodología BIM se basa en el trabajo colaborativo y la interoperabilidad de archivos y herramientas. Por esa razón, a pesar de plantear un esquema de roles, las barreras entre los diferentes perfiles nunca deberían ser muy estrictas, favoreciendo la comunicación.

4 ¿PARA QUÉ ME SIRVE BIM?

La utilidad de BIM estará, además de en la metodología que plantea, en las herramientas que proporciona para realizar todos los trabajos necesarios, asegurando la compatibilidad entre todas ellas.

Dentro del mundo BIM existe una gran cantidad de softwares diferentes, usar uno u otro dependerá de las necesidades y tareas que deba desarrollar cada agente implicado dentro del proyecto. En función de estas necesidades o usos podríamos plantear una clasificación de algunos softwares

- **Generales, planificación y seguimiento**
 - LOD Planner
 - Microsoft Word
 - Microsoft Excel
 - Adobe PDF
 - Project (Office)
 - Planner (Office)
 - Trello
- **Diseño**
 - SketchUp
 - Revit
 - ArchiCAD
 - Allplan
 - Vectorworks
 - ClashMEP
 - AECOsim Building Designer
 - Tekla
 - Intergraph
 - CYPECAD
 - CYPECAD MEP
 - CYPEFIRE Design
 - CYPEFIRE Hydraulic Systems
 - CYPEHVAC Hydronics
 - CYPELEC Networks
 - CYPELUX
 - CYPEPLUMBING Sanitary Systems
 - CYPEPLUMBING Water Systems
 - IFC Builder
 - StruBIM Suite

Análisis

- BIM Track
- Navisworks
- BIM Assure
- SCIA
- BIMcollab
- Solibri
- BIM 360

Gestión

- Dropbox
- Sharepoint (Office)
- OneDrive (Office)
- Aconex
- Thinkproject
- Bimsync
- Viewpoint
- Google Drive
- Sofia RTD
- Asite
- ProjectWise 365
- Deltek - Union Square
- Procore
- Clearbox BIMXtra
- Grupo BC
- Huddle
- Documentum

Comunicación

- Teams (Office)
- Yammer (Office)

Mantenimiento

Synchro Software
EcoDomus
Assemble
Trimble Connect
Building Ops
DAQRI
Vico Office
Microsoft HoloLens
MantTest

Pero el principal objetivo de este curso sería centrarse en las necesidades de visualización de los modelos BIM, para ello serán fundamentales los visores IFC, es decir, softwares que permitan abrir y visualizar modelos virtuales procedentes de los programas de diseño que ya hemos visto.

A través de ellos se puede comprobar si el modelo es correcto, así como mover y separar elementos o emplear filtros, visualizar secciones o diferentes vistas, realizar presupuestos rápidos e incluso caminar dentro del propio modelo como haría un observador, lo que resulta muy útil para navegar por el interior del edificio. Para ello, algunos de los softwares que encontramos son:

- BIMvision
- DDS-CAD viewer
- UsBIM viewer
- Solibri model viewer
- Open BIM Layout
- Open BIM Model Checker

5 LEAN CONSTRUCTION

Lean Construction puede definirse como una filosofía de trabajo innovadora, que trata de generar sistemas de producción donde se optimicen los recursos, haciendo el mejor aprovechamiento posible, y al mismo tiempo obteniendo productos de una calidad superior, al reducir al máximo los defectos.

La forma de alcanzar este objetivo Lean es optimizar todas aquellas actividades que incrementen el valor del producto final (en este caso la construcción), mientras reduce o elimina todo aquello que no contribuye. Como herramienta para evitar estas pérdidas Lean Construction crea una serie de categorías que permiten identificar los diferentes tipos de desperdicios.



Figura 5.4. Los tipos de desperdicios de Lean.
 Fuente: SPC Consulting Group. www.spcgroup.com

Y del mismo modo, dentro de la filosofía de Lean Construction se plantean diferentes enfoques que permitan perfeccionar sus procesos y evitar estas pérdidas. Para ello, por un lado, se reducirán o eliminarán los recorridos que efectúan los materiales desde su extracción hasta su puesta final en obra, rechazando todo movimiento o proceso que sea innecesario. Por otro lado, se realizará una planificación que permita conseguir todos los objetivos, pero que evite cualquier pérdida imprevista, al definir una pautas y estrategias claras desde el inicio. Y finalmente, se efectuará un control estricto de todos los trabajos realizados, asegurando que todo se desarrolle cumpliendo con el esquema previsto.

6 HERRAMIENTAS PARA LA IMPLANTACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION

A la hora de implementar los principios de Lean Construction en cualquier proyecto de edificación habrá unas herramientas básicas que deberán emplearse, preferentemente en conjunto.

- **Sistema de Entrega de Proyectos Lean (*Lean Project Delivery System, LPDS*)**

LPDS es una metodología de trabajo que se basa en el proceso colaborativo, realizando una gestión integral del proyecto desde la fase inicial hasta su finalización. Abarcando así todas las etapas de definición del proyecto, diseño, suministro, ejecución o montaje, uso y mantenimiento, al mismo tiempo que pone en conjunto los objetivos de todos los agentes implicados. De este modo, se pueden ordenar los fines, recursos y condicionantes

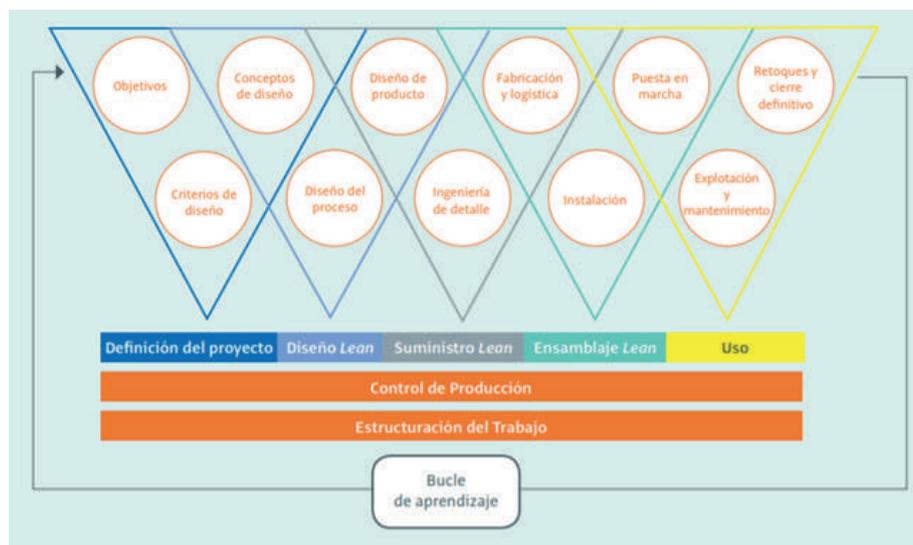


Figura 5.5. *Lean Project Delivery System (LPDS)*. Fuente: Ballard 2008

La finalidad será garantizar al cliente el máximo valor posible, reduciendo o eliminando todas aquellas actividades que lo minimicen, lo que se consigue estructurando el trabajo y controlando la producción. Es necesario entender el proceso de construcción como un generador de valor.

- **Sistemas Integrados de Ejecución de Proyectos (*Integrated Project Delivery, IPD*)**

IPD representa la evolución del LPDS, consiste en un enfoque que trata de aunar todos los criterios relacionados con la gestión y ejecución del proyecto. Recoge todas aquellas acciones destinadas a integrar sistemas, estructuras, prácticas empresariales y personas, con el fin de fomentar la colaboración, aprovechar el talento y beneficiarse de las diferentes perspectivas que aporta cada agente. La consecuencia de esto es una optimización de los resultados obtenidos, aumentando del valor de lo que se produce y, especialmente, reduciendo los desperdicios a lo largo del proceso. Esta mejora de la eficiencia es el objetivo clave de la filosofía Lean Construction.

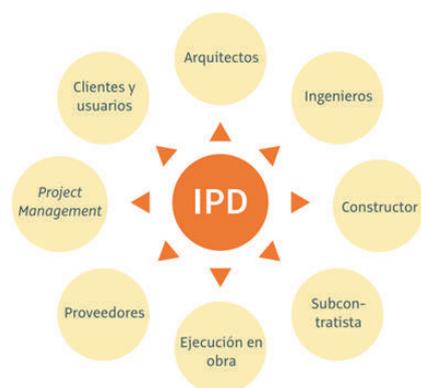


Figura 5.6. *Sistemas Integrados de Ejecución de Proyectos (IPD)*. Fuente: *Introducción al Lean Construction*, Juan Felipe Pons, Fundación Laboral de la Construcción.

En este punto es donde entra en juego BIM y se relaciona con IPD, ya que la metodología BIM permite llevar a cabo todos los objetivos fijados, aportando una enorme cantidad de datos coherentes generados de manera colaborativa, evitando así errores humanos y todos los desperdicios que se generarían en consecuencia.

- **Sistema del Último Planificador (*Last Planner System, LPS*)**

LPS se establece como un método que permita controlar la producción, para garantizar un flujo de trabajo constante y fiable que haga posible predecir el avance del proyecto. De este modo, se pretende establecer los plazos de entrega en base a situaciones reales y circunstancias presentes en la obra, evitando situaciones de espera, exceso de inventario y otros desperdicios.

Toda esa información será tenida en cuenta a la hora elaborar la planificación de la obra y la distribución de cargas y responsabilidades.



Resumen

- El **BIM** (*Building Information Modeling*) es una metodología de trabajo que se basa en la colaboración para la creación y gestión de toda la información relativa a un activo (en este caso un proyecto de construcción), a lo largo de todo su ciclo de vida, y haciéndolo posible mediante la tecnología.
- BIM basa su avance en la **estandarización** y la **interoperabilidad** de archivos se hace posible mediante el **IFC** (*Industry Foundation Classes*), un formato de datos neutro que permite intercambiar el modelo de información entre diferentes softwares sin perder o alterar los datos.
- **Lean Construction** puede definirse como una filosofía de trabajo innovadora, que trata de generar sistemas de producción donde se optimicen los recursos, haciendo el mejor aprovechamiento posible, y al mismo tiempo obteniendo productos de una calidad superior, al reducir al máximo los defectos.
- A la hora de implementar Lean Construction habrá unas herramientas básicas que deberán emplearse: **Sistema de Entrega de Proyectos Lean (LPDS)**, **Sistemas Integrados de Ejecución de Proyectos (IPD)** y **Sistema del Último Planificador (LPS)**.



NORMATIVA DE APLICACIÓN

Normativa

- Documento Básico HE “Ahorro de energía” del Código Técnico de la Edificación.
- Documento Básico HR “Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento (UE) 2019/1020 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de junio de 2019, relativo a la vigilancia del mercado y la conformidad de los productos y por el que se modifican la Directiva 2004/42/CE y los Reglamentos (CE) n° 765/2008 y (UE) n° 305/2011.

Normas UNE

- UNE-EN 14351. 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.
- UNE-EN ISO 11600. Edificación. Productos para juntas. Clasificación y requisitos para sellantes.
- UNE-EN ISO 9047. Edificación. Productos para juntas. Determinación de las propiedades de adhesión/cohesión de los sellantes a temperaturas variables.
- UNE-EN 1279-1. Vidrio para la edificación. Unidades de vidrio aislante. Parte 1: Generalidades, descripción del sistema, reglas para sustitución, tolerancias y calidad visual.
- UNE 85247. Ventanas y puertas. Estanquidad al agua. Ensayo “in situ”.



BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Española de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas (ASEFAVE). (2019). Guía de instalación de ventanas. Recuperada de www.asefave.org
- KÖMMERLING. Manual de instalación de la ventana. Recuperado de www.kommerling.es
- Asociación española de fabricantes de ventanas de madera (ASOMA). (2016). Manual de Instalación de Ventanas de Madera y de Madera y Aluminio (Mixtas). Recuperado de www.asomatealaventana.org
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2019). Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios. Soluciones de Acristalamiento

y Cerramiento Acristalado. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Recuperado de www.idae.es

- Martín P., De Ramos E. M^a., Bermejo J., Subías C., Funcia A., Alcaina R., Mencía D., Esselens P., López A., Martín P., Gómez I., Melgosa S. (2016). Guía de Ventanas Eficientes y Sistemas de regulación y control solar. Fundación de la energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM). Recuperado de www.fenercom.com
- Asociación Española de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas (ASEFAVE). (2014). Guía técnica de ventanas para la certificación energética de edificios. Recuperado de www.asefave.org
- Reyes A.M., Cordero P., Rodríguez R. (2016). BIM. Diseño y Gestión de la Construcción (Manual imprescindible). Madrid, España: ANAYA.
- Fuentes B. (2014). Impacto de BIM en el Proceso Constructivo Español. Cuadernos EuBIM. Alicante, España: SERVICIOS Y COMUNICACION LGV.
- Barco D. (2018). Guía para implementar y gestionar proyectos BIM. España: Autor.
- Santamaria L., Hernández J. (2017). Salto al BIM: Estrategias BIM de calidad para empresas punteras del sector AEC. España: JAVIER HERNANDEZ GUADALUPE.
- BuildingSMART España. ¿Qué es BIM? Implantación de BIM. Estandarización de BIM. OpenBIM. Recuperado de www.buildingsmart.es
- Pons F.J., Rubio I. (2019). Colección guías prácticas de Lean Construction. Lean Construction y la planificación colaborativa. Metodología del Last Planner System. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España. Recuperado de www.cgate.es.



UNIDAD DIDÁCTICA 1

En el aula taller, se realizarán las siguientes prácticas:

- **La eficiencia energética en la instalación de ventanas (2 horas):** Se realizarán dos grupos en el aula, uno asumirán el papel del instalador y otro el del cliente. Se planteará un caso de cerramientos de un edificio que una comunidad ha de renovar. Los instaladores deben hacer ver a los clientes las ventajas de dicha renovación y los clientes les plantearán sus dudas respecto a la misma.

Se trata de una charla-debate regulada por un moderador, en este caso, el docente. Cada persona, desde su experiencia y desde el rol que ha de desempeñar, podrá exponer situaciones que le han ocurrido a lo largo de su trayectoria profesional

- **Medición de la transmitancia térmica de un cerramiento existente (4 horas)** El docente explicará los siguientes aspectos: Transmitancia térmica teórica (calculada) y transmitancia térmica real (medida); medición in situ con termómetros (medidor de flujo); medición con cámara termográfica.

UNIDAD DIDÁCTICA 2

En el aula taller, se realizará la siguiente práctica:

- **Realización de un replanteo de un hueco (3 horas):** El alumno llevará a cabo un ejercicio práctico de un replanteo de un hueco, a partir de una ventana antigua ya instalada.
- **Simulación de preparación del área de trabajo (1 hora):** Sobre un escenario diseñado (por ejemplo, un dibujo, una foto, etc.), el alumno deberá situar diferentes elementos que en una obra recibiría e identificar si éstos están en condiciones adecuadas de uso. También deberá reconocer situaciones seguras e inseguras para llevar a cabo su trabajo y el de sus compañeros.

UNIDAD DIDÁCTICA 3

En el aula taller, se realizará la siguiente práctica:

- **NUEVA: Instalación de premarco de aluminio: acondicionar en el hueco de una fábrica de albañilería para la colocación de un premarco de aluminio (5 horas)**
- **Instalación de una ventana de aluminio (5 horas):** Sobre un premarco existente, el alumno podrá realizar la instalación de manera segura de una ventana de aluminio eficiente.
- **NUEVA: Colocación de ventana de PVC (7 horas): realizar la colocación de una ventana de PVC sobre un paramento existente.**
- **Gestión de los residuos generados por el trabajo (1 hora):** Después de la práctica anterior, el docente señalará los residuos que se han generado y de qué manera se han de gestionar para minimizar el impacto medioambiental y para que el área de trabajo siga siendo segura. Los trabajadores clasificarán in situ los residuos de acuerdo a las especificaciones facilitadas.

UNIDAD DIDÁCTICA 4

En el aula taller, se realizará la siguiente práctica:

- **Ensayos de estanqueidad (1h30):** El docente explicará en qué consiste el ensayo de estanqueidad in situ de acuerdo a la norma UNE EN 85247 EX: 2004

- **Ensayos de aislamiento acústico (1h30):** El docente explicará en qué consiste un ensayo de estanqueidad de acuerdo a la norma UNE EN ISO 140-5:1999.
- **Instalación terminada de ventanas (2 horas):** Charla sobre un caso en el que la instalación de las ventanas está finalizada. Los promotores o supervisores de la obra detectarán uno o dos problemas técnicos en la instalación. Asimismo, los clientes también plantearán dos incidencias que han identificado. El grupo de instaladores han de solucionar todos los problemas. Cada persona, desde su experiencia y desde el rol que ha de desempeñar, podrá exponer situaciones que le han ocurrido a lo largo de su trayectoria profesional.



Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en el marco del acuerdo de subvención N° 785019



**CONSTRUYE
2020+**