



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 aquellos que se construyeron en la antigüedad es la mejora de las condiciones de salubridad y confort dentro de los mismos.

Esto se debe, en buena medida, a que el desarrollo de la tecnología de la construcción ha facilitado materiales y técnicas de aislamiento que permiten mejorar la calidad constructiva de los edificios.

Así, el aislamiento térmico ahorra energía, reduce las emisiones contaminantes debido a este ahorro y aporta confort al usuario. De ahí que su correcto dimensionado e instalación resulte fundamental para que sea efectivo y sus propiedades se mantengan durante toda la vida útil del edificio.

Dependiendo de la naturaleza del material aislante, su instalación puede ser realizada por personal especializado en aislamiento térmico o por personal de la propia empresa constructora, en general no especialista en aislamiento. En ambos casos, dicha instalación debe hacerse siguiendo las recomendaciones de los fabricantes y las normas que rigen su adecuada puesta en obra.

Importancia de la formación en aislamiento térmico

Aislar térmicamente una vivienda consiste en lograr que sus elementos en contacto con el exterior aumenten su resistencia al paso del calor, lo que se consigue incorporando materiales aislantes en: muros exteriores, cubiertas, suelos, tabiques y huecos.

Un material aislante, instalado adecuadamente, proporciona al cliente confort y reducción de las facturas de luz, agua o gas.

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

Objetivos del curso

- Describir las ventajas del correcto aislamiento.
- Analizar los requisitos de los productos y materiales de aislamiento
- Identificar las pautas básicas para la instalación de materiales de aislamiento.
- Analizar las soluciones constructivas más habituales.
- Seleccionar los materiales más adecuados para cada solución constructiva.
- Realizar el control del aislamiento a través de listas de chequeo.
- Ejecutar correctamente el aislamiento de los cerramientos opacos en función de las soluciones constructivas previstas en el proyecto.
- Analizar las causas que originan las patologías constructivas frecuentes y las actividades necesarias para su reparación.
- Relacionar e identificar las pautas generales para la instalación de barreras de vapor, tratamiento de puentes térmicos, remates de jambas, dintel, alféizar, pilares, encuentros de fachada, esquinas, soleras.
- Instalar materiales de aislamiento y ejecutar con éxito las soluciones constructivas más habituales para la mejora energética de los edificios.
- Entender la importancia de equilibrar el aislamiento con otra serie de factores como las infiltraciones, la inercia térmica y la captación solar pasiva.
- Entender la importancia del reciclado y su influencia a la hora de escoger un material aislante.
- Conocer el concepto del Análisis de Ciclo de Vida de un material.
- Entender la importancia de usar Declaraciones Ambientales de Producto.

Unidades didácticas

- 1. Conceptos básicos
- 2. Materiales de aislamiento
- 3. Normativa y recepción en obra
- 4. Pautas básicas sobre la instalación de materiales de aislamiento
- 5. Ejecución de diferentes soluciones constructivas
- 6. Hacia el edificio de consumo de energía casi nulo
- 7. Nociones básicas de BIM y LEAN construcción

Unidad 1: **CONCEPTOS BÁSICOS**

CONTENIDOS

- 1. Qué es el aislamiento térmico
- 2. Por qué aislar los edificios
- 3. Ventajas del correcto aislamiento
- 4. Conceptos básicos sobre el aislamiento

Resumen

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:

- · Describir las ventajas del correcto aislamiento.
- · Analizar los requisitos de los productos y materiales de aislamiento.

1. QUÉ ES EL AISLAMIENTO TÉRMICO



Un producto aislante térmico es un producto que reduce la transmisión de calor a través de la estructura sobre la que, o en la que se instala. Fuente: Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes (Andimat).



Figura 1.1 Alumnos del curso piloto de "Aislamientos para rehabilitación" colocando un producto aislante trasdosado por el interior de un muro.

Aplicados a los edificios, los materiales de aislamiento térmico protegen a los espacios interiores, que así lo requieren, de los efectos de las temperaturas exteriores. De esta forma se evitan las pérdidas de calor cuando el clima externo es frío, y las ganancias de calor cuando en el exterior se alcanzan altas temperaturas.

2. POR QUÉ AISLAR LOS EDIFICIOS

Uno de los factores que más influye sobre el confort de los usuarios de los edificios es la temperatura.

Sin embargo, la temperatura que proporcionan las instalaciones térmicas de un edificio, ya sean de refrigeración, calefacción o agua caliente, no se mantiene de forma indefinida, debido a que el edificio pierde o gana calor por diversos motivos.



Una fachada sin aislamiento conlleva una demanda de energía mayor que si estuviera bien aislada.

Las ganancias o las pérdidas de calor más importantes se producen a través de la envolvente del edificio.



Envolvente térmica

Se llama envolvente térmica del edificio a la suma de todos aquellos cerramientos y particiones interiores por los que el edificio puede ganar o perder calor de forma significativa.

La envolvente térmica del edificio está formada por los elementos del cerramiento que separan los recintos habitables del ambiente exterior o de zonas interiores no climatizadas.

Estos cerramientos son de dos tipos:



Los llamados semitransparentes: ventanas, puertas y lucernarios.



Figura 1. 2. Lucernario Fuente: Sarais Chilingaryan on Unsplash (Licencia Creative Common)



Figura 1. 3. Ventanas Fuente: Filipe shared on Unsplash (Licencia Creative Common)

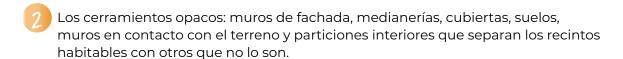




Figura 1.4. Cerramiento opaco. Fuente: STO www.espaciosto.es



Aislamiento de los cerramientos opacos

El correcto aislamiento de los cerramientos opacos del edificio, de sus encuentros y de los encuentros de los mismos con las ventanas, puertas y lucernarios reduce las condensaciones y las pérdidas y ganancias de calor a través de la envolvente y, por lo tanto, la demanda de energía para su climatización.

3. VENTAJAS DEL CORRECTO AISLAMIENTO

Así un correcto aislamiento reporta las siguientes ventajas:

- Reduce la demanda de energía del edificio, al reducir las pérdidas (o ganancias) térmicas a través de la envolvente.
- Mejora el confort térmico, minimizando la diferencia de temperatura de las superficies interiores (paredes, techos y suelos) y el ambiente interior.
- · Limita la aparición de humedades y condensaciones.



Demanda energética

La demanda energética, que se reduce con el aislamiento, es la energía (útil) necesaria que tendrían que proporcionar las instalaciones y equipos de calefacción, de refrigeración y de agua caliente sanitaria (ACS) para mantener en el interior del edificio unas condiciones definidas, reglamentariamente, por la normativa vigente

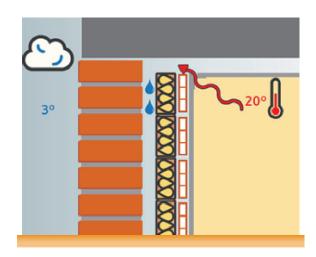


Figura 1.5. Condensaciones debido a la interrupción del aislamiento en el encuentro entre la fachada y el techo.

Las condensaciones superficiales que se producen en la cara interior de un elemento constructivo son debidas a una caída brusca de temperatura entre el lado caliente y el otro más frío.



Los siguientes enlaces vinculan a noticias de experiencias de intervenciones de mejora de aislamiento térmico aislamiento:

- Datos sobre la reducción del consumo de energía gracias al aislamiento de fachada (Madrid)
- Mejora del aislamiento en colegio en Rafal (Alicante) Mejora del aislamiento térmico en biblioteca municipal de Hinojosa del Duque (Córdoba)

4. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL AISLAMIENTO

4.1. Conductividad térmica



Conducción de calor

La conducción de calor es un proceso por el cual se produce una cesión de calor entre dos cuerpos en contacto directo, con diferentes temperaturas, desde el cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura, sin que haya un intercambio de materia.

La **conductividad térmica** (λ) Es la capacidad de los materiales para transmitir o conducir el calor a través de ellos, estando en contacto. Se expresa en W/m·K.

Amplia y repasa este concepto de la mano de AISLA:



Fuente: AISLA, Conductividad Térmica y Conductividad Térmica Declarada.2019. www.youtube.com

4.2. Resistencia térmica



Resistencia térmica

La resistencia térmica (R) es la capacidad que tienen los materiales de oponerse al flujo del calor.

En el caso de materiales de composición homogénea, por ejemplo, un ladrillo es lo que resulta de dividir el espesor (e) del material, en la dirección del flujo de calor, por su conductividad térmica (λ). Se expresa en m²K/W.

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Amplía y repasa este concepto de la mano de AISLA:



Fuente: AISLA, Resistencia Térmica y Resistencia Térmica Declarada. 2019. www.youtube.com



Fuente: AISLA, Transmitancia Térmica. 2019. www.youtube.com



Fuente: AISLA, Espesor Equivalente. 2019. www.youtube.com



Los materiales aislantes tienen una conductividad térmica baja y, por lo tanto, una alta resistencia térmica. Ello implica que con espesores relativamente bajos se consigue retrasar significativamente la transmisión del calor a través de los elementos en los que se instalan.

4.3. Calor específico



Calor específico

El calor específico (c) es la cantidad de calor (C, en J/K) que hay que suministrar a la unidad de masa (m en kg) de una sustancia o sistema termodinámico para elevar su temperatura en una unidad.

Cuanto mayor sea el calor específico de un material, más energía calorífica será necesaria para aumentar su temperatura. Y es lo que resulta de dividir esa cantidad de calor suministrada, la capacidad calorífica (C), entre la masa (m). Se expresa en J / kg·K.

$$c = \frac{C}{m}$$

4.4 Factor de resistencia al paso del vapor de agua (MU)



Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua

Es la resistividad a la difusión del vapor de agua (μ) que tiene un material. Su valor es adimensional y relativo, con referencia a la resistividad del aire seco en reposo.

Este factor describe la capacidad de un material de resistir al paso del vapor de agua, en comparación con el aire (a 0°C). Y se obtiene al dividir la permeabilidad del vapor de agua del aire (δ air), entre la permeabilidad al vapor del material (δ).

$$\mu = \frac{\delta \operatorname{air}}{\delta}$$

4.5 Absorción de agua



Absorción

Es la capacidad de un líquido para retener gas o vapor, o de un sólido para retener un líquido.

Al hablar de absorción se diferenciará entre absorción de agua por capilaridad [g/(m².sº.⁵) o g/(m².s)], succión o tasa de absorción de agua inicial [kg/(m².min)] y absorción de agua a largo plazo por inmersión total (% o g/cm³). De este modo, la capacidad de un aislamiento para absorber agua determinará si se trata de un material aislante hidrófilo (propenso a retener el agua) o no hidrófilo (no propenso a retener el agua).

4.6 Reacción al fuego

La normativa vigente establece una serie de requisitos exigibles a los productos de construcción y a los elementos constructivos que deban incorporarse a dichos edificios y obras. Entre ellos cabe destacar su comportamiento frente al fuego, según el cual los materiales y elementos constructivos se clasifican en:

					D	E	F
CLASE DE REACCIÓN AL FUEGO MEJOR COMPORTAMIENTO PEOR					PEOR		
	sl	Velocidad y cantidad de emisión bajas.					
INTENSIDAD DEL HUMO	s2	Velocidad y cantidad de emisión medias.					
	s3	Velocidad y cantidad de emisión elevadas.					
	d0	No gotas.					
GOTAS INFLAMABLES	dl	No gotas t > 10 s.					
	d2	No clasificado.					

La reacción al fuego determina la propensión de un material a alimentar un incendio. Los criterios adoptados son la inflamabilidad de los materiales, poder calorífico, rapidez de propagación de la llama, índice de producción de humo, presencia de gotas y restos incandescentes.

Amplía y repasa este concepto de la mano de AISLA:



Fuente: AISLA, Diferencia entre Reacción vs Resistencia al fuego 2019.www.youtube.com



Fuente: AISLA, Clasificación de Reacción al fuego. 2019.www.youtube.com



En la recepción del material aislante en la obra el instalador debe comprobar que el producto cumple con las especificaciones del proyecto: dimensiones, conductividad térmica declarada, resistencia térmica declarada, reacción al fuego y código de designación.



- Un producto aislante térmico es un producto que reduce la transmisión de calor a través de la estructura sobre la que, o en la que se instala. Fuente: Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes (Andimat).
- Se llama envolvente térmica del edificio a la suma de todos aquellos cerramientos y particiones interiores por los que el edificio puede ganar o perder calor de forma significativa.
- El correcto aislamiento de los cerramientos opacos del edificio, de sus encuentros y
 de los encuentros de los mismos con las ventanas, puertas y lucernarios reduce las
 pérdidas y ganancias de calor a través de la envolvente y, por lo tanto, la demanda de
 energía para su climatización.
- La demanda energética que se reduce con el aislamiento es la energía (útil) necesaria que tendrían que proporcionar las instalaciones y equipos de calefacción, de refrigeración y de agua caliente sanitaria (ACS) para mantener en el interior del edificio unas condiciones definidas, reglamentariamente, por la normativa vigente.
- La conducción de calor es un proceso por el cual se produce una cesión de calor entre dos cuerpos en contacto directo, con diferentes temperaturas, desde el cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura, sin que haya un intercambio de materia.
- La resistencia térmica de un material es la capacidad del material de oponerse al flujo del calor.
- El calor específico de un material aislante es la cantidad de energía calorífica que será necesaria para incrementar su temperatura.
- El factor de resistencia al paso del vapor de agua describe la capacidad de un material de resistir al paso del vapor de agua, en comparación con el aire a 0°C.
- La absorción es la capacidad de un líquido para retener gas o vapor, o de un sólido para retener un líquido.
- En la recepción del material aislante en la obra hay que comprobar que el producto cumple con las especificaciones del proyecto: dimensiones, conductividad térmica declarada, resistencia térmica declarada, reacción al fuego y código de designación.

Unidad 2: **MATERIALES DE AISLAMIENTO**

CONTENIDOS

- 1. Características esenciales para los materiales de aislamiento térmico
- 2. Tipos de productos y soluciones constructivas más habituales

Resumen

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:

- · Analizar las soluciones constructivas más habituales.
- · Seleccionar los materiales más adecuados para cada solución constructiva.

1. CARACTERÍSTICAS ESENCIALES PARA LOS MATERIALES DE AISLAMIENTO TÉRMICO

Cada material aislante tiene unas características diferentes. La elección de uno u otro tipo de material queda definida en el proyecto de edificación y obedece a aspectos tan dispares como:

- Su capacidad de resistencia frente a las cargas a las que puede estar sometido.
- Su mayor o menor facilidad de colocación.
- Su durabilidad.
- · Su conductividad (W/m·K), que se expresa con un coeficiente que recibe la denominación de " λ " ("lambda"), que es sin duda el aspecto más importante y que acaba condicionando el uso o no de un material.
- Su estabilidad dimensional.
- · Su tolerancia dimensional.
- Su comportamiento frente al fuego.
- Su comportamiento frente a la humedad (hidrófilo/no hidrófilo).
- Su resistencia frente a congelación-descongelación.

Estas características esenciales se miden con respecto a las normas armonizadas de la Comisión Europea.



Conductividad térmica del material aislante

Aquellos materiales que ofrecen una resistencia alta al paso del calor a través de ellos, es decir, que presentan valores pequeños de conductividad térmica, son buenos aislantes térmicos.

Se puede decir que, a igual espesor, cuanto más pequeño sea el coeficiente λ mayor será la capacidad de aislamiento térmico del material.

2. TIPOS DE PRODUCTOS Y SOLUCIONES **CONSTRUCTIVAS MÁS HABITUALES**

El aislamiento térmico está en continua evolución; la oferta comercial se amplía, periódicamente, con nuevos productos y soluciones constructivas que responden de manera más eficaz a las necesidades actuales. Muchos de estos productos están asociados a patentes comerciales o a sistemas constructivos concretos (por ejemplo: cubierta DECK, sistema SATE, etc.).

Los materiales aislantes pueden clasificarse según su origen en:

- Plásticos o sintéticos.
- De origen mineral.
- · Fibras de origen vegetal y animal.

2.1 Materiales de aislamiento térmico de origen sintético

Los plásticos nos ofrecen, sin duda, una amplia variedad de productos con importantes propiedades de aislamiento térmico.

La ligereza y buenas prestaciones de muchos materiales plásticos con un **buen** comportamiento de aislamiento térmico, junto con su durabilidad y facilidad de colocación, constituyen aspectos fundamentales que han hecho crecer en gran medida su campo de aplicación.

Los materiales de aislamiento de origen sintético, junto con los productos de origen mineral, son los de mayor aplicación en la construcción actual. Los más utilizados son:

- a. Poliestireno expandido (EPS)
- b. Poliestireno extruido (XPS)
- c. Poliuretano (PUR)
- d. Poliisocianurato (PIR)
- e. Polietileno
- f. Espuma fenólica

a.Poliestireno expandido (EPS)

El poliestireno es un **derivado plástico** que se elabora a partir de diversos productos obtenidos por la destilación del petróleo.

Como material utilizado en la construcción, y concretamente como material aislante, se fabrican dos clases diferentes de poliestireno: el **expandido** y el **extruido**.

Concretamente, el poliestireno expandido se comercializa en forma de espuma rígida EPS, aunque comúnmente se conoce con la denominación de **"porexpán"**.

Como ventaja tiene su **poco peso**, pero su escasa resistencia a la compresión lo **hace** inadecuado para superficies irregulares y para soportar cargas.

Entre sus propiedades más significativas cabe destacar:

- Es estable térmicamente hasta los 70 °C.
- Es atacado por la acetona y los pegamentos a base de tricloroetileno.
- Se comercializa en planchas rígidas de 1 a 1,2 m de ancho, una altura de 1 1,2 1,5 2 y hasta 3 m, y diversos espesores.
- La densidad habitual oscila entre los 10 y los 30 kg/m3.
- Una conductividad térmica $\lambda = 0.034 0.045$ W/mK.

Este material se emplea mucho en los sistemas de aislamiento térmico por el exterior (SATE) de las fachadas de los edificios.

Por otra parte, se puede encolar a otro material más rígido sin fijaciones mecánicas.



Panel sándwich de EPS

Existen diversas opciones, con espesores de 50 a 200 mm; por ejemplo, panel formado por un núcleo de poliestireno expandido (EPS) con recubrimiento de:

- · Planchas de poliéster reforzadas con fibra de vidrio en ambas caras.
- · Chapas de acero galvanizado en ambas caras.
- · Plancha de poliéster reforzada con fibra de vidrio, en una cara, y chapa de acero, en la otra.



Figura 2.1. Panel sándwich con núcleo de EPS y recubrimiento, en ambas caras, de plancha de poliéster reforzada con fibra de vidrio. Fuente: Poliuretanos S.A. www.poliuretanos.com



EPS + PYL

Se trata de un producto compuesto por una plancha de poliestireno expandido más otro material, como es una placa de yeso laminado, mediante una unión que puede ser química o física.º



Figura 2.2. Panel EPS + PYL. Fuente: Fontaínhas Revest. www.fontainhasrevest.com

EPS con grafito

El EPS con grafito es un nuevo producto aislante formado principalmente por espuma de poliestireno expandido, con un color similar al granito debido a las partículas de color oscuro por adición de grafito. Tiene propiedades de aislamiento térmico y acústico considerablemente mejoradas: un 20% mayor que los materiales EPS convencionales. Se fabrican en paneles de 250x70 cm y espesores que van desde los 10 a los 100 mm. Se utilizan en los sistemas SATE. También se puede encontrar en forma de panel sándwich.

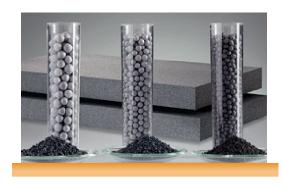


Figura 2.3. Bolas de Poliestireno Expandido con grafito y planchas de material Neopor.Fuente: BASF. www.basf.com.

b. Poliestireno extruido (XPS)

Este tipo de poliestireno, a diferencia del expandido, tiene una **escasa absorción de agua**, **una mayor densidad** (entre 20 y 55 kg/m³) y una **alta resistencia mecánica**. Por este motivo, **resiste muy bien las bajas temperaturas** e incluso las heladas. Además, al ser más denso, tiene una mayor resistencia a compresión, por lo que puede soportar cargas.

Suele utilizarse habitualmente para el **aislamiento de cubiertas**, tanto planas como inclinadas, y de pavimentos, así como en soluciones de cerramiento de la envolvente del edificio (fachadas y cubiertas) mediante paneles tipo sándwich.

El poliestireno extruido se comercializa a partir de diferentes marcas que se distinguen en función del color del producto. Se sirve en paneles, con cantos lisos, machihembrados o a media madera y en diferentes grosores (30-120 mm).

Comúnmente, se presenta en forma de placas de unas dimensiones que suelen ser de 0,60 m de ancho y de 1,20 a 2,50 m de alto.



Figura 2.4. Colocación de placas de poliestireno extruido con cantos a media madera.

c. Poliuretano (PUR)

El poliuretano, como aislante térmico, se utiliza en forma de espuma rígida y en las especificaciones técnicas recibe la denominación abreviada de PUR.

La espuma tiene un color amarillo y, una vez endurecida, su **densidad** suele oscilar entre los 30 y 40 kg/m³, con una **conductividad térmica** $\lambda \approx 0,028$ W/mK. La a**bsorción de agua de este tipo de material es prácticamente nula**, lo que constituye una ventaja fundamental.

El sistema de aplicación, más habitual en las obras, es por proyección mediante pistola, consiguiéndose de esta forma un aislamiento continuo, sin juntas.

Puede aplicarse por el interior o por el exterior de la envolvente de los edificios.



Figura 2.5. Aplicación de espuma de poliuretano por el interior del cerramiento de fachada. Fuente: GESPRE

También se aplica mediante inyección, fundamentalmente, en la fabricación de productos industriales y en el aislamiento de cámaras huecas en fábricas existentes compuestas por dos hojas.

Entre los usos más frecuentes cabe destacar:

- Aislamiento de cubiertas por proyección sobre la solera, losa o forjado inclinado.
- · Aislamiento de cerramientos verticales, generalmente por proyección.
- Confección de planchas de espuma rígida de poliuretano, paneles revestidos por las dos caras con láminas multicapa de aluminio-papel kraft o paneles tipo sándwich con acabado en chapa metálica para el recubrimiento de cubiertas y fachadas.
- Fabricación de perfiles de aluminio y PVC con relleno de poliuretano inyectado en el hueco interior.
- · Aislamiento de depósitos, tuberías, conducciones, cámaras frigoríficas, etc.



Figura 2.6. Paneles de espuma rígida de poliuretano revestida por las dos caras con un complejo multicapa aluminio-kraft.

Fuente: Poliuretanos. S.A. www.poliuretanos.com



Proyección de la espuma de poliuretano

La aplicación de la espuma de poliuretano proyectado se realiza por capas sucesivas de 10 a 15 mm hasta obtener el espesor de aislamiento deseado.

El aislamiento mediante la proyección de espuma de poliuretano necesita un recubrimiento de protección frente a la exposición de los rayos solares y, si así lo indica el proyecto de la obra, frente a las llamas.

En este sentido, el aislamiento de poliuretano está protegido por las hojas de fábrica en el interior de las cámaras de los cerramientos compuestos, y por el aplacado exterior en el caso de las fachadas ventiladas. En las cubiertas el aislamiento queda protegido por el material de cubrición (por ejemplo, tejas).

En algunas soluciones de cubiertas industriales, donde la apariencia estética no es determinante, el poliuretano puede protegerse mediante la aplicación de pinturas especiales.

D. Poliisocianurato (PIR)

La espuma rígida de poliisocianurato (PIR) es una variante de la espuma de poliuretano (PUR) manteniendo prácticamente iguales su apariencia, sus propiedades mecánicas y térmicas, diferenciándose por su mayor resistencia al fuego y a la temperatura.

La espuma PIR reacciona frente al fuego formando una capa superficial carbonizada que protege e impide la penetración de las llamas a las capas inferiores.

También se presenta en forma de planchas revestidas a ambas caras o sin revestir, bloques y paneles encolados. Las planchas de espuma rígida pueden ser mecanizadas para el revestimiento de tuberías, en forma de: coquillas, codos, segmentos...



Figura 2.7. Codos de espuma rígida PIR. Fuente: Poliuretanos S.A. www.poliuretanos.com

Las planchas pueden estar revestidas mediante láminas o planchas de: acero galvanizado, aluminio gofrado y lacado, poliéster reforzado, multicapa aluminio-kraft, vidrio bituminado, etc.

Dependiendo del material que reviste la espuma rígida se consiguen unas características que lo hace indicado para diferentes aplicaciones: falsos techos, suelos radiantes, cubiertas deck...



Figura 2.8. Paneles sándwich con núcleo aislante de espuma PIR y recubrimiento en ambas caras de planchas de acero galvanizado. Fuente: Poliuretanos S.A. www. poliuretanos.com

e. Polietileno

En el mercado se pueden encontrar dos productos diferenciados de aislamiento térmico elaborados con espuma de polietileno:

Polietileno reticulado: adecuada para aplicaciones de estanqueidad (p. ej., burletes y juntas adhesivas), con buena resistencia a la temperatura y buen comportamiento frente a la exposición solar.

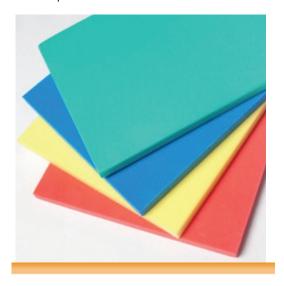


Figura 2.9. Planchas de diferentes colores de material Polietileno reticulado. Fuente: MW Materials World. www.mwmaterialsworld.com

Polietileno no reticulado: buen aislante termoacústico y gran flexibilidad, por lo que se adapta a cualquier forma.

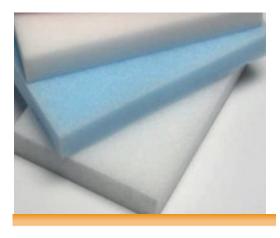


Figura 2.10. Planchas de polietileno no reticulado. Fuente: Brafim. www.brafim.com

f. Espuma fenólica

En el mercado se encuentran planchas aislantes de espuma fenólica, con o sin revestimiento. Son duraderas, y entre sus principales características están:

- · Baja densidad, lo que implica una gran ventaja porque resultan más ligeras, disminuyendo también su coste.
- Buen comportamiento ante el fuego, siendo retardadores y produciendo una baja emisión de humo.
- Facilidad de instalación, sin procesos complejos de montaje, dispuesto en láminas que pueden ser colocadas en techos o paredes, adaptándose perfectamente a cada superficie.
- Capacidad de aislamiento acústico
- Durabilidad, siendo capaz de resistir la corrosión de ácidos, y con resistencia al envejecimiento.



Figura 2.11. Aislamiento con espuma fenólica. Fuente: ITL.www.itl.cat

2.2 Materiales de aislamiento térmico de origen mineral

Los materiales de aislamiento que se utilizan en la construcción actual y que tienen su origen en productos minerales son **variados**. La arcilla expandida, la perlita o la vermiculita son productos que han venido utilizándose desde hace tiempo. Actualmente, es más común el uso de **la lana de vidrio y la lana de roca**.

Los materiales aislantes de origen mineral, junto con los de origen plástico, son los productos de aislamiento que más habitualmente se incorporan a los sistemas constructivos actuales.

- a. Lana mineral (lana de vidrio, de roca)
- b. Vidrio celular
- c. Arcilla expandida, perlita y vermiculita

a. Lana mineral

La lana mineral (MW) es un material aislante constituido por un entrelazado de filamentos de naturaleza pétrea que forman un fieltro. Dentro de las lanas minerales se distinguen dos tipos: las lanas o fibras de vidrio y las lanas de roca.

La lana de vidrio está conformada por una infinidad de pequeños filamentos o fibras de vidrio que se obtienen a partir de una mezcla fundida de arena natural, aditivos y vidrio reciclado.

En cuanto a sus **propiedades** más destacadas cabe significar:

- · Se trata de un material que pesa muy poco.
- Su densidad oscila de 12 a 110 kg/m3, según el tipo y la cantidad de fibra de que se trate.
 Las de alta densidad tienen aplicaciones en el aislamiento acústico; no se emplean como aislante térmico.
- No es inflamable.
- · Es fácil de colocar.
- No suele ser deteriorado por los insectos.
- Si se humedece o moja pierde buena parte de su capacidad aislante, por lo que hay que **evitar** su puesta en obra en lugares **húmedos**.
- En contacto con la **piel** produce **irritación** (picor), por lo que es aconsejable el uso de ropa de trabajo, guantes, mascarilla y protección ocular.

Existen diversos productos comercializados, con diferentes formas, en función del uso al que van destinados, siendo los paneles rígidos, semirrígidos o flexibles (mantas) los más utilizados para el aislamiento térmico de los cerramientos.

Estos paneles de lana de vidrio se fabrican aglomerando las fibras de vidrio con resinas. En algunos casos, se les adhiere un papel plástico o alquitranado que actúa de barrera del vapor, o papel kraft y/o aluminio, adherido con polietileno.



Figura 2.12. Manta de lana de vidrio revestido por una de sus caras con papel kraft. Fuente: Saint Gobain. www.isover.es

Otros productos muy comunes de lana de vidrio son los paneles rígidos encolados para falsos techos, los paneles con placas de yeso laminado utilizados en el trasdosado de paredes, los paneles para la realización de conductos de aire acondicionado, y las coquillas para el revestimiento de tuberías.

La **lana de roca** es un material muy similar a la lana de vidrio, pero fabricado a partir de roca volcánica.

Se comercializa en forma de panel flexible (manta) de fibras de roca prensadas adheridas mediante resina. Puede disponer también de un recubrimiento con un laminado que actúa como barrera de vapor.



Figura 2.13. Manta de lana de roca con malla metálica de acero galvanizado por su cara exterior. Fuente: SaintGobain.www.isover.es

La lana de roca puede encontrarse también formando el alma de paneles encolados, recubiertos por ambas caras con chapa de acero galvanizado o plancha de poliéster reforzada, para su utilización en falsos techos, tabiquería y zonas sectorizadas de resistencia al fuego.



Figura 2.14. Paneles sándwich encolados con núcleo aislante de lana de roca y recubiertos por chapa de acero galvanizado. Fuente: Poliuretanos S.A. www poliuretanos.com



Lana de roca para insuflado o inyección

Actualmente, se puede encontrar la lana de roca en forma de nódulos (a granel). Se presenta en sacos y se insufla mecánicamente en el interior de las cámaras sin aislamiento existentes entre muros y tabiques.





Análisis del estado de la cámara

Prueba de densidad y equipos. Actuaciones previas si es necesario.





Figura 2.15. Inyección de nódulos de lana de roca. Fuente: Saint Gobain. www.isover.es



Recuerda

Los materiales elaborados con fibra o lana mineral ofrecen un buen aislamiento térmico y acústico y, al no ser inflamables, una buena protección frente al fuego.

b. Vidrio celular

Se obtiene a partir de la fusión del polvo de vidrio, mediante un proceso termoquímico en el que dicho polvo se aglomera, formándose unas células huecas en el interior.

Se presentan en forma de planchas o placas de color negruzco, que pueden cortarse y serrarse con mucha facilidad.

Entre sus propiedades más destacables cabe citar:

- Se presenta en placas rígidas que tienen una elevada resistencia a la compresión.
- Es un material de elevada densidad (170 k/m³).
- Es incombustible.
- No absorbe el agua.
- No se pudre.
- Se fabrica en forma de paneles, placas (p. ej., 30x45 cm) y piezas especiales de distintos tamaños y espesores.

En cuanto a los usos más comunes deben destacarse:

- · Aislamiento de cerramientos de fachadas y cubiertas por el exterior o por el interior.
- · Aislamiento de soleras y muros en contacto con el terreno.
- Aislamiento puntual de zonas especiales como, por ejemplo, puntos singulares de un cerramiento donde se pueden producir puentes térmicos.
- · Protección frente al fuego de elementos de pequeñas dimensiones.

En cuanto a su colocación, es recomendable utilizar morteros adhesivos específicos, aun cuando las placas pueden colocarse con pasta de yeso común. No debe aplicarse directamente sobre mortero de cemento, cemento-cola o yeso blanco.

Las placas de vidrio celular se pueden revestir, por ejemplo, mediante un enlucido de yeso de 1 cm de grosor.



Figura 2.16. Placas de vidrio celular. Fuente: Foamglas www.foamglas.es

c. Arcilla expandida, perlita y vermiculita

Son productos con ciertas coincidencias en algunas de sus características, siendo los primeros que se utilizaron como materiales de aislamiento de origen mineral; hoy en día, aún siguen utilizándose.

 La arcilla expandida, que se conoce comúnmente como "arlita", es un material aislante de origen cerámico con una estructura altamente porosa, como consecuencia de la expansión de la arcilla a altas temperaturas.

Se utiliza en seco para el relleno de cámaras de aire, así como para la confección de morteros ligeros y bloques aligerados.

Sus características más destacadas son:

- ♦ Se presenta en forma de granos redondeados de color amarillo-marrón.
- ♦ Su densidad es muy baja, aproximadamente unos 10 kg/m3.
- ♦ Es incombustible.
- ♦ No se pudre.

• La perlita expandida se obtiene a partir de roca volcánica con agua de cristalización en su interior. Es un material inerte a los agentes atmosféricos y al envejecimiento, incombustible, no tóxico, insoluble y no absorbe agua (no higroscópico).

Este material expandido se utiliza como aislamiento, en forma de granos de unos 5 mm de diámetro y de color blanco grisáceo, para:

- ♦ La elaboración de hormigones ligeros.
- ♦ El relleno en seco de cámaras de aire.
- ♦ La confección de morteros de perlita para revestir perfiles metálicos, a fin de conseguir su protección contra el fuego.





Figura 2.17. Aislamiento de muros de bloques mediante el relleno de los huecos con perlita mineral expandida. Fuente: Termolita www.termolita.com

2.3 Materiales de aislamiento térmico de origen vegetal

Los aislamientos térmicos de origen vegetal, como la celulosa, el corcho aglomerad

o, el corcho proyectado, las fibras de madera y agrofibras, se basan en materiales naturales que pueden extraerse de forma respetuosa con el medio.

Por ese motivo resultan fáciles de reciclar o reutilizar, y del mismo modo su extracción tiene un coste mucho más reducido, con un consumo energético menor, disminuyendo su impacto sobre el medio ambiente y resultando así más sostenibles.

- a. Celulosa
- b. Corcho aglomerado
- c. Corcho proyectado
- d. Fibras de madera y agrofibras

a. Celulosa

Se trata de residuos de papel que se reciclan en forma de aislante para el aislamiento de muros con cámara de aire.

Aunque requiere ser tratada con sustancias químicas para evitar el moho y protegerla del fuego, tiene muy buenas propiedades aislantes, tanto térmicas como acústicas. Se utiliza en forma de paneles o en gránulos para su vertido o insuflado en el interior de las cámaras.

Otras de sus propiedades son:

- · Permite rellenar toda ranura o grieta evitando los puentes térmicos.
- Es un regulador natural de la humedad ambiental debido a su transpirabilidad, siendo capaz de almacenar humedad sin perder su propiedad de aislante térmico. De este modo ayuda a mantener el confort y la salubridad del aire.
- No se ve alterada por el paso del tiempo, mantiene su capacidad aislante a pesar del paso del tiempo.
- Es sostenible, no contamina ni emite sustancias perjudiciales para el medio ambiente.
- · Es reciclable y reutilizable.

Las siguientes imágenes muestran la técnica de aislamiento usando celulosa insuflada (Figura 24). La instalación no requiere obra, pero es necesario hacer perforaciones de 40-80 mm en falsos techos, trasdosados o tabiquería, a través de los cuales se insufla la celulosa mediante una manguera a presión (Figura 5) quedando el material compacto en el interior. Posteriormente se taparán las perforaciones.

El tiempo de instalación puede oscilar entre 1 día para pisos estándar y 2 días para viviendas unifamiliares.



Figura 2.19. Celulosa. Fuente: BIOMARC. www.biomarc.es

ESPACIO PARA IMÁGENES

b. Corcho aglomerado

El aglomerado de corcho es un producto fabricado con corcho natural que ha pasado por un proceso de tostado térmico, y se suministra en forma de paneles rígidos, sin revestir o con revestimiento (tipo sándwich), y en rollos de corcho flexible de distintos espesores. Además, se pueden adherir a otros soportes y emplearse visto como capa de acabado decorativo.

Posee las siguientes propiedades

- · Alta resistencia mecánica, soportando la compresión.
- Es imputrescible y no se ve alterado por las condiciones climáticas, lo que le da una vida útil ilimitada.
- No se deforma ni varía sus dimensiones con el tiempo a causa de las condiciones.
- · Resiste el ataque de insectos y microorganismos.
- Es resistente al fuego, no propagando las llamas ni liberando gases tóxicos, y no conduce la electricidad.
- Es un buen aislante acústico y contra las vibraciones.
- Permite la transpiración, lo que evita la aparición de condensaciones.
- · No acumula electricidad estática, mejorando el confort y evitando posibles chispazos.
- Es totalmente reciclable y reutilizable, garantizando una producción sostenible.

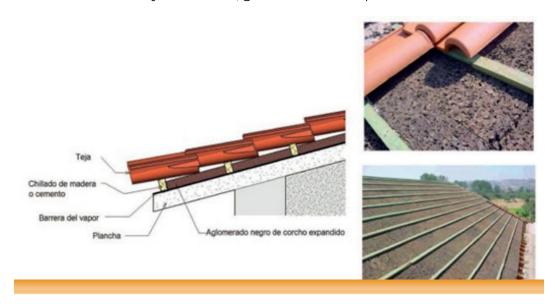


Figura 2.21. Aislamiento de cubiertas mediante corcho aglomerado. Fuente: THERMACORK www.aislamientocorcho.es

c. Corcho proyectado

Formado por corcho triturado en polvo se usa para la terminación de paramentos exteriores e interiores, quedando un acabado con un espesor de 3 a 6 mm.

Al ser un material flexible se evitan las fisuras por retracción o por movimientos (obra nueva), así como las condensaciones internas.

Entre sus propiedades se encuentran:

- Es impermeable.
- · Es transpirable, evitando la condensación.
- · Es un buen aislante acústico y contra las vibraciones.
- Es muy estable, no ve alteradas sus propiedades físicas o mecánicas con el paso del tiempo, y tampoco cambia su tamaño.
- · Es totalmente reciclable y reutilizable, garantizando una producción sostenible.



Figura 2.22. Muestra de sistema SATE compuesto por un panel de poliestireno expandido y un acabado exterior en corcho proyectado. Fuente: Vipeq. www. vipqhispania.com

d. Fibras de madera y agrofibras

Existen paneles o tableros aislantes de distintos espesores y confeccionados con fibras de madera (virutas procedentes de residuos y del reciclaje) prensadas y aglomeradas con resinas, yeso o cemento blanco. Asimismo, algunos productos comerciales emplean la paja sobrante de las cosechas agrícolas para la confección de paneles aislantes.

Estos paneles pueden fabricarse con cantos machinembrados o en forma de paneles multicapa para ser empleados en los cerramientos de edificios, incluso como material de acabado.

Entre sus propiedades se destacan las siguientes:

- Gran inercia térmica, los que permite disminuir el consumo energético, ya que en invierno almacena el calor recibido y en verano impide que el interior se sobrecaliente.
- Capacidad de aislamiento acústico.
- Capacidad para regular la humedad del ambiente interior, manteniendo el confort.
- No requiere mantenimiento.
- Es reciclable y reutilizable, resultando totalmente sostenible.



Figura 2.23. Material aislante de fibras de madera. Fuente:Isonat www.isonatespana. es



- Aquellos materiales que ofrecen una resistencia alta al paso del calor a través de ellos, es decir, que presentan valores pequeños de conductividad térmica, son buenos aislantes térmicos.
- Se puede decir que, a igual espesor, cuanto más pequeño sea el coeficiente mayor será la capacidad de aislamiento térmico del material.
- Los aislantes térmicos utilizados habitualmente en construcción son:

AISLANTES TÉRMICOS UTILIZADOS HABITUALMENTE EN CONSTRUCCIÓN

	Poliestireno expandido (EPS)			
	Poliestireno extruido (XPS)			
	Espuma rígida de poliuretano (PUR)			
DE ORIGEN SINTÉTICO	Espuma rígida de poliisocianurato (PIR)			
	Espuma fenólica			
	Espuma de polietileno			
	Policarbonato aislante			
	Lana de vidrio			
	Lana de roca			
	Vidrio celular			
DE ORIGEN MINERAL	Arcilla expandida			
	Perlita			
	Vermiculita			
	Otros			
	Celulosa			
DE ODICENIA ECETAL	Corcho			
DE ORIGEN VEGETAL	Fibras de madera y agrofibras			
	Otros			



A continuación, se puede ver un video resumen sobre los tipos de aislantes, realizado por Sikana ESES: ¿Qué tipo de material aislante es mejor? | Pobreza energética

Fuente: SIKANA. ¿ que tipo de material aislante es mejor?.www.youtuve.com

Unidad 3: NORMATIVA Y RECEPCIÓN EN **OBRA**

CONTENIDOS

- 1. Normativa europea y española.
- 2. Marcado CE para productos de aislamiento.
- 3. Marcas de calidad voluntarias.
- 4. Requisitos en la recepción en obra para productos de aislamiento.

Resumen

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:

Analizar los requisitos de los productos y materiales de aislamiento: normativa, certificación, recepción en obra.

1 NORMATIVA EUROPEA Y ESPAÑOLA

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 respeto de los compromisos internacionales asumidos 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.

El **Código Técnico de la Edificación** (CTE) establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios. Entre dichas exigencias básicas se encuentra la exigencia de **ahorro de energía**.

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.



Medidas básicas para reducir la demanda de calefacción y refrigeración

- · Mejorar el aislamiento térmico en cerramientos.
- Colocar acristalamientos con buen comportamiento térmico: vidrios y carpinterías.
- Mejorar la estanqueidad del edificio para evitar las infiltraciones de aire, en particular, a través de defectos de ejecución en los encuentros entre los cerramientos y las carpinterías de los huecos exteriores.
- Colocar elementos de sombreamiento en los huecos expuestos a la radiación solar directa.



Los siguientes enlaces vinculan a los documentos arriba explicados relativos a la normativa europea y nacional en materia de eficiencia energética en edificios, donde puedes ampliar la información sobre sus requerimientos a cumplir:

- Texto consolidado: Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición). www.eur-lex.europa.eu.
- · Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico HE Ahorro de energía. www.codigotecnico.org.



Productos incluidos en normas armonizadas: es obligatorio emitir la "declaración de prestaciones" y el "marcado CE".



Normas UNE

El Comité Europeo de Normalización (CEN) elabora las normas armonizadas EN, que los Estados de la UE deben transponer.

En el caso de España es la Asociación Española de Normalización (UNE) el organismo encargado de realizar la transposición de las normas europeas EN a normas españolas UNE.

Ejemplos:

- Norma UNE-EN 13162: Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW).
- Norma UNE-EN 12667: Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor de flujo de calor. Productos de alta y media resistencia térmica.
- Norma UNE-EN 12939: Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor del flujo de calor. Productos de espesor alto de resistencia térmica alta y media.
- Normas UNE-EN 822, UNE-EN 823, UNE-EN 824 y UNE-EN 825, referentes a tolerancias dimensionales.
- UNE-EN 1603 y UNE-EN 1604, referentes a estabilidad dimensional.
- UNE-EN 12089, referente a resistencia a flexión
- UNE-EN 826, referente a tensión a compresión
- UNE-EN 12087 y UNE-EN 1208, referentes a absorción de agua.
- UNE-EN 12091, referente a resistencia a congelación-descongelación.
- UNE-EN 13501-1, referente a la clasificación de reacción al fuego.
- UNE-EN 12086, referente al factor de resistencia a la difusión del vapor de agua.
- Productos no incluidos en normas armonizadas: el fabricante que lo desee puede acudir a un Organismo de Evaluación Técnica, notificado por algún Estado de la UE, y solicitar la emisión de un "documento de evaluación europea" (EAD) para su producto, el cual le permitirá preparar la declaración de prestaciones.

Los fabricantes de productos de construcción cubiertos por una norma europea armonizada o para los que se ha emitido una evaluación técnica europea tienen la obligación de emitir una Declaración de Prestaciones en relación con las características esenciales del producto, de acuerdo con las especificaciones técnicas armonizadas.

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

Sobre la base de estos documentos, los técnicos responsables de las obras realizan el análisis de la idoneidad de los productos de construcción con respecto al proyecto concreto que se ejecuta.



Recuerda

El Reglamento europeo de productos de construcción establece que, cuando se comercialice un producto que se encuentra cubierto por una norma armonizada o que es conforme con una evaluación técnica europea, debe ir acompañado de un documento de carácter oficial denominado Declaración de Prestaciones.



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

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, cubierto por una norma armonizada o por una ETE, con las prestaciones declaradas.

El marcado CE debe contener:

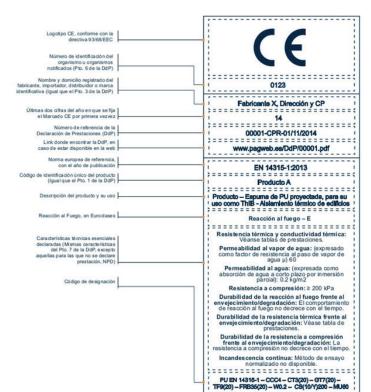


Figura 3.1. Ejemplo de etiqueta identificativa de material aislante con marcado CE. Fuente: Asociación de la Industria del Poliuretano Rígido. www.aislaconpoliuretano.com

Por otra parte, conforme al Reglamento (EU) Nº 305/2011, los fabricantes, distribuidores o importadores de productos de construcción han de proporcionar las instrucciones pertinentes de manejo, uso, etc., así como los posibles avisos y precauciones de seguridad. Dichas instrucciones e información de seguridad pueden ir recogidas en los envases, albaranes, hojas técnicas u otro documento.



El marcado CE debe colocarse de manera visible, legible e indeleble.

Al colocar el marcado CE en un producto de construcción, el fabricante indica que asume la responsabilidad sobre la conformidad de ese producto con las prestaciones declaradas.

El marcado CE no lo proporciona la Administración ni los organismos notificados, sino que lo coloca el propio fabricante, bajo su responsabilidad, cuando se han realizado las tareas que implica el sistema correspondiente de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones declaradas.

Este marcado indica exclusivamente la conformidad del producto con los requisitos reglamentarios y las especificaciones técnicas armonizadas. No es un sello de calidad, ni una marca de origen de la Unión Europea (un producto fabricado en Asia o en América ha de llevar el marcado CE para poder ser comercializado en la UE).

El marcado CE es de carácter obligatorio y 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.

3. MARCAS DE CALIDAD VOLUNTARIAS

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

Dado 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 productos de construcción se pueden encontrar ante la necesidad de aportar dichas garantías adicionales, para poder competir y satisfacer los requerimientos de los receptores que así lo exijan en sus pedidos o contratos de suministro.

En definitiva, los fabricantes podrán acompañar, con el producto sujeto a marcado CE, la información completa de las marcas de calidad que tengan concedidas, pero esta información deberá aparecer separada de la información del marcado CE.

El hecho de disponer de un sello de calidad no exime al fabricante de la obligación de tener el marcado CE

Las formas de suministro de los materiales y productos aislantes que llegan a la obra pueden ser diversas: envasados, paletizados y a granel.



Figura 3.2. Ejemplos de paletizado de aislamiento. Fuente: Isover. www.isover-aislamiento-tecnico.es



Figura 3.3. Ejemplo de material aislante suministrado a granel. Aislante termoacústico de corcho de pared. Fuente: Archiexpo.www.archiexpo.es

Los materiales y productos aislantes se han de suministrar embalados adecuadamente. El embalaje sirve para proteger las características de la carga y preservar la calidad de los productos que contienen. Asimismo, permiten su transporte en las mejores condiciones posibles y facilitan la manipulación y el almacenamiento.

Uno de los sistemas de embalaje más frecuente en los suministros que llegan a las obras es mediante palés. El palé está diseñado para facilitar su manipulación mediante aparatos de elevación de cargas dotadas de horquillas.

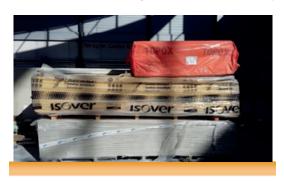


Figura 3.4. Planchas embaladas mediante funda protectora de plástico



Recuerda

Es preciso contar con los medios suficientes y adecuados para efectuar la recepción, descarga y acopio. Asimismo, el vehículo de transporte y la forma de suministro han de ser compatibles y tienen que facilitar su descarga en obra.

En relación con la recepción del material aislante en la obra, se debe comprobar que:

- El producto llega a la obra con el embalaje original, debidamente etiquetado y en perfectas condiciones.
- El embalaje contiene la correspondiente etiqueta identificativa con las características esenciales del producto, marcado CE y marca de calidad voluntaria, si consta en el proyecto.
- El producto suministrado cumple con las especificaciones del proyecto: dimensiones, espesor, conductividad térmica declarada, resistencia térmica declarada y reacción al fuego.



Los productos no etiquetados impiden la comprobación de sus prestaciones y, consecuentemente, del correcto aislamiento en obra conforme a las especificaciones del proyecto

En cuanto a las condiciones de almacenamiento o acopio se han de seguir las recomendaciones del fabricante, y se ha de almacenar en un lugar seco y ventilado, protegido del sol, la lluvia y la humedad del suelo.



Condiciones de acopio y almacenamiento

Durante la descarga del vehículo de transporte, se ha de evitar golpear el material suministrado lanzándolo al suelo. El traslado del material se ha de realizar mediante la utilización de equipos adecuados, en función de su volumen y peso.

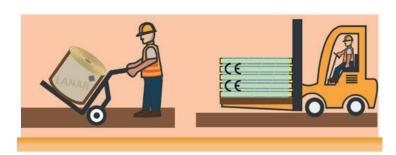


Figura 3.5. Utilización de medios mecánicos para el transporte de materiales

Las principales consecuencias relacionadas con los defectos del material aislante que se recepciona en la obra son:

- Los productos que presenten daños en su embalaje pueden causar una merma en sus propiedades aislantes cuando son colocados.
- Si no se verifican las características principales del aislamiento de acuerdo con lo especificado en el proyecto, puede que no se cumpla con las exigencias del CTE y la certificación energética prevista.



Recuerda

Hay que comprobar que el producto llega a la obra con el embalaje original y en perfectas condiciones. Asimismo, hay que verificar que las características del producto servido cumplen con las especificaciones del proyecto.



- Las medidas básicas para reducir la demanda de calefacción y refrigeración son:
- Mejorar el aislamiento térmico en cerramientos.
- Colocar carpinterías exteriores con buen comportamiento térmico.
- Mejorar la estanqueidad del edificio para evitar las infiltraciones de aire, en particular, a través de defectos de ejecución en los encuentros entre los cerramientos y las carpinterías de los huecos exteriores.
- Colocar elementos de sombreamiento en los huecos expuestos a la radiación solar directa.
- El Comité Europeo de Normalización (CEN) elabora las normas armonizadas EN, que los Estados de la UE deben transponer.
- En el caso de España es UNE el organismo encargado de realizar la transposición de las normas europeas EN a normas españolas UNE.
- Mientras no se emita la Declaración de Prestaciones correspondiente a un producto de construcción, el fabricante no podrá colocar el Marcado CE.
- En las especificaciones técnicas armonizadas se describen los aspectos que han de verificarse para el marcado CE.
- Al colocar el marcado CE en un producto de construcción, el fabricante indica que asume la responsabilidad sobre la conformidad de ese producto con las prestaciones declaradas.
- · El hecho de disponer de un sello de calidad no exime al fabricante de la obligación de tener el marcado CE.
- Es preciso contar con los medios suficientes y adecuados para efectuar la recepción, descarga y acopio de los materiales y productos de la manera más eficiente y segura posible, reduciendo al mínimo la manipulación manual de cargas.
- Los productos no etiquetados impiden la comprobación de sus prestaciones y, consecuentemente, del correcto aislamiento en obra conforme a las especificaciones del proyecto.
- Hay que comprobar que el producto llega a la obra con el embalaje original y en perfectas condiciones, y hay que verificar que las características del producto servido cumplen con las especificaciones del proyecto.

Unidad 4: PAUTAS BÁSICAS SOBRE LA INSTALACIÓN DE **LOS MATERIALES DE AISLAMIENTO**

CONTENIDOS

- 1. Instalación de los materiales de aislamiento
- 2. Instalación de barreras de vapor
- 3. Tratamiento de puentes térmicos
- 4. Control del aislamiento
- 5. Patologías constructiva

Resumen

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:

- Realizar el control del aislamiento a través de listas de chequeo.
- Ejecutar correctamente el aislamiento de los cerramientos opacos en función de las soluciones constructivas previstas en el proyecto.
- Identificar las pautas básicas para la instalación de materiales de aislamiento.
- Analizar las causas que originan las patologías constructivas frecuentes y las actividades necesarias para su reparación.
- Relacionar e identificar las pautas generales para la instalación de barreras de vapor, tratamiento de puentes térmicos, remates de jambas, dintel, alféizar, pilares, encuentros de fachada, esquinas, soleras.

1. INSTALACIÓN DE LOS MATERIALES DE AISLAMIENTO

Para garantizar las prestaciones del sistema de aislamiento, se debe:

- Evitar la existencia de cavidades o juntas abiertas en el material de aislamiento a lo largo de toda la superficie a aislar.
- Evitar que el aislamiento se interrumpa en los encuentros del cerramiento con otros elementos constructivos.
- · Asegurar la **inmovilidad** del material de aislamiento.
- · Realizar un tratamiento adecuado de la **junta** en el canto de las planchas.
- Colocar las juntas contrapeadas, cuando se tenga que instalar una doble capa de aislamiento.



INCORRECTO

El aislamiento de la fachada presenta juntas abiertas entre las planchas o mantas del material aislante.

Figura 4.1. Falta de continuidad en el aislamiento



El aislamiento térmico debe colocarse de forma continua.

El material aislante se ha de colocar **rellenando toda la superficie**, asegurando que no sufra desperfectos ni roturas durante su colocación.

La **fijación de las planchas y mantas aislantes** es la parte más crítica del sistema de aislamiento. Previamente, se debe examinar el soporte, procurando que no presente humedades.



INCORRECTO

Los sistemas de aislamiento adheridos deben emplearse en edificios sin patologías de humedades para evitar un posible despegue del atdhesivo.

Figura 4.1. Falta de continuidad en el aislamiento



Antes de colocar cualquier material o sistema de aislamiento es conveniente revisar el soporte para detectar la existencia de posibles zonas degradadas (desconchones, fisuras, etc.), sin resistencia mecánica o con baja adherencia, que han de ser reparadas previamente.

La fijación del material aislante puede realizarse mediante adhesivo o mediante fijaciones mecánicas, de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

A continuación, puedes encontrar información adicional sobre los siguientes tipos de fijación:

- 4.1.1 Fijación mediante adhesivo.
- 4.1.2 Fijación mecánica.
- 4.1.3 Sin fijación.
- 4.1.4 Colocación en las esquinas.

1.1 Fijación mediante adhesivo

Según las necesidades e instrucciones del fabricante, el adhesivo se aplica en pelladas sobre el **soporte** o sobre el propio material **aislante**.



Aplicación del adhesivo sobre el soporte

Las pelladas de adhesivo han de tener unos 5 cm de diámetro, una separación máxima de 40 cm entre sí y de 5 cm del borde de las piezas de aislante.

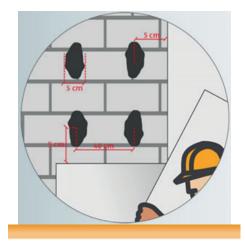


Figura 4.3. Pelladas de adhesivo

En el perímetro de puertas y ventanas, así como en los bordes de encuentros de pared y techo y pared-pared, se ha de aplicar un cordón continuo de adhesivo.



Figura 4.4. Cordones continuos de adhesivo

En el caso de que el soporte presente una buena planeidad (por ejemplo, cuando se aplique sobre un enfoscado), el adhesivo puede extenderse en toda la superficie de contacto de los paneles de aislamiento. Se mantendrán limpios los bordes o cantos para asegurar la unión correcta de unos con otros durante su instalación.



Figura 4.5. Aplicación de la pasta de adhesivo sobre el panel aislante



Cuando la fijación del aislamiento se realice mediante adhesivo hay que asegurarse de que el producto adherente es compatible con el material aislante, para no dañarlo.

En el caso de colocar el aislamiento por el exterior de los cerramientos en zonas expuestas a la acción del **viento**, se recomienda **combinar** el uso del **adhesivo** con **fijaciones mecánicas** para asegurar la estabilidad de los paneles aislantes durante el proceso de fraguado y endurecimiento de la pasta adhesiva.

1.2 Fijación mecánica

Las fijaciones mecánicas del aislamiento se realizan mediante tacos autoexpandibles tipo espiga de plástico, que ofrecen una mayor superficie de sujeción y no dañan los paneles aislantes.

El número de fijaciones mecánicas dependerá del formato de los paneles. Se recomienda un mínimo de cuatro fijaciones por metro cuadrado.

El número y la distribución de las fijaciones mecánicas dependen también de la exposición a las condiciones de viento locales. Por ello, es necesario reforzar con un mayor número de

anclajes aquellos paneles aislantes que se coloquen por el exterior de la envolvente del edificio (fachada y cubierta), sobre todo en las zonas más expuestas (a mayor altura, en el perímetro...).



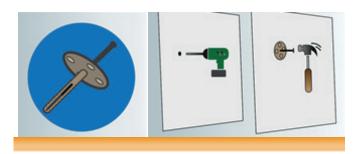
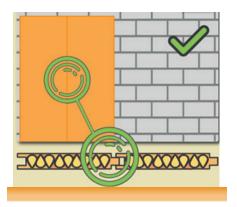


Figura 4.6. Anclaje mecánico tipo espiga

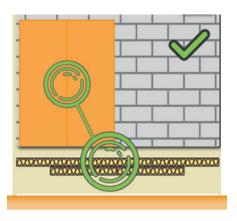
1.3 Sin fijación

En el caso de que la colocación del aislamiento se realice colocando directamente el material aislante en el espacio intermedio entre la hoja de fábrica exterior y la interior, sin dejar cámara de aire, el proceso de colocación consistirá en ir introduciendo las planchas o mantas de abajo hacia arriba.



Este tipo de colocación es menos aconsejable que las anteriores por existir un mayor riesgo de que no se ejecute adecuadamente. En estos casos, se recomienda la selección de materiales aislantes con bordes diseñados para su ensamblado: con uniones a media madera o machihembrados.

Figura 4.7. Placas aislantes con uniones machihembradas



En caso contrario, se recomienda colocar doble capa de material aislante, procurando que las juntas estén contrapeadas para asegurar la continuidad del aislamiento en toda la superficie.

Figura 4.8. Colocación de doble capa de aislamiento con las juntas contrapeadas

1.4 Colocación en las esquinas

Se recomienda **no doblar** el material aislante en las esquinas. Las esquinas se han de resolver **acometiendo** los paneles aislantes en la zona de encuentro, asegurando que las juntas quedan **perfectamente unidas**.

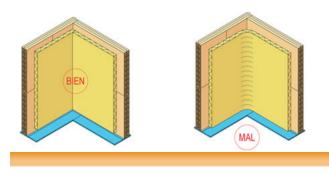


Figura 4.9. Encuentros en esquina del material aislante. Fuente: HISPALYT e Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, "Manual de ejecución de fábricas para revestir", 2012

En caso necesario, el panel aislante se ha de cortar para ajustarlo a las dimensiones de la pared, utilizando un cúter o cuchillo adecuado.

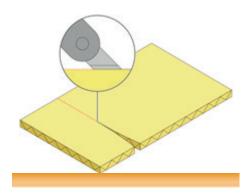


Figura 4.10. Corte del material aislante. Fuente: HISPALYT e Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, "Manual de ejecución de fábricas para revestir", 2012

2. INSTALACIÓN DE BARRERAS DE VAPOR

En caso necesario, se ha de disponer de una **membrana continua** que actúe como **barrera** del vapor de agua, con el fin de impedir que se formen condensaciones en los aislamientos térmicos. Siempre se coloca en el lado caliente del aislamiento (lado con mayor presión de vapor).

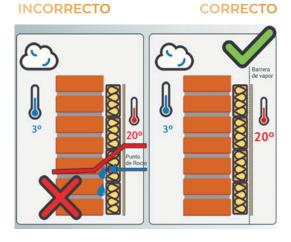


Figura 4.11. Barrera de vapor en el lado caliente del aislamiento

3. 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, especialmente en los encuentros entre los distintos materiales o elementos constructivos

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 para que no aparezcan huecos por los que se "escape" el calor

Algunas partes de la envolvente térmica del edificio donde se pueden dar puentes térmicos son:

- Jambas
- Dinteles
- Alféizares
- Cajas de persianas
- Encuentros del cerramiento con pilares y frentes de forjado
- Cubiertas planas
- Esquinas
- Forjados interiores en contacto con el aire exterior
- Suelos encontrados con el terreno.

a. Jambas

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

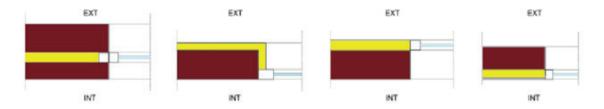
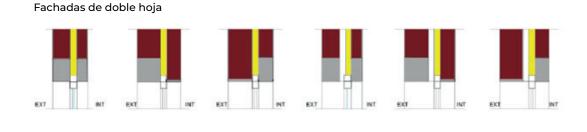


Figura 4.12. Ejemplo de solución del puente térmico en jambas (esquema en planta, representado en amarillo el aislamiento). Fuente: Ministerio de Fomento. Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. 2014. CTE. www.codigotecnico.org

b. Dinteles

Para evitar estas pérdidas de energía en los dinteles se deberá mantener la continuidad entre el aislamiento de la fachada y la carpintería de la ventana.



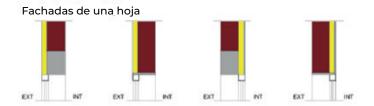


Figura 4.13. Ejemplo de solución del puente térmico en dinteles (esquema en sección, representado en amarillo el aislamiento). Fuente: Ministerio de Fomento. Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía.2014. CTE. www.codigotecnico.org

c. Alféizares

Se deberá mantener la continuidad entre el aislamiento de la fachada y la carpintería de la ventana para evitar estas pérdidas de energía

Continuidad entre el aislamiento de muro y la carpintería

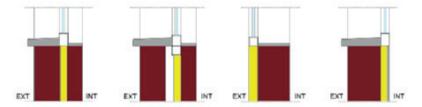


Figura 4.14. Ejemplo de solución del puente térmico en alféizares (esquema en sección, representado en amarillo el aislamiento). Fuente: Ministerio de Fomento. Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía.2014.CTE. www.codigotecnico.org

d. Cajas de persianas

Es necesario que las cajas de persianas estén 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.

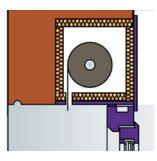


Figura 4.15. Corrección del puente térmico en la caja de persiana

e. Encuentros del cerramiento con pilares y frentes de forjados

Se recomienda que la hoja interior o trasdosado del cerramiento de fachada pase por delante de los pilares, cajeándolos e incorporando entre ambos el material aislante. De este modo, por un lado, se corrige el puente térmico y, por otro, se evita la posible aparición de fisuras en los revestimientos como consecuencia de una unión a tope de la fábrica con el pilar.

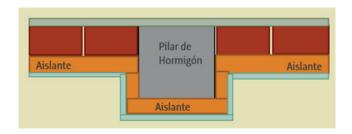


Figura 4.16. Solución del puente térmico en el encuentro con el pilar

En el caso de los encuentros con los forjados, los puentes térmicos se pueden resolver cubriendo el canto con material aislante.

Otra opción es prolongar el material aislante del cerramiento de fachada por debajo del solado y en el techo, como se ve en la figura.



Figura 4.17. Ejemplo de solución del puente térmico en el encuentro con el forjado

f. Cubiertas planas

Se recomienda mantener la continuidad del aislamiento de fachada y el de cubierta.

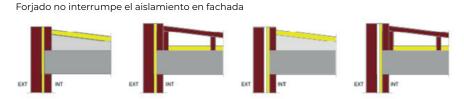


Figura 4.18. Ejemplo de solución del puente térmico en cubiertas planas. (esquema en sección, representado en amarillo el aislamiento). Fuente: Ministerio de Fomento. Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. 2014 CTE. www.codigotecnico.org

g. Esquinas

Asimismo, será necesario mantener la continuidad del aislamiento en el encuentro de fachadas.



Figura 4.19. Ejemplo de solución del puente térmico en esquinas salientes al exterior, (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

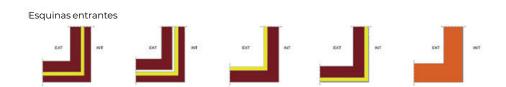


Figura 4.20. Ejemplo de solución del puente térmico en esquinas entrantes al interior, (esquema en planta, representado en amarillo el aislamiento). Fuente: Ministerio de Fomento. Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía.2014.CTE.www.codigotecnico.org

h. Forjados interiores en contacto con el aire exterior

Será necesario mantener la continuidad del aislamiento en el encuentro de fachada con el forjado. Ya sea con aislamiento sobre el forjado o continuando el aislamiento exterior de fachada.

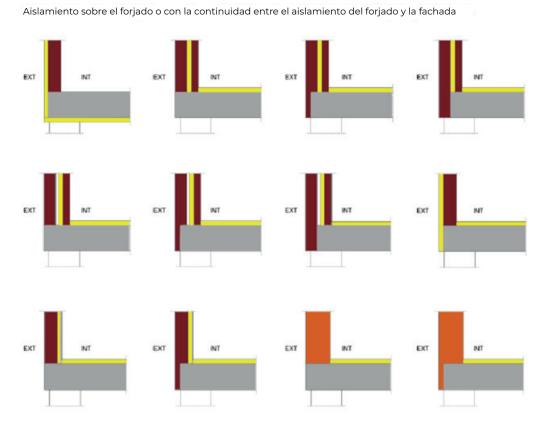


Figura 4.21. Ejemplo de solución del puente térmico en esquinas salientes al exterior (esquema en sección, representado en amarillo el aislamiento). Fuente: Ministerio de Fomento. Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía.2014.CTE. www.codigotecnico.org

i. Suelos en contacto con el terreno

Será necesario mantener la continuidad del aislamiento de la fachada y el aislamiento del suelo en contacto con el terreno.

Continuidad del aislamiento entre muro y solera

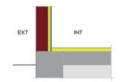


Figura 4.22. Ejemplo de solución del puente térmico en suelos en contacto con el terreno. (esquema en sección, representado en amarillo el aislamiento)
Fuente: Ministerio de Fomento. Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía.2014. CTE. www.codigotecnico.org

Cámara termográfica

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

Para representar gráficamente la temperatura de un objeto, la cámara signa 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.

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 4.23. Cámara termográfica. Fuente: Arquitecsolar. www.arquitecsolar.com



Figura 4.24. Termografía infrarroja que muestra los puentes térmicos en los frentes de forjado.Fuente: Rehabitia. www.rehabitia.com

4. CONTROL DEL AISLAMIENTO

A la hora de colocar un aislante térmico, hay que fijarse en la **información** y las **especificaciones** del proyecto para realizarlo de forma correcta. La **información mínima** que debe contener el proyecto respecto al aislamiento es la siguiente:

- · Características de los materiales aislantes: conductividad térmica, resistencia térmica...
- · Descripción de los cerramientos: diferentes capas, su material y espesor.
- · Ubicación de cada cerramiento en la construcción: listado, indicación sobre planos.
- Solución adoptada en todos los **encuentros** y elementos **constructivos**: jambas, alféizares, cajas de registro de persiana, dinteles, pilares, frentes de forjado, etc.

Antes de instalar el aislamiento, hay que comprobar:

- Que las características del material aislante que se va a colocar se corresponden con las **especificadas** en el proyecto, y eso se puede consultar en la declaración de prestaciones del producto.
- Cuál va a ser su **ubicación** en el cerramiento sobre el que se va a actuar.
- Que el espesor del aislamiento coincide con el indicado en los planos.

CONDICIONES GENERALES Y COMUNES

A.1.	RECEPCIÓN . el responsable de la obra debe comprobar d de recepción de los materiales los aspectos:	urante las op	eraciones
A.1.1.	El producto llega a obra con el embalaje origienal, debidamente etiquetado y en perfectas condiciones	SI 🗸	NO
A.1.2.	El embalaje contiene la correspondiente etiqueta identificativa con las características esenciales del producto	SI 🗸	NO
A.1.2.1.	Presencia del marcado CE y Declaración de Prestaciones (DdP)	SI	NO
A.1.2.2	Presencia de marca de calidad voluntaria, sin consta en proyecto	SI	NO
A.1.3	El producto de aislamiento es el especificado en proyecto	SI	NO
A.1.3.1	Las características del aislamiento cumplen con lo especificado en la memoria del proyecto (resistencia térmica declarada, factor de resistencia a la difusción de vapor de agua y reacción al fuego)	SI	NO X
A.1.4	Se han seguido las recomendaciones del fabricante en el almacenamiento o acopio del aislamiento.	SI	NO

Figura 4.25 . Ejemplo de uso de la lista de comprobación para el control en obra de la instalación del aislamiento térmico. Fuente: UNE 92325:2018

5. PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

En relación con el aislamiento térmico de la envolvente, se pueden destacar las siguientes patologías constructivas.

- 5.1 Envolvente térmica.
- 5.2 Juntas de dilatación.
- 5.3 Cámaras de aire ventiladas.
- 5.4 Cubiertas.
- 5.5 Suelos flotantes.
- 5.6 Instalaciones

5.1 Envolvente térmica

Tanto la ausencia de aislamiento como la incorrecta colocación del material aislante en la envolvente térmica de los edificios pueden, además, causar humedades y problemas de condensación.

Cuando se interrumpe la capa de aislamiento, tanto en vertical como en horizontal, se originan **puentes térmicos** ocasionando puntos fríos que hacen que aumente la **demanda energética** y, si la temperatura del cerramiento está por debajo de la temperatura de rocío, se generen **condensaciones** no deseadas en el edificio que pueden facilitar la formación de **moho**.



Figura 4.26. Moho en el interior de una vivienda con cerramientos de 1 hoja de fábrica de albañilería sin aislamiento

Cuando el aislamiento no se dispone correctamente en torno a las ventanas se producen puentes térmicos que generan condensaciones y finalmente la aparición de moho.



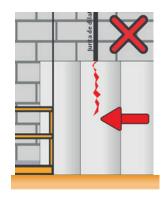
Figura 4.27. Moho en torno a la carpintería de ventana por puente térmico. Fuente: G. del Campo Cerceda. www.guillermodelcampo.blogspot.com



La falta de ventilación en las cámaras de aire de los muros puede provocar condensaciones y la aparición de moho.

Figura 4.28. Humedades por condensaciones en cámara de aire Fuente: Humipro. www.humipro.com.

5.2 Juntas de dilatación

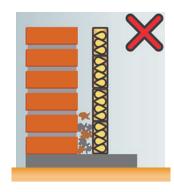


INCORRECTO

Hay que respetar las juntas de dilatación estructural del edificio, de modo que la junta entre los paneles aislantes coincida con la junta estructural.

Figura 4.29. Actuación incorrecta: paneles aislantes cubriendo la junta estructural

5.3 Cámaras de aire ventiladas



INCORRECTO

La cámara de aire debe quedar limpia de cascotes o restos de mortero que impidan el correcto funcionamiento del drenaje y/o la ventilación del muro. Esto evitará que el aislamiento térmico se moje y mermen sus propiedades.

Figura 4.30. Actuación incorrecta: suciedad en la cámara de aire

5.4 Cubiertas

A la hora de disponer el aislamiento de cubierta se podrá optar por disponerlo en una sola capa, o si el espesor es demasiado elevado en dos capas, pero siempre teniendo en cuenta que las dos hojas deberán disponerse con sus juntas contrapeadas y con una capa separadora para evitar condensaciones.

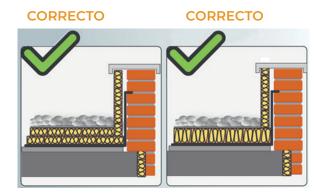


Figura 4.31. Aislamiento de cubiertas planas invertidas

5.5 Suelos flotantes

INCORRECTO CORRECTO

Figura 4.32. Instalación de suelo flotante

Los suelos flotantes deben estar desolidarizados en los encuentros con paredes divisoras que separen viviendas distintas o locales de uso diferente, ya que, si no se impide su continuidad bajo el paramento vertical, se puede producir un puente térmico y la transmisión de ruido.



Si no se resuelven bien los encuentros entre los distintos elementos constructivos se producen puentes térmicos que pueden causar pérdidas energéticas y problemas de condensaciones.

5.6 Instalaciones

La falta de aislamiento o el empleo de recubrimientos aislantes que no tienen el espesor requerido producen pérdidas de calor en la red de abastecimiento de agua caliente y favorece la aparición de condensaciones en la de agua fría.





Figura 4.33. Aislamiento de tuberías



- Antes de colocar cualquier material o sistema de aislamiento es conveniente revisar el soporte para detectar la existencia de posibles zonas degradadas (desconchones, fisuras, etc.), sin resistencia mecánica o con baja adherencia, que han de ser reparadas previamente.
- Cuando la fijación del aislamiento se realice mediante adhesivo hay que asegurarse de que el producto adherente es compatible con el material aislante, para no dañarlo.
- 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 para que no aparezcan huecos por los que se "escape" el calor.
- Si no se resuelven bien los encuentros de los cerramientos con los pilares y forjados, así como los contornos de las puertas y ventanas de las fachadas y las cajas de persianas, se producen puentes térmicos que pueden causar pérdidas energéticas y problemas de condensaciones.
- No se debe colocar el aislamiento de forma continua sobre las juntas de dilatación del edificio.

MÁS INFORMACIÓN

Amplía y repasa conceptos mediante estos recursos:

Tratamiento de puentes térmicos de acuerdo a Passivhaus



Fuente: Plataforma Edificación Passivhaus, 2017

Ejemplo de ficha técnica de material de aislante térmico:

En las fichas técnicas se recogen las especificaciones técnicas del material aislante donde se puede consultar la información en cuanto a su comportamiento térmico, resistencia mecánica, composición química, características de aplicación etc.

En el siguiente link se muestra un ejemplo real de Ficha donde se recogen las especificaciones técnicas correspondientes al corcho aglomerado.



Ficha técnica de paneles de corcho aglomerado Fuente:Banacork www.barnacork.com/

Introducciónalascondensaciones



Fuente: AISLA, Humedades 1: Introducción a las condensaciones. 2019. www.youtube.com

Condensacionessuperficiales



Fuente: AISLA, Humedades 2: Condensaciones superficiales. 2019. www.youtube.com

Condensacionessuperficiales



Fuente: AISLA, Humedades 3: Condensaciones intersticiales., 2019. www.youtube.com

Unidad 5: **EJECUCIÓN DE DIFERENTES SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS**

CONTENIDOS

- 1. Soluciones de fachada (parte opaca).
- 2. Soluciones de fachada (cerramientos acristalados).
- 3. Soluciones de cubierta.
- 4. Soluciones de techos.
- 5. Soluciones de suelos.
- 6. Soluciones de aislamiento perimetral.
- 7. Soluciones de aislamiento de redes de distribución para equipos en la edificación (tuberías y conductos)

Resumen

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:

Instalar materiales de aislamiento y ejecutar con éxito las soluciones constructivas más habituales para la mejora energética de los edificios:

- ♦ Soluciones constructivas de la parte ciega de la fachada.
- Soluciones constructivas para cubiertas.
- Soluciones constructivas de techos.

1. SOLUCIONES DE FACHADA (PARTE OPACA)

Para conseguir un buen aislamiento de nuestro edificio es posible la colocación o aumento del espesor en la fachada de este (parte opaca). De este modo se obtiene una mejora de las prestaciones térmicas y un ahorro energético, al disminuir la demanda de calefacción.

Para el correcto aislamiento de las fachadas existen multitud de soluciones y sistemas constructivos, tanto para rehabilitación de edificios antiguos como para edificios de nueva construcción. Algunos de ellos pueden realizarse por el exterior, mientras que otros son sistemas interiores.

Los sistemas de aislamiento exteriores producen muy buenos resultados, pero requiere obras de mayor envergadura, el consentimiento de todos los propietarios o incluso permisos municipales (en el caso de rehabilitación). Por su parte las soluciones interiores permiten solucionar patologías a nivel individual o en zonas concretas del edificio, sin embargo, en rehabilitación, reducen la superficie útil de los espacios al aumentar el espesor del cerramiento.

También se puede actuar sobre las cámaras de aire que ya existen en edificios antiguos. Sin embargo, esta medida está sujeta a las características constructivas del edificio y no siempre es posible realizar el completo aislamiento.

A continuación, se muestran las soluciones más comunes de aislamiento de fachada en función de su posición en la misma, éstas son:

- 1.1 Soluciones por el interior
- 1.2 Soluciones por el exterior
- 1.3 Soluciones en la cámara de aire de los cerramientos compuestos por dos hojas

1.1 Soluciones por el interior

El material aislante se coloca por la cara interior de los cerramientos opacos de la fachada.

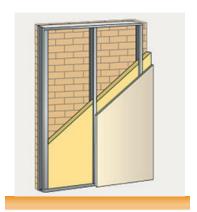
La solución más sencilla consiste en colocar las planchas de aislante directamente sobre el soporte, fijándolas mediante pasta de adhesivo o anclajes mecánicos. Posteriormente, se reviste el material.

Hay materiales aislantes que permiten la aplicación directa sobre su superficie de un guarnecido y enlucido de yeso, previo armado con malla de fibra de vidrio.



Otras soluciones consisten en la colocación directa de placas de yeso laminado que incorporan el aislamiento térmico adherido.

Figura 5.1. Sistema de colocación directa del material aislante por el interior. Fuente: Saint Gobain www.isover.es



También se puede realizar un trasdosado de placas de yeso laminado, y colocar el aislante (en forma de mantas o paneles semirrígidos) entre los montantes del entramado autoportante.

Este trasdosado permite además la canalización de cableados e instalaciones por el interior de la cámara creada.

Figura 5.2. Trasdosado autoportante

Estos sistemas de aislamiento tienen la ventaja de que no es necesario instalar andamios en la vía pública y, en el caso de las obras de rehabilitación, tampoco es preciso el acuerdo de toda la comunidad de propietarios, pudiendo acometerse las actuaciones de forma individualizada.

Como principal desventaja se encuentra la pérdida de superficie útil que se produce al aumentar el espesor de los cerramientos hacia el interior. Por otra parte, es necesario resolver los posibles puentes térmicos a través de los elementos estructurales del edificio (cantos de forjados y pilares) y los encuentros con las carpinterías.

1.2 Soluciones por el exterior

a. Fachada ventilada

En las fachadas ventiladas el cerramiento se construye, generalmente, desde el interior hacia el exterior:

- Primero se realiza la hoja interior de la fachada apoyada en la estructura del edificio.
- A continuación, se coloca desde el exterior el aislamiento térmico adosado a la hoja interior, cubriendo también los elementos estructurales del edificio.

- El aislante se fija siempre mecánicamente, además de aplicar el mortero adhesivo, en el caso de las planchas, o bien se aplica directamente sobre el soporte, si se trata de poliuretano proyectado. Para las fijaciones mecánicas, se recomiendan de 2 a 5 anclajes por m2 de material aislante.
- Por último, se ejecuta el revestimiento exterior, constituido habitualmente por un aplacado que se fija mecánicamente y es soportado por una subestructura auxiliar, constituida por un entramado de perfiles metálicos, que se ancla a la estructura del edificio.
 - Dicha subestructura crea una cámara de aire de unos pocos centímetros entre el aislamiento y el material de acabado que debe disponer de ranuras en la parte inferior y en la superior para permitir la renovación y el flujo del aire. Asimismo, la existencia de juntas abiertas entre las piezas o placas de acabado permite la ventilación de la cámara.

Los sistemas de fachadas ventiladas ofrecen muchas alternativas de acabado: paneles de hormigón, empanelados metálicos, paneles tipo sándwich, placas cerámicas o de piedra...



Figura 5.3. Fachada ventilada de aplacado de piedra. Fuente: Antonio de la Iglesia Cortés y Fanny Nácher Mulet. Actividades de la obra. Tornapunta Ediciones



Funcionamiento de la fachada ventilada

En **verano** el aire alojado en la cámara se calienta, disminuye su densidad y por convección asciende ("efecto chimenea"), ocupando su lugar aire fresco, evitando así la acumulación de calor en la fachada. El aislamiento térmico proporciona la protección adicional.

En **invierno** la fachada actúa como acumulador de calor ayudado por la capa de aislante térmico del sistema, evitando el escape de calor desde el interior del edificio.

b. Sistemas SATE

El **sistema de aislamiento térmico por el exterior** (SATE) consiste en la colocación de **paneles** aislantes sobre la superficie exterior de la fachada o medianera, que son revestidos posteriormente por una **capa protectora** y de acabado ejecutada con morteros especiales.

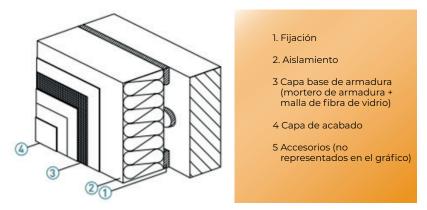


Figura 5.4. Esquema básico de un sistema SATE. Fuente: Guía: Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)

Un sistema SATE permite **revestir** y **aislar** el edificio adaptándose a su geometría, sin discontinuidad, permitiendo **resolver** la mayoría de los **puentes térmicos**.

Este sistema **reduce** el riesgo de **condensaciones**, es **impermeable** al agua y permeable al vapor de agua, impidiendo la degradación causada por la **humedad** y las oscilaciones de **temperatura**: grietas, fisuras, infiltraciones de agua, fenómenos de disgregación, manchas, mohos...

El material aislante (generalmente, planchas de poliestireno extruido o expandido) se fija mediante **adhesivo**: pelladas, bandas o en toda la superficie del material aislante, en función de la regularidad y planimetría del soporte. En algunos casos, puede ser necesario emplear fijaciones mecánicas del tipo "espiga".



Preparación del soporte

El tratamiento previo del soporte es fundamental para la correcta instalación del sistema SATE; se debe revisar la base, verificando que está limpia y seca (sin humedad, suciedad, polvo, aceite, grasa, cuerpos extraños...) y que es resistente.

Una vez colocado el material aislante, se procede a la aplicación de un revestimiento continuo de acabado, reforzado con una malla de armadura (por lo general, de fibra de vidrio) que mejora las prestaciones mecánicas del sistema SATE y contribuye a absorber las tensiones que puedan generarse entre las planchas de aislamiento.

La principal función de la capa de mortero de revestimiento, aparte de conferir una función estética al edificio (color y textura), es proteger el sistema frente a la radiación solar, la lluvia u otros agentes exteriores.

En el apartado de saber más puedes ver un video donde se explica paso a paso cómo se ejecuta el sistema SATE.

1.3 Soluciones en la cámara de aire de los cerramientos compuestos por dos hojas

El cerramiento compuesto más extendido en edificación de uso residencial (viviendas) está formado por **dos hojas**: una hoja principal (exterior) de 1 pie o $\frac{1}{2}$ pie de ladrillo o bloque, visto o para revestir, y una hoja interior formada por ladrillo hueco de pequeño o gran formato de 5 a 10 cm de espesor.

La hoja interior también puede estar formada por paneles prefabricados de **cerámica y yeso** de 6 a 10 cm de espesor o por bloques cerámicos aligerados machihembrados de 14 cm.

Las soluciones de aislamiento en los cerramientos compuestos consisten en **rellenar totalmente** el espacio comprendido entre las dos hojas con el material aislante, o en colocarlo adosado a una de las dos hojas para dejar una cámara de aire.

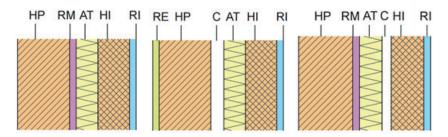
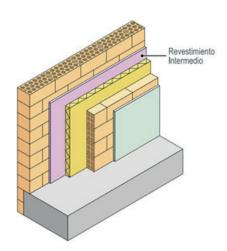


Figura 5.5. Diferentes soluciones constructivas de cerramientos compuestos por 2 hojas. Fuente: Catálogo de soluciones cerámicas para el cumplimiento del CTE. HISPALYT e Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.



SOLUCIÓN1. El material aislante rellena completamente la cámara intermedia. En el caso de fábricas de ladrillo visto, sin revestimiento exterior, es conveniente revestir la cara interior (intradós) de la hoja expuesta al exterior, evitando así la posible filtración de agua del exterior por las juntas del ladrillo. Generalmente, este revestimiento intermedio es un enfoscado de mortero de cemento de 15 mm de espesor.

Figura 5.6. Cámara rellena de material aislante. Fuente: Ejecución de fábricas de ladrillo para revestir. HISPALYT e Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja



Inyección de material aislante en la cámara

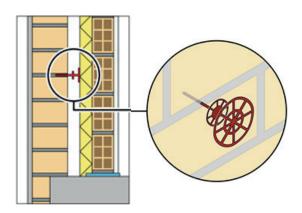
Una solución para mejorar la eficiencia energética de un edificio existente, interviniendo en su envolvente, es inyectar un material aislante (espuma de celulosa, nódulos de lana mineral, poliuretano...) en el interior de la cámara de aire, a través de perforaciones previamente practicadas a través de una de las hojas del cerramiento

Esta opción está supeditada a un espesor mínimo de la cámara (4 cm) y tiene la limitación de que, no en todos los casos, se va a poder poner el aislamiento que se necesita, sino el que permite el espacio de la cámara.



Aislamiento por insuflación de celulosa, desde el interior, en cámaras de aire de cerramiento de doble hoja de fábrica

Imagen 5.7. Fuente: CYPE Ingenieros S.A. . www.generadordeprecios.info



SOLUCIÓN 2. El aislante se sujeta contra la hoja interior, dejando una cámara de aire. Los paneles aislantes se sujetan contra la hoja interior mediante el empleo de unos elementos separadores de material plástico o metálico, que mantienen el hueco de la cámara de aire entre el aislamiento térmico y la hoja exterior.

Figura 5.8. Elementos separadores. Fuente: Ejecución de fábricas de ladrillo para revestir. HISPALYT e Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja

SOLUCIÓN 3. El aislante se fija a la hoja exterior, dejando una cámara de aire. En estos casos, el material aislante se proyecta, en el caso de las espumas, o se fija adecuadamente a la hoja exterior, evitando que se pueda desprender o mover hacia el interior de la cámara, en el supuesto de planchas o mantas.



Figura 5.9. Aislamiento térmico por el interior en fachada de doble hoja de fábrica para revestir, formado por panel semirrígido de lana mineral colocado a tope y fijado mecánicamente Fuente:CYPE Ingenieros S.A..www.generadordeprecios.info



Figura 5.10. Aislamiento térmico de poliuretano proyectado mecánicamente por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fabrica para revestir.

Fuente: CYPE Ingenieros S.A.www.generadordeprecios.info



Figura 5.11. Aislamiento térmico por el interior en fachada de doble hoja de fábrica para revestir, formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica fijado con mortero adhesivo Fuente: CYPE Ingenieros S.A. www.generadordeprecios.info



Figura 5.12. Aislamiento por el interior de la hoja exterior en fachada de doble hoja de fábrica para revestir formado por panel de poliestireno extruído fijado con pelladas de adhesivo cementoso.

Fuente: CYPE Ingenieros S.A. www.generadordeprecios.info



Figura 5.13. Aislamiento por el interior en fachada de doble hoja de fábrica para revestir formado por panel de corcho fijado mecánicamente.

Fuente: CYPE Ingenieros S.A. .www.generadordeprecios.info

En el siguiente enlace puedes consolidar estos conceptos con un video resumen sobre los tipos de aislamientos de fachadas con sus ventajas e inconvenientes,



Fuente AISLA, Caloryfrio. Aislamiento de fachadas. Tipos de aislamientos. Ventajas e inconvenientes. 2019. www.youtube.com

2.SOLUCIONESDEFACHADA (CERRAMIENTOSACRISTALADOS)

Los cerramientos acristalados constituyen una barrera térmica entre el exterior y el interior del edificio, que permite el paso de la luz natural.

En la actualidad, el acristalamiento sencillo ha dejado de ser el habitual siendo sustituido por el denominado doble acristalamiento o Unidad de Vidrio Aislante (UVA), constituido como mínimo por dos paneles de vidrio, separados por espaciadores herméticamente sellados a lo largo de todo el perímetro



Figura 5.14. Doble acristalamiento o Unidad de Vidrio Aislante (UVA). Fuente: IDAE, ANIMA. Soluciones de acristalamiento y cerramiento acristalado.2019 www.idae.es

Bajo la denominación de UVA se agrupan acristalamientos de muy diferentes prestaciones; pueden considerarse tres tipos:

VC

- Acristalamiento básico: formado por dos vidrios y una cámara estanca de aire deshidratado, sin ningún tratamiento que mejore sus prestaciones.
- Acristalamiento de aislamiento térmico reforzado (ATR): bajo esta denominación se agrupan acristalamientos en los que al menos uno de los vidrios que lo componen es un vidrio con capa de baja emisividad, que refuerza la capacidad de aislamiento con reducciones de la transmitancia térmica que pueden significar hasta el 50% para la misma composición de espesores y cámaras, sin que ello suponga la incorporación de gas en la cámara.

La presencia del vidrio bajo emisivo como vidrio interior o como vidrio exterior tiene escasa incidencia en el valor de transmitancia térmica de la UVA, aunque sí puede modificar sus características de control solar.

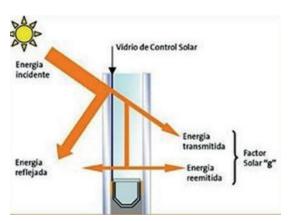


Preparación del soporte

Las características aislantes de las UVA y en particular aquellas dotadas de vidrios ATR hacen que, 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.

 Acristalamiento de control solar: en los que uno de sus vidrios ha sido sometido a un tratamiento que reduce los aportes solares que penetran en el edificio por la incidencia directa del sol. Habitualmente 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).



El **factor solar** es la relación entre la energía solar que atraviesa el vidrio y la que incide sobre el mismo.

El factor solar juega un papel muy importante en aquellos cerramientos que reciben insolación directa tanto en invierno como en verano.

Figura 5.15. Transmisión energética – Factor solar. Fuente: Saint Gobain Glass

En estos casos, la **protección solar** puede alcanzarse mediante sistemas tradicionales como las **persianas** o los **toldos**, con los que se reduce el aporte solar y, consecuentemente, se logra frenar la transmisión energética.

No obstante, si no se quiere renunciar a la transmisión luminosa, se puede recurrir a la utilización de **vidrios especiales** que reflejan las longitudes de onda correspondientes a la radiación infrarroja (de mayor aporte calorífico) y que facilitan el paso de las longitudes de onda del espectro visible. Estos vidrios se denominan **selectivos o altamente selectivos**.



Recuerda

La resistencia térmica del vidrio puede incrementarse colocando capas bajo emisivas. También se puede controlar la radiación solar con vidrios de control solar..

3. SOLUCIONES DE CUBIERTA

Cuando se habla de aislamiento de edificios por la envolvente no podemos olvidar la cubierta. En invierno, el calor que tiene a subir hacia arriba se escapa por la cubierta con mayor facilidad. En verano, ocurre lo contrario y el calor entra en el edificio en cubiertas mal aisladas. Por ello, un correcto aislamiento de la cubierta proporcionara más ahorro energético y mayor confort térmico.



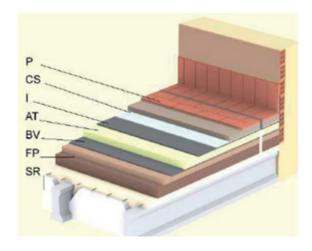
Figura 5.16. Ejemplo de cubierta con tipología compleja, con mayor superficie de pérdidas térmicas con el exterior, donde será necesario realizar un adecuado aislamiento térmico para garantizar el confort. Fuente: Arelux. www.arelux.com

De igual modo existen multitud de soluciones constructivas tanto para cubiertas planas como inclinadas, que se realizan por la cara exterior o por la cara interior. que se explican a continuación.

3.1 Cubierta plana convencional

Las cubiertas planas se caracterizan por ser prácticamente **horizontales** y con muy poca pendiente, se ejecutan sobre un **soporte resistente** (forjado unidireccional, reticular, losa...) y pueden ser **transitables** o **no transitables**.

En las cubiertas planas tradicionales la lámina **impermeabilizante** está colocada por encima del material aislante. Por este motivo, está sometida a posibles daños mecánicos, principalmente durante la ejecución de la obra, y a choques térmicos.



P: protección (pavimento de baldosas cerámicas)

CS: capa separadora antiadherente

I: impermeabilización

AT: aislamiento térmico

BV: barrera de vapor

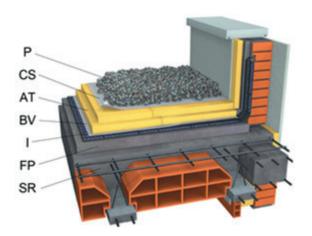
FP: formación de pendiente

SR: soporte resistente (forjado)

Figura 5.17. Cubierta plana transitable convencional con pavimento cerámico. Fuente: Instituto Valenciano de la Edificación www.five.es

3.2 Cubierta plana invertida

A diferencia de la cubierta plana tradicional, en la "invertida" el aislamiento se coloca por encima de la lámina de impermeabilización.



P: protección (grava)

CS: capa separadora

AT: aislamiento térmico

BV: barrera de vapor

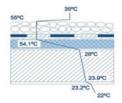
I: impermeabilización

FP: formación de pendientes

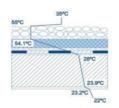
SR: soporte resistente (forjado)

Figura 5.18. Cubierta plana invertida. Fuente: Ursa www.ursa.es

El sistema de cubierta invertida permite solucionar los problemas por daños mecánicos y por choques térmicos, aumentando la durabilidad de la lámina impermeabilizante, al "invertir" las posiciones convencionales de la impermeabilización y el aislamiento térmico.



Cubierta tradicional. Temperatura de la lámina impermeabilizante en ambiente cálido.



Cubierta invertida. Temperatura de la lámina impermeabilizante en ambiente cálido.

En la siguiente figura se puede observar cómo las variaciones de temperatura de la impermeabilización en la cubierta invertida son sustancialmente inferiores a las de una cubierta convencional.

Figura 5.19. Variaciones de la temperatura de la impermeabilización en los casos de cubierta convencional y cubierta invertida. Fuente: DANOSA www. es.slideshare.net/FundacionLaboral

3.3 Cubierta metálica tipo deck

La cubierta tipo deck es una cubierta metálica, aislada térmicamente e impermeabilizada, que se compone básicamente de tres elementos:

- **Soporte**: constituido por un perfil nervado autoportante de chapa de acero galvanizado o prelacado (SR).
- · Aislamiento térmico: que sirve además de soporte a la impermeabilización (AT).
- · Impermeabilización (I).

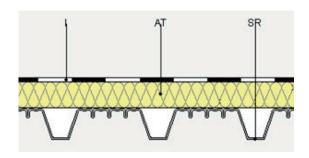


Figura 5.20. Cubierta metálica tipo deck. Fuente: CYPE Ingenieros, S.A.www.generadordeprecios.info

3.4 Cubiertas inclinadas

En función del sistema constructivo adoptado para la ejecución de la cubierta inclinada el aislamiento térmico se llevará a cabo de diferentes formas:

A. Colocando el material aislante entre los tabiques palomeros de la formación de pendientes.

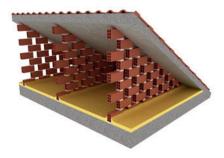
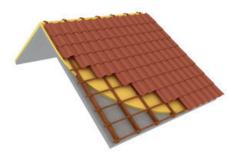


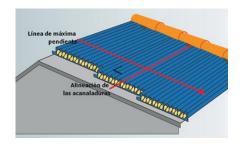
Figura 5.21. Colocación del aislamiento entre los tabiques palomeros de la cubierta.Fuente: Álvaro Pimentel.ATEPA

B. Colocando el material aislante por el exterior sobre la losa o forjado inclinado



En estos casos el material de cubrición (por ejemplo, tejas) puede ir fijado mecánicamente a rastreles de madera o metálicos o adherido sobre el propio aislamiento o sobre una capa de mortero de regularización.

Figura 5.22. Fijación de las tejas a los rastreles de madera. Fuente: Álvaro Pimentel. ATEPA



Para permitir la fijación de las tejas mediante mortero o pasta de agarre, las planchas de aislante pueden disponer de una superficie ranurada.

Figura 5.23. Colocación de las tejas adheridas a las planchas de XPS ranuradas



Colocación de planchas de aislamiento por el exterior de cubiertas inclinadas

En cubiertas con pendientes de hasta 30º (57%) las planchas de aislamiento pueden fijarse mediante adhesivo compatible con el material aislante o mediante láminas impermeabilizantes autoadhesivas, que realizan tanto la función de impermeabilización como de fija-ción del aislante.

Cuando la pendiente sea **mayor**, las planchas se han de fijar mediante fijaciones **mecánicas** (tipo espiga) y se ha de formar un cajeado en los aleros perimetrales, mediante mortero, hormigón u otro material adecuado de igual espesor que el aislante, con el fin de evitar su deslizamiento (ver figura 61).

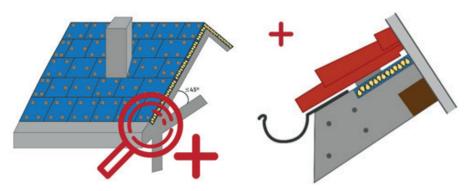


Figura 5.24. Colocación de planchas de XPS por el exterior en una cubierta inclinada

Por otra parte, puede ser necesario asegurar la ventilación de la cubierta para evitar la formación de condensaciones. Esto se resuelve manteniendo una cámara entre el material de cubrición y el aislamiento que permita la circulación del aire.

C. Colocando el material aislante por la cara interior de la losa o forjado inclinado en los supuestos de espacios habitables, por ejemplo: buhardillas.



Figura 5.25. Aislamiento bajo cubierta habitable mediante mantas de lana de vidrio y acabado de placas de yeso laminado. Fuente:Saint Gobain www.isover.es



El aislamiento de las cubiertas puede realizarse colocando el material aislante por el exterior o por el interior.

4. SOLUCIONES DE TECHOS

Estas soluciones pueden consistir en adherir o en fijar mecánicamente el material aislante a la cara inferior del forjado o losa, o bien en colocar el material aislante sobre un falso techo.

La solución mediante **falso techo** tiene una serie de ventajas: permite ocultar las instalaciones, la colocación es sencilla, tanto en obra nueva como en rehabilitación, y requiere poco espacio (son suficientes 10 o 12 cm).

El material aislante se apoya sobre una retícula de perfiles metálicos que quedan suspendidos del techo mediante horquillas de presión y varillas roscadas que permiten la nivelación del sistema.

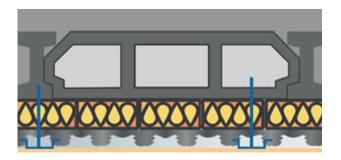


Figura 5.26. Aislamiento en falso techo suspendido de un forjado

El falso techo aislante queda suspendido de la cara inferior del forjado mediante tacos de tipo "paraguas" o balancín, en el caso de que se fije sobre un material hueco (bovedillas), o tacos de expansión metálicos con rosca interior, en el caso de que se fije sobre una vigueta.

5. SOLUCIONES DE SUELOS

El correcto aislamiento de los suelos del edificio (en contacto con el terrero, con el aire exterior con o con zonas no calefactadas) no transmite el calor del interior al exterior y viceversa y evita problemas de humedades. Además, estas soluciones no disminuyen la superficie y no precisas mantenimiento constante durante la vida útil del edificio

5.1 Aislamiento bajo pavimento

El aislamiento térmico se instala **sobre el forjado y debajo del pavimento**. Permite aislar suelos de espacios habitables en contacto con espacios no calefactados, apoyados sobre el terreno o en contacto con el aire exterior.

Las **planchas de XPS** son ideales para este tipo de aplicación, dada su gran resistencia mecánica. La instalación sobre el forjado es sencilla; los paneles aislantes se colocan a tope y sin fijación alguna.



Las planchas de aislante se han de colocar sobre el forjado previamente nivelado, unas contra otras y a matajuntas

Posteriormente, el pavimento se instala **sobre la capa de aislante** de forma tradicional (por ejemplo, en el caso de las baldosas, con su mortero de agarre.), teniendo en cuenta que, previamente, puede resultar necesario tender una **cama de arena** sobre el aislamiento para alojar los conductos de las instalaciones.





Figura 5.27. Suelos flotantes sobre losas y forjados. Fuente: Chova. www.chova.com

5.2 Suelos radiantes

En suelos calefactados resulta interesante la colocación de un material aislante para minimizar las pérdidas de calor.

Asimismo, puede mejorarse la radiación de calor añadiendo láminas metálicas entre el aislamiento térmico y el serpentín de tubos del sistema de calefacción.

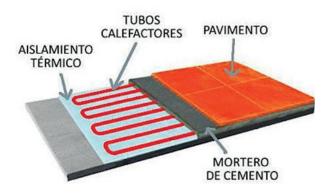


Figura 5.28. Instalación de suelo radiante. Fuente: Reforma Coruña www.reformacoruna.com

5.3 Sistemas de suelo flotante

Cuando se necesita obtener, simultáneamente, unas buenas prestaciones de aislamiento térmico y acústico la solución consiste en disponer de un **suelo flotante** sobre un material **aislante elástico** colocado bajo el pavimento, para amortiguar también el ruido de impacto en los forjados.

Los paneles aislantes se disponen sobre el forjado plano, limpio y seco. En caso necesario (o para el paso de las canalizaciones), se dispone una **capa de regularización con arena.** Se debe prever una banda de desolarización en todo el perímetro del suelo, así como en los elementos pasantes (instalaciones, pilares, etc.).

A continuación, se coloca un **film de polietileno** sobre el aislante. Posteriormente, se aplica la **capa de mortero de agarre** para el solado o se ejecuta una **solera de hormigón** de unos 4 a 6 cm de espesor armada con una malla de acero, según el tipo de acabado previsto.

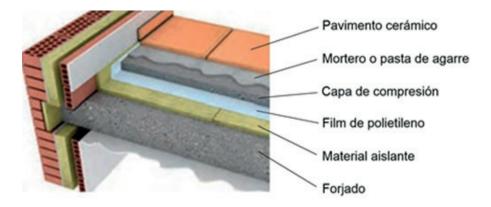


Figura 5.29. Suelo flotante. Fuente: Rockwool: www.rockwool.es

6. SOLUCIONES DE AISLAMIENTO PERIMETRAL

Como aislamiento perimetral se conoce el aislamiento térmico exterior de superficies en contacto con el terreno, como por ejemplo **paredes** y **suelos de sótanos.**

El aislamiento perimetral, debido al contacto con la superficie del terreno, al agua de lluvia, la presión de la tierra y las cargas de trabajo excepcionalmente altas necesita que el material aislante cumpla unos requerimientos exigentes para que sea **duradero**: insensibilidad al agua, resistencia a la compresión y resistencia a la putrefacción.

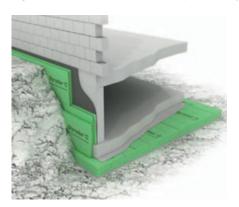


Figura 5.30. Aislamiento perimetral en muros de sótano y losa de cimentación mediante planchas de poliestireno extruido. Fuente: BASF – Styrodur

Es característico del aislamiento perimetral que el aislante térmico se coloque en la parte exterior de la construcción correspondiente y por el exterior de la capa de impermeabilización.

7. SOLUCIONES DE AISLAMIENTO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA EQUIPOS EN LA EDIFICACIÓN (TUBERÍAS Y CONDUCTOS)

Las soluciones de aislamiento en las redes de las instalaciones hidráulicas y térmicas del edificio consisten en **revestir** con un material aislante las **tuberías** de conducción del agua caliente y fría, las calderas, los acumuladores de calor, los conductos de aire, etc.,

El fin del aislamiento, en este caso, no es solo evitar **pérdidas de calor** en el transporte del agua, sino también la formación de **condensaciones** en las conducciones de agua fría y en los conductos de climatización.



Figura 5.31. Aislamiento de tubería con coquilla flexible. Fuente: CYPE Ingenieros, S.A. - www.generadordeprecios.info



- · Al disponer el aislamiento en fachada podremos escoger hacerlo por el interior, por el exterior, para lo cual podríamos emplear la fachada ventilada o sistema SATE, o bien aislar por interior del muro en la cámara de aire.
- En verano el aire alojado en la cámara de la fachada ventilada se calienta, disminuye su densidad y por convección asciende ("efecto chimenea"), ocupando su lugar aire fresco. El aislamiento térmico proporciona la protección adicional. En invierno la fachada actúa como acumulador de calor ayudado por la capa de aislante térmico del sistema, evitando el escape de calor desde el interior del edificio.
- El tratamiento previo del soporte es fundamental para la correcta instalación del sistema SATE; se debe revisar la base, verificando que está limpia y seca y que es resistente.
- Una solución para mejorar la eficiencia energética de un edificio existente, interviniendo en su envolvente, es inyectar un material aislante en el interior de la cámara de aire, a través de perforaciones previamente practicadas a través de una de las hojas del cerramiento. Esta opción está supeditada a un espesor mínimo de la cámara (4 cm) y tiene la limitación de que, no en todos los casos, se va a poder poner el aislamiento que se necesita, sino el que permite el espacio de la cámara.
- Las características aislantes de las Unidades de Vidrio Aislante (UVA) y en particular aquellas dotadas de vidrios ATR hacen que, 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 resistencia térmica de las unidades de vidrio aislante puede incrementarse colocando capas bajo emisivas mediante depósitos metálicos en la cara interna de la cámara del vidrio interior. También puede controlarse la radiación solar con vidrios de control solar.
- El aislamiento de las cubiertas puede realizarse colocando el material aislante por el exterior o por el interior. Teniendo soluciones en cubierta plana convencional, cubierta plana invertida, cubierta metálica tipo deck y cubierta inclinada.
- Las planchas de aislante se han de colocar sobre el forjado previamente nivelado, unas contra otras y a matajuntas.
- Las soluciones de techo pueden consistir en adherir o en fijar mecánicamente el material aislante a la cara inferior del forjado o losa, o bien en colocar el material aislante sobre un falso techo.
- En soluciones de suelo se podrá disponer aislamiento bajo pavimento, en suelo radiante (dónde será importante conservar el calor generado) o mediante sistema de suelo flotante.

Unidad 6: HACIA EL EDFICICIO DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO (EECN).

CONTENIDOS

- 1. Aislamiento necesario.
- 2. Vida útil y reciclado.
- 3. Análisis de Ciclo de Vida (ACV).
- 4. Declaraciones Ambientales de Producto (DAP).

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA:

- Entender la importancia de equilibrar el aislamiento con otra serie de factores como las infiltraciones, la inercia térmica y la captación solar pasiva
- Entender la importancia del reciclado y su influencia a la hora de escoger un material aislante.
- · Conocer el concepto del Análisis de Ciclo de Vida de un material.
- · Entender la importancia de usar Declaraciones Ambientales de Producto.

1. AISLAMIENTO NECESARIO

A la hora de acercarnos al objetivo del **Edificio de consumo de energía casi nulo (EECN)**, es importante tener en cuenta que la solución no consistirá únicamente en disponer más y mejor aislamiento.

Habrá que emplear sistemas pasivos, que consisten en valerse de factores como la forma del edificio, la ubicación, las propiedades de los materiales empleados, etc., para conseguir los objetivos de confort con el mínimo consumo. De este modo, el aislamiento térmico deberá mantener un equilibrio con los siguientes factores:



Figura 6.1. Edificio EECN. Fuente: Grupo Resan Salamanca S.L. www. Blog.resanmodular.com

- Infiltraciones: como ya se comentaba las infiltraciones suponen una pérdida incontrolada de energía, debido al flujo de aire no deseado entre el exterior y el interior.
 - Mantener la hermeticidad a la hora de colocar las carpinterías contribuirá a disminuir las infiltraciones, controlando el flujo de aire (necesario para la renovación del aire), entre el exterior y el interior.
- Inercia térmica: la capacidad que tiene un elemento para almacenar la energía térmica recibida (el calor), guardarla y liberarla progresivamente.
 - El empleo de materiales en la construcción con gran inercia térmica hace posible almacenar el calor recibido durante el día para ser liberado más tarde a lo largo de la noche, de este modo podría mantenerse la temperatura de confort sin necesidad de un aislamiento excesivo.
- Captación solar pasiva: consiste en aprovechar la energía solar como fuente principal de energía térmica, y se basa en usar el propio diseño del edificio y la orientación.
 - ♦ El **efecto invernadero** es la clave de este sistema, ya que la radiación solar que pasa a través de un vidrio calienta los materiales que hay en el interior de la estancia, y ese calor queda almacenado dentro para ser liberado posteriormente (aquí influirá la **inercia térmica** de cada elemento).

Valerse de estos mecanismos, en equilibrio con un buen aislamiento, hará posible mantener la temperatura de confort interior reduciendo enormemente el consumo.

2. VIDA ÚTIL Y RECICLADO

Al escoger un determinado aislamiento térmico será importante, no solo tener en cuenta sus propiedades como aislante, sino su futuro **reciclado** al acabar su vida útil. La **vida útil** representa el tiempo que un objeto puede durar cumpliendo correctamente con la función para la que ha sido creado.

Entre los aislamientos que podemos encontrar en el mercado, distinguiremos algunos de difícil reciclado, que presentan unos procesos de reciclado más complejos y/o costosos, pudiendo generar residuos nocivos. Frente a otros de fácil reciclado, que pueden ser reciclados en su totalidad y/o fácilmente reutilizables.

También será importante tener en cuenta, que el empleo de materiales aislantes fabricados ya con otros productos reciclados, contribuye a alargar la vida útil de los materiales, resultando más sostenible. Como ocurre con la espuma de vidrio, la celulosa, el algodón, el corcho, las agrofibras, el vidrio celular o las fibras de madera, todos ellos materiales procedentes de otros reciclados.

Emplear aislantes térmicos de fácil reciclado o procedentes de otros materiales reciclados contribuirá a deducir el impacto sobre el medio ambiente.

3. 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.

La **energía incorporada** es la energía primaria total necesaria para todos los procesos relacionados con la fabricación de un producto, su mantenimiento y reciclado o reutilización al final de su vida útil.

El carbono incorporado es la cantidad total de gases de efecto invernadero que se emite durante todos los procesos relacionados con la fabricación de un producto, su mantenimiento y reciclado o reutilización al final de su vida útil.

La energía embebida es la energía total empleada para la construcción de un edificio. Esto incluye, la energía consumida a lo largo de todo el proceso de fabricación de los materiales empleados, así como la energía necesaria para la extracción de las materias primas, todos los transportes hasta la puesta en obra, y la energía usada por la maquinaria para ejecutar las diferentes unidades de obra.

A la hora de escoger, será importante emplear productos que tengan un balance positivo en su Análisis de Ciclo de Vida.



Figura 6.2. Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Fuente: Oliveira Leão S. et al . SOFIAS: uso de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) para el análisis de ciclo de vida de edificios. Escuela Superior de Comercio Internacional (ESCI). CONAMA 2014

4. 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 elegir entre diferentes productos similares realizando la evaluación a nivel de edificio y por ese motivo será importante emplear aislamientos térmicos que cuenten con estas etiquetas.

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 6.3. Etiqueta DAP. Fuente: Saint-Gobain Glass México. www. mx.saint-gobain-glass.com



- A la hora de acercarnos al objetivo del Edificio de consumo de energía casi nulo (EECN) habrá que emplear sistemas pasivos, que consisten en valerse de factores como la forma del edificio, la ubicación, las propiedades de los materiales empleados, etc., para conseguir los objetivos de confort con el mínimo consumo. Atendiendo a factores como infiltraciones, inercia térmica y captación solar pasiva.
- Al escoger un determinado aislamiento térmico será importante, no solo tener en cuenta sus propiedades como aislante, sino su futuro reciclado al acabar su vida útil. Emplear aislantes térmicos de fácil reciclado o procedentes de otros materiales reciclados contribuirá a deducir el impacto sobre el medio ambiente.
- El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) evalúa todos los impactos positivos y negativos (las consecuencias) que tiene un producto sobre el medioambiente. A la hora de escoger un material, será importante emplear productos que tengan un balance positivo en su Análisis de Ciclo de Vida.
- Las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) dan información detallada sobre el perfil de un producto y los impactos ambientales que produce. Así, permiten cuantificar los impactos, y por ese motivo será importante emplear aislamientos térmicos que cuenten con estas etiquetas.

Unidad 7: **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.

7.1 ¿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.

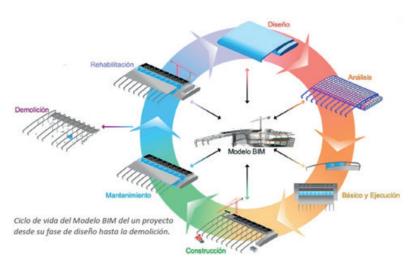


Figura 7.1. Metodología BIM. Fuente: BuildingSmart. www.buildingsmart.es

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.

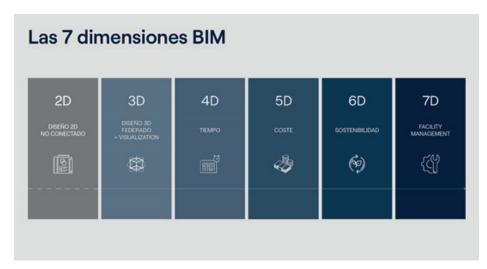


Figura 7.2. Dimensiones BIM. Fuente: Econova Institute of innovation. www.econova-institute.com

De este modo, BIM abarca todas las fases y aspectos relacionados con un proyecto, desde su diseño hasta su demolición o rehabilitación, permitiendo así gestionarlo y reducir los costes e impactos. Con la gran ventaja de poder evaluar todos los posibles proyectos, antes incluso de iniciarlos, lo que da la opción de escoger siempre el que resulte más adecuado.

A fin de extender el uso de esta metodología se crea la iniciativa **Open BIM**, que se trata de un enfoque universal al diseño colaborativo, realización y operativa de los edificios basado en flujos de trabajo y estándares abiertos. Open BIM representa una campaña de márketing creada por diferentes empresas y miembros de buildingSMART, buscando facilitar y promover la globalización coordinada a través de BIM.

7.2 ¿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.

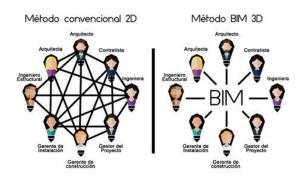


Figura 7.3. Método convencional vs BIM. Fuente: SP BIM Arquitectura digital. www.spbim.com

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.

7.3 ¿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.

7.4 ¿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 centrase 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

7.5 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 7.4. 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.

7.6 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.

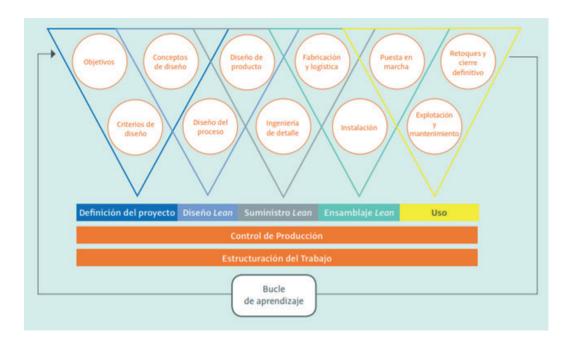


Figura 7.5. Lean Project Delivery System (LPDS). Fuente: Ballard 2008

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 Constrution.



Figura 7.6. 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).

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMAT). (2008). Soluciones de Aislamiento con Poliestireno Expandido (EPS). Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Recuperado de www.idae.es
- Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMAT). (2008). Soluciones de Aislamiento con Poliestireno Extruido (XPS). Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Recuperado de www.idae.es
- Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMAT). (2008). Soluciones de Aislamiento con Lana Mineral. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Recuperado de www.idae.es
- Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMAT). (2008). Soluciones de Aislamiento con Poliuretano. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Recuperado de www.idae.es
- Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMAT). (2008). Soluciones de Aislamiento con Espumas Flexibles. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Recuperado de www.idae.es
- Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMAT). (2012). Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Recuperado de www.idae.es
- Masso Y, Lopez de la Banda R., Pimentel A., Herranz S., Alonso M., Herranz M., de Ramos E, Rodriguez A, Fernandez S, Fernandez I, Maroto P, Andimat, Baumit, (2012). Guía sobre materiales aislantes y eficiencia energética. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM). Recuperado de www.fenercom.com
- Gómez M., De la Rua C., Macías M., Bermejo N., García P.J., Bailo S., Somolinos A., Fernández R., Guedella E., Fernández S., De Sarria G., Fernández E., Gil A. (2014). Guía sobre Declaración Ambiental de producto y cálculo de huella de carbono. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM). Recuperado de www.fenercom. com
- Massó Y., López de la Banda R., Pimentel A., Herranz S., Herranz M., Mª de Ramos E., Rodríguez A., Fernández S., Andimat, Baumit. (2012). Guía sobre Materiales Aislantes y Eficiencia Energética. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM). Recuperado de www.fenercom.com
- 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
 - ediante adhesivo sobre tabique cerámico.
 - Colocación de aislamiento por el exterior del cerramiento (8 horas): en grupos de dos personas, se realizará la instalación de un encuentro con hueco (ventana o puerta) instalación de aislamiento sobre cerramiento exterior cerámico (SATE).
 - Colocación de aislamiento por el exterior del cerramiento (5 horas): la instalación de aislamiento sobre cerramiento exterior cerámico (SATE)
 - Colocación de aislamiento sobre tuberías de agua caliente sanitaria (6 horas) instalación de aislamiento sobre una instalación existente de ACS. La instalación será colgada, no empotrada
 - ♦ Colocación de lana de vidrio por el interior del cerramiento (4 horas): la instalación de aislamiento sobre trasdosado de tabiquería de cartón-yeso.

