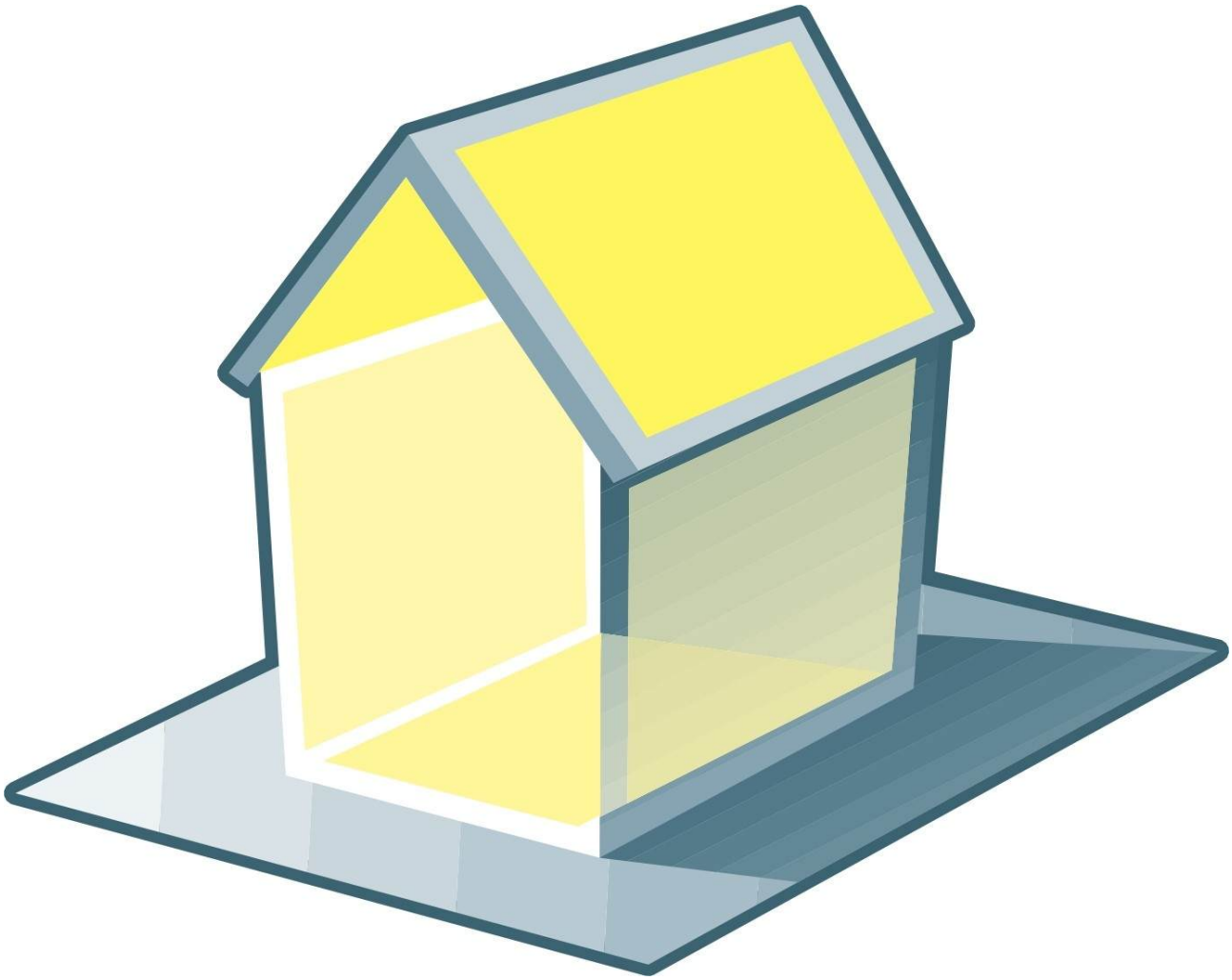
renovarte

rehabilitación energética de edificios



GT1

GUÍA TÉCNICA DE REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS

AISLAMIENTO TÉRMICO

GT1
GUÍA TÉCNICA DE REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS
AISLAMIENTO TÉRMICO

Esta guía ha sido realizada por:

C/ Verónica, 16, planta 2 oficina 3
03201 · Elche · (Alicante)
Tel. 902.929.483 info@renovarte.es
www.renovarte.es · www.etresconsultores.es

https://www.safecreative.org/work/1104138964773

Las indicaciones de este documento se basan en nuestro conocimiento y experiencia actual. No presuponen ninguna garantía jurídica ni el cumplimiento de las normativas aplicables. Este documento puede estar sometido a cambios, por ello, si lo emplea en sus proyectos asegúrese de utilizar la versión más reciente.

Contacte con ETRES Consultores o visite www.renovarte.es para más información.

Prohibida la reproducción total o parcial sin la mención expresa de la fuente.

©ETRES Consultores · 2011

Versión del documento.- abril 2011

renovarte
rehabilitación energética de edificios

GT1
GUÍA TÉCNICA DE REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS
AISLAMIENTO TÉRMICO

Índice de contenidos

INTRODUCCIÓN....6
1. AISLAMIENTO TÉRMICO DE FACHADAS....7
1.1.- Aislamiento exterior de fachadas....8
1.2 Aislamiento interior de fachadas....13
1.3 Relleno de cámaras....16
1.3.1 Relleno de cámaras. Puentes térmicos....18
2. AISLAMIENTO TÉRMICO DE SUELOS....20
2.1 Suelos de madera....21
2.1.1 Acceso superior....22
2.1.2.- Acceso inferior....23
2.2 Suelos de hormigón....24
2.2.1.- Aislamiento sobre una nueva losa....24
2.2.2.- Aislamiento de una losa de hormigón existente....25
2.2.3.- Aislante debajo de una nueva losa....26
3. AISLAMIENTO TÉRMICO DE CUBIERTAS....27
3.1.- Cubiertas inclinadas (tejados)....27
3.1.1 Aislante entre y debajo de las vigas....29
3.1.2 Aislante entre y por encima de las vigas....30
3.2.- Cubiertas planas (azoteas)....32
3.2.1 Construcción de cubierta caliente....32
3.2.2 Cubiertas invertidas....33
GUÍAS DE BUENAS PRÁCTICAS DE RENOVARTE....34
TÉRMINOS TÉCNICOS....35
MÁS INFORMACIÓN....36
SOBRE RENOVARTE....37

Índice de tablas

Tabla 1: Valores de U para fachadas....6
Tabla 2: Valores de U para suelos....19
Tabla 3: Valores de U para cubiertas....26

Índice de figuras

Ilustración 1: Rehabilitación energética de una fachada....6
Ilustración 2: Aislamiento por el interior....7
Ilustración 3: Aislamiento por el exterior....7
Ilustración 4: Relleno de cámaras (sistema Isofloc)....7
Ilustración 5: ETICS: Detalle zona de arranque del sistema....8
Ilustración 6: ETICS: Perfil inferior de apoyo....8
Ilustración 7: ETICS: Distribución del mortero polímerico para agarre....9
Ilustración 8: ETICS: Aislamiento en el perímetro de huecos....10
Ilustración 9: ETICS: Contorno de huecos: encuentro con dintel....10
Ilustración 10: ETICS: Contorno de huecos: encuentro con alfeizar....10
Ilustración 11: ETICS: Contorno de huecos: encuentro con jambas....11
Ilustración 12: ETICS: Aplicación de malla de refuerzo....11
Ilustración 13: ETICS: Acabados....12
Ilustración 14: Trasdosado interior directo....14
Ilustración 15: Trasdosado interior autoportante....14
Ilustración 16: Trasdosado interior: Encuentro con contorno de huecos....15
Ilustración 17: Trasdosado interior: Detalle colocación placas....15
Ilustración 18: Trasdosado interior: Placa aislante con separadores....16
Ilustración 19: Relleno de cámaras con perlas de poliestireno expandido EPS....17
Ilustración 20: Relleno de cámaras. Contorno de huecos. Dintel....18
Ilustración 21: Relleno de cámaras. Contorno de huecos. Dintel....18
Ilustración 22: Relleno de cámaras. Frentes de forjado....19
Ilustración 23: Relleno de cámaras. Encuentro fachada - cubiertas....19
Ilustración 24: Aplicación de capa de poliuretano para el aislamiento de suelos....20
Ilustración 25: Suelos: Elimine cualquier fisura por donde pueda entrar el aire exterior....21
Ilustración 26: Suelo: Distribución del aislamiento por la cara superior....22
Ilustración 27: Suelos: Aislamiento por la cara inferior....23
Ilustración 28: Suelos: Aislamiento de nuevas losas....24
Ilustración 29: Suelos: Aislamiento de una losa existente....25
Ilustración 30: Suelos: Aislamiento por debajo de una losa nueva....26
Ilustración 31: Cubiertas inclinadas: aislamiento en horizontal....28
Ilustración 32: Cubiertas inclinadas: Aislamiento de equipos situados en el bajo cubierta....28

Ilustración 33: Cubiertas inclinadas: Aislamiento de habitaciones bajo cubierta.....29
Ilustración 34: Cubiertas inclinadas: Aislamiento de superficie inclinada.....30
Ilustración 35: Cubiertas inclinadas: Aislamiento en el faldón.....31
Ilustración 36: Cubiertas inclinadas: Fijación de la terminación exterior.....31
Ilustración 37: Cubiertas planas: Solución caliente.....32
Ilustración 38: Cubiertas planas: Solución invertida.....33

GT1
GUÍA TÉCNICA DE REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS
AISLAMIENTO TÉRMICO

INTRODUCCIÓN

El consumo de la energía en edificios es responsable en España de más de un tercio de las emisiones de CO2 que contribuyen al cambio climático.

Para ayudar a mitigar los efectos del cambio climático, ponemos a su disposición una información sobre una gama de soluciones técnicas de aislamiento que ayudan a los profesionales españoles a construir con niveles más elevados de eficiencia energética.

Esta Guía expone las buenas prácticas para el aislamiento más eficiente de los edificios, reduciendo las emisiones de CO2, ahorrando energía y dinero y mejorando el medio ambiente.

La eficiencia energética tiene un papel fundamental en la reducción del consumo de combustibles fósiles y en que nos podamos permitir el confort térmico en nuestros edificios.

Los edificios que pasen hoy por una rehabilitación integral, probablemente no vuelvan a ser acondicionados antes del 2050.

Los trabajos de rehabilitación actuales juegan un papel importante en el cumplimiento, por parte de España, de los niveles máximos de emisión a largo plazo.

Ir más allá de los requisitos mínimos de aislamiento del CTE-HE1, obligatorio cuando el edificio a rehabilitar tiene más de 1000m^2 de superficie útil y adoptar los niveles de las "buenas prácticas" de renovarte.es siempre que sea técnica, funcional y económicamente factible dará lugar a niveles muy superiores de eficiencia energética. Recuerde, además, que la Directiva 2010/31/UE elimina el límite de los 1000m^2 obligando a aplicar los estándares de aislamiento térmico siempre que se rehabilite un edificio tenga la superficie que tenga.

Ilustración 1: Rehabilitación energética de una fachada

GT1
GUÍA TÉCNICA DE REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS
AISLAMIENTO TÉRMICO

1. AISLAMIENTO TÉRMICO DE FACHADAS

Desde el punto de vista de la rehabilitación de edificios se distinguen tres tipos de fachadas:

- Las que se permiten la intervención por el **interior**, aprovechando otras reformas.
- Las que se pueden ejecutar por el **exterior**, modificando el aspecto del edificio.
- Las que tienen una **cámara de aire** accesible para ser rellenada con el aislante térmico adecuado.

La siguiente tabla expone los distintos valores de U, para dos niveles: el cumplimiento del CTE-HE1 y el de "buenas prácticas" recomendadas por RENOVARTE, para los diferentes tipos de fachadas	
Valor U (W/m·K) CTE HE1	**Valor U (W/m·K) Buenas prácticas**
0,57 – 0,94 (entre 20 y 60 mm de aislante)	**0,20 – 0,30** (entre 80 y 180 mm de aislante)

Tabla 1: Valores de U para fachadas

Los sistemas de aislamiento por el exterior normalmente incluyen una capa aislante sujeta a la pared existente y recubierta con un revoco armado conocido como ETICS o SATE. También puede llevar un acabado aplacado y discontinuo, que normalmente generará una fachada ventilada.

Los sistemas de aislamiento por el interior suelen incluir una placa aislante aplicada directamente a la pared a la que se añade una placa de yeso laminado igualmente adherida directamente (trasdosado directo) o bien una estructura metálica autoportante con el aislante colocado entre los montantes y la placa de yeso atornillada a la estructura (trasdosado autoportante).

La técnica del relleno de cámaras está reservada a aquellas fachadas cuya cámara de aire sea accesible y en las que sea técnicamente viable la inyección o insuflado de material aislante.

Ilustración 2: Aislamiento por el interior

Ilustración 3: Aislamiento por el exterior

Ilustración 4: Relleno de cámaras (sistema Isofloc)

1.1.- Aislamiento exterior de fachadas

Analizaremos el sistema más habitual, **SATE** (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior) o ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems), caracterizado por un acabado exterior con revoco armado.

Especificación de buena práctica:

Para la buena práctica, intente obtener un valor de transmitancia térmica U de 0,30 W/m^{2}K o menor. Estas técnicas se valoran muchas veces cuando el acabado de fachada existente tiene que ser sustituido, o cuando las paredes sufren penetración de la humedad y hay que hacer reparaciones.

Como primeros condicionantes para este tipo de soluciones constructivas, el sistema seleccionado debería disponer de un documento de idoneidad técnica (DIT, DAU o similar) y el trabajo deberá ser realizado por un instalador especializado. Utilice un sistema de aislamiento con todos los componentes certificados por tercera parte (el sistema ETICS está regulado por las normas UNE-EN 13499 para productos de EPS y UNE-EN 13500 para MW, exigiendo marcado CE para el material aislante térmico). La Guía ETAG 004 de EOTA puede aportarle más información.

Normalmente las fases que se siguen para la aplicación del Sistema SATE son:

a) Preparación del soporte.- la superficie del soporte, normalmente ladrillos cerámicos o de hormigón, deberá ser plana y estar exenta de irrregularidades y defectos de planimetría. De no ser así, habrá que regularizar la superficie mediante la aplicación de un mortero.

b) Arranque del sistema.- en la parte inferior se colocará un perfil de arranque con ancho adaptado al espesor de la placa aislante. Este perfil facilita el arranque del montaje del sistema y garantiza su horizontalidad.

Ilustración 5: ETICS: Detalle zona de arranque del sistema

Ilustración 6: ETICS: Perfil inferior de apoyo

c) Montaje de las placas aislantes.- las placas se colocan desde la parte inferior y en sentido ascendente, partiendo del perfil de arranque. Las placas se pueden fijar al soporte mediante mortero polimérico (distribuyendo un cordón de 2-4cm a lo largo del perímetro de la placa y tres puntos del mismo material en el centro) o mediante fijación mecánica con tacos especiales (se recomienda su empleo en aplicación que superen los 10m de altura o cuando el soporte existente no ofrezca garantías de adherencia del mortero).

Ilustración 7: ETICS: Distribución del mortero polímerico para agarre

d) Tratamiento de puntos singulares.- las esquinas se deben reforzar con perfiles de aluminio o PVC. Las juntas de dilatación del edificio se respetarán adecuadamente. En los puntos de unión del sistema a carpinterías, alféizares y otros salientes, se debe dejar una holgura de unos 5mm que se rellenará con un material mástico. Los contornos de los huecos se reforzarán con mallas de fibra de vidrio. El espesor añadido del aislante exterior implica que hay que prestar especial atención al tratamiento de puntos singulares, tales como: alféizares de ventanas, bajantes de aguas pluviales, encuentros de fachada con cubiertas y las proyecciones como porches y voladizos. El instalador especialista podrá aconsejarle sobre cómo tratar esos puntos de unión. El aislante deberá remeterse en los entrantes de las ventanas para evitar la condensación en las superficies frías sin aislar, en estos puntos se debería proyectar un aislante con un valor de resistencia térmica R de al menos 0,50m^2K/W ya que el espesor del armazón de la ventana puede, a veces, permitir sólo un espesor de aislante reducido. No se deberá permitir que el aislante bloquee las ventilaciones de la ventana (cuando existan).

Ilustración 8: ETICS: Aislamiento en el perímetro de huecos

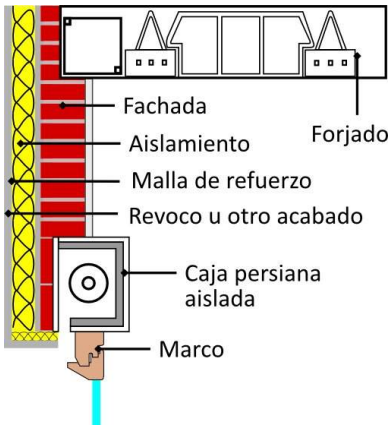


Ilustración 9: ETICS: Contorno de huecos: encuentro con dintel

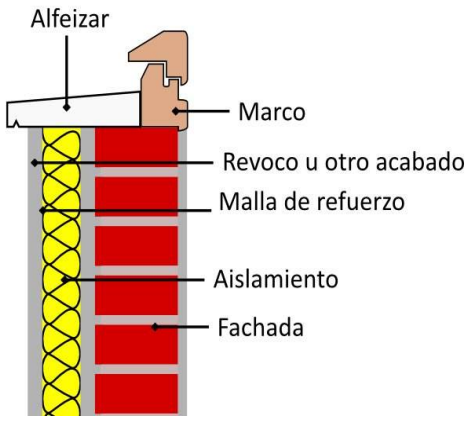


Ilustración 10: ETICS: Contorno de huecos: encuentro con alfeizar

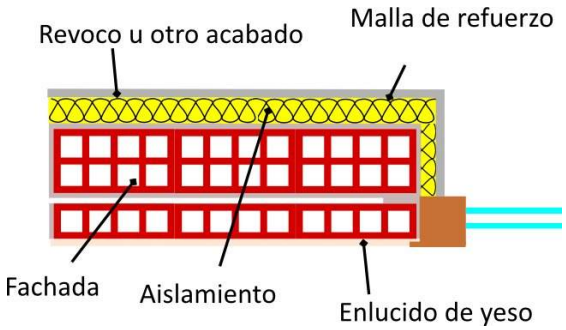


Ilustración 11: ETICS: Contorno de huecos: encuentro con jambas

e) Revestimiento de las placas aislantes.- se realizará mediante la aplicación de dos capas de material de revestimiento (mortero polimérico o yesos especiales), incorporando una malla de fibra de vidrio sobre la primera capa. El espesor final de la capa de revestimiento varia en función del tipo de material empleado (5 a 10 mm). Aplicar un aislante con resistencia térmica R igual a 3 m^2K/W permitirá alcanzar una transmitancia térmica U de 0,3 W/m^2K. Para ello necesitará entre 80 y 180 mm de material aislante en función de la solución constructiva.

Ilustración 12: ETICS: Aplicación de malla de refuerzo

f) Acabado del sistema.- el acabado puede consistir en revestimientos minerales o acrílicos de diferentes texturas y colores. También es posible colocar revestimientos de piezas cerámicas. La selección del acabado puede afectar a los requisitos futuros de mantenimiento. Un acabado de 'gravilla' necesitará menos mantenimiento que un revoque con pintura. Los colores claros que reflejan el calor tienen menos probabilidades de agrietarse. Algunos revoques se dañan más fácilmente que una pared de ladrillo. Consulte con el fabricante del sistema en caso de que la pared esté junto a una zona pública, como un aparcamiento o senderos de peatones.

Ilustración 13: ETICS: Acabados

1.2 Aislamiento interior de fachadas

Especificación de buena práctica

Para la buena práctica, intente obtener un valor de transmitancia térmica U de 0,30 W/m^{2}K. Con el aislamiento interior, las prestaciones térmicas se pueden mejorar sin alterar la apariencia exterior, pero eso acarreará una pérdida del espacio habitable interior, molestias para los usuarios del edificio debidas al proceso de instalación y falta de mejora energética de puntos singulares del edificio como puentes térmicos de frente de forjado.

- La sustitución del acabado de yeso existente representa una oportunidad ideal para instalar aislamiento interior. Hay que evaluar adecuadamente el estado de la pared existente y realizar cualquier trabajo corrector necesario, antes de instalar aislante interior.
- Tenga en cuenta dónde se van a colocar los elementos pesados, como unidades de cocina, radiadores y lavabos, y coloque una estructura de madera dentro de la capa de aislante. Eso será más importante mientras mayor sea el espesor del aislante a utilizar.
- Los rincones interiores, recovecos y molduras deberán ser recolocados para acomodar el aislante interior. Eso es un tema especialmente delicado en el caso de propiedades de época o históricas.
- Intente evitar recubrir cables con el aislante, pues eso reducirá la posibilidad de disipar el calor. Cuando no sea posible, consulte con un electricista: puede ser prudente aumentar la sección del cable. Es especialmente importante para cables con mucha carga, como los que alimentan cocinas o termos.
- El recubrimiento de PVC de los cables eléctricos se puede degradar en contacto con aislante de poliestireno, en tal caso, recubra los cables con tiras de recubrimiento o colóquelos dentro de conductos.
- Los cables a menos de 50 mm de la superficie de la placa de yeso deberán pasar por el interior de conductos metálicos para evitar daños.
- Donde los techos, suelos y paredes internas se unen a las paredes exteriores, habrá un puente térmico. En las cocinas y baños, se recomienda doblar la placa de yeso laminado un poco a lo largo de esas superficies internas para evitar el riesgo de condensación. Pero eso creará un 'peldaño' en el nivel de la superficie de la pared/suelo/techo que deberá ser tenido en cuenta desde el punto de vista de la apariencia.
- El aislamiento interior de fachadas puede tener la forma de una placa de yeso laminada sobre una plancha aislante (trasdosado directo) o la plancha de aislante puede estar separada (trasdosado autoportante).

Ilustración 14: Trasdosado interior directo

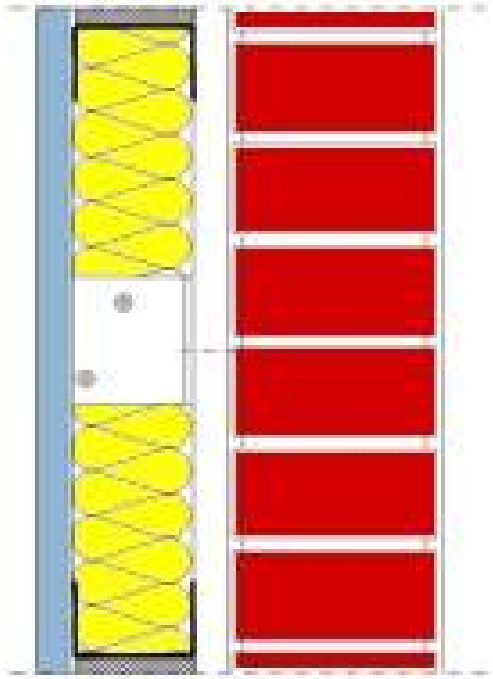


Ilustración 15: Trasdosado interior autoportante

- Si el muro soporte es desigual (quizás tras la eliminación del enlucido existente), habrá que revocar la pared para facilitar una superficie lisa antes de colocar las planchas.
- Unas tiras continuas de adhesivo de yeso en el perímetro de la pared y alrededor de todas las aperturas (como los enchufes y tuberías) evitarán que el aire frío de detrás del aislante se cuele en la casa. Esas tiras adhesivas serán lo suficientemente espesas como para crear un pequeño hueco entre la superficie interna de la pared y el aislante.
- Si los huecos de las ventanas se dejan sin aislar, se puede formar condensación en las superficies frías. Para evitarlo, deberá introducirse el aislante en las zonas de los huecos. Se debería instalar preferentemente un aislante con una resistencia térmica R de 0,34m^2K/W ya que el espesor del armazón de la ventana puede, a veces, permitir sólo un espesor de aislante reducido.
- La relación entre los trabajos de aislamiento térmico y acústico ofrece la oportunidad de maximizar los beneficios en prestaciones y economía, combinando las especificaciones durante la etapa de planificación de un proyecto.
- Aplicar un aislante con resistencia térmica R igual a 3 m^2K/W permitirá alcanzar una transmitancia térmica U de 0,3 W/m^2K. Para ello necesitará entre 80 y 180 mm de material aislante en función de la solución constructiva.

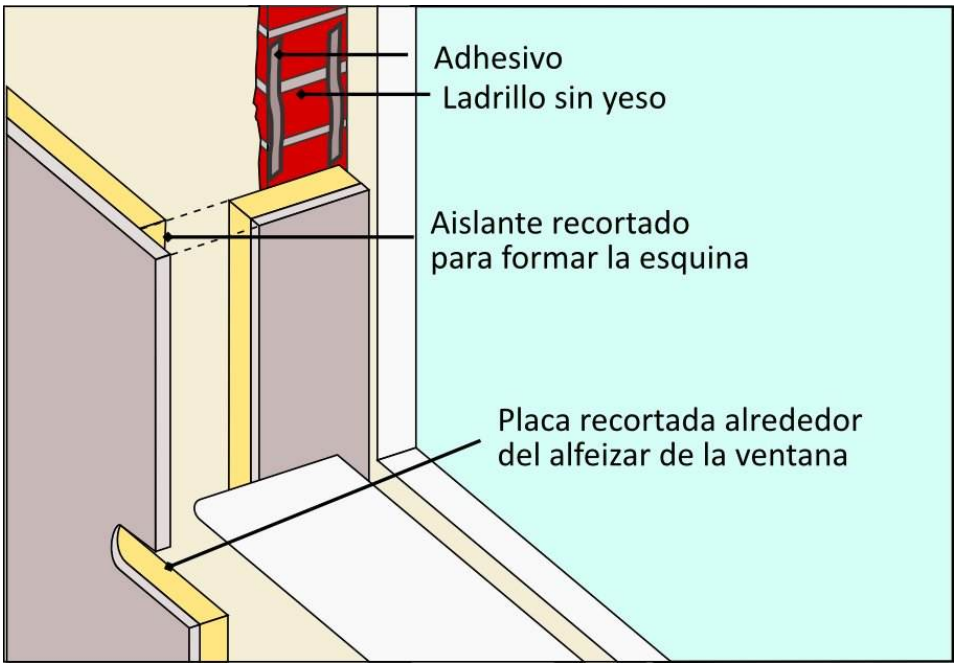


Ilustración 16: Trasdosado interior: Encuentro con contorno de huecos

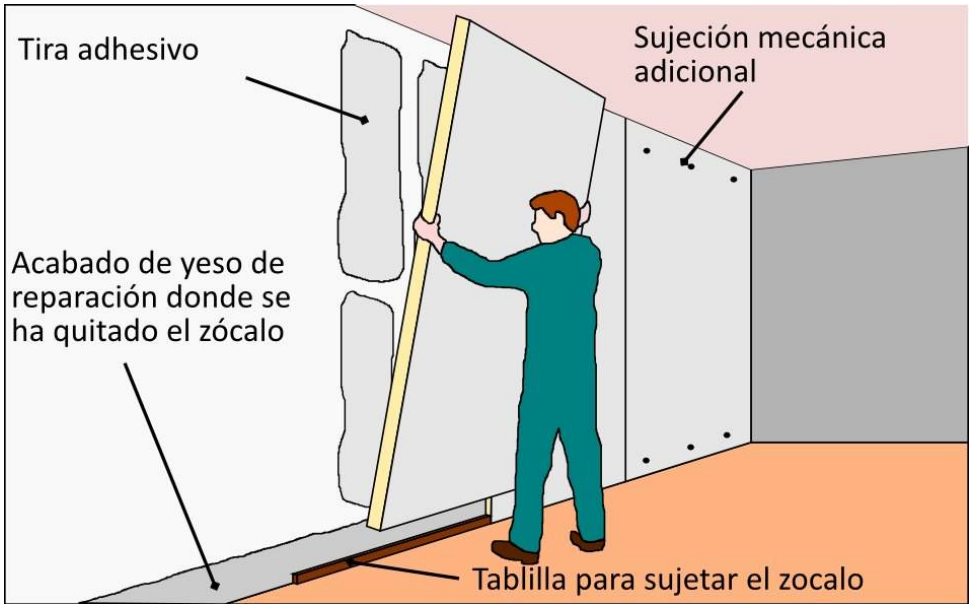


Ilustración 17: Trasdosado interior: Detalle colocación placas

Aislante interior con separadores

Se deberán utilizar separadores cuando se haya diseñado un aislante interior en una pared que haya sufrido anteriormente humedades. Eso permite la creación de una cámara de aire entre la superficie de la pared interior y el aislante. Los separadores son también la solución eficaz cuando la pared está combada o es desigual y el espacio no importa demasiado.

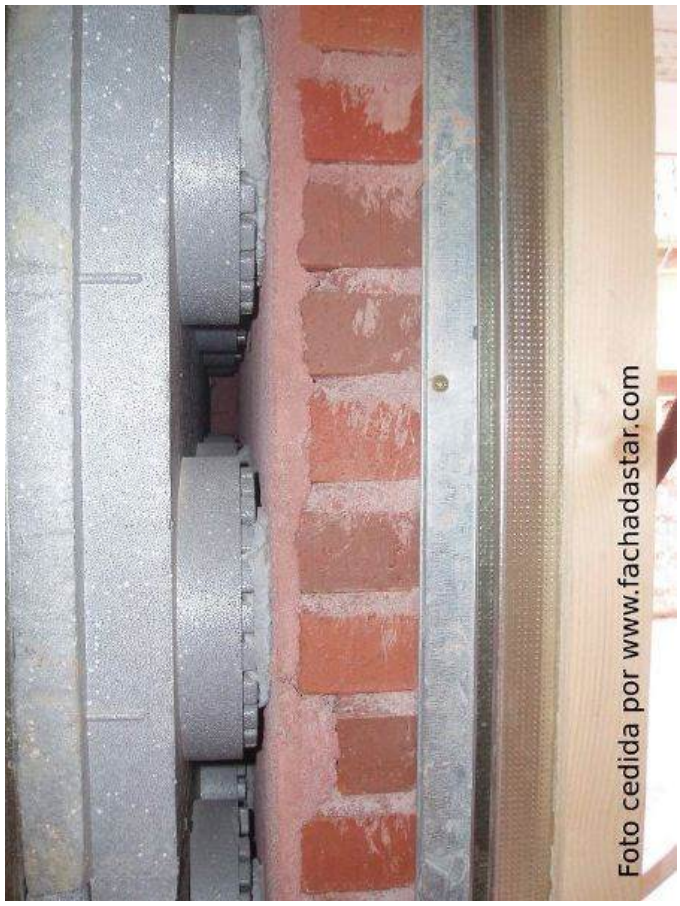


Ilustración 18: Trasdosado interior: Placa aislante con separadores

1.3 Relleno de cámaras

Esta forma de aislar fachadas requiere una mano de obra más especializada.

Se realiza en muros de doble hoja con cámara de aire accesible (bien desde el interior o desde el exterior). Las técnicas de inyección de los diversos productos aislantes están muy desarrolladas y exigen diferentes controles durante su ejecución:

- Revisión de la fachada exterior.- La cara exterior de la fachada debe estar en buenas condiciones. Si es necesaria alguna reparación, debe tenerse en cuenta en la planificación de los trabajos. Las grietas o fisuras deben evaluarse a conciencia y debe

conocerse su origen. Algunas causas (sulfatación, asentamientos, corrosión) requieren la intervención de especialistas. Las zonas que hayan perdido parte de la fachada por la acción severa de lluvia o hielo deben ser identificadas y reparadas.

Cuando la fachada está muy dañada es preferible la intervención por el exterior y evitar cualquier tipo de relleno de la cámara para evitar un empeoramiento de las condiciones del cerramiento.

Las juntas de mortero de los ladrillos deben inspeccionarse para evaluar la existencia de fisuras o desprendimiento de la masa y en su caso ser reparadas.

Los puntos singulares de la fachada como dinteles, alfeizares, balcones y cualquier otro encuentro deben ser revisados y reparados.

El origen de humedades debe ser identificado y reparado.

Si la cara exterior de la fachada está revestida por material impermeable al vapor de agua el relleno no es recomendable porque se creará condensaciones intersticiales en la cámara.

Los agujeros deben ser sellados para evitar la pérdida del aislante sobre todo en los casos en los que se emplee material disgregado como borra de lana mineral o perlas de poliestireno expandido.

Ilustración 19: Relleno de cámaras con perlas de poliestireno expandido EPS

- Revisión de la hoja exterior.- Los daños ocasionados por los elementos de decoración deben ser reparados. Si existe algún origen de condensaciones superficiales deben ser identificadas las causas y ser reparadas. Especial atención merece el tratamiento de puentes térmicos. Cualquier cavidad debe ser sellada para evitar la salida del material aislante que rellene la cámara de aire.
- Revisión de la cámara.- La cámara de aire debe ser continua y al menos de 5 cm de espesor para ser rellenada. El posible cableado interior de la cámara debe ser sustituido por un nuevo cableado interior. Cualquier elemento que obstruya la cámara puede ser origen de un problema de ejecución y evitará el relleno completo de la cámara lo que impediría el correcto comportamiento térmico de la misma.

1.3.1 Relleno de cámaras. Puentes térmicos

Por el tipo de construcción original, las fachadas con cámara de aire disponen de numerosos puentes térmicos, especialmente en los contornos de ventanas y los encuentros con otros elementos constructivos como suelos o cubiertas.

A continuación se recogen cuatro tipologías de los mismos y unas sugerencias para ser resueltos.

- **Contorno de huecos (1)**.- Origen frecuente de condensaciones al "doblar" la pared interior de ladrillo, en esta figura sugerimos aislar la parte interior del dintel eliminando sólo en esa parte el yeso original y sustituyéndolo por placa de yeso laminado (si es posible).

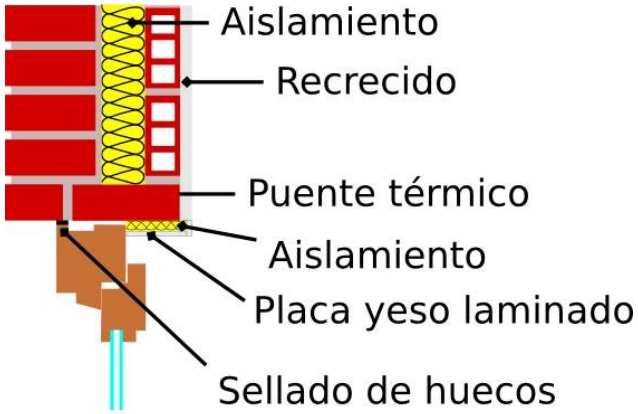


Ilustración 20: Relleno de cámaras. Contorno de huecos. Dintel

- **Contorno de huecos (2)**.- En este caso se sugiere aumentar el perímetro interior aislante utilizando un nuevo revestimiento de placa de yeso laminado en esa zona.

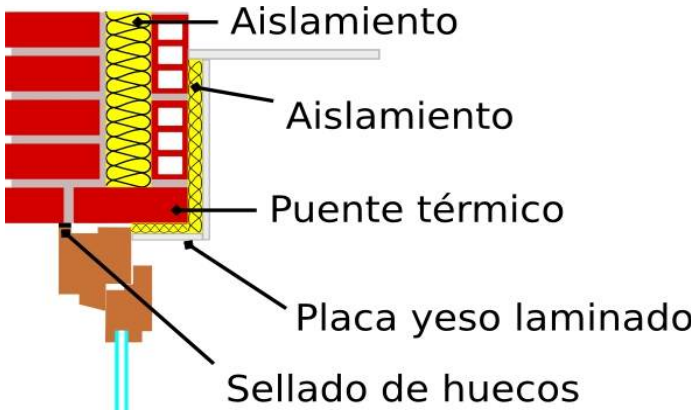


Ilustración 21: Relleno de cámaras. Contorno de huecos. Dintel

- **Encuentro de la fachada con el forjado (frente de forjado)**.- En este caso se sugiere aislar el techo que forma la parte inferior del forjado.

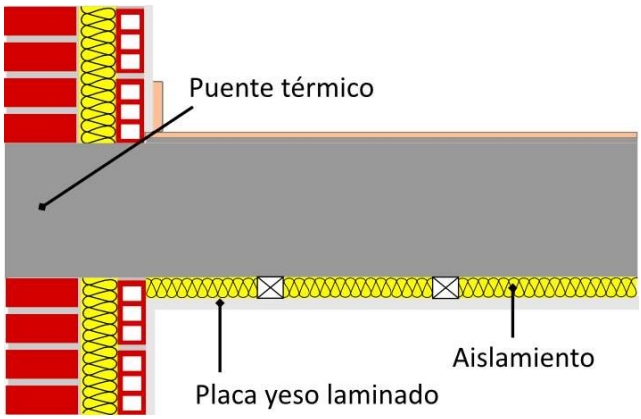


Ilustración 22: Relleno de cámaras. Frentes de forjado

- **Encuentro de la fachada con la cubierta**.- En esta caso las sugerencias para resolver este puente térmico son dos: si existe espacio extender la capa aislante que se haya utilizado en el bajo cubierta o bien rematar el encuentro de la hoja interior con el techo utilizando un trasdosado en la zona crítica.

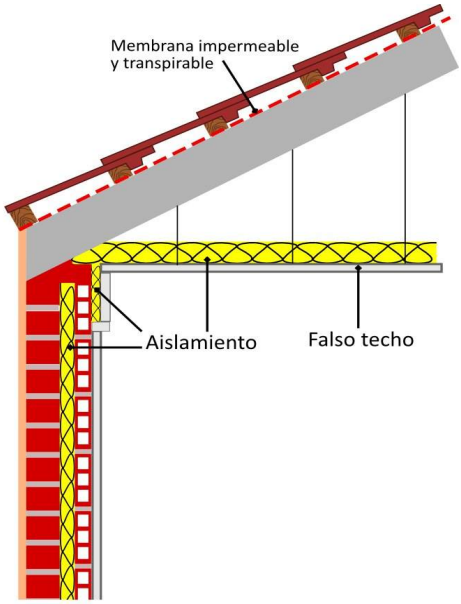


Ilustración 23: Relleno de cámaras. Encuentro fachada - cubiertas

2. AISLAMIENTO TÉRMICO DE SUELOS

Para el aislamiento de suelos, a menudo es más práctico diseñar el aislamiento térmico a través de su resistencia térmica R que a través del valor de transmitancia térmica del suelo. La explicación es sencilla: trabajar con la resistencia térmica del aislante significa un único espesor de éste material para toda la superficie del suelo, eliminando con ello la influencia de la variación de las características del suelo por la diferente distribución de las plantas bajas del edificio.

La siguiente tabla expone los distintos valores de U, para dos niveles: el cumplimiento del CTE-HE1 y el de "buenas prácticas" recomendadas por RENOVARTE, para los diferentes tipos de suelos	
Valor U (W/m·K) CTE HE1	**Valor U (W/m·K) Buenas prácticas**
0,48 – 0,53 (entre 40 y 60 mm de aislante)	**0,31 – 0,40** (entre 60 y 100 mm de aislante)

Tabla 2: Valores de U para suelos

Ilustración 24: Aplicación de capa de poliuretano para el aislamiento de suelos

2.1 Suelos de madera

Especificación de buena práctica

Como buena práctica, intente un valor de resistencia térmica R del aislamiento de 2,75 m^2K/W. En la mayoría de los suelos de madera, esa especificación conseguirá un valor de transmitancia térmica U de entre 0,31 y 0,40 W/m^2K o mejor.

- Todas las maderas deberán inspeccionarse para evaluar su estado en cuanto a humedades, podredumbre o infecciones. Se deberán realizar trabajos de corrección antes del instalar el material aislante. Deberá mantenerse una ventilación cruzada debajo del piso para eliminar la humedad y evitar la podredumbre de la madera y la aparición de moho. No bloquee las aperturas de ventilación con el aislante.
- Normalmente no se deberá utilizar una barrera de vapor en las plantas bajas de madera pues puede retener la humedad. Los cables eléctricos no deberán entrar en contacto con el aislante de poliestireno (los cables de PVC plastificado pueden reaccionar con el poliestireno).
- Es importante sellar cualquier separación del suelo. Eso evitará la entrada de corrientes en la casa desde el espacio ventilado bajo el suelo. Recuerde que éstas corrientes de aire, denominadas como infiltraciones, implican uno mayores requisitos de climatización y, con ello, un mayor consumo energético.
- Las tuberías de agua (en los suelos de madera y de hormigón, para la calefacción central) deberán estar bien aisladas.

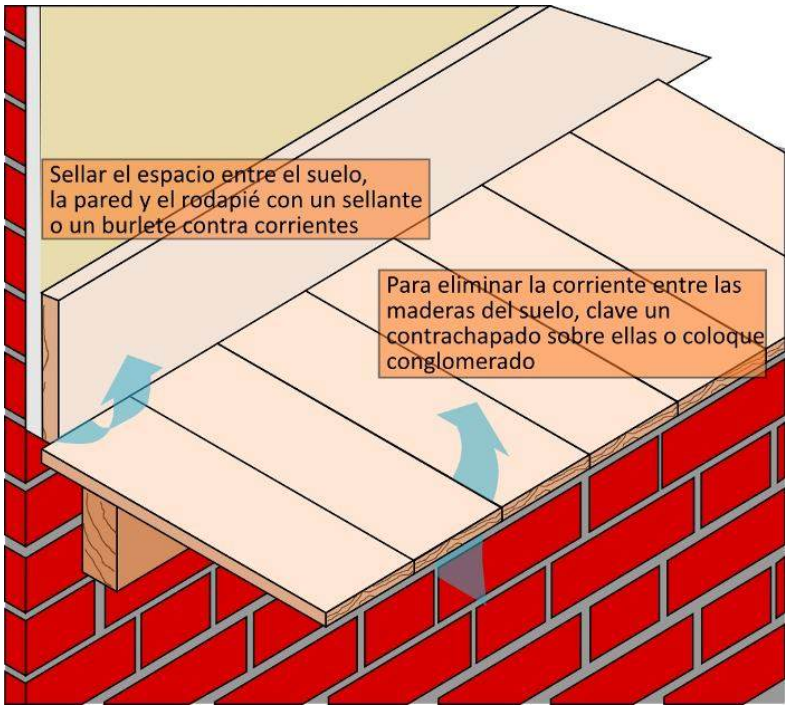


Ilustración 25: Suelos: Elimine cualquier fisura por donde pueda entrar el aire exterior

2.1.1 Acceso superior

- Para añadir aislante, será necesario levantar el suelo de madera original permitiendo el acceso al espacio que queda entre los rastreles, salvo que la casa disponga de bodega o sótano, en cuyo caso el aislamiento se puede realizar por la cara inferior.
- El aislante deberá encajar perfectamente entre los rastreles para minimizar las vías de entrada del aire exterior (infiltraciones).
- La instalación de calefacción gradualmente secará y encogerá la madera durante el primer par de temporadas de calefacción. Los espacios y grietas resultantes permitirán la entrada de aire exterior desde el espacio ventilado inferior, especialmente en casas viejas con tablones rematados a escuadra. Estas corrientes de aire exterior entre las planchas del suelo se pueden reducir colocando tableros de contrachapado o de aglomerado.

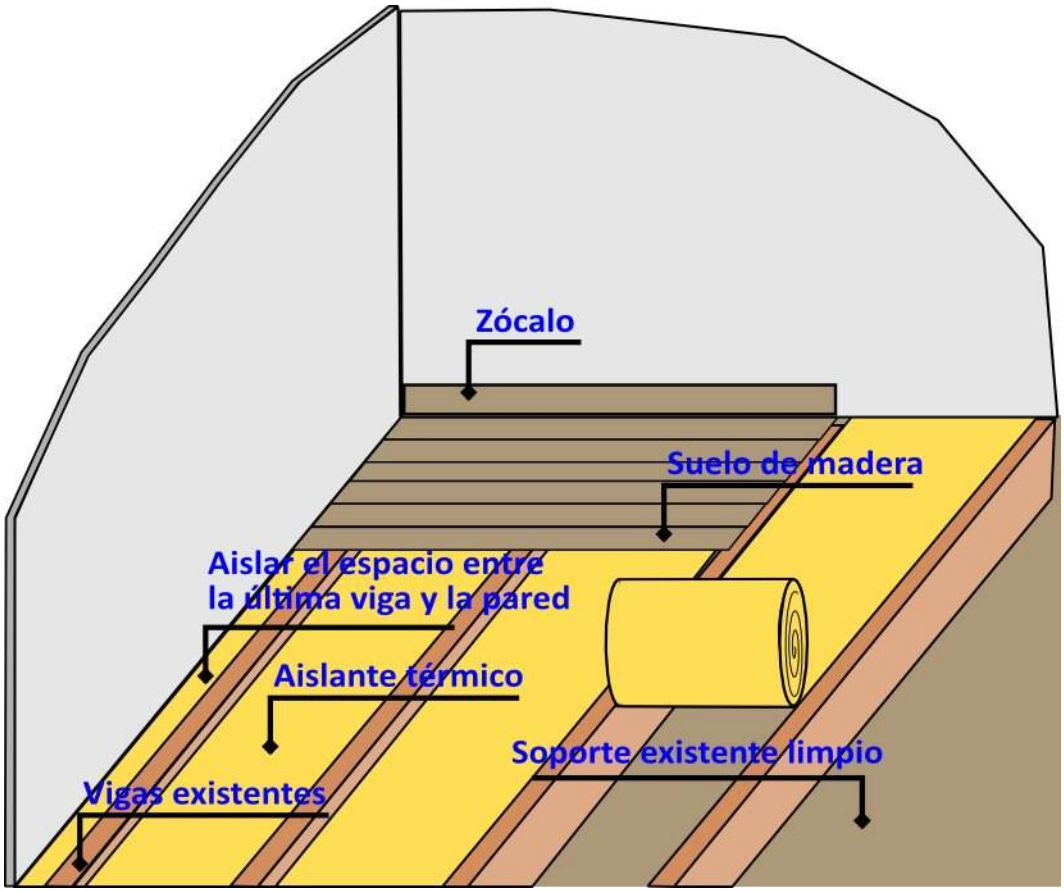


Ilustración 26: Suelo: Distribución del aislamiento por la cara superior

2.1.2.- Acceso inferior

- Se puede instalar fácilmente el aislante cuando exista un espacio inferior no habitable como una bodega o un sótano.
- El aislante deberá encajar ajustado entre los rastreles o vigas de madera para minimizar las vías de entrada de aire exterior (infiltraciones). El aislante en mantas se puede mantener mediante redes, mientras que las planchas de aislante rígido de espuma (poliestireno extruido, poliestireno expandido o poliuretano rígido) se pueden sostener mediante clavos, grapas o tablillas salientes, como se muestra.
- Un aislante suelto de relleno necesitará un tablero entre los largueros para soportarlo. Consulte con el fabricante o instalador para conocer más detalles.
- Las planchas de aislante rígido de espuma se tienen que cortar para poder adaptarlas al tamaño requerido. El aislante deberá apretarse contra la parte inferior de los tablones del piso para evitar que las corrientes de aire exterior pasen entre los dos. Los cables eléctricos y las tuberías pueden dificultar la colocación, en particular con las planchas aislantes. En algunos casos puede resultar más práctico dejar un hueco de servicio entre el aislante y el suelo y sellar los extremos.

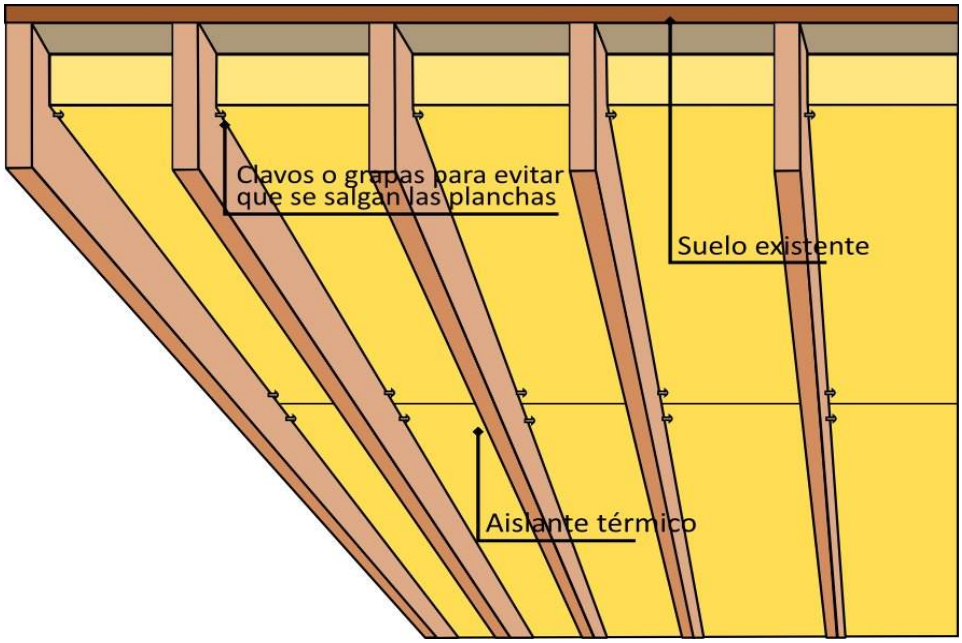


Ilustración 27: Suelos: Aislamiento por la cara inferior

2.2 Suelos de hormigón

Especificación de "buena práctica": al cambiar un suelo existente, intente obtener un valor de resistencia térmica R del material aislante de 2,5 m^2K/W. Con ello obtendremos un valor de transmitancia térmica U del cerramiento de 0,35 W/m^2K o mejor en la mayoría de los casos
El nivel del suelo terminado deberá coincidir con el nivel anterior. Eso evitará desniveles o escalones de altura excesiva en las puertas exteriores o escaleras

2.2.1.- Aislamiento sobre una nueva losa

- Colocar el aislamiento térmico sobre la losa de hormigón ayuda a que las habitaciones se calienten más rápidamente cuando se pone en marcha el sistema de calefacción.
- Coloque la membrana de impermeabilización sobre la losa de hormigón para evitar que la humedad proveniente del fraguado del hormigón de la losa pueda afectar al nuevo pavimento.
- Con suelos con acabado de madera (por ejemplo tarimas) y membranas de impermeabilización sobre la losa de hormigón, no es necesario esperar a que el soporte resistente (losa de hormigón por ejemplo) pierda su humedad. Es posible caminar inmediatamente sobre el acabado de madera aislado después de su instalación y una vez está listo para recibir el pavimento de acabado.
- Las uniones machihembradas del acabado de madera se deberán unir mediante cola impermeable.
- Deje una separación de 10 mm entre el acabado de madera y el perímetro de la habitación. Esta separación permitirá la expansión de la madera por la humedad y los cambios de temperatura (la separación puede ser tapada por el rodapié).
- El recubrimiento de PVC de los cables eléctricos puede deteriorarse en contacto con aislantes de poliestireno – recubra los cables con tiras de protección o colóquelos en conductos.
- Utilice aglomerado resistente a la humedad y homologado para suelos, con bordes machihembrados en los cuatro costados (UNE EN 13986). Asegúrese que los cables eléctricos no están en contacto con poliestireno.

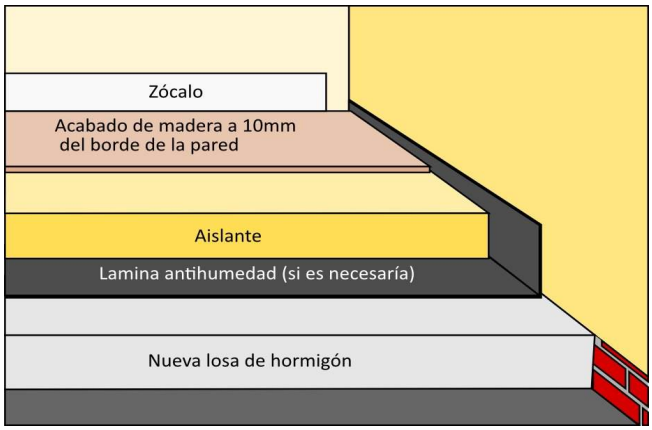


Ilustración 28: Suelos: Aislamiento de nuevas losas

2.2.2.- Aislamiento de una losa de hormigón existente

- Si el suelo de hormigón existente padece humedades, deberán corregirse antes de realizar los trabajos de aislamiento.
- La única manera sencilla de aislar una solera de hormigón consiste en añadir aislante y un nuevo pavimento encima.
- El nuevo nivel más elevado del suelo terminado necesitará normalmente el reajuste de los rodapiés y de la altura de las puertas. Tenga en cuenta que lo anterior puede originar escalones desiguales o muy altos en las escaleras y puertas exteriores, manillas de puertas mal colocadas, menor altura de la habitación o adaptaciones de elementos.
- La Tabla 2 indica los valores de transmitancia térmica U que se pueden obtener con material aislante típico de al menos 40 mm de espesor. Existen aislantes térmicos espumados que permiten obtener valores U de 0,31 W/m^{2}K o mejores.

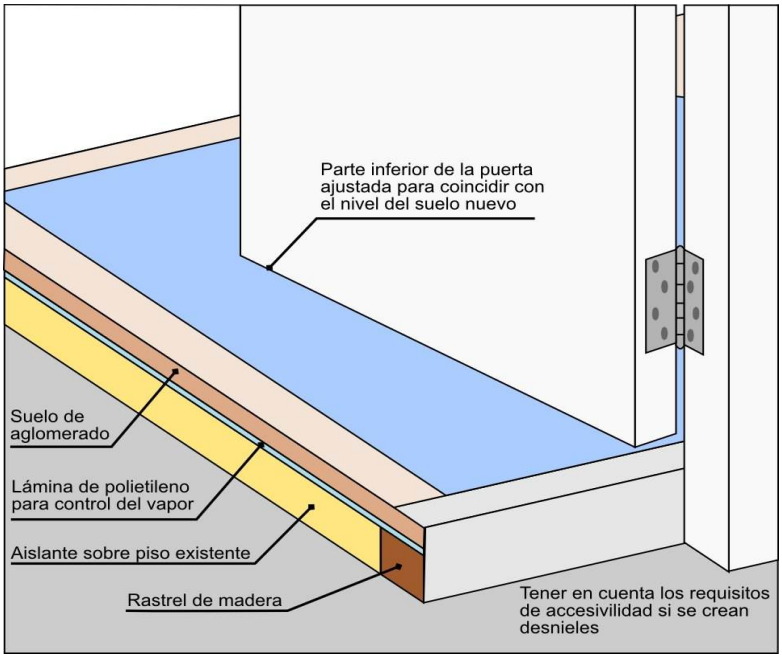


Ilustración 29: Suelos: Aislamiento de una losa existente

2.2.3.- Aislante debajo de una nueva losa

Esta es la mejor opción para nuevos suelos de habitaciones orientadas al sur. La losa de hormigón ayuda a absorber el calor gratuito del Sol durante los días soleados del invierno reduciendo el aporte de calor de los sistemas de calefacción.

- La membrana impermeable se puede colocar encima o debajo de la losa de hormigón.
- Se deberá colocar una tira de aislante vertical con un valor de R de 0,75m^{2}K/W alrededor del perímetro de la habitación, a la misma altura que la losa de hormigón. Eso limitará la pérdida de calor por los bordes de la losa.
- Las juntas entre las planchas aislantes deberán cubrirse con una cinta o una capa impermeable para evitar que pase la lechada del hormigón entre las juntas.

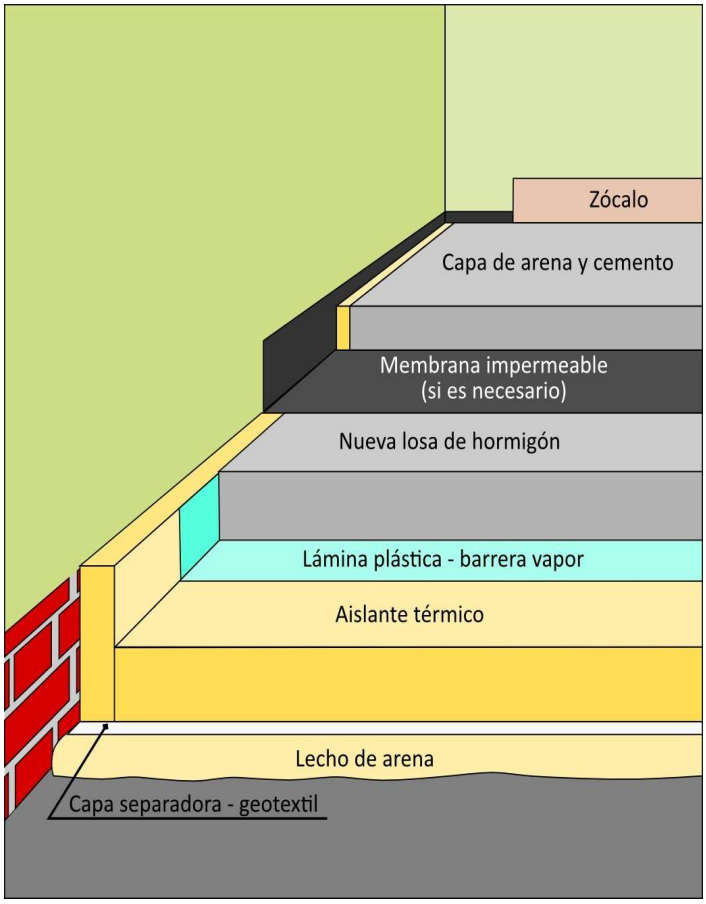


Ilustración 30: Suelos: Aislamiento por debajo de una losa nueva

3. AISLAMIENTO TÉRMICO DE CUBIERTAS

La siguiente tabla expone los distintos valores de U, para dos niveles: el cumplimiento del CTE-HE1 y el de "buenas prácticas" recomendadas por RENOVARTE, para los diferentes tipos de cubiertas	
Valor U (W/m·K) CTE HE1	**Valor U (W/m·K) Buenas prácticas**
0,35 – 0,50 (entre 50 y 90 mm de aislante)	**0,16 – 0,24** (entre 130 y 230 mm de aislante)

Tabla 3: Valores de U para cubiertas

3.1.- Cubiertas inclinadas (tejados)

- En los tejados de madera, es necesario inspeccionar éstas para detectar problemas de humedades, podredumbre o infecciones. Las acciones correctoras deberán realizarse antes de instalar el aislante.
- Se deberá disponer una ventilación adecuada al aislar la estructura del tejado. Evite las luminarias empotradas en la estructura del tejado, salvo que estén alojadas en cajas estancas y resistentes al fuego. Una instalación mal hecha permitirá la migración de humedades y de calor al espacio situado bajo el techo.
- Intente evitar cubrir los cables con aislante pues reducirá las posibilidades de disipar el calor. Cuando no sea posible, consulte con un electricista puede recomendarle un aumento de la sección del cable. Esto puede ser necesario para cables con mucha carga, como los que alimentan cocinas y termos de agua caliente.
- El recubrimiento de PVC de los cables eléctricos puede deteriorarse en contacto con aislantes de poliestireno: recubra los cables con tiras de protección o colóquelos en conductos.
- Los cables a menos de 50 mm de la superficie de una placa de yeso laminada deberán estar en el interior de conductos metálicos para evitar daños.

Especificación de buena práctica

Para la buena práctica, intente obtener un valor U entre 0,24 W/m^{2}K o mejor. Se suelen utilizar materiales aislantes en mantas o sueltos. Para minimizar el puente térmico y mejorar el sellado, la mejor práctica consiste en aplicar el aislante entre las vigas del techo.

- Si la cubierta tiene una superficie inclinada, no sitúe el material aislante entre las vigas de la cubierta ya que se puede obstruir la ventilación cruzada imprescindible. En su lugar, fije el aislamiento en el suelo del espacio bajo cubierta.
- Asegúrese de mantener la altura libre necesaria.
- Evite que el aislamiento obstruya las aberturas de ventilación del espacio bajo cubierta. Asegúrese que dispone de orificios de 10mm en los aleros y, si es necesario, instale un ventilador en ellos para mantener la ventilación transversal del espacio bajo la cubierta y evitar condensaciones.

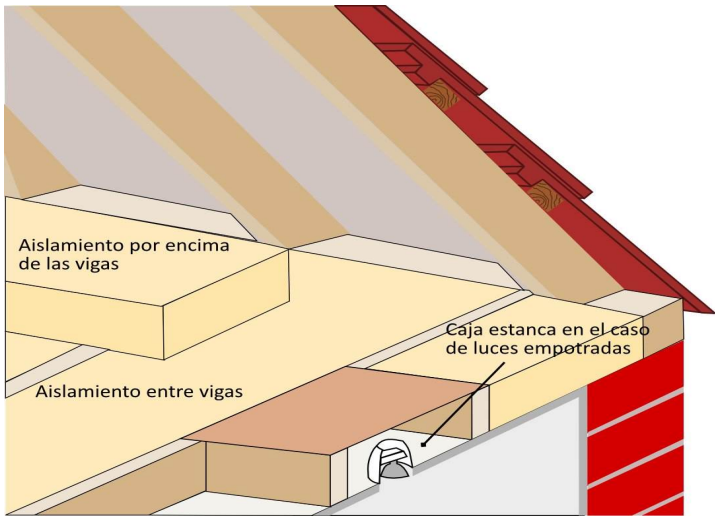


Ilustración 31: Cubiertas inclinadas: aislamiento en horizontal

- Recuerde aislar todos los depósitos y tuberías de agua fría, ya que añadir aislante en el suelo del espacio bajo cubierta hace que dicho espacio sea más frío ya que se reduce la entrada de calor proveniente de la vivienda. No aísle debajo de los depósitos (salvo que estén muy por encima de las vigas) pues eso impediría que los depósitos se beneficiasen del calor asciende de la vivienda.

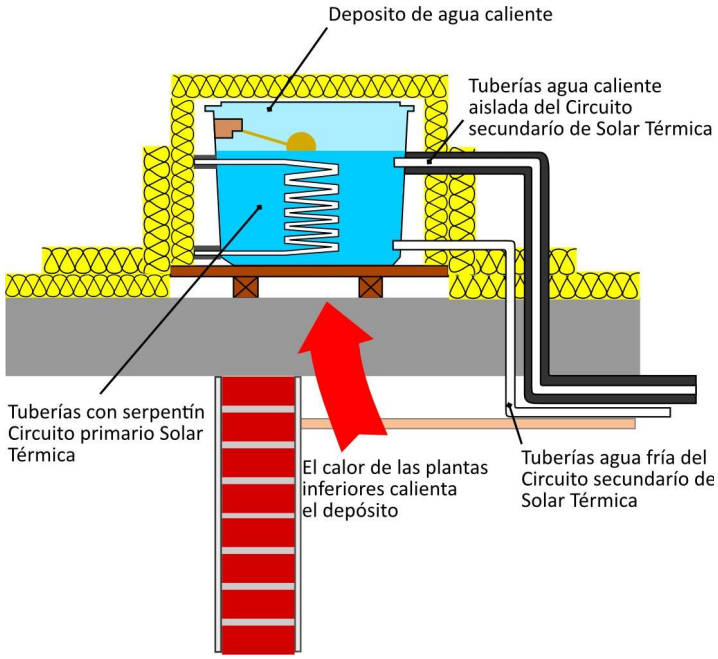


Ilustración 32: Cubiertas inclinadas: Aislamiento de equipos situados en el bajo cubierta

- Selle todas las grietas y los agujeros que se encuentran alrededor de las tuberías y cables, donde pasan a través del techo. Eso evitará que el aire húmedo de la vivienda entre en el espacio bajo cubierta y se condense en las superficies frías.
- Añada más rastreles para disponer de una pasarela elevada o una superficie de almacenamiento, evitando que se comprima el material aislante.
- Aísle y selle contra corrientes la trampilla de la buhardilla o coloque una trampilla aislada específica para ello.
- Los aislantes inyectados, como la lana mineral o la celulosa reciclada, deberían ser instalados sólo por especialistas.

3.1.1 Aislante entre y debajo de las vigas

Especificación de mejor práctica

Para la buena práctica, intente obtener un valor de transmitancia térmica U entre 0,16 y 0,24 W/m^2K.

Este método es adecuado para habitaciones existente situadas en el espacio bajo cubierta o la conversión de un espacio bajo cubierta en una habitación.

- Tenga en cuenta que a veces conseguir los valores U de la buena práctica puede necesitar un aislante de mucho espesor (por ejemplo, más de 60 mm debajo de las vigas). Eso puede reducir el espacio interior y la altura sobre la cabeza.
- En los techos inclinados, facilite una vía de ventilación por encima del aislante de al menos 50 mm de profundidad.
- La instalación de material aislante a nivel de las vigas puede lograr unas elevadas prestaciones térmicas, pero tiene un riesgo de condensación intersticial. Coloque una barrera de vapor, normalmente de polietileno de 500 micras, en el lado caliente del aislamiento para prevenir las condensaciones intersticiales. Ésta debería estar unida a cualquier barrera de vapor de las pares adyacentes.
- No perfore la barrera de vapor. Selle cualquier agujero que se produzca, solape y selle todas las juntas.

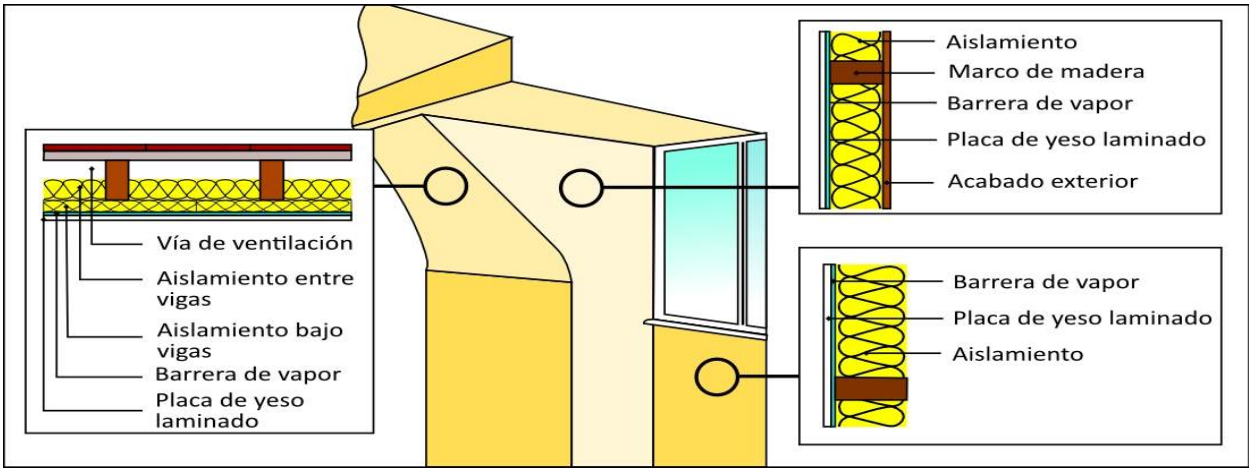


Ilustración 33: Cubiertas inclinadas: Aislamiento de habitaciones bajo cubierta

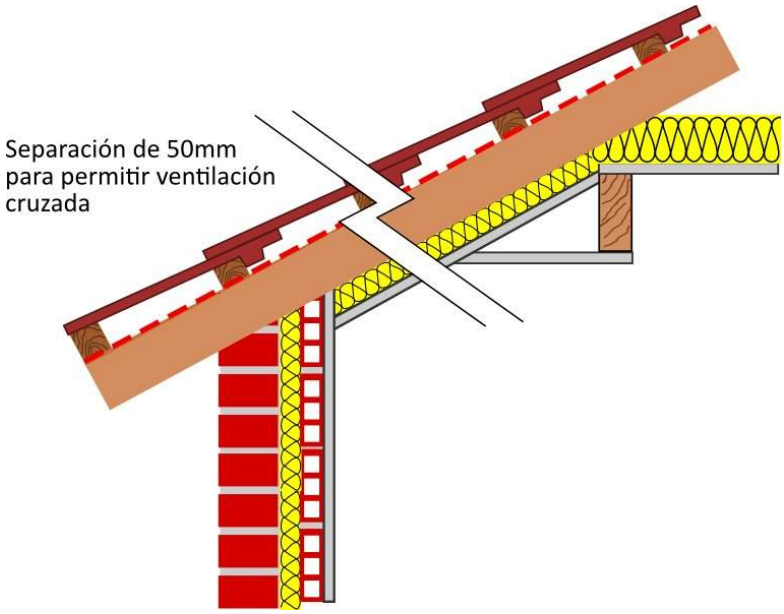


Ilustración 34: Cubiertas inclinadas: Aislamiento de superficie inclinada

3.1.2 Aislante entre y por encima de las vigas

Especificación de buena práctica

Este método se utiliza cuando se renuevan las tejas del tejado (retejado). Para la buena práctica, intente obtener un valor de transmitancia térmica U entre 0,16 y 0,24 W/m^{2}K.

- Conseguir los valores U de la buena práctica a veces requiere un gran espesor del aislante (por ejemplo, más de 60 mm por encima de las vigas). Eso eleva de manera importante la altura terminada del nuevo tejado. Esta estrategia necesita estudiarse adecuadamente, por ejemplo en el caso de una casa pareada, donde el tejado es continuo a lo largo de las viviendas colindantes.
- Los mayores espesores del aislante probablemente afecten a la elección de las sujeciones de los rastreles soporte, el aislante y las vigas. Siempre que sea posible se deberán diseñar planchas aislantes con bordes que encajen unos con otros. Selle las uniones entre las planchas con una cara de aluminio mediante cinta de aluminio auto-adhesiva. Cualquier conducto a través de la barrera de vapor también deberá ser sellado.
- Rellene el espacio entre la pared y el aislante del tejado en los canalones para reducir las pérdidas de aire. Utilice una capa inferior de poca resistencia al vapor para que la humedad no quede atrapada en las maderas del tejado.
- Ponga rastreles en un sentido y otro del tejado para que la capa inferior drene la humedad hasta el canalón. Se pueden utilizar sujeciones específicas para instalar los rastreles cruzados encima del aislante.
- Si se crea un hueco detrás de la placa de yeso para los servicios, es importante que esté sellado arriba y abajo. Eso eliminará el movimiento de aire y minimizará las pérdidas de calor.

- La instalación de aislante a nivel de las vigas puede conseguir elevadas prestaciones térmicas, pero puede haber un riesgo de condensación intersticiales. Para evitarlo, se deberá instalar una barrera de vapor en el lado caliente del aislante.
- Contacte con el fabricante del aislante elegido para tratar los requisitos técnicos y evaluar el riesgo de condensación intersticial. Se debería hacer antes de comenzar los trabajos

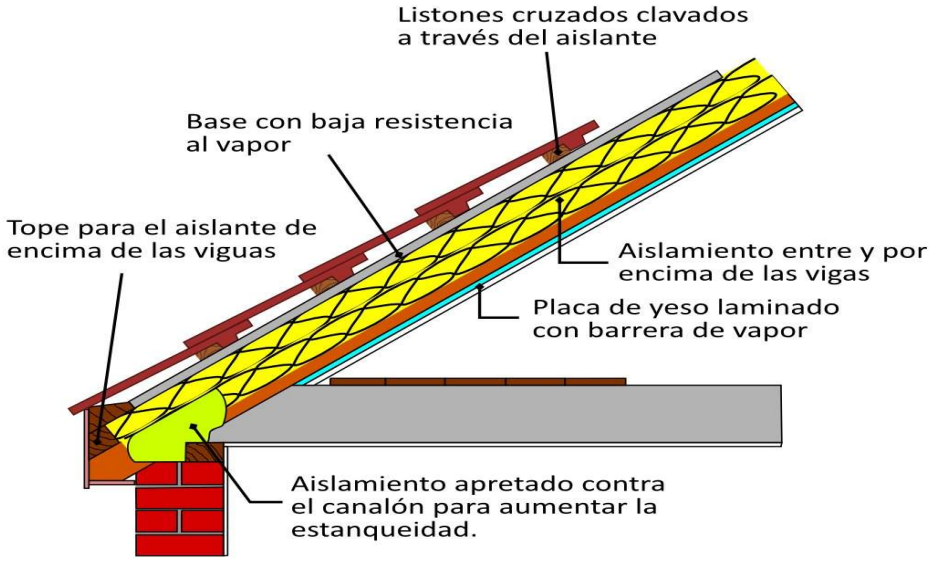


Ilustración 35: Cubiertas inclinadas: Aislamiento en el faldón

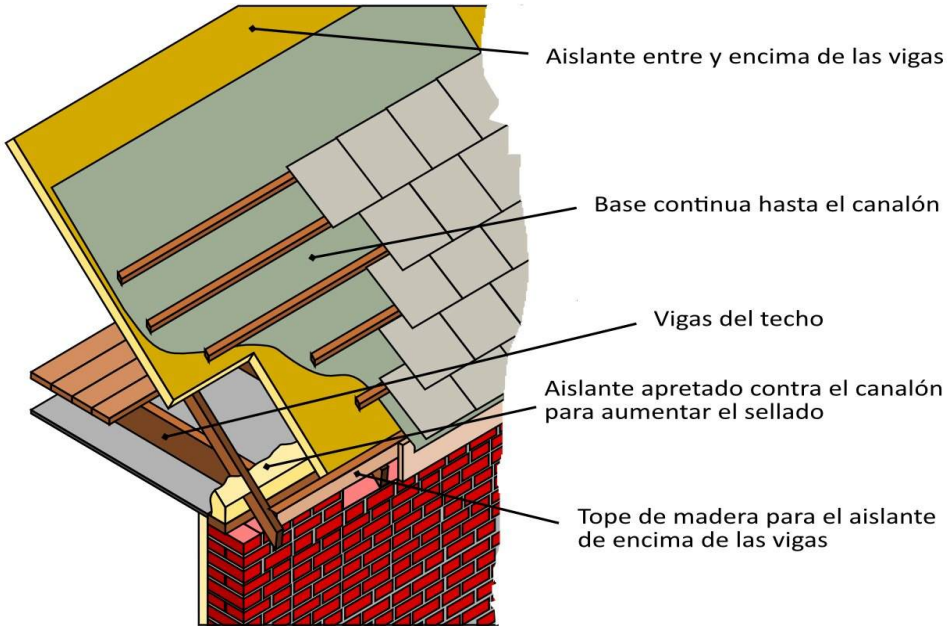


Ilustración 36: Cubiertas inclinadas: Fijación de la terminación exterior

3.2.- Cubiertas planas (azoteas)

Especificación de buena práctica

Para la buena práctica, intente un valor de transmitancia térmica U entre 0,16 y 0,24 W/m²K o mejor. Si se cambia una cubierta plana por una inclinada, se deberá lograr el mismo nivel de aislamiento que una cubierta inclinada (apartado 3.1 de esta guía).

- El método preferido es colocar el aislante encima de la superficie de la azotea. El aislante se debería colocar debajo de la impermeabilización en una construcción de cubierta caliente o encima de la impermeabilización en una construcción de cubierta invertida.
- Una mala instalación puede originar condensación debajo de la impermeabilización en las construcciones de cubierta invertida.

Detalles de tramos verticales y bordes

- Hay que cuidar la ejecución al rematar las zonas del borde y parapeto de las azoteas, es muy importante para unas buenas prestaciones térmicas y durabilidad de la construcción.

3.2.1 Construcción de cubierta caliente

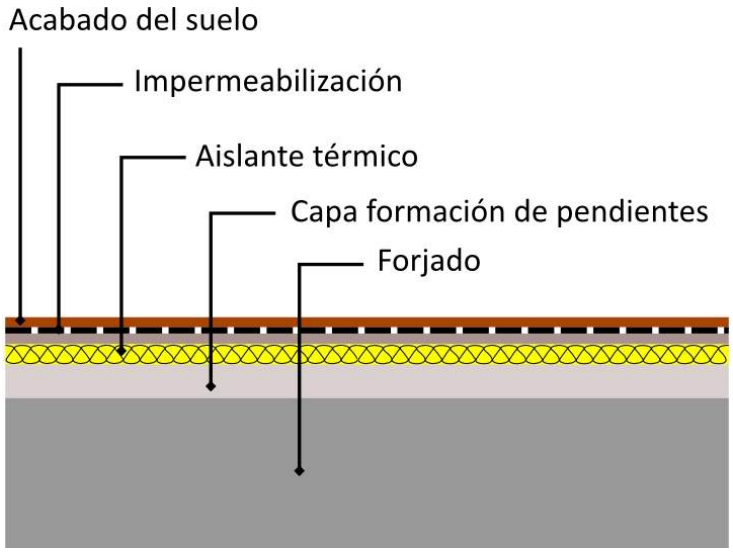


Ilustración 37: Cubiertas planas: Solución caliente

Valor de U: 0,25 W/m²K

- Las planchas aislantes deben ser rígidas.
- Los materiales aislantes serán compatibles con los materiales utilizados en la impermeabilización. En caso contrario instale una capa separadora de tipo geotextil.

3.2.2 Cubiertas invertidas

Valor U: 0,25 W/m²K

- El agua de lluvia se cuela a través de la capa pesada de grava y de las juntas en el aislante de las cubiertas invertidas. Cuando entra en contacto con la impermeabilización, aumenta la pérdida de calor. Por eso hay que compensar esa pérdida en los cálculos del valor de transmitancia térmcia U. La norma UNE-EN ISO 10456 indica un método de cálculo para considerar lo anterior.
- Las prestaciones de una cubierta determinada se verán muy afectadas por la pluviometría local anual. Consulte directamente con el fabricante del aislante sobre la idoneidad de una cubierta invertida en un edificio determinado.

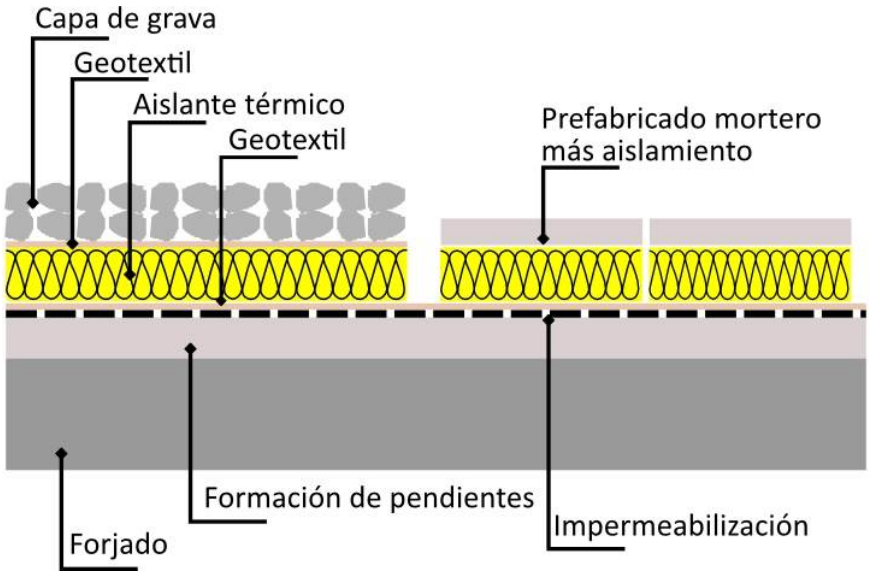


Ilustración 38: Cubiertas planas: Solución invertida

- La estructura de la cubierta existente debe ser capaz de soportar el peso añadido, especialmente el de la capa de protección pesada de grava.
- Los materiales aislantes serán compatibles con los materiales utilizados en la impermeabilización. En caso contrario instale una capa separadora de tipo geotextil.
- El espesor de la protección pesada de grava debe ser de al menos 5cm.

renovarte
rehabilitación energética de edificios

GT1
GUÍA TÉCNICA DE REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS
AISLAMIENTO TÉRMICO

GUÍAS DE BUENAS PRÁCTICAS DE RENOVARTE

Renovarte ofrece un conjunto de documentos relacionados con la Rehabilitación Energética de Edificios.

Uno de los objetivos de renovarte es divulgar y ampliar nuestro conocimiento en materia de Rehabilitación Energética de Edificios. Por ello le invitamos a que nos sugiera mejoras en las Guías que publicamos o que nos proponga, si no encuentra la que busca, nuevas Guías. Estudiaremos detenidamente sus propuestas y las incorporaremos a nuestras publicaciones. Contacte con nosotros llamando al 902 929 483 o a través de consultas@renovarte.es.

Tenga en cuenta que las indicaciones de estos documentos se basan en nuestro conocimiento y experiencia actual y que no presuponen ninguna garantía jurídica. Además, los documentos pueden estar sometido a cambios, por ello, le recomendamos que siempre emplee la última versión publicada.

GUÍAS PRÁCTICAS	
GP1	Guía Práctica de rehabilitación energética de edificios existentes
GUÍAS TÉCNICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	
GEE1	Guía de Eficiencia Energética para la rehabilitación de edificios existentes.
GEE2	Introducción a una Guía de Eficiencia Energética para autoridades locales y gestores de edificios.

GUÍAS TÉCNICAS

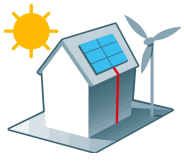
GT1. Rehabilitación.
Guía Técnica de aislamiento térmico

GT2. Rehabilitación.
Guía Técnica de ventanas

GT3. Rehabilitación.
Guía Técnica de climatización y ACS.

GT4. Rehabilitación.
Guía Técnica de ventilación

GT5. Rehabilitación.
Guía Técnica de iluminación



GT6. Rehabilitación.
Guía Técnica de energías renovables.

GT7. Rehabilitación.
Guía Técnica de urbanismo y eficiencia energética.

GT1
GUÍA TÉCNICA DE REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS
AISLAMIENTO TÉRMICO

TÉRMINOS TÉCNICOS

Valor U: Transmitancia térmica. Representa la facilidad de transmitir el calor. Se utiliza para expresar el régimen de pérdidas de calor a través de un elemento constructivo de un edificio, como una fachada, una cubierta o una ventana. Una construcción con un valor de U de 1W/m^{2}K perdería 1 Watio de energía a través de un área de 1m^2 por cada ºC de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior. Mientras menor sea el valor de U, mejor aislado estará el edificio y tendrá menos pérdidas energéticas.

Valor R: Resistencia Térmica Representa la oposición al paso del calor. Se ve afectado por la conductividad térmica (λ) del elemento y su espesor. Cuanto mayor sea el valor de R, mayor será la resistencia (mejor será el efecto aislante). Dado que las propiedades térmicas de los diferentes productos pueden variar, se deberá comprobar con el fabricante el valor de la conductividad térmica. Las unidades utilizadas para la Resistencia térmica son m^{2}K/W. Tenga en cuenta que la capa que más incidencia tiene en la resistencia térmica es el aislamiento térmico, sea cuidadoso en la definición de las propiedades de este material.

Barrera de vapor: Es una membrana impermeable al paso del vapor de agua, normalmente una hoja de polietileno. Está situada en el lado caliente del aislante para evitar que el vapor de agua generado en el interior del edificio pase a través del cerramiento y se condense en las partes frías de la construcción. Normalmente se emplea en aislantes hidrófilos (lanas minerales).

Membrana respirable intermedia: Es una membrana para tejados situada entre los listones para las tejas y las vigas, repelente al agua pero que permite el paso al vapor de agua. Su utilización en los tejados minimiza el riesgo de que se forme condensación en la estructura del tejado.

GT1
GUÍA TÉCNICA DE REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS
AISLAMIENTO TÉRMICO

MÁS INFORMACIÓN

Para ampliar la información en materia de soluciones constructivas recomendamos las siguientes guías técnicas editadas por el I DAE.

Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios. El aislamiento, la mejor solución

Guías Técnicas para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios. Soluciones con poliestireno expandido, poliuretano, poliestireno extruido, lana mineral, espumas flexibles.

SOBRE RENOVARTE

RENOVARTE es una iniciativa de **ETRES Consultores** que tiene como objetivo intercambiar el **conocimiento** y las **experiencias** en materia de rehabilitación energética de edificios con los agentes más directamente implicados.

RENOVARTE se enmarca dentro de una actividad económica que tiene todo país: rehabilitación del parque de edificios. En España se ha identificado un parque de 9 millones de edificios (3500 millones de metros cuadrados) que tendrán que ser rehabilitados. Este sector tiene además las siguientes características energéticas:

- Tiene una gran incidencia en las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Es responsable del 20 por ciento del consumo total de energía del país.
- Las aproximadamente 25 millones de viviendas existentes, representan una parte importante en las cifras anteriores debido al uso intensivo de la energía que supone una quinta parte de las emisiones de gastes de efecto invernadero españolas.
- Si se suma a lo anterior el proceso de edificación: supone la tercera parte del total de emisiones de España.

Por todo lo anterior, pensamos que la rehabilitación energética de los edificios debe ser un objetivo prioritario para lograr los objetivos de reducción de emisiones y del consumo de energía.

ETRES Consultores tiene un compromiso con el desarrollo sostenible. La forma de manifestar este compromiso se centra en la investigación y la divulgación del conocimiento en materia de rehabilitación energética de edificios aplicada a las singularidades constructivas españolas

Servicio de atención al cliente
902.929.483
info@renovarte.es

Consulte nuestros programas de publicidad en Renovarte

- Patrocinio de Guías de Rehabilitación Energética
- Casos prácticos
- Directorio de empresas
- Banner

Más información en: http://renovarte.es/publicidad