

REHABILITAR

Manual de recomendaciones
para la rehabilitación de viviendas en Galicia

XUNTA DE GALICIA

Edita: Xunta de Galicia
Instituto Galego de Vivenda e solo

Lugar: Santiago de Compostela

Año: 2017

Manual de recomendaciones para la rehabilitación de viviendas en Galicia frente al cambio climático

XUNTA DE GALICIA
Consellería de Infraestruturas e Vivenda
Instituto Galego de Vivenda e Solo (IGVS)

Santiago de Compostela

2017

PRÓLOGO

En la Xunta de Galicia, estamos convencidos de que la rehabilitación es un elemento clave en el trabajo de un país por un futuro sustentable. Porque no sólo supone una mejora de las condiciones de vida de sus habitantes, sino que también implica una mejor conservación de nuestro patrimonio, así como una mejor y más racional ocupación del territorio.

Por eso la rehabilitación de viviendas se vuelve un eje prioritario en la política de esta Administración. Estamos fomentando y apoyando este tipo de intervenciones desde diferentes puntos de vista como son la concesión de subvenciones, la recuperación de espacios urbanos en colaboración con ayuntamientos o las rehabilitaciones desarrolladas directamente por el Instituto Galego de Vivenda e Solo (IGVS).

Con este **Manual de rehabilitación sostenible para viviendas en Galicia** y en una clara apuesta por la calidad y la sostenibilidad de la construcción, damos un paso más ofreciendo una nueva herramienta a los profesionales del sector que van a proyectar y ejecutar obras destinadas a la recuperación de edificaciones existentes.

La guía se configura como un instrumento sencillo que permita a los técnicos y profesionales implicados en el campo de la rehabilitación adoptar las soluciones, tanto en sus elementos constructivos como en sus instalaciones, que garanticen estándares necesarios en accesibilidad, habitabilidad, funcionalidad y seguridad estructural.

Además, facilitamos el trabajo de determinar las soluciones de rehabilitación óptimas en materia de ahorro energético en función de la mejora que se pretenda lograr y del emplazamiento del edificio relativo a las variables climáticas específicas de la zona. La conexión con el visor de mapas climáticos de Galicia, desarrollado por el IGVS en el marco del presente proyecto ayudará de forma importante en este sentido.

Esperamos que esta publicación sea un elemento de utilidad dentro de esta importante área desde el respeto a los valores de nuestro patrimonio y en la búsqueda de soluciones de calidad que demanda la sociedad actual. Entre todos estamos seguros de que conseguiremos los objetivos.

Ethel María Vázquez Mourelle
Conselleira de Infraestruturas e Vivenda

Índice

Introducción

RF/Rehabilitación Funcional

1.1.	Instalación de una rampa exterior	20
1.2.	Mejorar la accesibilidad de un edificio con la instalación de una rampa interior	23
1.3.	Mejorar la accesibilidad de un edificio con la instalación de un ascensor	27

RF/Rehabilitación Estructural

2.1.	Abrir un hueco de paso con dintel metálico en un muro de mampostería revestido	34
2.2.	Abrir un hueco en un muro de mampostería visto con pasamuro de COR-TEN	36
2.3.	Abrir un hueco de paso con recercado de cantería en un muro de mampostería	38
2.4.	Consolidar un muro de mampostería de piedra o ladrillo	40
2.5.	Sustituir viga o vigueta de un forjado de madera	43
2.6.	Reparar la cabeza de viga o vigueta de un forjado de madera	45
2.7.	Reforzar viga o vigueta de un forjado de madera	47
2.8.	Renovar un forjado de madera	49
2.9.	Renovar estructura de faldones de madera	52

RA/Rehabilitación Ambiental

3.1.	Mejora acústica de pisos en forjados de madera a ruido aéreo y de impacto	56
3.2.	Mejora acústica de pisos en forjados de hormigón a ruido aéreo y de impacto	59
3.3.	Mejora acústica a ruido aéreo entre viviendas de la misma planta	63
3.4.	Mejora acústica de ventanas de madera y/o de aleaciones ligeras	66
3.5.	Eliminación de humedades higroscópicas en elementos contaminados	69
3.6.	Eliminación de humedades por ascenso capilar en muros	72
3.7.	Eliminación de humedades por ascensión capilar en suelos	75
3.8.	Eliminación de humedades por ascensión capilar en soleras y placas	78
3.9.	Eliminación de humedades accidentales en medianeras	81
3.10.	Eliminación de humedades de condensación en fachadas y cubiertas	84
3.11.	Eliminación de humedades de infiltración en sótanos	88
3.12.	Limpieza general y reparar defectos superficiales de los revestimientos exteriores	92

RG/Rehabilitación Energética

4.1.	Aprovechamiento de zonas soleadas	
4.1.1.	Incorporar un atrio, un mirador o una galería	98
4.1.2.	Incorporar materiales de alta inercia térmica para almacenar calor o frío	101
4.1.3.	Optimizar las zonas de la vivienda según su orientación	103
4.2.	Rehabilitación de fachadas con aislamiento térmico	
4.2.1.	Rehabilitación de fachada, sistema SATE	105
4.2.2.	Rehabilitación de fachadas. Fachada ventilada	108
4.2.3.	Aislamiento de medianeras por el exterior	111

4.2.4.	Aislamiento de medianeras por el exterior. Aislante + protección	113
4.2.5.	Aislamiento térmico por el interior + trasdosado	116
4.3.	Rehabilitación de cubiertas con aislamiento térmico	
4.3.1.	Cubierta inclinada, forjado de hormigón. Aislamiento bajo teja	119
4.3.2.	Cubierta inclinada, forjado de madera. Aislamiento bajo teja o pizarra	122
4.3.3.	Cubierta sobre forjado inclinado de hormigón. Aislamiento por el interior	124
4.3.4.	Cubierta inclinada sobre forjado horizontal, aislamiento sobre forjado	127
4.3.5.	Cubierta inclinada sobre forjado horizontal, aislamiento bajo forjado	129
4.3.6.	Rehabilitación de azoteas con aislamiento térmico exterior	131
4.3.7.	Rehabilitación de azoteas con cubierta ajardinada	134
4.3.8.	Cubierta de chapa metálica con aislamiento por la parte superior	137
4.4.	Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios y marcos	
4.4.1.	Rehabilitación térmica de ventana tradicional	139
4.4.2.	Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios. Elección del acristalamiento	141
4.4.3.	Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: marcos con rotura de puente térmico	144
4.5.	Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano	
4.5.1.	Láminas de control solar en ventanas para mejorar la eficiencia energética del edificio	147
4.5.2.	Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano. Sistemas de protección exterior	149
4.5.3.	Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano. Vidrios con factor solar mejorado	151

RI/Mejora de la eficiencia de las instalaciones

5.1.	Captación de energía con módulos fotovoltaicos integrados en membranas para impermeabilización de cubiertas	156
5.2.	Energía solar térmica: agua caliente sanitaria, calefacción y climatización	158
5.3.	Tecnologías de calefacción de alta eficiencia energética: calderas de baja temperatura	161
5.4.	Tecnologías de calefacción de alta eficiencia energética: calderas de gas de condensación	163
5.5.	Instalaciones de iluminación eficientes: elección del tipo de lámparas y su potencia	165
5.6.	Ascensores de alta eficiencia	167
5.7.	Ahorro en el consumo de agua potable	169
5.8.	Gestión del agua de pluviales y de las aguas grises	171
5.9.	Uso de electrodomésticos respetuosos con el medio ambiente (eco-eficientes)	173
5.10.	Calidad del aire interior: recuperadores de calor en el sistema de ventilación	175
5.11.	Sistemas de refrigeración pasivos y ventilación natural cruzada	177
5.12.	Sistemas de chimeneas solares para ventilación natural	179
5.13.	Calderas de biomasa para ACS y calefacción	181
5.14.	Sistemas de bombas de calor apoyadas por captación geotérmica	184

Anexo: Mapas climáticos

Introducción

El más elemental sentido de responsabilidad frente a la naturaleza y el mundo que habitamos, ha llevado a los gobernantes de los países avanzados a endurecer las normativas de la edificación, planteando retos que abarcan múltiples factores de índole técnica con el objetivo de lograr edificaciones más eficientes y, si es posible, de consumo cero o prácticamente nulo.

Este horizonte soñado de ciudades con viviendas confortables, eficientes y seguras se recorta sobre un panorama de crisis económica generalizada, centrada principalmente en la construcción. Décadas de actividad edificatoria exacerbada han dejado el mercado inmobiliario saturado, con grandes dificultades para absorber los excedentes construidos, convirtiéndose en un pesado lastre, que dificultará aún más su recuperación. Sólo queda, pues, prepararse para mejorar lo que tenemos, en un regreso a los orígenes, y hacernos fuertes en la rehabilitación de nuestro parque construido.

Estos momentos de crisis son ocasión para la reflexión y para la formación. Ciertamente habrá obra nueva en pequeñas dosis. Pero lo que tendremos en abundancia y con toda seguridad será la conservación y mantenimiento de lo construido, así como la necesaria puesta al día de las edificaciones para dotarlas de las condiciones y mecanismos que las hagan saludables, seguras, confortables y eficientes.

Este manual pretende ofrecer soluciones tendentes a lograr esos objetivos.

Concedores de que lo óptimo es enemigo de lo bueno, y de que en muy pocos casos se contará con recursos suficientes como para plantear una rehabilitación integral (estructural, funcional, energética etc), se ofrecen fichas que contemplan intervenciones puntuales, de forma que puedan ser planteadas singularmente, con independencia unas de otras, o bien, agruparse en actuaciones más complejas.

Las fichas se estructuran de forma clara para facilitar su comprensión y aplicabilidad por parte de usuarios, poco o nada avezados en las técnicas constructivas, y por supuesto para profesionales del mundo de la edificación.

Condiciones normativas de rehabilitación

CTE- Exigencias básicas de seguridad estructural (SE)

1. El objetivo del requisito básico “Seguridad estructural” consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. Los Documentos Básicos “DB SE: Seguridad Estructural”, “DB SE-AE: Acciones en la edificación”, “DB SE-C: Cimientos”, “DB SE-A: Acero”, “DB SE-F: Fábrica” y “DB SE-M: Madera”, especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.
4. Las estructuras de hormigón están reguladas por la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

10.1. Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad

La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

10.2. Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio

La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

CTE. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI)

I Objeto

Este documento básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SI 1 a SI 6. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico de seguridad en caso de incendio.

Tanto el objetivo del requisito básico como las exigencias básicas se establecen en el artículo 11 de la Parte 1 de este CTE y son los siguientes:

Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI)

1. El objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de incendio” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El documento básico DB SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

11.1. Exigencia básica SI 1 - Propagación interior

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.

11.2. Exigencia básica SI 2 - Propagación exterior

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

11.3. Exigencia básica SI 3 - Evacuación de ocupantes

El edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

11.4. Exigencia básica SI 4 - Instalaciones de protección contra incendio

El edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

11.5. Exigencia básica SI 5 - Intervención de bomberos

Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

11.6. Exigencia básica SI 6 - Resistencia al fuego de la estructura

La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

CTE. Exigencias básicas de seguridad de utilización (SUA)

Artículo 12. Exigencias básicas de seguridad y accesibilidad (SUA)

1. El objetivo del requisito básico “Seguridad de utilización y accesibilidad” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.

2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3. El documento básico DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad de utilización y accesibilidad.

12.1. Exigencia básica SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas

Se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

12.2. Exigencia básica SUA 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o practicables del edificio.

12.3. Exigencia básica SUA 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

12.4. Exigencia básica SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

Se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

12.5. Exigencia básica SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación

Se limitará el riesgo causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.

12.6. Exigencia básica SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

Se limitará el riesgo de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscinas, depósitos, pozos y similares mediante elementos que restrinjan el acceso.

12.7. Exigencia básica SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

Se limitará el riesgo causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

12.8. Exigencia básica SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

Se limitará el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

12.9. Exigencia básica SUA 9: Accesibilidad

Se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.

CTE. Limitación del consumo energético DB HE 0

I Objeto

Este documento básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5, y la sección HE 0 que se relaciona con varias de las anteriores. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico de ahorro de energía.

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

1. El objetivo del requisito básico de ahorro de energía consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de la demanda energética. Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

15.2. Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

15.3. Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación. Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

15.4. Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria. En los edificios, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio o de la piscina. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

15.5. Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica. En los edificios que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

La rehabilitación frente al cambio climático

Los edificios consumen un 40 % de la energía utilizada en la Unión Europea y producen aproximadamente la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero –principalmente CO₂–, responsables del cambio climático. Por lo tanto, la realización de acciones y mejoras para incrementar su eficiencia energética son medidas imprescindibles para obtener reducciones significativas en las emisiones de estos gases y por consiguiente para la lucha contra el cambio climático.

La Unión Europea está comprometida en la lucha contra el cambio climático a través del denominado objetivo 20-20-20, que consiste en reducir como mínimo en un 20 % las emisiones totales de gases de efecto invernadero en el año 2020 respecto a los niveles de 1990; así como con el cumplimiento del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático; y con el objetivo a largo plazo de mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 2o °C.

Estos objetivos en el campo de la edificación se traducen en la mejora de la eficiencia energética de los edificios y en el aumento del uso de energía procedente de fuentes renovables, encontrándose en el origen de las directivas 2002/91/CE y 2010/31/UE, relativas a la eficiencia energética de los edificios, cuyas exigencias fueron incorporadas a la normativa española a través del Código técnico de la edificación (Real decreto 314/2006), y posteriormente traspuestas mediante los reales decretos 47/2007 y 235/2013 de certificación energética de los edificios.

En Galicia un 61 % de las viviendas actuales fueron construidas antes de 1980, con anterioridad a la aplicación de la Norma básica de la edificación sobre condiciones térmicas de los edificios (NBE CT-79), por lo que se puede suponer que gran parte de estas viviendas carecen de aislamiento térmico en sus cerramientos. Aproximadamente el 34 % responden a los estándares de aislamiento fijados por la NBE CT-79 y sólo un 5 % cumplen con las exigencias del Código técnico de la edificación. Por lo tanto el 95 % de las viviendas de Galicia carecen de un nivel de aislamiento adecuado a los requerimientos de la normativa actual, lo que produce un importante incremento en su consumo energético, que puede estimarse en más de un 50 % respecto al que tendrían si estuvieran correctamente aisladas.

La eficiencia de las instalaciones y equipos de las viviendas pueden producir también importantes reducciones en su consumo energético. La utilización de calderas de alta eficiencia supone ahorros de entorno al 30 % respecto al consumo de las calderas convencionales. La utilización de lámparas de alta eficiencia energética puede generar ahorros de hasta un 80 %. Y la sustitución de los electrodomésticos instalados en las viviendas por otros de alta calificación energética implica reducciones en el consumo que pueden oscilar entre el 40 % y el 70 %. Del mismo modo, la utilización de energías renovables, como es el caso de la energía solar térmica, la energía fotovoltaica, la geotérmica o el consumo de biocombustibles, puede contribuir eficientemente a reducir las emisiones de dióxido de carbono, producidos por el uso de combustibles fósiles, y por consiguiente a la lucha contra el cambio climático.

Por otra parte, las viviendas gallegas no están preparadas en general para el incremento de las temperaturas producido por el cambio climático. La ausencia de elementos de protección solar en las ventanas o de sistemas de ventilación adecuados puede redundar en la disminución de confort en el interior de las viviendas y como consecuencia a incrementar la tendencia a instalar equipos de aire acondicionado, generando un mayor consumo energético.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, la rehabilitación energética, entendida como la mejora de las condiciones de la envolvente de los edificios y de sus instalaciones con el objetivo de incrementar su eficiencia energética, constituye un medio fundamental para la lucha contra el cambio climático, que además de reportar importantes beneficios medioambientales puede suponer considerables ahorros económicos derivados de la reducción del consumo energético.

Cuando se realicen obras de reparación o mantenimiento en la envolvente o en las instalaciones de los edificios, la incorporación de criterios de rehabilitación energética redundará en una mejora del confort y en la reducción del consumo de energía, generando ahorros económicos que contribuyen a amortizar la inversión realizada.

Teniendo en consideración que el consumo de calefacción en Galicia supone un 40 % del consumo de energía de las viviendas, la mejora en el aislamiento térmico de la envolvente y en la eficiencia de las instalaciones de calefacción implicará reducciones significativas en el consumo total de las viviendas.

En los edificios en los que se prevean obras de reparación de fachadas, la mejora del aislamiento térmico mediante sistemas de aislamiento por el exterior o de fachada ventilada puede suponer ahorros en el consumo de calefacción de hasta un 35 %. En el caso de que se vayan a sustituir las ventanas, la utilización de carpinterías con rotura de puente térmico y vidrios aislantes con lunas bajo emisivas puede suponer ahorros similares (34 %). Cuando las obras contemplen una rehabilitación integral, dotando a los cerramientos de aislante térmico que cumpla con las exigencias del CTE y se sustituyan carpinterías y vidrios por sistemas de marcos con rotura de puente térmico y vidrios aislantes con lunas bajo emisivas, el ahorro en el consumo de calefacción puede llegar al 70 %.

Los ahorros de consumo energético producidos por la mejora de la envolvente del edificio pueden incrementarse con la mejora de la eficiencia de las instalaciones de calefacción, por ejemplo, mediante la utilización de calderas de condensación con rendimientos del 109 % y reducciones de consumo energético del 30 % respecto a las calderas convencionales. El uso de sistemas de ventilación forzada que incorpore recuperadores de calor –con rendimientos que pueden llegar al 95 %– puede generar también importantes reducciones en el consumo de calefacción.

Durante el verano la utilización de sistemas de ventilación que aprovechen el descenso de la temperatura durante la noche, combinados con elementos de alta inercia térmica que mantengan su temperatura por debajo de la ambiente durante el día, pueden producir reducciones en un hipotético consumo de refrigeración de entre un 30 % y un 40 %, garantizando un mayor confort en el interior de las viviendas. Del mismo modo la utilización de sistemas de sombreado exterior –como toldos, parasoles o persianas exteriores– pueden generar reducciones en el consumo de refrigeración de hasta un 20 %.

Estas posibilidades de ahorro energético se desarrollan en las fichas que componen la presente guía. Las recomendaciones que se incluyen en ellas van desde acciones sencillas que pueden ser realizadas por el propio usuario hasta obras de rehabilitación que contemplen la renovación total de la envolvente del edificio o de sus instalaciones. En las fichas se indican los porcentajes aproximados de ahorro energético que se pueden obtener en cada caso, lo que permite valorar y planificar las acciones a realizar en función de las posibilidades de cada usuario o comunidad.

Los valores aportados son valores medios obtenidos mediante simulaciones realizadas sobre edificios tipo en distintas localizaciones de Galicia. Estos valores, de carácter orientativo, no excluyen la necesidad de realizar estudios o simulaciones específicas para evaluar las posibilidades de ahorro energético de cada edificio concreto, en función de las mejoras que se proyecte realizar.



1

REHABILITACIÓN FUNCIONAL

RF 1.1.

Instalación de una rampa exterior

Mejorar la accesibilidad de un edificio con la instalación de una rampa exterior

CTE - DB SUA 9: Accesibilidad

UNE EN 81 - 40:2009 - Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Ascensores especiales para el transporte de personas y cargas. Parte 40: Salvaescaleras y plataformas elevadoras inclinadas para el uso por personas con movilidad reducida

Ley 8/2013, de rehabilitación y regeneración urbanas (BOE núm. 153 de 27.06.2013), título I “Informe de evaluación de edificios”

ISO 9386 - 1:2000 - Power-operated lifting platforms for persons with impaired mobility. Rules for safety, dimensions and functional operation. Part 1: Vertical lifting platforms



Edificio público (BE) que aprovechó su jardín para crear una rampa exterior para personas discapacitadas.

ÁMBITO

Edificios antiguos que sólo poseen escaleras para acceder desde la acera al portal de entrada y en los que se desea incluir una rampa accesible o un salvaescaleras exterior.

El Informe de Evaluación de Edificios (IEE) resulta de obligado cumplimiento para los propietarios de inmuebles ubicados en edificios de tipología residencial de vivienda colectiva que tengan una antigüedad superior a los 50 años. También están obligados a realizar el IEE los propietarios de cualquier edificio, con independencia de su antigüedad, cuando pretendan solicitar ayudas públicas para realizar obras de conservación, de accesibilidad universal o eficiencia energética.



Edificio público que aprovechó la anchura de la acera para crear una rampa exterior para personas discapacitadas.

El IEE debe identificar el bien inmueble, con expresión de su referencia catastral y contener, de manera detallada:

- La evaluación del estado de conservación del edificio.
- La evaluación de las condiciones básicas de accesibilidad universal y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización del edificio.
- La certificación de la eficiencia energética del edificio.

MEJORA BUSCADA

Se busca instalar en edificio existente una rampa accesible o un salvaescaleras exterior, que permita el acceso universal e independiente para todo tipo de personas, también personas discapacitadas. Las características de las rampas: longitudes de tramos, descansillos, anchura, pendiente máxima, altura y disposición de barandillas etc., se determinarán en cada caso en función del grado de accesibilidad establecido por la normativa.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

La primera dificultad a resolver es de carácter arquitectónico: decidir una ubicación que posibilite la creación de la rampa accesible, y plantear un diseño que se adapte a las condiciones reglamentadas de recorridos,



El salvaescaleras resuelve un desnivel para discapacitados con menos espacio que una rampa.



Modelo de salvaescaleras para acceso a una vivienda unifamiliar.



Modelo de salvaescaleras para la accesibilidad en un fuerte desnivel de una urbanización.

pendientes y ancho de cada tramo. Cuando no exista espacio suficiente para el desarrollo de la rampa, se podría plantear la solución del salvaescaleras, que no precisa tanto espacio. Se transcriben a continuación las condiciones reglamentadas que deben cumplir las rampas exteriores:

“Documento básico SUA Seguridad de utilización y accesibilidad” - Resumen de condiciones de diseño.

DB SUA 1. Resbaladicidad de suelos (Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos): Debe utilizarse pavimentos con resbaladicidad 2 cuando se trate de rampas con pendiente menor que el 6 %, y con resbaladicidad 3 cuando se trate de rampas con pendiente igual o mayor que el 6 %.

DB SUA 3.1. Protección de los desniveles:

En zonas de uso público de los establecimientos de uso Comercial o de uso Pública Concurrencia las barreras de protección de las rampas se diseñarán de forma que:

- a) No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual:
 - En la altura comprendida entre 30 cm y 50 cm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera no existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales con más de 5 cm de saliente.
 - En la altura comprendida entre 50 cm y 80 cm sobre el nivel del suelo no existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo.
- b) No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 5 cm.

DB SUA 4.3. Rampas (itinerarios cuya pendiente exceda del 4 %):

- Pendiente: Las rampas accesibles tendrán una pendiente que como máximo será del 10 % cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8 % cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6 % en el resto de los casos. Si la rampa es curva, la pendiente longitudinal máxima se medirá en el lado más desfavorable.

La longitud de los tramos de las rampas debe medirse en proyección horizontal.

- La pendiente transversal de las rampas que pertenezcan a itinerarios accesibles será del 2 %, como máximo.

- Tramos: Cuando la rampa pertenezca a itinerarios accesibles, la longitud del tramo será de 9 m, como máximo. La anchura útil se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB SI y será, como mínimo, la indicada para escaleras en la tabla 4.1.

- Si la rampa pertenece a un itinerario accesible los tramos serán rectos o con un radio de curvatura de al menos 30 m y de una anchura de 1,20 m, como mínimo. Asimismo, dispondrán de una superficie horizontal al principio

y al final del tramo con una longitud de 1,20 m en la dirección de la rampa, como mínimo.

- Mesetas: Las mesetas dispuestas entre los tramos de una rampa con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la rampa y una longitud, medida en su eje, de 1,50 m como mínimo.

- Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la rampa no se reducirá a lo largo de la meseta. La zona delimitada por dicha anchura estará libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI.

- Pasamanos: Las rampas que salven una diferencia de altura de más de 550 mm y cuya pendiente sea mayor o igual que el 6 %, dispondrán de un pasamanos continuo al menos en un lado.

- Las rampas que pertenezcan a un itinerario accesible, cuya pendiente sea mayor o igual que el 6 % y salven una diferencia de altura de más de 18,5 cm, dispondrán de pasamanos continuo en todo su recorrido, incluido mesetas, en ambos lados. Asimismo, los bordes libres contarán con un zócalo o elemento de protección lateral de 10 cm de altura, como mínimo. Cuando la longitud del tramo exceda de 3 m, el pasamanos se prolongará horizontalmente al menos 30 cm en los extremos, en ambos lados.

- El pasamanos estará a una altura comprendida entre 90 y 110 cm. Las rampas situadas en escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria, así como las que pertenecen a un itinerario accesible, dispondrán de otro pasamanos a una altura comprendida entre 65 y 75 cm.

- El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 4 cm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

MEJORA LOGRADA

- La inclusión de una rampa o de un salvaescaleras exterior en un edificio antiguo eleva su valor de mercado, al dotarlo de un servicio que resulta totalmente necesario, al tiempo que se cumple con la actual normativa europea de accesibilidad universal.
- Los detrimentos que se produjeran en las superficies útiles de portales, rellanos, locales comerciales etc. siempre compensarán por la funcionalidad y accesibilidad lograda.
- Se consigue un mejor acceso y mayor funcionalidad en el edificio.

FICHAS RELACIONADAS

RF 1.2. Mejorar la accesibilidad a un edificio con instalación de una rampa interior.

RF 1.3. Mejorar la accesibilidad a un edificio con instalación de un ascensor

RF 1.2.

Instalación de una rampa interior

Mejorar la accesibilidad de un edificio con la instalación de una rampa interior



Edificio de uso público en el que se crea una rampa interior para personas discapacitadas.

CTE - DB SUA 9: Accesibilidad

UNE EN 81 - 40:2009 - Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Ascensores especiales para el transporte de personas y cargas. Parte 40: Salvaescaleras y plataformas elevadoras inclinadas para el uso por personas con movilidad reducida

Ley 8/2013, de Rehabilitación y Regeneración urbanas (BOE num. 153 de 27.06.2013. Título I “Informe de Evaluación de Edificios”

ISO 9386 - 1:2000 Power-operated lifting platforms for persons with impaired mobility. Rules for safety, dimensions and functional operation. Part 1: Vertical lifting platforms

ÁMBITO

Edificios antiguos que sólo poseen escaleras para salvar un desnivel interior, ya sea para acceder desde el portal de entrada al plano del ascensor o a otros puntos del edificio y que se desea resolver la accesibilidad con una rampa accesible o un salvaescaleras interior.



Un salvaescaleras permite acceder desde el portal al resto del edificio.

El Informe de Evaluación de Edificios (IEE) es de obligado cumplimiento para los propietarios de inmuebles ubicados en edificios de tipología residencial de vivienda colectiva que tenga una antigüedad superior a los 50 años. También están obligados a realizar el IEE los propietarios de cualquier edificio, con independencia de su antigüedad, cuando pretendan solicitar ayudas públicas para realizar obras de conservación, de accesibilidad universal o eficiencia energética.

El IEE debe identificar el bien inmueble, con expresión de su referencia catastral y contener, de manera detallada:

- La evaluación del estado de conservación del edificio.
- La evaluación de las condiciones básicas de accesibilidad universal y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización del edificio.
- La certificación de la eficiencia energética del edificio.

MEJORA BUSCADA

Se busca instalar en edificios existentes una rampa accesible o un salvaescaleras interior, que permita el acceso universal e independiente para todo tipo de personas, también personas discapacitadas. Las características de las rampas –longitudes de tramos, descansillos, anchura, pendiente máxima, altura y disposición de barandillas etc.– se determinarán en cada caso en función del grado de accesibilidad establecido por la normativa.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA PARA RAMPAS

La primera dificultad es de carácter arquitectónico: elegir una ubicación que permita la creación de una rampa accesible, cuyo diseño se adapte a las condiciones reglamentarias de recorridos, pendientes y ancho de cada tramo. Cuando la solución de la rampa resulte inviable se podría optar por la solución del salvaescaleras que no precisa tanto espacio. Se transcriben a continuación las condiciones reglamentarias que deben cumplir las rampas interiores:



Modelo de salvaescaleras para acceso con trayectoria paralela a la escalera.

Documento Básico “SUA Seguridad de utilización y accesibilidad” - Resumen de condiciones de diseño

DB SUA 1. Resbaladicidad de suelos (Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos)
Para zonas interiores secas se deben utilizar pavimentos con Clase 1 cuando se trate de rampas con pendiente menor que el 6 %, y con Clase 2 cuando se trate de rampas con pendiente igual o mayor que el 6 %.

Para zonas interiores húmedas (tales como entradas a los edificios desde el espacio exterior) se deben utilizar pavimentos con Clase 2 cuando se trate de rampas con pendiente menor que el 6 %, y con Clase 3 cuando se trate de rampas con pendiente igual o mayor que el 6 %.

DB SUA 3.1. Protección de los desniveles

En zonas de uso público de los establecimientos de uso Comercial o de uso Pública Concurrencia las barreras de protección de las rampas se diseñarán de forma que:

- a) No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual:
 - En la altura comprendida entre 30 cm y 50 cm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera no existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales con más de 5 cm de saliente.
 - En la altura comprendida entre 50 cm y 80 cm sobre el nivel del suelo no existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo.
- b) No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 5 cm.



Modelo de salvaescaleras que aprovecha el pasamanos.

DB SUA 4.3. Rampas (itinerarios cuya pendiente exceda del 4 %)

- Pendiente: Las rampas accesibles tendrán una pendiente que como máximo será del 10 % cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8 % cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6 % en el resto de los casos. Si la rampa es curva, la pendiente longitudinal máxima se medirá en el lado más desfavorable.

La longitud de los tramos de las rampas debe medirse en proyección horizontal.

- La pendiente transversal de las rampas que pertenezcan a itinerarios accesibles será del 2 %, como máximo.

- Tramos: Cuando la rampa pertenezca a itinerarios accesibles, la longitud del tramo será de 9 m, como máximo. La anchura útil se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB SI y será, como mínimo, la indicada para escaleras en la tabla 4.1.

- Si la rampa pertenece a un itinerario accesible los tramos serán rectos o con un radio de curvatura de al menos 30 m y de una anchura de 1,20 m, como mínimo. Asimismo, dispondrán de una superficie horizontal al principio y al final del tramo con una longitud de 1,20 m en la dirección de la rampa, como mínimo.

- Mesetas: Las mesetas dispuestas entre los tramos de una rampa con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la rampa y una longitud, medida en su eje, de 1,50 m como mínimo.

- Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la rampa no se reducirá a lo largo de la meseta. La zona delimitada por dicha anchura estará libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI.

- Pasamanos: Las rampas que salven una diferencia de altura de más de 550 mm y cuya pendiente sea mayor o igual que el 6 %, dispondrán de un pasamanos continuo al menos en un lado.

- Las rampas que pertenezcan a un itinerario accesible, cuya pendiente sea mayor o igual que el 6 % y salven una diferencia de altura de más de 18,5 cm, dispondrán de pasamanos continuo en todo su recorrido, incluido mesetas, en ambos lados. Asimismo, los bordes libres contarán con un zócalo o elemento de protección lateral de 10 cm de altura, como mínimo. Cuando la longitud del tramo exceda de 3 m, el pasamanos se prolongará horizontalmente al menos 30 cm en los extremos, en ambos lados.

- El pasamanos estará a una altura comprendida entre 90 y 110 cm. Las rampas situadas en escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria, así como las que pertenecen a un itinerario accesible, dispondrán de otro pasamanos a una altura comprendida entre 65 y 75 cm.

- El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 4 cm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

MEJORA LOGRADA

- La inclusión de una rampa o de un salvaescaleras interior en un edificio antiguo eleva su valor de mercado, al dotarlo de un servicio que hoy en día resulta totalmente necesario, dando cumplimiento a la actual normativa europea de accesibilidad universal.
- Los detrimentos que hubiera que efectuar en las superficies útiles de portales, rellanos, locales comerciales etc. siempre compensarán por la funcionalidad y accesibilidad lograda.
- Se logra un mejor acceso y mayor funcionalidad en el edificio.

FICHAS RELACIONADAS

RF 1.1. Mejorar la accesibilidad a un edificio con instalación de una rampa exterior.

RF 1.3. Mejorar la accesibilidad a un edificio con instalación de un ascensor.

RF 1.3.

Instalación de un aparato elevador

Mejorar la accesibilidad de un edificio con la instalación de un ascensor

CTE - DB SUA 9: Accesibilidad

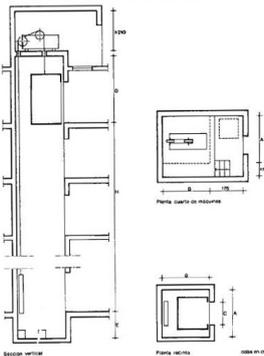
UNE EN 81 - 40:2009 Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Ascensores especiales para el transporte de personas y cargas. Parte 40: Salvaescaleras y plataformas elevadoras inclinadas para el uso por personas con movilidad reducida

Ley 8/2013, de Rehabilitación y Regeneración urbanas (BOE num. 153 de 27.06.2013. Título I "Informe de Evaluación de Edificios"

ISO 9386 - 1:2000 Power-operated Lifting Platforms for Persons with Impaired Mobility. Rules for Safety, Dimensions and Functional Operation. Part 1: Vertical Lifting Platforms

Equipos ascensores	Dimensiones del recinto y cuarto de máquinas en cm					Cargas* kg
	A	B	C	D	E	
ITA-1	180	190	80	200	130	4.500
ITA-2	180	190	80	200	130	4.500
ITA-3	180	210	80	250	130	7.000
ITA-4	180	210	80	430	130	7.000
ITA-5	250	210	110	430	150	13.000
ITA-6	250	210	110	330	250	13.000
ITA-7	250	250	110	330	250	18.000
ITA-8	250	250	110	550	300	18.000
ITA-9	250	310	130	330	130	20.000
ITA-10	250	310	130	430	130	20.000
ITA-11	250	310	130	330	250	20.000

* Incluye las cargas suspendidas, peso del equipo y sobrecargas dinámicas.



Dimensiones de recinto y cuarto de máquinas en cm (NTE ITA) para ascensores eléctricos con cuarto de máquinas arriba.

ÁMBITO

Edificios antiguos de varias plantas que sólo poseen escaleras para la comunicación vertical desde la cota de acceso con el resto de las plantas y que se desean reformar para poder incluir un ascensor.

El Informe de Evaluación de Edificios (IEE) es de obligado cumplimiento para los propietarios de inmuebles ubicados en edificios de tipología residencial de vivienda colectiva que tenga una antigüedad superior a los 50 años. También están obligados a realizar el IEE los propietarios de cualquier edificio, con independencia de su antigüedad, cuando pretendan solicitar ayudas públicas para realizar obras de conservación, de accesibilidad universal o eficiencia energética.

El IEE debe identificar el bien inmueble, con expresión de su referencia catastral y contener, de manera detallada:

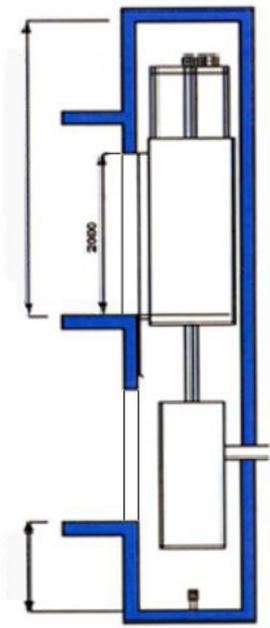
- La evaluación del estado de conservación del edificio.
- La evaluación de las condiciones básicas de accesibilidad universal y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización del edificio.
- La certificación de la eficiencia energética del edificio.

MEJORA BUSCADA

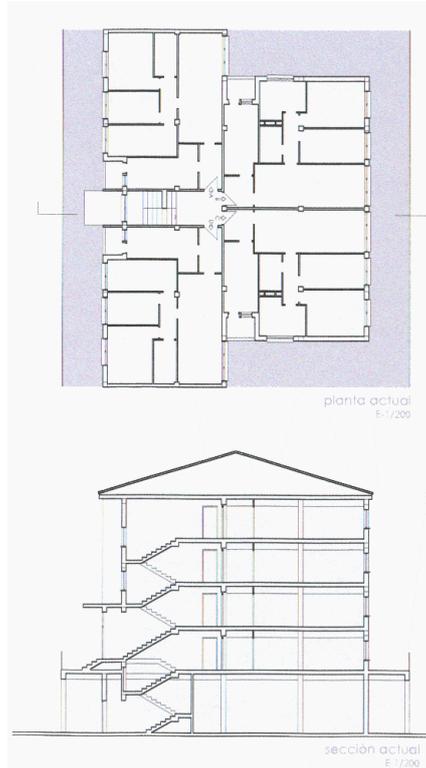
Se busca instalar en edificios existentes algún dispositivo tecnológico de elevación de personas con seguridad e independencia, de modo que se alcancen los estándares de accesibilidad universal actuales. Las características de los ascensores –dimensiones de vestíbulos previos, tipos y dimensiones de puertas de acceso, dimensiones de cabinas etc.– se determinarán en cada caso en función del grado de accesibilidad establecido por la normativa.



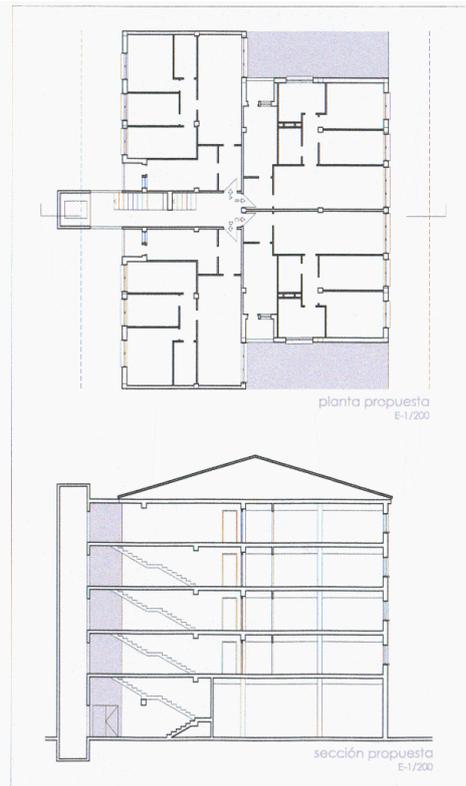
Ascensor sin cuarto de máquinas: el motor está dentro del recinto y los controles eléctricos y de maniobra están en el último rellano.



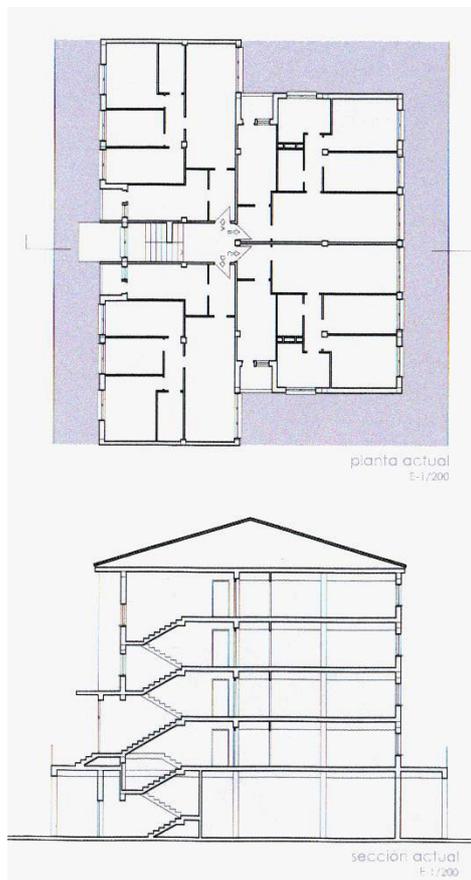
Ascensor sin cuarto de máquinas: persiste la obligación de refugios y espacios libres indicados en el punto 2.2 del anexo I de la directiva.



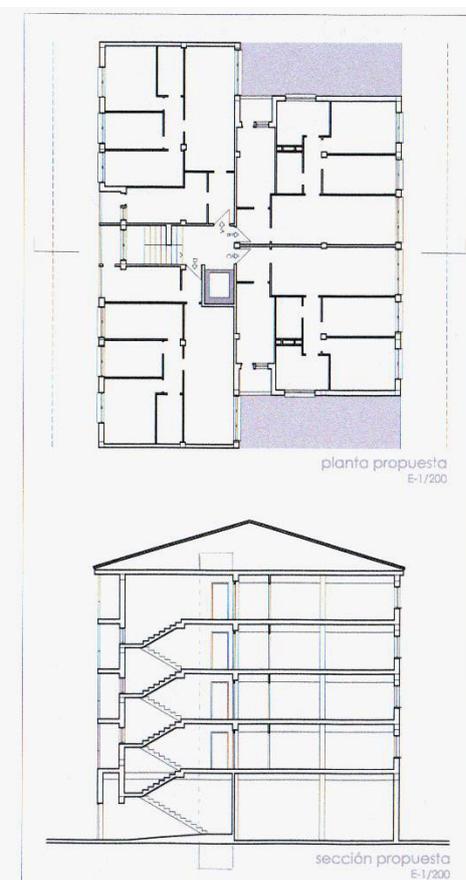
Planta y sección de vivienda actual.



Propuesta de ascensor exterior.



Planta y sección de vivienda actual.



Propuesta de ascensor interior.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

La primera dificultad a resolver es de carácter arquitectónico: encontrar una ubicación que permita la creación de un recinto (hueco para el movimiento vertical del ascensor) que comunique con facilidad la entrada del edificio con los rellanos o distribuidores de las demás plantas.

Las dimensiones interiores del recinto en planta para ascensores eléctricos sin cuarto de máquinas se expresan en la siguiente tabla:

Decreto 74/2013 por el que se modifica el Decreto 35/2000 del Reglamento de desarrollo y ejecución de la Ley de accesibilidad y supresión de barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia (DOG núm. 96) - Tabla resumen de dimensiones.

Tipo de ascensor: personas	Carga [kN/m ³]	Accesibilidad	Ancho de la cabina [cm]	Fondo de la cabina [cm]	Ancho del recinto [cm] (*)	Fondo del recinto [cm] (*)
4	320	Ordinaria	80	110	145	150
6	450	Ascensor practicable	100	125	165	170
8	630	Ascensor adaptado UNE EN 81-70:2004	110	140	175	180

(*) Dimensiones orientativas que pueden variar según marcas, modelos y mayor o menor compacidad.

Los actuales ascensores no precisan de cuarto de máquinas, pues el motor eléctrico altamente eficiente es tan pequeño que cabe dentro del recinto. Sólo restaría saber si la conformación del edificio permite resolver la preceptiva eliminación del riesgo de aplastamiento durante la puesta a prueba y mantenimiento del ascensor, que de modo ordinario se consigue con la prolongación del recinto por debajo de la planta de acceso (el foso de 120 cm de profundidad) y con un espacio libre por encima de la cabina de 340 cm de altura por encima de la cota de la última planta.

La normativa europea contempla algunas excepcionalidades para edificios existentes en los que fuera imposible la creación de esos espacios libres o refugios.

Para estos casos el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio comenta el Punto 2.2 del anexo I de la Directiva 96/16/CE, sobre ascensores, diciendo que “la imposibilidad absoluta de crear un espacio libre o refugio es difícil que se produzca alguna vez y por lo tanto se debe interpretar tal imposibilidad como materialmente imposible, o lo que es lo mismo: que no haya que emplear medios desproporcionados para hacerlo”. En consecuencia el ministerio aconseja:

“2. Caso de un edificio existente.

Como norma general y sistemática se dispondrán los refugios o espacios libres que indica el punto 2.2 del anexo I de la directiva. Ahora bien, si el titular de la instalación, una vez estudiadas todas las posibilidades para cumplir lo anterior, llegase a la conclusión de que no se puede, materialmente, adoptar esa solución, deberá solicitar del órgano competente de la Comunidad Autónoma que reconozca, previamente, tal situación. Si así fuera, el instalador deberá a proceder a justificar la medida alternativa que introduzca en su diseño, incluyéndola en el expediente técnico de fabricación, de la misma forma que el resto de requisitos esenciales. Esta medida no debe ser objeto de aprobación por la Comunidad Autónoma, sino que corresponde únicamente a la responsabilidad del instalador, aplicando en su caso, si lo desea, una de las soluciones que pueda contemplar la norma armonizada”.

La Consellería de Innovación e Industria (Xunta de Galicia) hace suyo el comentario del Ministerio y establece que “...entendemos que la excepción de la disposición de hueco refugio, hecha en el tercer párrafo del apartado 2.2. del Anexo I, se deberá aplicar a los casos en que expresamente se declaren como excepcionales. Así mismo para realizar dicha declaración no se deberían considerar como casos excepcionales el de los edificios nuevos, o aquel en el que fuera razonablemente posible prever los refugios ordinarios”.

EJEMPLOS DE EXCEPCIONALIDAD

A título de ejemplo de excepcionalidad para reducir drásticamente la profundidad del foso se podría incluir casos en los que:

- el foso coincide sobre la rampa del garaje subterráneo y su ejecución impediría o dificultaría gravemente su utilización.
- el edificio tiene cimentación por losa armada sobre terreno de baja resistencia, con presencia de nivel freático, y la ejecución del foso obligaría a perforar la losa, que además de ser una actuación desproporcionada, pondría en riesgo la protección contra el agua.

Otro ejemplo de excepcionalidad para reducir de 360 a 310 cm la altura del refugio superior, podría ser que:

- el edificio está catalogado y el recinto reglamentado sobresaldría por encima del plano de la cubierta, contraviniendo las ordenanzas.
- el refugio superior afecta gravemente a una vivienda, por ejemplo, imposibilitando su acceso.

En todo caso, la excepcionalidad deberá ser sancionada con carácter previo por la comunidad autónoma.

MEJORA LOGRADA

- La inclusión de un ascensor en un edificio antiguo eleva su valor de mercado, al dotarlo de un servicio que resulta totalmente necesario, al tiempo que se cumple con la actual normativa europea de accesibilidad universal.
- Los detrimentos que hubiera que efectuar en las superficies útiles de portales, rellanos, locales comerciales e incluso viviendas, siempre compensarán por la funcionalidad y accesibilidad lograda.
- Se logra un nuevo acceso y mayor funcionalidad en el edificio.

FICHAS RELACIONADAS

RE 2.2. Abrir un hueco en un muro de mampostería visto con pasamuro de COR-TEN.

RI 5.6. Ascensores de alta eficiencia.



REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL

RE 2.1.

Rehabilitación de muros de mampostería

Abrir un hueco de paso con dintel metálico en un muro de mampostería revestido

CTE - DB SE-AE: Acciones en la edificación

CTE - DB SE-A: Seguridad estructural - acero

CTE - DB SE-F: Seguridad estructural - fábricas

ÁMBITO



Muros tradicionales de mampostería de más de 60 cm de espesor, compuesto por dos hojas concertadas con piezas irregulares de esquisto u otro tipo de piedra, tomadas con barro o un mortero pobre y un relleno incoherente en el núcleo central. El hueco que se pretende realizar en el muro no sobrepasa los dos metros de anchura. El muro quedará revestido o trasdosado una vez ejecutado el hueco.

MEJORA BUSCADA

Crear un nuevo acceso desde el exterior, o la comunicación entre dos espacios interiores, para dotar al edificio de mayor seguridad y accesibilidad.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA



Por encima de la línea del dintel del hueco, se realiza por una de las caras del muro, un cajeadado que sobrepase 20 cm el plano de las jambas, con la profundidad y altura precisas. A continuación se asienta uno de los cargaderos de acero laminado dimensionado según cálculo (p.e. IPE-180). A continuación se retaca con hormigón en masa hasta completar la caja abierta y se deja que fragüe. Terminada esta operación, se procede a realizar otro tanto en la cara opuesta. Asentados y fraguados ambos cargaderos, se puede proceder a desmontar la mampostería, previo corte con sierra de disco en la línea de las jambas. Para completar el trabajo se soldarán presillas en las alas inferiores de los cargaderos metálicos para afianzarlos.

Espesor muro: E Luz del hueco (m)	Peso específico de fábrica [kN/m ³]	Peso del arco de descarga (E/2) kN	Momento flector máximo [m. kN]	Módulo resistente mínimo: W _x [cm ³]	Perfil de cargadero a insertar en cada lado (*)
1,00	28,0	3,64	0,91	0,45	IPE-80
1,40	28,0	5,04	1,76	0,96	IPE-80
1,80	28,0	6,44	2,89	1,57	IPE-80
2,00	28,0	7,28	3,64	1,98	IPE-100

(*) Sólo el peso propio de la fábrica, sin otras cargas puntuales o continuas.

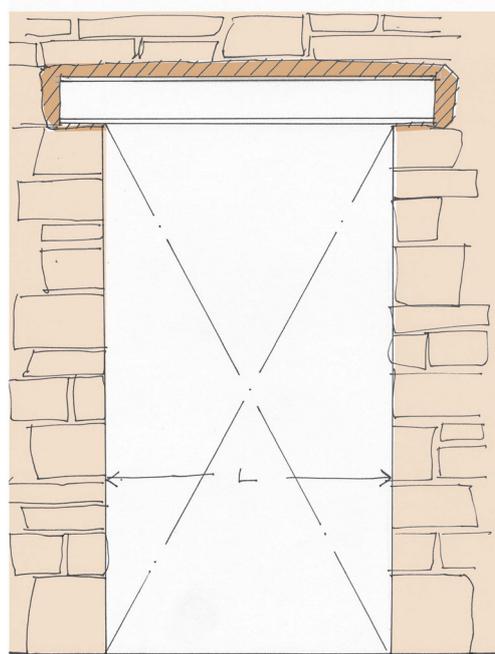
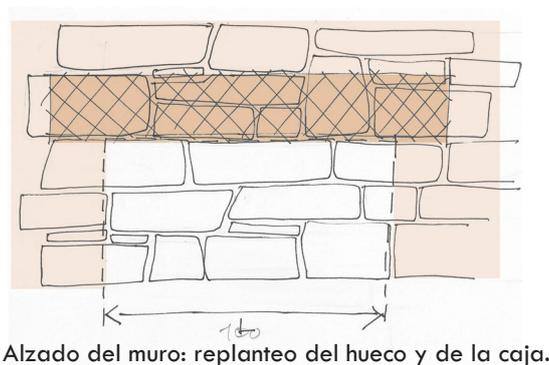
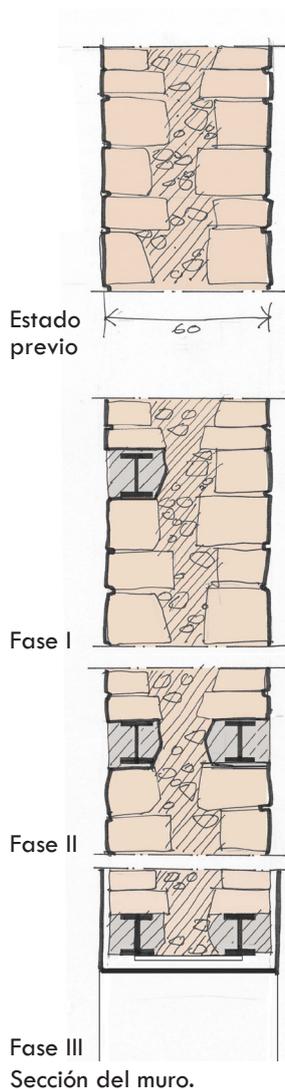
MEJORA LOGRADA

- El peso del arco de descarga de la fábrica que se crea por encima del hueco, se transfiere a través de los dos cargaderos a las jambas.
- Las cargas que venía soportando el muro son redistribuidas por éste.
- Se logra un nuevo acceso y mayor funcionalidad en el edificio.

FICHAS RELACIONADAS

RE 2.2. Abrir un hueco en un muro de mampostería visto con pasamuro de COR-TEN.

RE 2.4. Consolidar un muro de mampostería de piedra o ladrillo.



Abrir un hueco en un muro de mampostería visto con pasamuro de COR-TEN

CTE - DB SE-AE: Acciones en la edificación

CTE - DB SE-A: Seguridad estructural - acero

CTE - DB SE-F: Seguridad estructural - fábricas

ÁMBITO

Muros tradicionales de mampostería de más de 60 cm de espesor, compuesto por dos hojas concertadas con piezas irregulares de esquisto u otro tipo de piedra, tomadas con barro o un mortero pobre y un relleno incoherente en el núcleo central. El hueco que se pretende realizar en el muro no sobrepasa los dos metros de anchura. El muro quedará visto una vez ejecutado el hueco y se remata el hueco con un pasamuros de acero COR-TEN.

MEJORA BUSCADA

Crear un nuevo acceso desde el exterior, o la comunicación entre dos espacios interiores, para dotar al edificio de mayor seguridad y accesibilidad.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Por encima de la línea del dintel del hueco, se desmonta la fábrica de mampostería por ambas caras hasta que se cree el arco de descarga, de tal forma que su cuerda sobrepase 20 cm el plano de las jambas. A continuación se desmonta de arriba abajo el resto de la fábrica, dejando un hueco cuya amplitud sea al menos 20 cm mayor que el ancho del hueco deseado. Se prepara el umbral del pasamuros rasanteándolo a 10 mm por debajo del nivel del pavimento terminado.

Seguidamente se presenta y asienta el pasamuros metálico, realizado con chapa de acero COR-TEN de 10 mm de espesor, con las dimensiones de anchura, altura y profundidad requeridas. A continuación se retaca con piezas de la mampostería desmontada, de forma que siga el aparejo inicial hasta completar el espacio entre el muro y el trasdós del pasamuros. El pliegue vertical del dintel del pasamuros asegura la indeformabilidad tras entrar en carga. Para completar se da al rejuntado de la fábrica repuesta un tratamiento similar al del resto del muro.

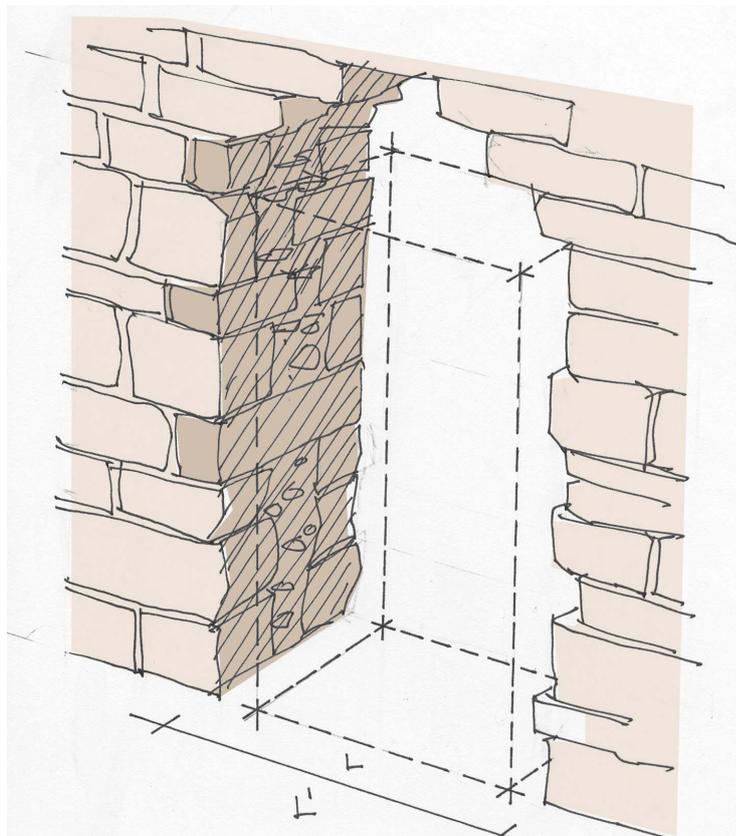
MEJORA LOGRADA

- El peso del arco de descarga de la fábrica creada por encima del hueco, se transfiere a través del dintel a las jambas y ésta al umbral.
- El hueco abierto en el muro queda cicatrizado con un elemento actual que deja leer la novedad de la intervención y que es fácilmente retirable.
- Se logra un nuevo acceso y mayor funcionalidad en el edificio.

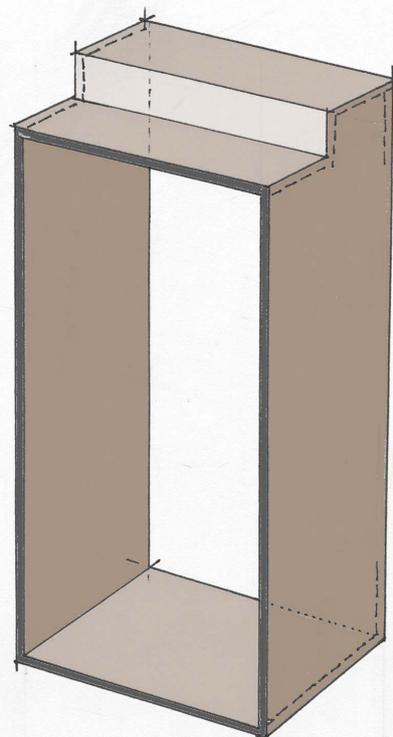
FICHAS RELACIONADAS

RE 2.2. Abrir un hueco en un muro de mampostería visto con pasamuro de COR-TEN.

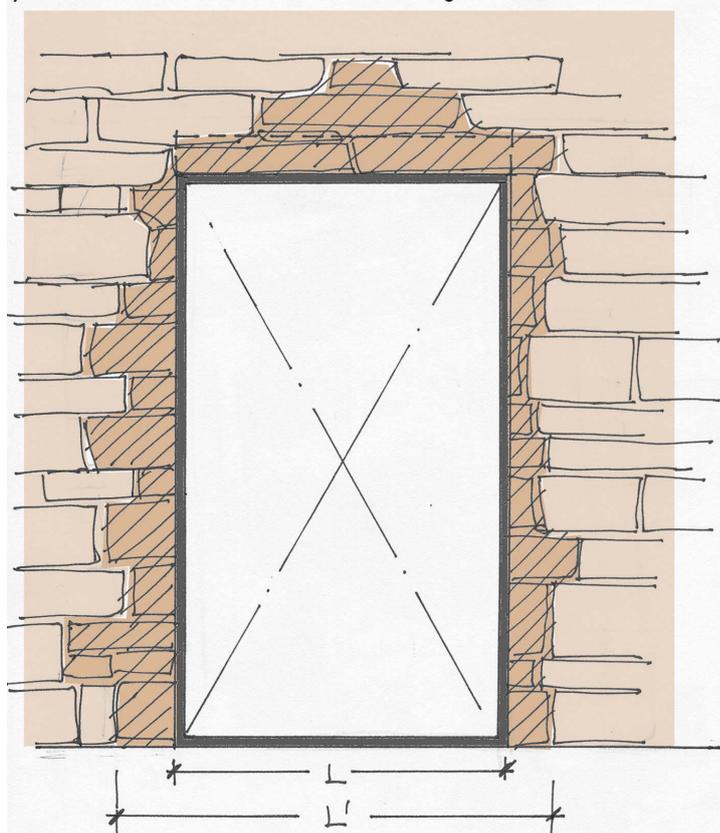
RE 2.4. Consolidar un muro de mampostería de piedra o ladrillo.



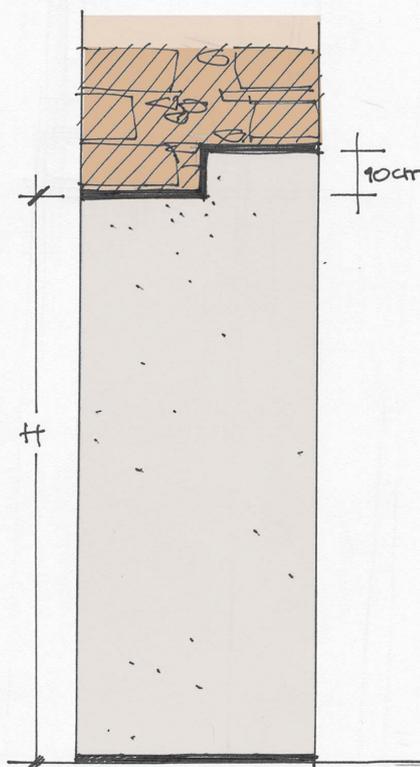
Fase inicial: Desmontar la fábrica para formar un hueco de mayores dimensiones con su arco de descarga.



Pasamuros: Chapa de acero COR-TEN 10 mm.



Fase Final: Se coloca el pasamuros metálico y se completa la fábrica en jambas y dintel.



Abrir un hueco de paso con recercado de cantería en un muro de mampostería

CTE - DB SE-AE: Acciones en la edificación

CTE - DB SE-A: Seguridad estructural - acero

CTE - DB SE-F: Seguridad estructural - fábricas

ÁMBITO



Muros tradicionales de mampostería de más de 60 cm de espesor, compuesto por dos hojas concertadas con piezas irregulares de esquisto u otro tipo de piedra, tomadas con barro o un mortero pobre y un relleno incoherente en el núcleo central. El hueco que se pretende realizar en el muro tiene una anchura inferior a 180 cm. El hueco quedará rematado con un recercado de cantería, compuesto por jambas y dintel, con un frente F de unos 30 cm y un rebaje R que permita encajar una puerta si fuera preciso, pudiendo quedar el muro con su mampostería vista o revestida.

MEJORA BUSCADA

Crear un nuevo acceso desde el exterior, o la comunicación entre dos espacios interiores, para dotar al edificio de mayor seguridad y accesibilidad.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA



Por encima de la línea del dintel del hueco, se desmonta la fábrica de mampostería por ambas caras hasta que se cree el arco de descarga, de tal forma que su cuerda sobrepase 20 cm la espalda del recercado. A continuación se desmonta de arriba abajo el resto de la fábrica, dejando un hueco cuya amplitud sea al menos 50 cm mayor que el ancho del hueco deseado. Se prepara el umbral del pasamuros rasanteándolo a 10 mm por debajo del nivel del pavimento terminado.

Seguidamente se labran las piezas de las jambas, se presentan y asientan, con las dimensiones de anchura, altura y profundidad requeridas. A continuación se presenta y asienta la pieza de dintel, ajustando con pequeñas cuñas la correcta colocación. Finalizada esta delicada operación, se retaca la fábrica inicial con piezas de la mampostería desmontada, de forma que siga el aparejo inicial hasta completar el espacio entre el muro y el trasdós del recercado.

MEJORA LOGRADA

- El peso del arco de descarga de la fábrica que se crea por encima del hueco, se transfiere a través de los dos cargaderos a las jambas.
- Las cargas que venía soportando el muro son redistribuidas por éste.
- Se logra un nuevo acceso y mayor funcionalidad en el edificio.



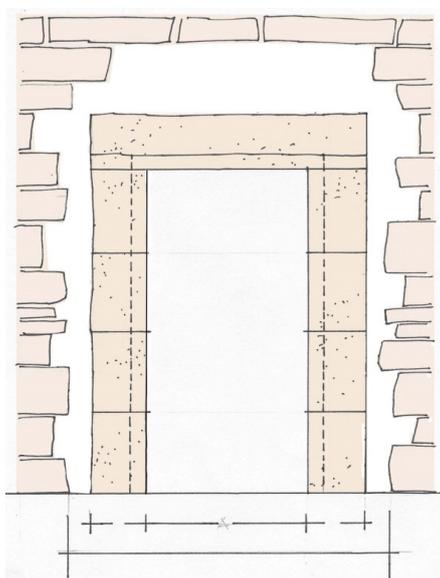


Sólido capaz	Ancho [cm]	Fondo [cm]	Alto [cm]
Hueco final	$A < 180$	>60	H
Recercado de cantería	$30 + A + 30$	>60	$H + 30$
Hueco a realizar	$50 + A + 50$	>60	$H + 50$

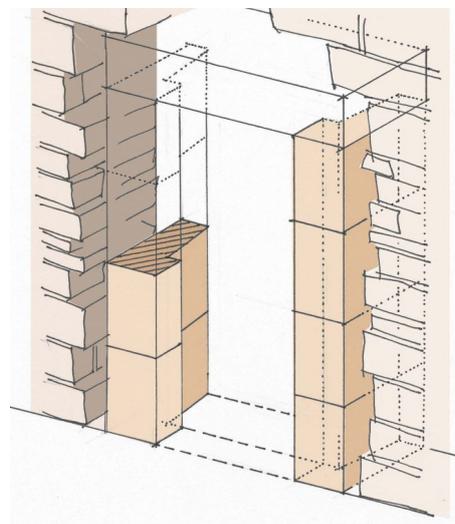
FICHAS RELACIONADAS

RE 2.2. Abrir un hueco en un muro de mampostería visto con pasamuro de COR-TEN.

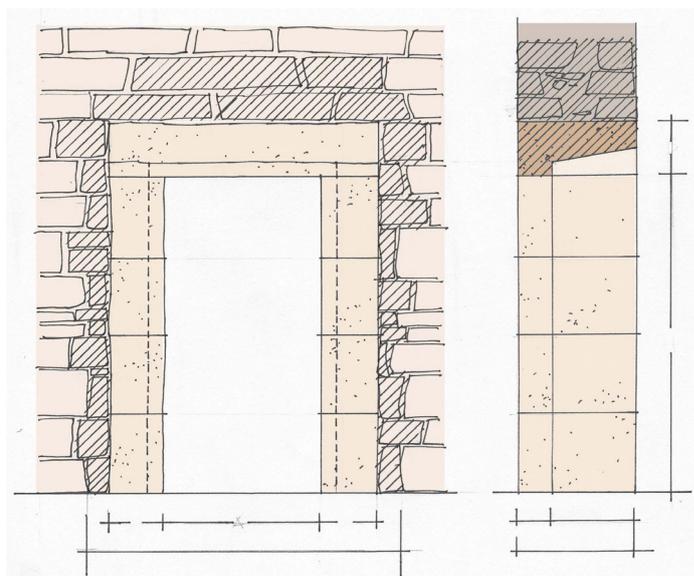
RE 2.4 Consolidar un muro de mampostería de piedra o ladrillo.



Alzado del hueco: replanteo del hueco y de la caja.



Sección del muro.



Alzado del hueco con cercado de cantería.

Sección vertical del hueco.

Consolidar un muro de mampostería de piedra o ladrillo

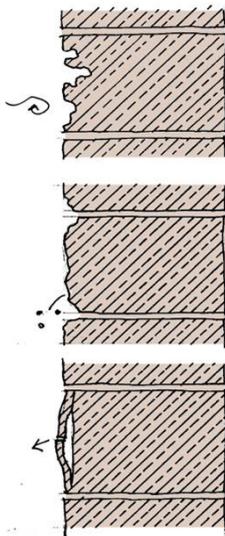
CTE - DB SE-AE: Acciones en la edificación

CTE - DB SE-A: Seguridad estructural - acero

CTE - DB SE-F: Seguridad estructural - fábricas

ÁMBITO

Muros tradicionales de mampostería que presentan problemas por envejecimiento estructural, principalmente por desagregación de sus morteros, por arenización de sus elementos, por deformaciones en forma de abombamientos, o pequeños agrietamientos, habitualmente en las juntas. Los muros pueden ser de piedra de más de 60 cm de espesor, compuesto por dos hojas concertadas con piezas irregulares de esquisto u otro tipo de piedra, tomadas con barro o un mortero pobre y un relleno incoherente en el núcleo central. O bien de ladrillo de más de un pie de espesor, con su fábrica trabada en todo su espesor, o bien de dos hojas enlazadas puntualmente en forma de muro capuchino. Las piezas de cerámica cocida tienen una resistencia a compresión mayor de 1kp/mm².



Deterioro de materiales porosos (pétreos o cerámicos)	
Meteorización:	Conjunto de los proceso físico –químicos y biológicos que conllevan la desagregación mecánica y la descomposición química– a largo plazo de materiales porosos expuestos a la intemperie.
Alveolización	Erosión en forma alveolar de rocas granudas y porosas (tobas, areniscas etc).
Arenización	Meteorización caracterizada por la pérdida "grano a grano" o desagregación de una roca, ladrillo o mortero.
Descamación	Levantamiento y separación de escamas paralelas a la superficie de una roca o un ladrillo, por cambios de temperatura, humedad, acción del hielo, depósito de sales etc.
Desplacación	Exfoliación y separación de placas de varios milímetros de espesor en la superficie expuesta de una roca o un ladrillo.

MEJORA BUSCADA

Volver a dar al muro tradicional la cohesión interna deseada, eliminar aquellas partes desprendidas por arenización de sus elementos o del mortero, por desplazamientos el exterior etc. así como reintegrar las piezas dañadas y rejuntar sus llagas, bien para quedar visto o para consolidar su superficie como soporte del revestimiento.



Sección de un muro de mampostería ordinaria de piedra con dos hojas careadas y núcleo incoherente de barro y cascajo.

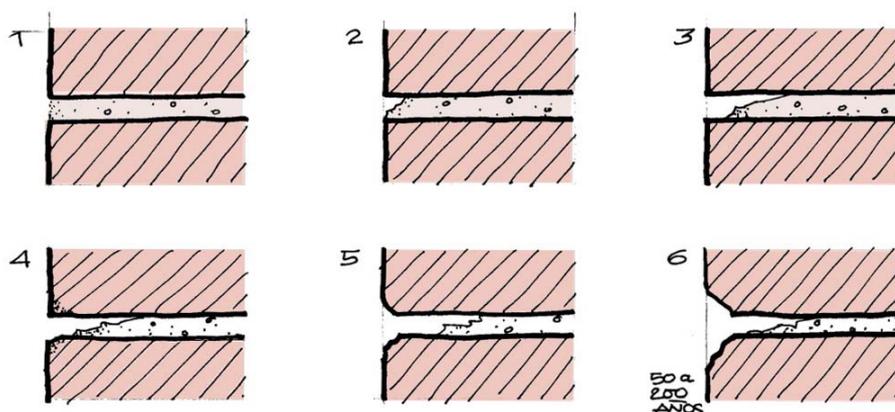
SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

En primer lugar se debe realizar la consolidación estructural, recuperando la verticalidad de los paramentos interior y exterior del muro. A continuación se eliminan las partes desprendidas o desagregadas tanto de elementos de la fábrica como de sus morteros de junta. Se cepilla suavemente la superficie y se lava procurando no humedecer en exceso la fábrica. Se reponen las piezas necesarias y se rejunta de nuevo la fábrica y a continuación se impregna la fábrica con alguno de las imprimaciones consolidantes existentes en el mercado, escogiendo aquella que sea más acorde en cada caso.

Es desaconsejable el empleo de agua a presión en la limpieza de las fábricas, pues la fuerza del dardo de agua desprende los morteros de baja resistencia –pero aún útiles– y tiende a descomponer los rellenos de ripias y barro del interior de muros de mampostería, dejando sueltas las hojas exteriores. Son muchos los muros de mampostería que, tras un lavado intenso con agua a presión, se abomban por descohesión interna de sus capas.

En los muros de ladrillo visto, el lavado con agua a presión favorece la introducción de las sales solubles presentes en la cara externa, hacia posiciones interiores más dañinas. Cuando, tras episodios de lluvia, estas sales tratan de emigrar hacia el exterior disueltas en el agua, volverán a aparecer cripto-eflorescencias o directamente eflorescencias blanquecinas al exterior: unas a pocos milímetros de profundidad y otras en superficie, rompiendo los poros del material y generando arenización, descamación o desplazación, en función del material, de su tamaño de poros, de la presencia de sales solubles etc.

En el caso de fábricas antiguas de ladrillo visto, se recomienda la utilización en el rejuntado de morteros de cal, que tienen menor resistencia mecánica e impermeabilidad que los de cemento, pero por su plasticidad absorben mejor las dilataciones y heladas sin romper las aristas de los ladrillos. Un rejuntado de mortero de cal es fácilmente retirable sin que se dañen los ladrillos, y así es fácil con un mantenimiento ordinario mantener en buen estado los rejuntados.



MEJORA LOGRADA

- El muro recupera su verticalidad y geometría.
- Se asegura la distribución homogénea de las cargas que venía soportando el muro.
- Se logra un mejor acabado exterior del muro, bien manteniendo sin faltas su aspecto originario o bien recubierto con un revestimiento más durable, gracias a la consolidación del soporte.

FICHAS RELACIONADAS

RE 2.2. Abrir un hueco en un muro de mampostería visto con pasamuro de COR-TEN.

RE 2.4. Consolidar un muro de mampostería de piedra o ladrillo.

RE 2.5.

Rehabilitación forjado de madera

Sustituir viga o vigueta de un forjado de madera

CTE - DB SE-M Seguridad estructural - madera

CTE - DB SI Seguridad ante incendios - madera

AMBITO

Forjados unidireccionales de viviendas, provistos de vigas y viguetas de madera y entrevigado de diverso tipo, de luces moderadas (menores de 6 metros) que se sustituye uno de esos elementos estructurales debido a deformación excesiva, inadecuación o incapacidad portante etc.

MEJORA BUSCADA

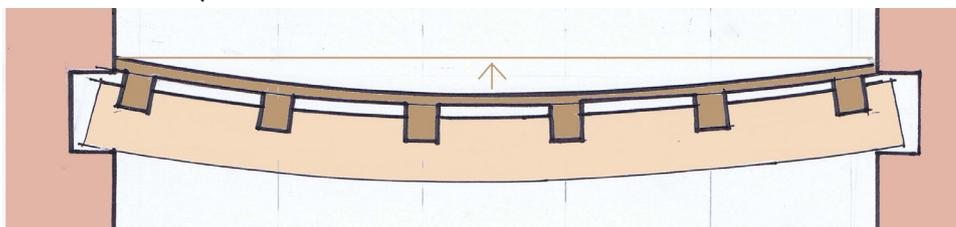
Alcanzar la seguridad estructural del forjado, incrementar su resistencia al fuego, mejorar su apariencia formal y geométrica.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

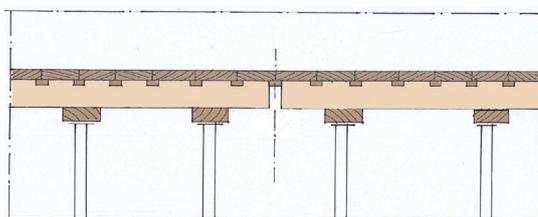
Cuando una viga o vigueta de un forjado de madera, situado en un edificio de viviendas de varios propietarios, ha perdido su capacidad portante por alguna de las causas más comunes (pudrición húmeda, pudrición parda, ataque de xilófagos, merma de sección por incendio etc.) la solución constructiva más adecuada es sustituir dicho elemento.

Las fases de la actuación estructural son las siguientes:

- a) Tras retirar el cielo raso, si lo hubiere, se procede a apeaar el área de forjado afectado por la viga o vigueta dañada a sustituir. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de hacer un apeo con puntales y durmientes que afecten a más de una planta, dependiendo del peso del área considerada.
- b) Antes de la retirada del elemento estructural dañado, será preciso desenclavar el resto de elementos que descansen en él (viguetas, zoquetes, entablados etc.)

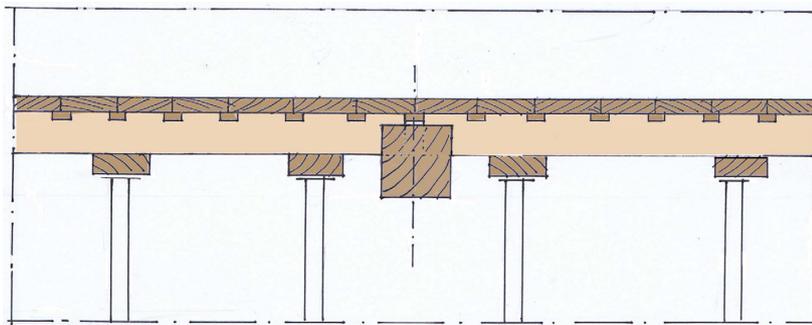


- c) Una vez retirada la viga o vigueta, se procede a eliminar la deformación (descenso generalizado, flecha excesiva etc.) de la zona del forjado afectada.

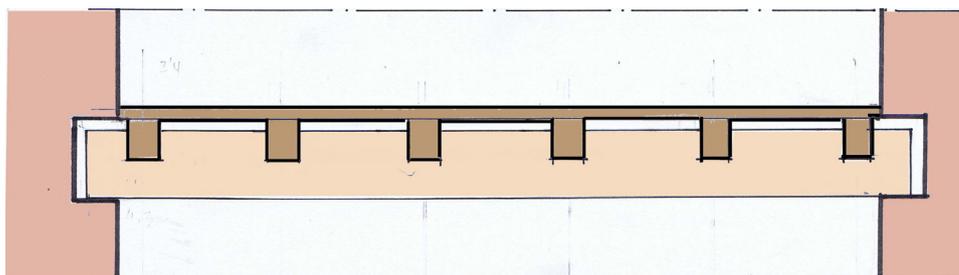


d) Conviene recordar que la deformación se produjo lentamente a lo largo de mucho tiempo y que su eliminación, ayudados de gatos hidráulicos, no debe ser instantánea, y que casi nunca se consigue la planeidad total.

e) A continuación se encaja la nueva viga en los mechinales de los muros o la nueva vigueta en los rebajes de las vigas, que vendrá preparada para soportar el resto de los elementos del forjado existente.



f) Finalizada la fijación de todos los elementos se procede a imprimir la viga o vigueta nueva con la preceptiva protección antixilófagos. Y si el forjado queda a la vista, se completará la actuación con dos manos de tinte y barniz, tipo Lasur.



MEJORA LOGRADA

- Intervención por la cara inferior del forjado, con alguna repercusión en otras viviendas.
- Solución sostenible al no desmontar el forjado existente y reducir la producción de residuos de la construcción.
- Aumenta la rigidez y la capacidad portante de los elementos estructurales del forjado.
- Se aumenta la vida útil en servicio del forjado al impregnar la madera con protección preventiva frente a los agentes bióticos.

FICHAS RELACIONADAS

- RE 2.6. Reparar la cabeza de una viga o vigueta de un forjado de madera.
- RE 2.7. Reforzar viga o vigueta de un forjado de madera.
- RE 2.9. Renovar estructura de faldones de madera.
- RA 3.1. Mejora acústica de pisos con forjados de madera a ruido aéreo y de impacto.

RE 2.6.

Rehabilitación forjado de madera

Reparar la cabeza de viga o vigueta de un forjado de madera

CTE - DB SE-M: Seguridad estructural - madera

CTE - DB SI: Seguridad ante incendios - madera

ÁMBITO

Forjados unidireccionales de viviendas, provistos de vigas y viguetas de madera y entrevigado de diverso tipo, de luces moderadas (menores de 6,00 metros) que se reparan debido a merma de la sección resistente de la escuadría en la cabeza debido a pudrición por humedad, ataques de xilófagos etc.

MEJORA BUSCADA

Alcanzar la seguridad estructural del forjado, al recuperar la resistencia de la cabeza dañada del elemento estructural con un refuerzo o por reintegración.

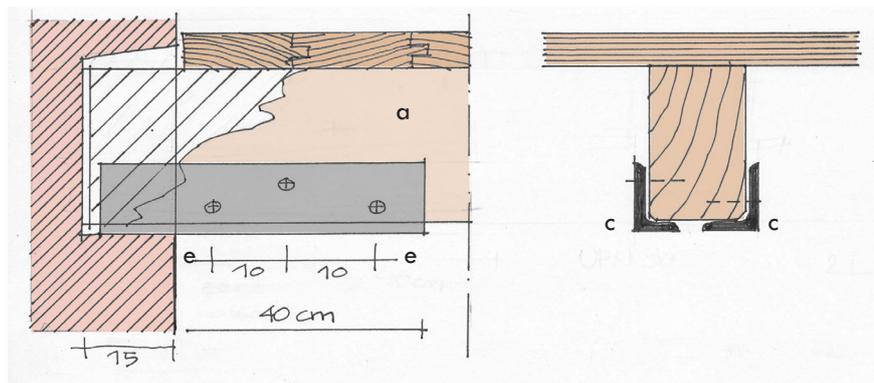
SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Cuando se precisa reparar la cabeza de una viga o vigueta de un forjado en un edificio de viviendas de varios propietarios, la solución constructiva más sencilla es plantear una actuación por la cara inferior del forjado, colocando un refuerzo metálico, consistente en:

- Apear el elemento estructural viga o vigueta a reparar.
- Ampliar a ambos lados la caja de apoyo en la fábrica.
- Preparar unos angulares metálicos L 60.40. con una longitud tal que sobrepase al menos 40 cm la parte de la cabeza a reparar, provistos de taladros dispuestos al trespelillo, distanciados unos 10 cm y protegidos con pintura antioxidante.
- A continuación se encajan y se calzan las dos "L" a ambos lados de la parte inferior de la viga o vigueta, de forma que tengan una entrega de al menos 15 cm en el apoyo de la fábrica.
- Finalmente se aprietan los tornillos en la parte sana del elemento estructural.
- Una vez rematado el refuerzo se puede retirar el apeo para que entre en servicio la viga o vigueta.



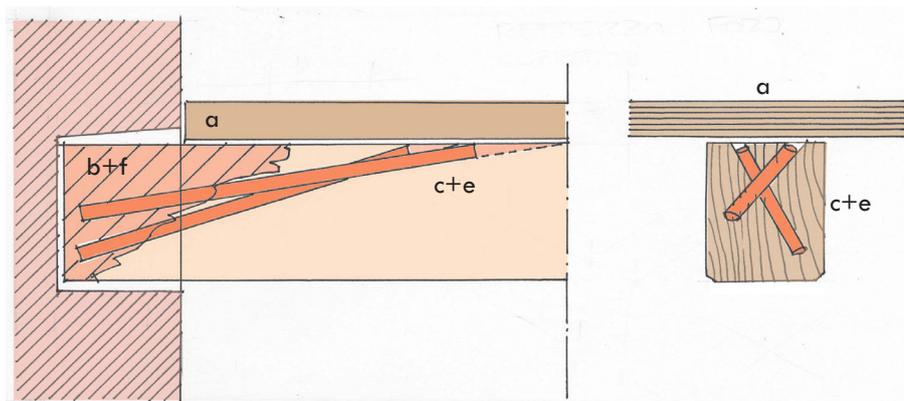
Reparación de cabeza de vigas o viguetas con angulares de acero.



Reparación de cabeza de vigueta con angulares de acero.

Otra posible solución, cuando se precisa mantener el aspecto inferior de la viga o cuando no se puede actuar desde el piso inferior, consiste en restituir la cabeza con un aglomerado de resina y serrín de madera, al que previamente se le ha incluido una prótesis con dos o más tendones, en función de la carga a resistir, consistente en:

- Retirar el pavimento hasta dejar vista la cara superior de las vigas y/o viguetas a reparar.
- Eliminar la parte de la cabeza que está deteriorada, hasta dejar la madera sana.
- Preparar unos tendones de resina de poliéster reforzados con fibra de vidrio, o bien, unos redondos de acero inoxidable, del diámetro y longitud adecuados.
- A continuación, con un taladro mecánico, se hacen unas perforaciones desde la zona sana de la viga, de forma que se crucen adecuadamente hacia la zona de apoyo.
- Una vez limpios los taladros, se rellenan con resina fluida y se introducen los tendones de forma que se solapen sobre la zona de apoyo y no asomen por la cara superior de la viga.
- A continuación se prepara un sencillo molde lateral a ambos lados de la cabeza y se vierte una masa homogeneizada de resina fluida con serrín de madera, hasta restituir la geometría original de la viga.



Reparación de cabeza de vigueta con tendones de resina+fiberglass o de acero inox.

MEJORA LOGRADA

- Intervención por la cara superior del forjado, con mínima repercusión en otras viviendas.
- Solución sostenible al no desmontar el forjado existente y reducir la producción de residuos de la construcción.
- Aumenta la rigidez y la capacidad portante de los elementos estructurales del forjado.

FICHAS RELACIONADAS

RE 2.6. Reparar la cabeza de una viga o vigueta de un forjado de madera

RE 2.7. Reforzar viga o vigueta de un forjado de madera

RA 3.1. Mejora acústica de pisos con forjados de madera a ruido aéreo y de impacto.

RE 2.7.

Rehabilitación forjado de madera

Reforzar viga o vigueta de un forjado de madera

CTE - DB SE-M: Seguridad estructural - madera

CTE - DB SI: Seguridad ante incendios - madera

ÁMBITO

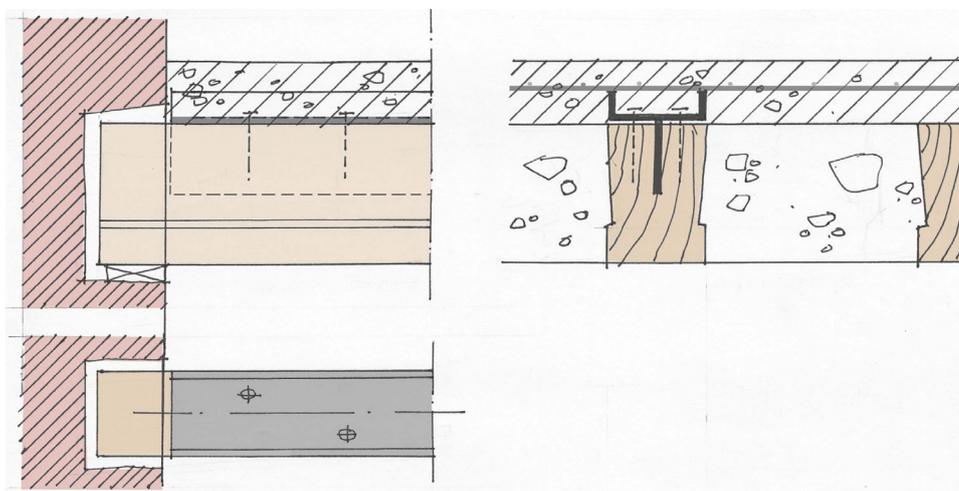
Forjados unidireccionales de viviendas, provistos de vigas y viguetas de madera y entrevigado de diverso tipo, de luces moderadas (menores de 6 metros) que se refuerzan debido a deformación excesiva, inadecuación o incapacidad portante etc.

MEJORA BUSCADA

Alcanzar la seguridad estructural del forjado, incrementar su resistencia al fuego, mejorar su apariencia formal y geométrica.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Cuando se precisa reforzar un forjado en un edificio de viviendas de varios propietarios, la solución constructiva más adecuada es plantear una actuación por la cara superior del forjado, para conseguir un refuerzo metálico de los elementos estructurales de madera, consistente en:



- Retirar totalmente el pavimento en la zona a reforzar hasta dejar a vista la cara superior de las vigas y/o viguetas.
- Con una sierra mecánica se realiza un canal de profundidad no superior a la mitad del canto de la viga / vigueta.
- A continuación se encaja y atornilla el refuerzo con forma de "T", de chapa de acero plegada en "U" y con una quilla de pletina soldada en su eje. Los tornillos se dispondrán al tresbolillo con la longitud y número adecuados a cada caso.
- En viguetas flectadas, se procederá a atornillar el refuerzo metálico empezando sucesivamente desde cada apoyo hacia el centro, con objeto de tratar de reducir su deformación.

- e) Finalizada la fijación de todos los refuerzos se procede a extender la malla de refuerzo previo a verter la capa de compresión de hormigón.
- f) Una vez fraguado y seca la capa de compresión, se procede a colocar el pavimento.

MEJORA LOGRADA

- Intervención por la cara superior del forjado, con mínima repercusión en otras viviendas.
- Solución sostenible al no desmontar el forjado existente y reducir la producción de residuos de la construcción.
- Aumenta la rigidez y la capacidad portante de los elementos estructurales del forjado.
- Se aumenta la vida útil en servicio del forjado al impregnar la madera con protección preventiva frente a los agentes bióticos.
- Se puede lograr una significativa reducción de la flecha de las viguetas deformadas.

FICHAS RELACIONADAS

- RE 2.6. Reparar la cabeza de una viga o vigueta de un forjado de madera.
- RE 2.7. Reforzar viga o vigueta de un forjado de madera.
- RE 2.9. Renovar estructura de faldones de madera.
- RA 3.1. Mejora acústica de pisos con forjados de madera a ruido aéreo y de impacto.

RE 2.8.

Rehabilitación forjado de madera

Renovar un forjado de madera

CTE - DB SE-M: Seguridad estructural - madera

CTE - DB SI: Seguridad ante incendios - madera



ÁMBITO

Forjados unidireccionales de viviendas, provistos de viguetas de madera y entrevigado de diverso tipo, de luces moderadas (menores de 6,00 metros) que se sustituyen por un nuevo forjado, debido a deformación excesiva, inadecuación o incapacidad portante etc.

MEJORA BUSCADA

Alcanzar la seguridad estructural del forjado, incrementar su resistencia al fuego, mejorar su apariencia formal y geométrica.

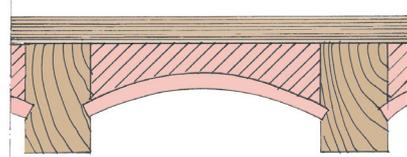
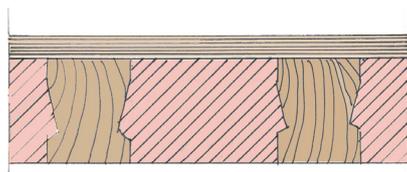
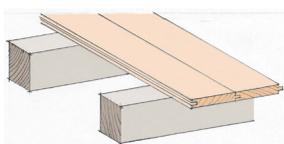
SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Sustitución del forjado existente por otro de similares características, mediante alguno de los siguientes sistemas constructivos:

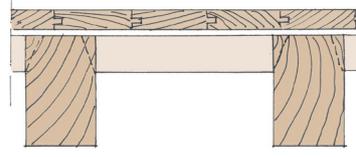
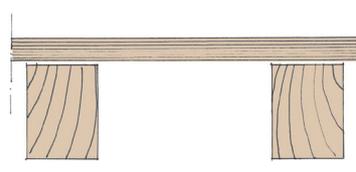
- Forjado de viguetas de madera aserrada, con entrevigado de relleno.
- Forjado de viguetas de madera aserrada, con entrevigado de revoltón.
- Forjado de viguetas de madera aserrada, con entrevigado de tablero.
- Forjado de viguetas de madera laminada encolada MLE, con entrevigado de tablero.
- Forjado de placas alveolares de madera.
- Forjado de paneles contralaminados TCL de madera maciza.

MEJORA LOGRADA

- Desaparecen las deformaciones: flechas, inclinaciones.
- Se recupera la apariencia del forjado de madera.
- Se aumenta la vida útil en servicio del forjado al impregnar la madera con protección preventiva frente a los agentes bióticos.
- Menor coste energético en el proceso de edificación y durante la vida útil del edificio.



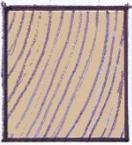
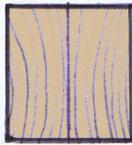
Forjados con entrevigados de relleno y de revoltón.



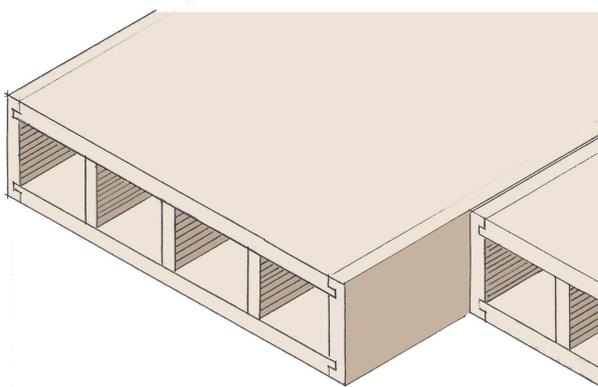
Forjados con entrevigados de entablado y zoquetes y entablado.

Escuadrías de vigas y viguetas de madera



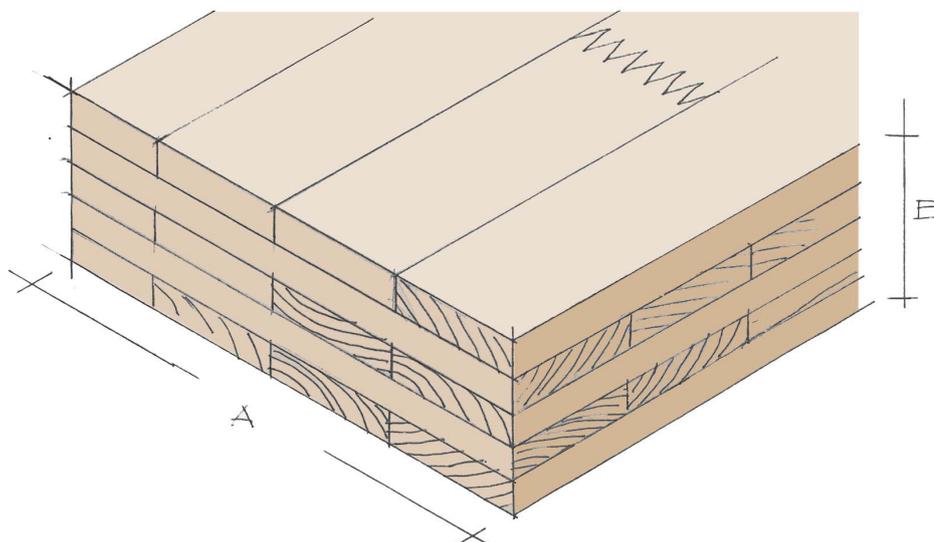
	Tipo	Madera	Ancho [cm]	Canto [cm]	Largo [m]
	Maciza serrada	Abeto Pino Rojo	Max 35 Max 20	Max 35 Max 20	15.0 7.0
	Maciza Dúo	Abeto Pino Rojo	9.0 9.0 9.0 11.5 11.5	16.5 19.0 21.5 21.5 24,0	12.0 12.0 12.0 12.0 12.0
	Maciza Trío	Abeto Pino Rojo	13.5 13.5 13.5 13.5 13.5 18.0 20.0	13.5 16.5 19.0 21.5 24.0 18.0 20.0	12.0 12.0 12.0 12.0 12.0 12.0 12.0
	Madera Laminada Encolada	Abeto Pino Rojo	9.0 / 11.5 / 14.0 /	22.5 27.0 31.5 36.0 40.5 45.0	12.0

Tipo PAM	Madera	Ancho [cm]	Canto [cm]	Largo [m]
Placas alveolares de madera		51.4 / 100.0 /	12.0 32.0	16.0





Tipo TCL	Madera	Ancho [cm]	Canto [cm]	Largo [m]
Paneles contra-laminados macizos		< 300	4.2 /... / 50.0	< 16.0



FICHAS RELACIONADAS

RE 2.6. Reparar la cabeza de una viga o vigueta de un forjado de madera.

RE 2.7. Reforzar viga o vigueta de un forjado de madera.

RE 2.9. Renovar estructura de faldones de madera.

RA 3.1. Mejora acústica de pisos con forjados de madera a ruido aéreo y de impacto.

RE 2.9.

Rehabilitación faldones de madera

Renovar estructura de faldones de madera

CTE - DB SE-M: Seguridad estructural - madera

CTE - DB SI: Seguridad ante incendios



ÁMBITO

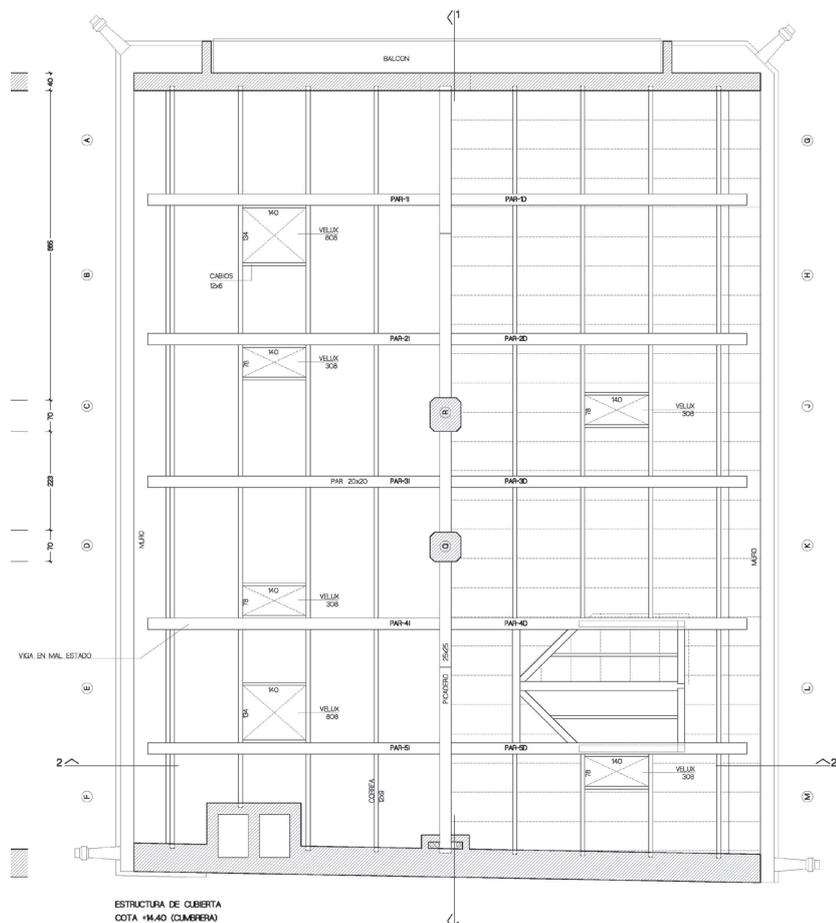
Faldones de cubierta de viviendas, provistos de armazones sobre durmientes, pares, cabrios o correas, pontones, cumbreras, y entablados de diverso tipo, de luces moderadas (menores de 6,00 metros) que se sustituyen por un nuevo faldón, debido a deformación excesiva, inadecuación o incapacidad portante etc.

MEJORA BUSCADA

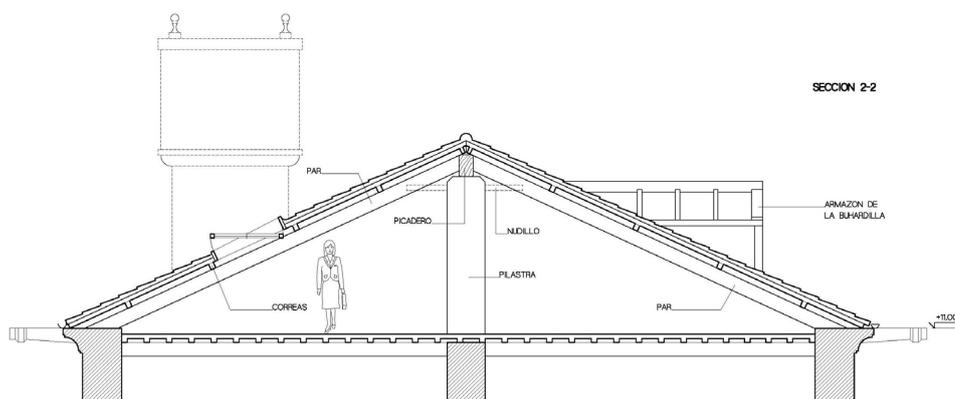
Alcanzar la seguridad estructural del faldón de cubierta, incrementar su resistencia al fuego, mejorar su apariencia formal y geométrica.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

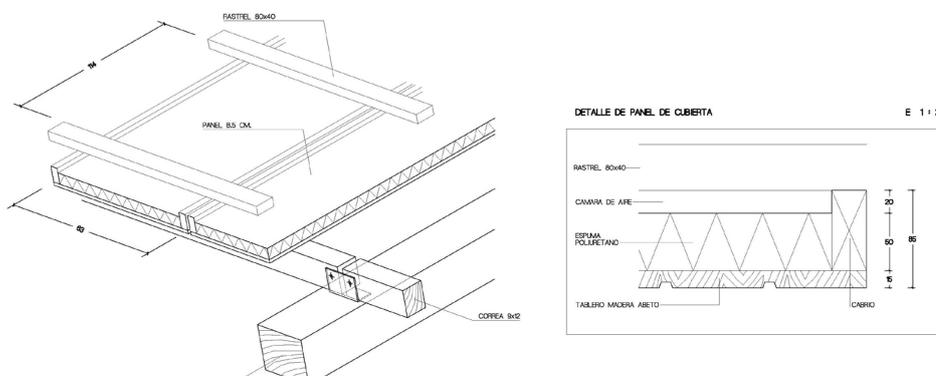
Sustitución del faldón de cubierta existente por otro de similares características, mediante la sustitución del entablado soporte de las tejas/pizarra por paneles autoportantes con aislante y cámara de ventilación.



Planta de cubierta con dos faldones resuelta con par y picadero.



Sección de cubierta con dos faldones resuelta con par y picadero.



Faldón de cubierta en el que se sustituye el entablado irregular por un panel autoportante con aislante térmico y cámara de aire que sirve de apoyo a planchas onduladas de fibrocemento para recibir las tejas.

MEJORA LOGRADA

- Desaparecen las deformaciones: flechas, inclinaciones.
- Se recupera la apariencia del forjado de madera.
- Se aumenta la vida útil en servicio del forjado al impregnar la madera con protección preventiva frente a los agentes bióticos.
- Menor coste energético en el proceso de edificación y durante la vida útil del edificio.

FICHAS RELACIONADAS

RE 2.5. Sustituir viga o vigueta de un forjado de madera.

RE 2.6. Reparar la cabeza de una viga o vigueta de un forjado de madera.

RE 2.7. Reforzar viga o vigueta de un forjado de madera.

RE 2.8 Renovar un forjado de madera.

RA 3.1 Mejora acústica de pisos con forjados de madera a ruido aéreo y de impacto.

RG 4.3.2. Cubierta inclinada, forjado de madera. Aislamiento bajo teja o pizarra.



REHABILITACIÓN AMBIENTAL

AISLAMIENTO A RUIDO
PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA

Mejora acústica de pisos en forjados de madera a ruido aéreo y de impacto

CTE - DB HR: Protección frente al ruido abril 2009

CTE - DB SE-M: Seguridad estructural - madera

CTE - DB SI: Seguridad en caso de incendio

ÁMBITO



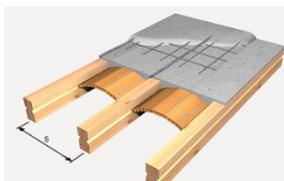
Antiguos forjados de madera estructural, compuestos por pavimento resuelto con entablado machihembrado de espesor no menor de 20 mm, clavado a pontones y éstos a viguetas o vigas de madera, que sirvan de separación entre viviendas o usuarios distintos y conformen el soporte de un recinto de actividad y el techo de un recinto habitable protegido.

Se contemplan en este supuesto los forjados de viguetas de madera aserrada, con entrevigado de relleno que, por su constitución y peso, tienen un mejor comportamiento a ruido aéreo. En este caso, se logrará una mejora acústica suficiente si se incluyen las medidas correctoras señaladas a continuación para evitar la transmisión de ruidos de impacto.

MEJORA BUSCADA

Dotar al forjado de madera y su pavimento de un nivel adecuado de aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto, de forma que se logre el confort acústico en el espacio subyacente.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA



El problema se origina con los ruidos aéreos generados a uno u otro lado del forjado que se transmiten por resonancia del entablado o por vibración de los elementos estructurales (pontones, viguetas o vigas de madera), así como por los impactos sobre el forjado considerados producidos por pisadas, taconeos, arrastres, vibraciones etc.

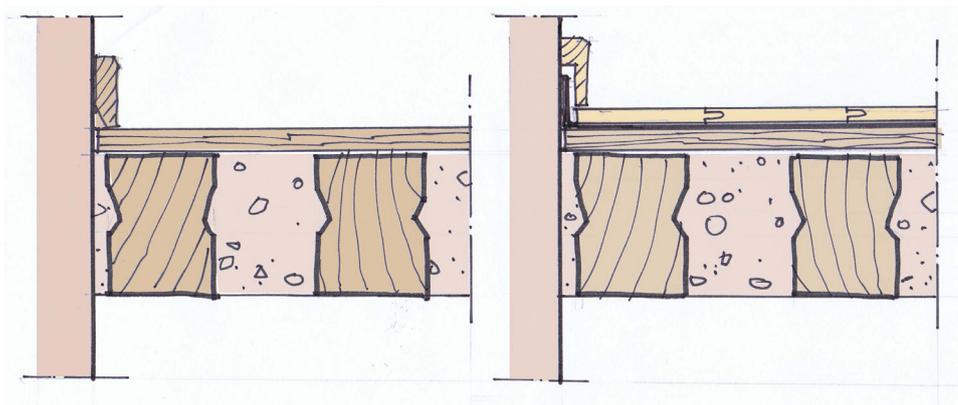
- a) Para evitar la transmisión de ruidos de impacto y parte de la energía sonora de los ruidos aéreos, se creará un pavimento flotante consistente en: una capa antivibratoria sobre el pavimento existente a base de lana de roca, caucho aglomerado u otros materiales elásticos, sobre el que se apoya el nuevo pavimento "flotante". Dicho pavimento se separará en su perímetro, en el encuentro con los paramentos, mediante una banda elástica del mismo material.
- b) Para evitar la transmisión de ruidos aéreos se debe eliminar la resonancia por el efecto "tambor" que produce el entablado, que es el elemento constructivo más débil acústicamente. Para ello se desmontará el cielo raso inferior, si lo hubiere, se insertará una manta de material aislante acústico (lana mineral etc.) y se volverá a montar el cielo raso colgado de las viguetas con con suspensores elásticos.

PRECAUCIONES BÁSICAS

- El forjado existente debe estar limpio de restos que puedan deteriorar el material aislante a ruido de impactos.
- Éste cubrirá toda la superficie del forjado, solapándose y sellándose en las juntas longitudinales y transversales.
- Si el pavimento flotante estuviera formado por una capa de mortero, se usará una capa antivibratoria impermeable.
- Se cuidará eliminar los contactos del pavimento flotante con las particiones.

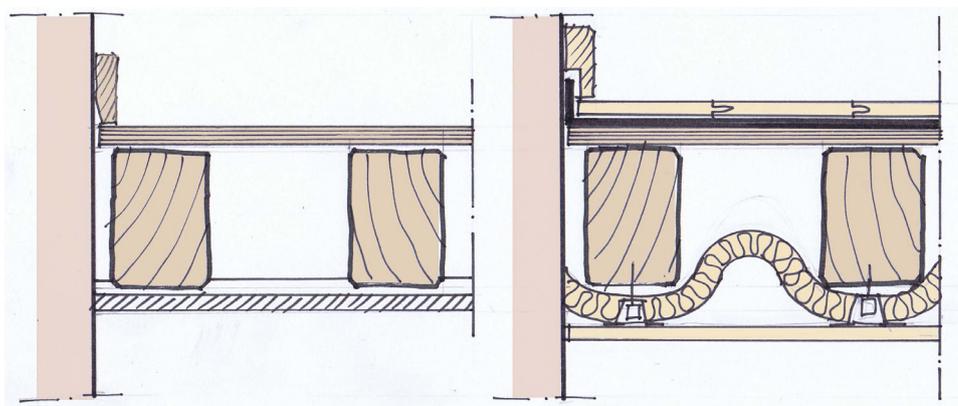
MEJORA LOGRADA

- El nuevo pavimento flotante no transmite ruidos de impacto al espacio inferior al estar desolidarizado del resto de los elementos constructivos.
- Las pisadas, taconeos, golpes o vibraciones originadas sobre el pavimento son amortiguadas por la capa elástica intermedia.
- Se elimina el efecto tambor al intercalar una manta absorbente acústica dentro de la cámara de aire entre viguetas.



Sección de forjado de madera con entrevigado de relleno.

Mejora con tarima flotante con banda perimetral oculta por el rodapié.



Sección de forjado de madera aserrada con cielo raso inferior.

Mejora con tarima flotante, manta de aislante acústico y cielo raso flotante.

PARÁMETROS ACÚSTICOS EXIGIDOS POR CTE DB HR

Tabiquería de entramado autoportante				
Forjado		Suelo flotante		Techo suspendido
m [kg/m ²]	R _A L _W [dBA]	Δ L _W [dB]	Δ R _A [dBA]	Δ R _A [dBA]
300	52	16	6	
350	54	14	5	4
400	57	12	4	4
450	58	10	3	3
500	60	8	2	2

FICHAS RELACIONADAS

RE 2.8. Renovar un forjado de madera.

RA 3.2. Mejora acústica de pisos con forjados de hormigón a ruido aéreo y de impacto.

Mejora acústica de pisos en forjados de hormigón a ruido aéreo y de impacto

CTE - DB HR: Protección frente al ruido abril 2009

CTE - DB SE-H: Seguridad estructural - hormigón

CTE - DB SI: Seguridad en caso de incendio

ÁMBITO

Forjados unidireccionales de hormigón, compuestos tanto por semiviguetas o viguetas de hormigón armado, como por viguetas de hormigón pretensadas, y bovedillas de hormigón y rematado con capa de compresión de hormigón con mallazo de reparto, que sirvan de separación entre viviendas o usuarios distintos y conformen el soporte de un recinto de actividad y el techo de un recinto habitable protegido.

Se contemplan en este supuesto los forjados resueltos con losas macizas de hormigón armado, que, por su constitución y peso, tienen un mejor comportamiento a ruido aéreo. En este caso, se logrará una mejora acústica suficiente si se incluyen las medidas correctoras señaladas a continuación para evitar la transmisión de ruidos de impacto.

MEJORA BUSCADA

Dotar al conjunto de forjado de hormigón y su pavimento de un nivel adecuado de aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto, de forma que se logre el confort acústico en el espacio subyacente.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

El problema se origina con los ruidos aéreos generados a uno u otro lado del forjado que se transmiten por vibración de los elementos estructurales (por ejemplo, losa muy esbelta por muy resistente), así como por los impactos producidos por pisadas, taconeos, arrastres, vibraciones etc. sobre el forjado considerado.

Para evitar la transmisión de ruidos de impacto y parte de la energía sonora de los ruidos aéreos, se optará por:

- Colocar sobre la cara superior del suelo un material elástico flexible (moqueta, caucho sintético, aglomerado de corcho y látex, linóleo etc.).
- O bien, crear un pavimento flotante consistente en: una capa antivibratoria, bien retirando el pavimento existente o manteniéndolo, a base de lana de roca, caucho aglomerado u otros materiales elásticos, sobre el que se apoya el nuevo pavimento “flotante”. Dicho pavimento se separará en su perímetro, en el encuentro con los paramentos, mediante una banda elástica del mismo material.

Para aumentar el aislamiento acústico del forjado se puede crear un falso techo flotante acústico. Para ello se desmontará el cielo raso inferior, si lo hubiere, se insertará una manta de material aislante acústico (lana mineral etc.) y se volverá a montar el cielo raso colgado de las viguetas con suspensores elásticos.

PRECAUCIONES BÁSICAS

- El forjado existente debe estar limpio de restos que puedan deteriorar el material aislante a ruido de impactos.
- Éste cubrirá toda la superficie del forjado, solapándose y sellándose en las juntas longitudinales y transversales.
- Si el pavimento flotante estuviera formado por una capa de mortero, se usará una capa antivibratoria impermeable.
- Se cuidará eliminar los contactos del pavimento flotante con las particiones.

MEJORA LOGRADA

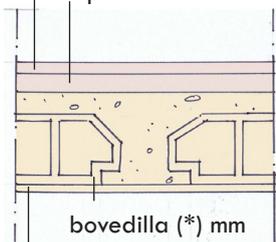
- El nuevo pavimento flotante, al estar desolidarizado del resto de los elementos constructivos, no transmite ruidos de impacto al espacio inferior.
- Las pisadas, taconeos, golpes o vibraciones originadas sobre el pavimento son amortiguadas por la capa elástica intermedia.
- Se elimina el efecto tambor al intercalar una manta absorbente acústica dentro de la cámara de aire entre viguetas.

PARÁMETROS ACÚSTICOS EXIGIDOS POR EL CTE DB-HR

Tabiquería de fábrica sobre bandas elásticas				
Forjado		Suelo flotante		Techo suspendido
m [kg/m ²]	R _A [dBA]	Δ L _W [dB]	Δ R _A [dBA]	Δ R _A [dBA]
300	52	16	0 2 4	4 1 0
350	54	15	0	0
400	57	12	0	0
450	58	10	0	0
500	60	10	0	0

Tabiquería de entramado autoportante				
Forjado		Suelo flotante		Techo suspendido
m [kg/m ²]	R _A [dBA]	Δ L _W [dB]	Δ R _A [dBA]	Δ R _A [dBA]
300	52	16	0 0 2	0 2 0
350	54	14	5	4
400	57	12	4	4
450	58	10	3	3
500	60	8	2	2

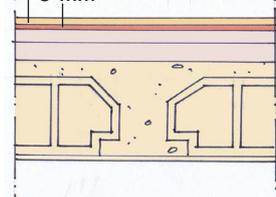
baldosa 20 mm

 mortero, capa de
compresión 40 mm


bovedilla (*) mm

revestimiento 15 mm

tarima flotante 20 mm

 capa antivibratoria
3 mm


MEJORA DE FORJADOS UNIDIRECCIONALES DE HORMIGÓN ARMADO

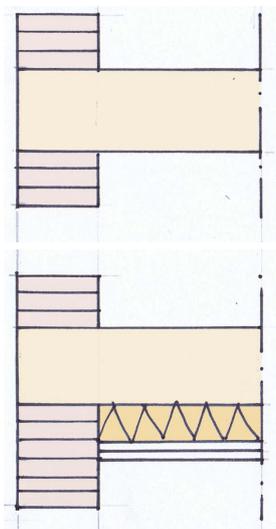
Espesor (*) bovedilla	Peso	Aislamiento ruido aéreo	Nivel ruido de impacto
mm	Kg/m ²	(R) dBA	(Ln) dBA
110	320	50	85
160	360	52	83
210	410	54	81
250	460	56	79

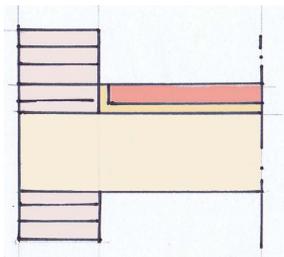
Capa antivibratoria	Espesor	Índice de Mejora del Nivel ruido de impacto
	mm	(ΔLn) dBA
Poliestireno Expandido Elastificado	15	18
	10	26
Lana mineral	25	25
	30	28
Filtro textil	8	26
	14	28
	23	29

MEJORA DE FORJADOS CON LOSA DE HORMIGÓN ARMADO

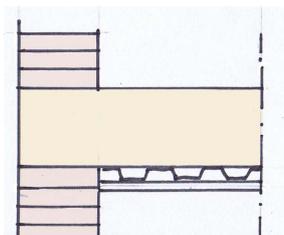
Elemento	Espesor	Masa	Aislamiento acústico	Nivel ruido de impacto
	mm	Kg/m ²	(R) dBA	(Ln) dBA
Losa HA	140	400	48	85

Elemento	Espesor	Masa	Aislamiento acústico	Nivel ruido de impacto
	mm	Kg/m ²	(R) dBA	(Ln) dBA
Losa HA	140	423	64	83
Aglomerado poliuretano	80			
Yeso laminado	10 + 10			

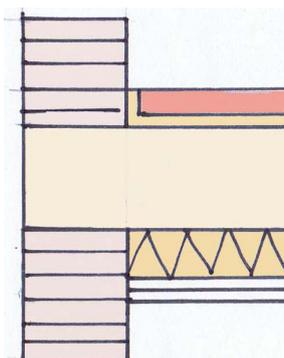




Elemento	Espesor	Masa	Mejora acústica del Nivel de ruido de impacto	
			(ΔL_w) dB	(ΔL_n) dBA
	mm	Kg/m ²		
Losa flotante	30	464	31	29,1
Panel lana mineral	20			
Losa HA	140			



Elemento	Espesor	Masa	Mejora acústica del Nivel de ruido de impacto	
			(ΔL_w) dB	(ΔL_n) dBA
	mm	Kg/m ²		
Losa HA	140	412	10	9,7
Panel grecado	50			
Yeso laminado	13			



Elemento	Espesor	Masa	Mejora acústica del Nivel de ruido de impacto	
			(ΔL_w) dB	(ΔL_n) dBA
	mm	Kg/m ²		
Losa flotante	90	620	35	31
Aglomerado poliuretano	30			
Losa HA	140			
Aglomerado poliuretano	100			
Yeso laminado	19+19			

FICHAS RELACIONADAS

RA 3.1. Mejora acústica de pisos con forjado de madera a ruido aéreo y de impacto.

Mejora acústica a ruido aéreo entre viviendas de la misma planta

CTE - DB HR: Protección frente al ruido abril 2009

CTE - DB SE-H: Seguridad estructural - hormigón

CTE - DB SI: Seguridad en caso de incendio

ÁMBITO

Particiones interiores que sirvan de separación entre viviendas o usuarios distintos, o bien, entre recintos habitables de viviendas y otros recintos de actividad o, finalmente, entre viviendas y recintos de instalaciones.

Estas particiones pueden ser tanto de tabiquería de fábrica (ladrillo hueco, ladrillo perforado, bloques de hormigón, bloques de arcilla aligerada etc.), o bien, tabiquería de entramado autoportante (placas de yeso laminado sobre subestructura de acero galvanizado).

MEJORA BUSCADA

Dotar a las separaciones verticales de los recintos habitables de las viviendas de un nivel adecuado de aislamiento acústico a ruido aéreo, de forma que se logre el confort acústico deseado.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

El problema se origina cuando el elemento vertical separador entre recintos habitables de viviendas es insuficiente para aislar de los ruidos aéreos generados en espacios colindantes, y estos se transmiten bien por vibración directa del tabique separador o indirectamente a través de los apoyos del tabique mediante la vibración de los forjados de suelo y techo.

Para evitar la transmisión directa de ruidos aéreos a través del tabique separador:

- La mejor actuación sería aislar acústicamente por el recinto donde se genera el ruido (recinto de instalaciones). Para ello se debería reducir el nivel de ruido incidente, absorbiendo parte de su energía, forrando todo el espacio del recinto generador, con trasdosado de todos sus tabiques, sobre suelo y falso techo flotantes (ver ficha 3.2.).
- De no ser posible actuar en el recinto de origen, sólo quedaría aislar el tabique separador mediante: a) realizar por el interior un trasdosado blando a la flexión, por ejemplo con un tabique de entramado autoportante apoyado sobre bandas elásticas insertando en su cámara una manta absorbente acústica a base de fibra mineral de espesor suficiente, y b) si fuera posible, eliminar el puente acústico entre el tabique separador y su forjado de techo, separándolos e insertando una barrera acústica entre ambos (espuma de poliuretano de alta densidad, no inflamable ni propagadora de llamas).

MEJORA LOGRADA

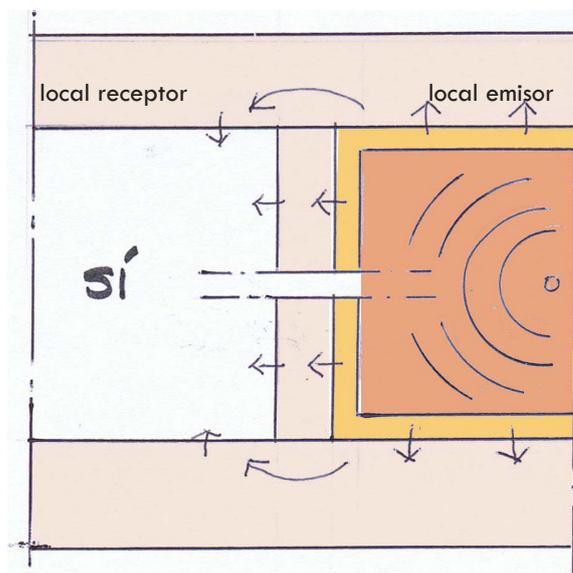
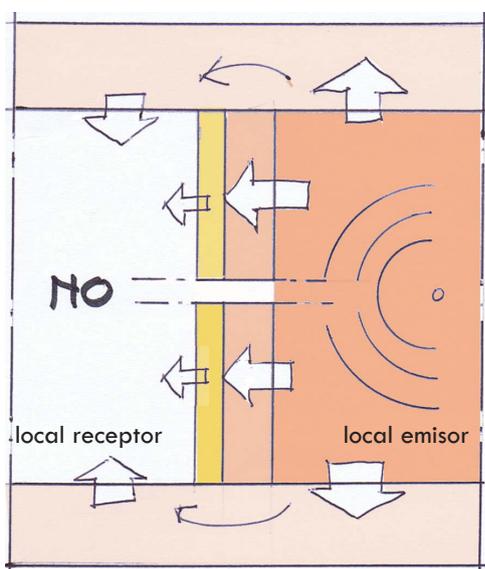
- El nuevo pavimento flotante, al estar desolidarizado del resto de los elementos constructivos, no transmite ruidos de impacto al espacio inferior.
- Las pisadas, taconeos, golpes o vibraciones originadas sobre el pavimento son amortiguadas por la capa elástica intermedia.
- Se elimina el efecto tambor al intercalar una manta absorbente acústica dentro de la cámara de aire entre viguetas.

FICHAS RELACIONADAS

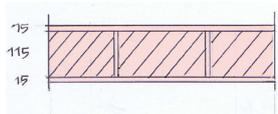
RA 3.2. Mejora acústica de pisos con forjados de hormigón a ruido aéreo y de impacto.

PRECAUCIONES BÁSICAS

- Reducir el nivel de presión sonora en la fuente, bien sea ajustando el propio equipo emisor, o bien con soluciones constructivas que aíslen por masa, o bien, con soluciones constructivas que reduzcan el nivel de presión sonora por absorción.
- Evitar los puentes acústicos que se producen en las aristas de unión de los diferentes elementos de separación: tabique con pavimento, tabique con techo, tabique con otro tabique ortogonal etc.
- Se cuidará eliminar los contactos del pavimento y o techo flotante con las particiones que no estén sobre bandas elásticas.

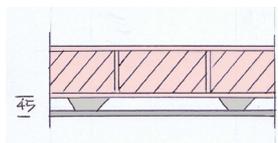


Tabique medio pie LHD: Sin mejoras acústicas

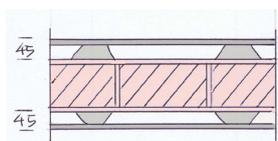


Elemento	Espesor	Masa	Aislamiento
	mm	Kg/m ²	(R) dBA *
Enfoscado	15	163	40,5
Medio pie LHD	115		
Enfoscado	15		

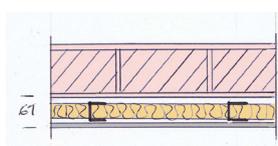
Diversas mejoras acústicas



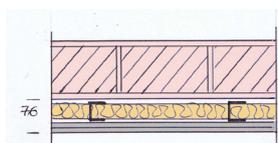
Elemento	Espesor	Masa	Aislamiento
	mm	Kg/m ²	(R) dBA *
15 + LHD + 15	145	175	42,5
Pelladas	30		
Yeso laminado	15		



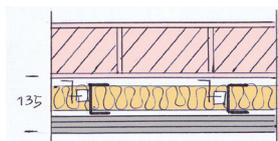
Elemento	Espesor	Masa	Aislamiento
	mm	Kg/m ²	(R) dBA *
Yeso laminado	45	187	44,5
15 + LHD + 15	145		
Yeso laminado	45		



Elemento	Espesor	Masa	Aislamiento
	mm	Kg/m ²	(R) dBA *
15 + LHD + 15	145	182	57,6
Montantes galv.	46		
Lana mineral (15 kg/m ³)	40		
Yeso laminado	15		



Elemento	Espesor	Masa	Aislamiento
	mm	Kg/m ²	(R) dBA *
15 + LHD + 15	145	232	61,7
Montantes galv.	46		
Lana mineral (15 kg/m ³)	40		
Yeso laminado	15+15		



Elemento	Espesor	Masa	Aislamiento
	mm	Kg/m ²	(R) dBA *
15 + LHD + 15	145	244	65,5
Montantes galv. + amortiguador	70		
Lana mineral (15 kg/m ³)	2 x 40		
Yeso laminado	15+15+15		

(*) Ensayos de aislamiento acústico en Instituto Leonardo Torres Quevedo.

Mejora acústica de ventanas de madera y/o de aleaciones ligeras

CTE - DB HR : Protección frente al ruido abril 2009

CTE - DB SE-M : Seguridad estructural - madera

CTE - DB SI : Seguridad en caso de incendio

ÁMBITO

Antiguas ventanas de madera o de aleaciones ligeras, que por su diseño o antigüedad tienen un bajo nivel de estanquidad al aire, o bien por su endeble acristalamiento, o por ambos motivos, no poseen el suficiente nivel de aislamiento acústico. Se incluyen dentro de este ámbito las ventanas de aluminio de gran sencillez constructiva, normalmente sin rotura de puente térmico y con burletes de estanquidad obsoletos o inexistentes.



MEJORA BUSCADA

Dotar a las ventanas de madera de un nivel adecuado de aislamiento acústico a ruido aéreo, de forma que se logre el confort acústico en el espacio interior.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

El ruido aéreo exterior penetra en el interior de las viviendas por difracción (el ruido incide sobre el vidrio, éste vibra y lo trasmite al interior) y también por filtración, a través de las rendijas por las que se cuela el aire.

- Para evitar la transmisión de ruidos a través del vidrio, se debe aumentar el espesor del vidrio, por ejemplo, pasando de 4 mm a 8 mm, o, si la carpintería de madera lo permite, sustituirlo por vidrio doble, por ejemplo 4+10+6 mm. También se debe mejorar el asiento del vidrio en los galces del bastidor, interponiendo calzos y almohadillas de neopreno, para que la vibración del vidrio no afecte a los elementos del bastidor.
- Para evitar la transmisión de ruidos aéreos por las rendijas de la ventana se puede optar, bien por aumentar el número de batientes de la hoja contra el marco, o bien por incluir burletes de goma indeformables y resistentes a los rayos UVA.



PRECAUCIONES BÁSICAS

- Siempre se conseguirá un mayor aislamiento acústico con doble ventana provistas de vidrio sencillo, que una sola ventana con vidrios dobles.
- Se obtiene un aislamiento acústico mayor con un vidrio laminar 4+4 mm que con un vidrio monolítico de 8 mm, pues la lámina de butiral que adhiere los dos vidrios de 4 mm se convertirá en un disipador de energía acústica.
- Si se puede, se debe sustituir el vidrio sencillo por uno doble, pues además del confort acústico se conseguirá ahorrar energía de calefacción al tener un mayor aislamiento térmico en el vidrio.



- Los burletes deben ser de un material durable que mantenga largo tiempo su flexibilidad, de forma que siempre rellenen el espacio entre hojas y marco.
- Si el nivel de ruido exterior es elevado (tráfico de aviones, ferrocarriles o camiones etc.) se deberá acudir a marcos de ventanas con doble o triple junta de contacto.

MEJORA LOGRADA

- El nuevo ventanal poseerá un vidrio con mejores prestaciones de aislamiento acústico.
- Las rendijas entre marco y ventanas estarán cerradas por los burletes, por lo que al no infiltrarse el aire, tampoco podrá entrar el ruido dentro de la vivienda.

FICHAS RELACIONADAS

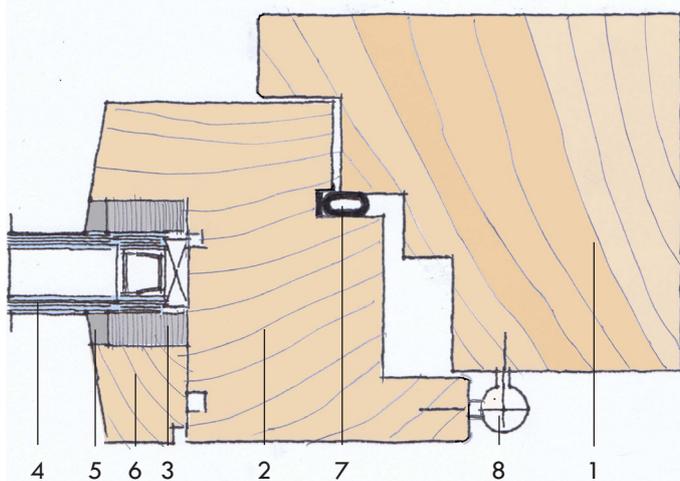
RE 2.8. Renovar un forjado de madera.

RA 3.2. Mejora acústica de pisos con forjados de hormigón a ruido aéreo y de impacto.

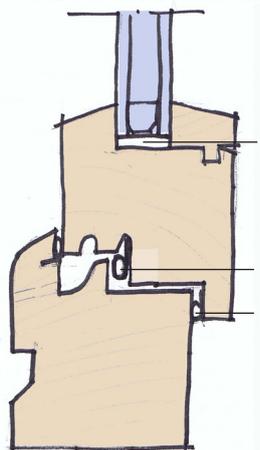
RG 4.4.1. Rehabilitación térmica de ventana tradicional.

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios. Elección del acristalamiento.

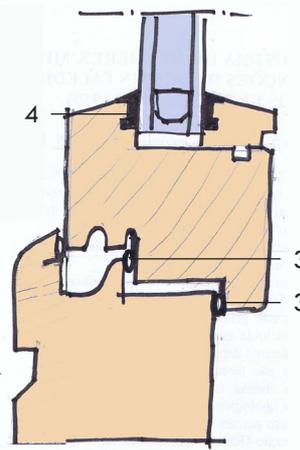
RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: marcos con rotura de puente térmico.



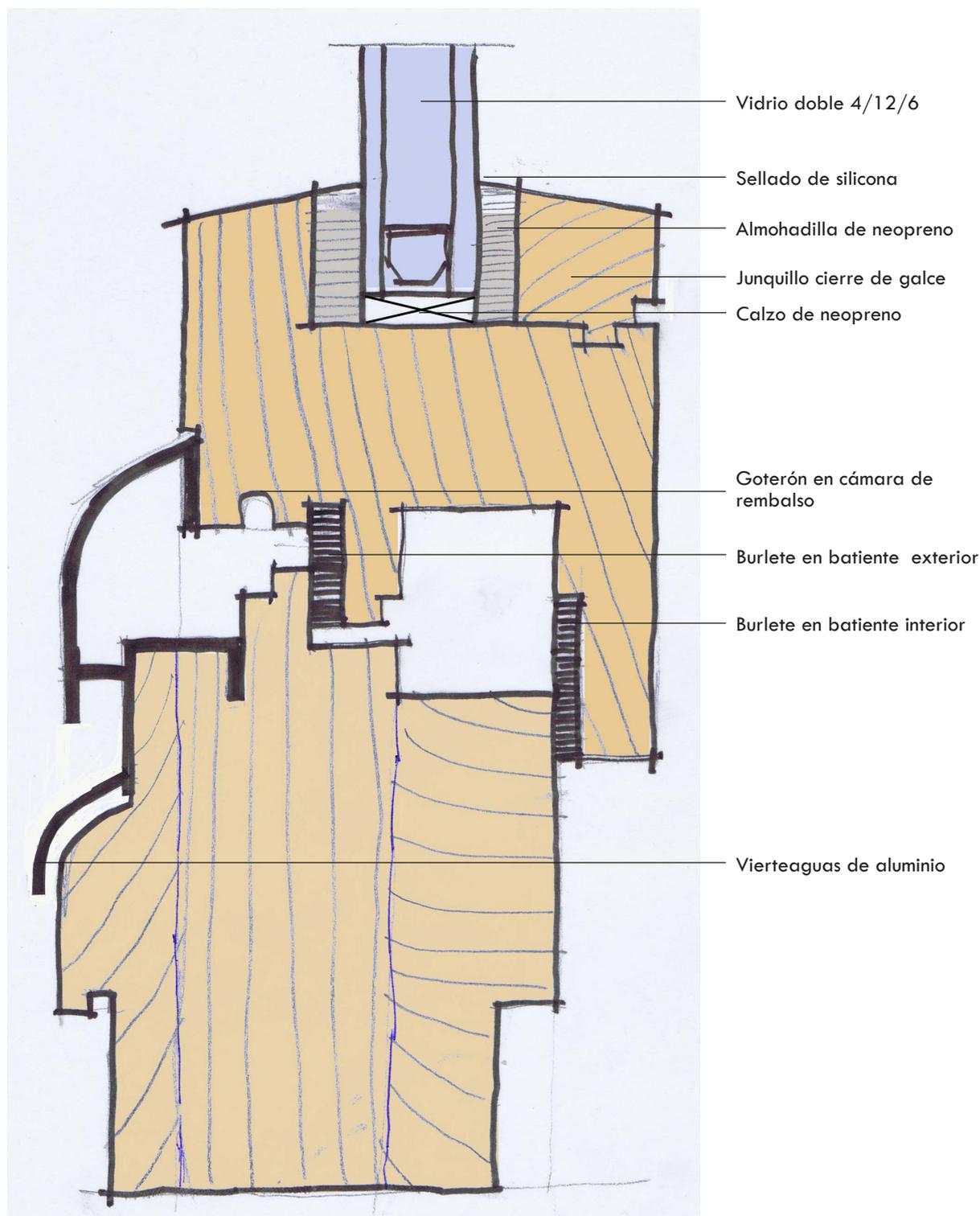
1. Marco de la ventana con cámara de reembolso
2. Bastidor de la hoja de la ventana
3. Galces provistos de almohadillas de neopreno
4. Acristalamiento doble
5. Sellado final del vidrio con silicona neutra
6. Junquillo de madera para confinar el galce
7. Burlete de compresión alojado en un canal del batiente exterior
8. Perno de suspensión de la hoja en el marco



Sección de ventana de madera con doble batiente con burletes (1) y vidrio directo entre galces (2).



Sección de ventana de madera con doble batiente con burletes (3) y vidrio entre galces con gomas (4).



Sección de ventana de madera con vierteaguas de aluminio con hoja y marco provistos de doble batiente con burletes (1) y vidrio doble colocado con almohadillas de neopreno sobre galces y sellado final (4).

Eliminación de humedades higroscópicas en elementos contaminados

CTE - DB HS 1: Protección frente a la humedad

CTE - DB HS 3: Calidad del aire interior

CTE - DB SE-F: Seguridad estructural - fábricas

ÁMBITO

Antiguos muros o particiones de fábrica, normalmente de piedra o de ladrillo cerámico o de hormigón, que presentan humedades permanentes en lugares dispares, que no se corresponden con los patrones de otras humedades, como pueden ser las humedades de ascensión capilar, o las humedades de condensación, y que tienden a confundirse con las humedades accidentales, sin que lleguen a ser diagnosticadas sus causas.

**MEJORA BUSCADA**

Hacer desaparecer la causa de manchas recalcitrantes de humedad, que producen una lesión estética en muros y particiones de edificaciones de una relativa antigüedad, así como incomodidad anímica y psicológica a propietarios y usuarios de las mismas.

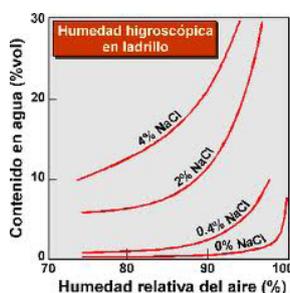
SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Todos los materiales porosos (piedra, madera, cerámica, hormigón etc.) incorporan una determinada cantidad de agua en sus poros. Esta humedad natural recibe el nombre de humedad higroscópica. Esta cantidad es directamente proporcional al nivel de humedad ambiente, y por lo tanto varía con las variaciones de humedad estacional y con la forma y dimensiones de sus poros, y recibe el nombre de humedad de equilibrio.

Existen en la naturaleza sales (gel de sílice, cloruro cálcico, cloruro sódico, hidróxido sódico, sulfato sódico etc.) denominadas sales higroscópicas con una tendencia exacerbada a adsorber agua del ambiente, que se utilizan como desecantes en envases, medicamentos, cámara de vidrios dobles etc. Algunas sales dentro de un recipiente seco, abierto en un ambiente normal, llegan a adsorber tanta humedad del ambiente que llenan el recipiente de agua líquida y se disuelven en ella. Estas sales se denominan sales deliquescentes (cloruro de magnesio, cloruro de calcio, hidróxido potásico, hidróxido sódico etc.), pues se saturan de tal manera de agua que producen una solución salina absoluta.

Cuando un material poroso (piedra, ladrillo, hormigón, mortero etc.) ha sido contaminado con sales higroscópicas, todo él tiende a saturarse de agua y en consecuencia a mostrar una apariencia más oscura debido al elevado grado de humedad. Estas manchas no se van nunca, pues si algo de agua se evapora inmediatamente vuelve a adsorber la misma cantidad de agua que se evaporó.

Para evitar la humedad higroscópica exacerbada en estos elementos constructivos:



- Lo mejor sería extraer del muro o del tabique todos aquellos elementos contaminados, y los que se presuman que también lo estén por haber estado en contacto con ellos, y arrojarlos a un vertedero controlado. Si se tratara de un muro resistente, debería realizarse la reparación con las precauciones indicadas en RE-2.1. / RE-2.2. y RE-2.3. La operación de reparación concluiría con la reposición de los elementos contaminados por otros sanos y de semejantes características.
- Si los elementos murarios contaminados (ladrillos, sillares, mampuestos, y sus morteros) estuvieran revestidos con revocos, enfoscados o morteros monocapa, también se podría tratar de “ocultar” las manchas de humedad del material saturado. Para ello habría que actuar sobre una zona cuyo perímetro englobe, como mínimo, la zona húmeda así como una zona de seguridad de unos 50 cm entorno a la anterior.
- La reparación de dicha zona consistiría en repicar el revoco y el material murario con una profundidad de unos 50 mm. A continuación se precedería a cubrir la zona con placas de PEX de 40 mm de espesor, fijándolas al soporte con pasadores y rosetas de plástico, y a continuación extender un revoco, ligeramente armado con malla de fibra de vidrio protegida contra los álcalis, de semejantes característica y tonalidad a la del resto del muro.

PRECAUCIONES BÁSICAS

- Si las manchas no están concentradas en una zona, siempre se puede plantear la ejecución de un trasdosado del muro, interponiendo entre ambos un material no absorbente de agua, para evitar la aparición de nuevas manchas en el nuevo trasdosado.
- Estas humedades suelen aparecer dentro de antiguas edificaciones, en lugares donde ha habido cuadras, donde se ha recogido ganado u otros animales, que contaminaron con sus orines y defecaciones el suelo y los muros de dichos locales.
- También suelen aparecer en antiguas cocinas o locales donde se realizaban labores de matanzas y salazón de carne de cerdo o de otros animales, que con el salpiqueo constante de salmuera se llegó a contaminar parte de sus muros y tabiques con sales higroscópicas.
- Las manchas de humedad higroscópicas pueden aparecer en muchos otros sitios, pues fue costumbre multiseccular que piedras y ladrillos de antiguos edificios hayan sido reutilizados en la ejecución de otros muros nuevos.

MEJORA LOGRADA

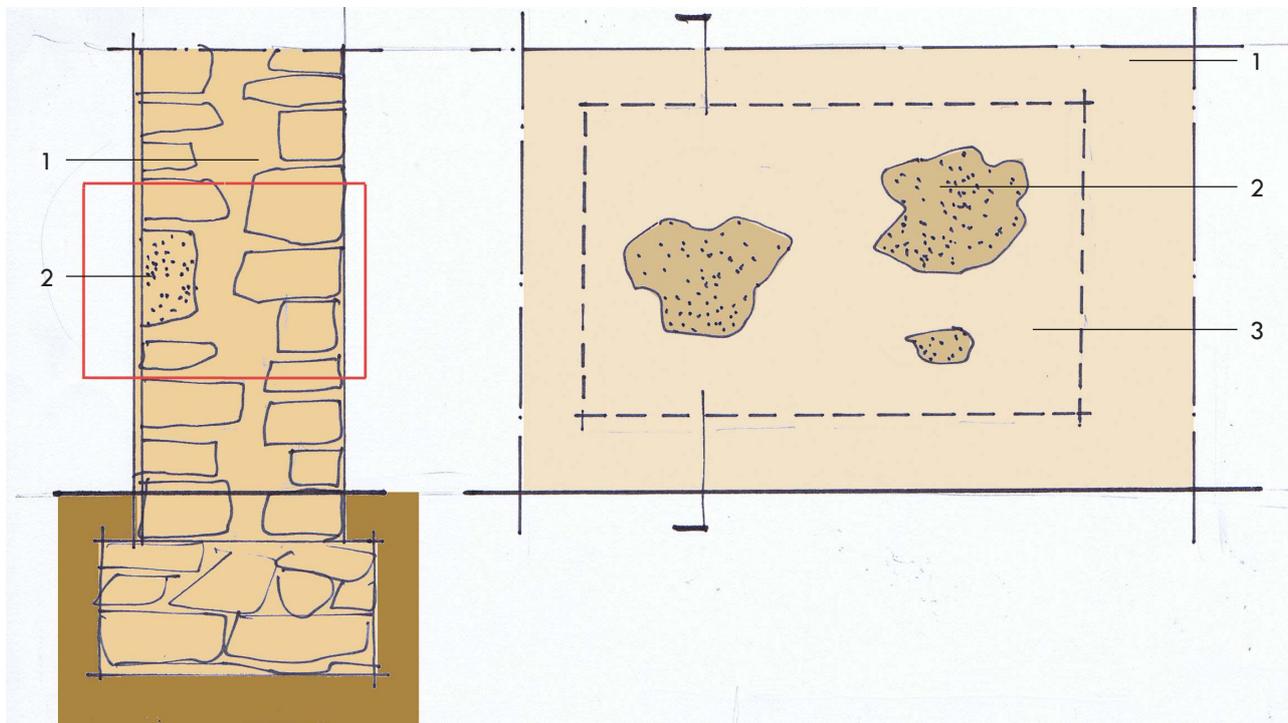
- Desaparecen las manchas recalcitrantes y el muro mantiene un acabado semejante al resto del edificio.
- El muro reparado mantiene las condiciones de seguridad estructural exigibles.

FICHAS RELACIONADAS

RE 2.1. Abrir un hueco de paso con dintel metálico en un muro de mampostería revestido.

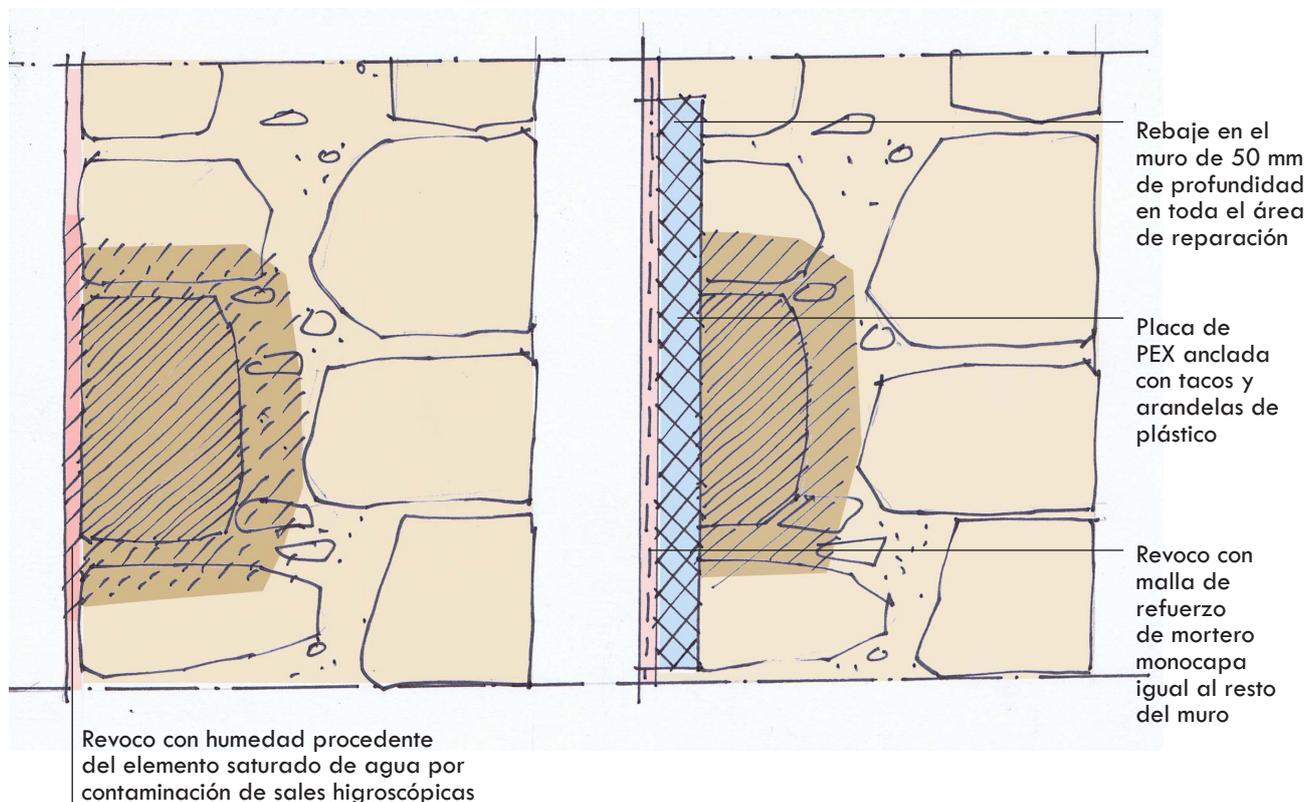
RE 2.2. Abrir un hueco en un muro de mampostería visto con pasamuro de COR-TEN.

RE 2.3. Abrir un hueco de paso con recercado de cantería en un muro de mampostería.



Sección de muro con manchas de humedades (1) debido a piedras contaminadas por sales higroscópicas (2).

Alzado de muro con manchas de humedades (1) debido a piedras contaminadas por sales higroscópicas (2). Zona de muro a actuar en la reparación (3).



Pormenor del muro con algunos elementos contaminados con sales de alta higroscopicidad.

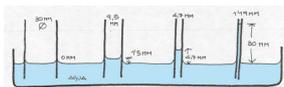
RA 3.6.

Eliminación de humedad capilar en muros

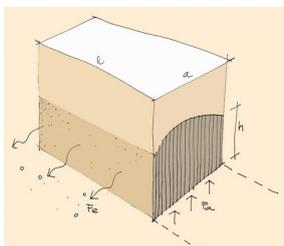
Eliminación de humedades por ascenso capilar en muros



Aspecto del interior de un muro con lesiones de humedad por ascenso capilar.



Ascenso capilar inverso al diámetro del conducto.



El ascenso capilar punto de equilibrio entre el flujo ascensional y el flujo de evaporación.

CTE - DB HS 1: Protección frente a la humedad

CTE - DB HS 3: Calidad del aire interior

CTE - DB SE-F: Seguridad estructural - fábricas

ÁMBITO

En esta ficha se contempla la reparación de humedades ascensionales por capilaridad en muros de fábrica de piedra, ladrillo, bloque etc. que se encuentran por encima del plano del terreno circundante.

No se contemplan los casos de humedades producidas por mojadura directa del agua de lluvia en los muros, ni las producidas por presión hidrostática del agua en muros total o parcialmente enterrados.

MEJORA BUSCADA

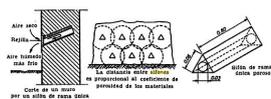
Hacer desaparecer el riesgo de humedad capilar procedente de un terreno potencialmente húmedo, que son la causa de lesiones estéticas en la envolvente de los edificios, así como del desprendimiento de revestimientos y pinturas interiores, para de esa manera recuperar las condiciones de salubridad para propietarios y usuarios de los edificios.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

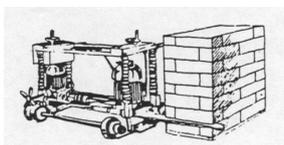
El ascenso capilar es un fenómeno físico muy estudiado y conocido. La tensión superficial del agua es de tal intensidad que crea unos pequeños meniscos en los bordes de su superficie en contacto con otros materiales, meniscos que –en el caso de materiales mojables por el agua– son ascendentes, lo que provoca en conductos estrechos una fuerza ascensional, cuyo valor es inversamente proporcional al diámetro del capilar (un capilar de 1,19 mm de diámetro presentará alturas de succión capilar de 30 mm).

El movimiento del agua a través de los poros de los materiales permeables puede alcanzar varios metros en horizontal y un par de metros en vertical. Todo dependerá de la forma, diámetro y disposición de los poros del material pétreo, cerámico o del mortero que conforman los muros, así como de su capacidad de evaporación.

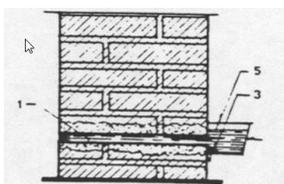
De hecho la capilaridad es un fenómeno dinámico de equilibrio entre la fuerza ascensional y la evaporación del muro, tanto hacia el exterior como hacia el interior del edificio. Por ello la altura de ascenso capilar variará con las circunstancias ambientales: en verano descenderá al haber mayor evaporación y sin embargo en invierno subirá al reducirse la evaporación. Del mismo modo en un muro estrecho el ascenso capilar alcanzará menores alturas, pues es mayor la superficie de evaporación en proporción a la de succión capilar. En tanto que en un muro de gran grosor, el ascenso capilar alcanzará cotas más altas al haber mayor superficie de aporte de agua al muro.



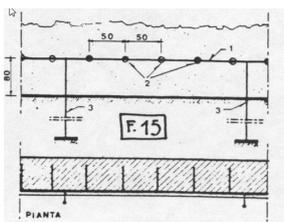
La serie de sifones drenantes, insertados en taladros con pendiente, facilitan la desecación del muro.



Corte con sierra de cadena y refrigerante por agua.



Creación de una barrera química por imbibición de silanos por gravedad.



Inversión del ascenso capilar por electro-ósmosis pasiva.

SISTEMAS DE INTERCEPTACIÓN DE LA HUMEDAD CAPILAR:

- **Evaporación del agua contenida en el muro (taladros con sifones atmosféricos (Sistema Knapen).** Para forzar la evaporación del muro se aumenta la superficie de contacto con el aire exterior, instalando pequeños drenes en forma de cartuchos de material poroso, a intervalos regulares de 30 ó 40 cm, en dos filas alternas a lo largo de todo el muro. Los drenes tienen pendiente hacia el exterior con el fin de evitar la entrada de agua de lluvia y facilitar la evaporación del agua del muro.
- **Desecación de muros por morteros drenantes:** Tras retirar los revocos dañados y sanear el muro se procede a ejecutar el nuevo revoco compuesto por tres capas de morteros de granulometría compensada decreciente (la capa exterior 0 –0,5 mm), totalmente traspirables, de forma que se fuerza el secado del muro.
- **Creación de una barrera física horizontal ante la succión capilar:** Esta opción es la más económica en obra nueva al instalar una barrera física impermeable (lámina asfáltica, de PVC, chapa de zinc, chapa de plomo etc.) a todo lo largo y ancho del arranque del muro. En la rehabilitación sólo se puede plantear una barrera física, si contamos con la posibilidad de cortar el muro en todo su espesor en tramos de un metro: una vez vaciada la ranura se inserta la lámina, cuidando de solaparla adecuadamente con la del siguiente tramo. El proceso es lento y se debe emplear para el retacado del muro morteros sin retracción una vez insertada la barrera, con el fin de evitar descensos diferenciales y fisuraciones en el muro.
- **Creación de una barrera horizontal por inyección química ante la succión capilar:** Consiste en la creación de una barrera impermeable mediante la inyección de resinas en la base del muro, mediante taladros regularmente espaciados situados en las juntas de mortero. El tipo y la densidad de las resinas debe estudiarse en función de la mayor permeabilidad o impermeabilidad del soporte.
- **Sistemas de inversión del ascenso capilar por electro-ósmosis pasiva o por electro-ósmosis activa:** la electro-ósmosis es un fenómeno electro-químico que asegura el flujo del agua a través de una membrana permeable desde el polo positivo al negativo. El agua existente en el terreno está cargada con carga positiva, en tanto que el muro lo está con carga negativa, por lo que de forma natural el agua tiende a subir al muro. Basta invertir la polaridad entre terreno y muro para que se invierta el flujo del agua y ésta descienda de nuevo al suelo.
- **Sistemas de inversión del ascenso capilar por electro-ósmosis-foresis:** El sistema de electro-ósmosis permite realizar una operación de sellado del muro aprovechando la fuerza descendente que crea el cambio de polaridad, para inyectar partículas de foforesita en los poros del muro de forma que al taponarlo se crea una barrera impermeable al agua y puede suspenderse así el proceso eléctrico, con el ahorro económico a largo plazo. El sistema se conoce con el nombre de electro-ósmosis-foresis.

- **Sistemas de inversión del ascenso capilar por inducción electromagnética:** Unas centralitas electrónicas cargan positivamente a los muros evitando así que la humedad remonte nuevamente. Las unidades no utilizan ondas de radio del tipo de alta o baja frecuencia, sino que se basan en el principio de la inducción electromagnética. La instalación es rápida y no destructiva, no requiere obra. Solo se procede a la instalación de la centralita directamente sobre la pared a una altura previamente estudiada y ser conectada a la red eléctrica.

PRECAUCIONES BÁSICAS

- La multiplicidad de sistemas nos dice que la eficacia de algunos de ellos radica sobre todo en la meticulosidad y perfección de la ejecución: esto es especialmente relevante en los cuatro primeros sistemas, donde un error en los solapes, o en la distancia entre perforaciones, o en la densidad de las resinas, haría eficaz el sistema sólo en un tanto por ciento del muro pero no en toda su longitud.
- Los sistemas de inversión del ascenso capilar por inducción electromagnética tienen la ventaja de que no hay que perforar el muro y la desventaja de que existirá un consumo eléctrico constante para revertir la succión capilar. Si el número o posición de las estaciones emisoras de inducción resultara escaso o inadecuado, siempre resultaría sencillo su aumento o su traslado, aunque ciertamente con un aumento del costo.

MEJORA LOGRADA

- Desaparecen las manchas de humedad y el muro mantiene un acabado semejante al resto del edificio.
- El muro reparado mantiene las condiciones de habitabilidad e higiene exigibles.

FICHAS RELACIONADAS

RE 2.1. Abrir un hueco de paso con dintel metálico en un muro de mampostería revestido.

RE 2.2. Abrir un hueco en un muro de mampostería visto con pasamuro de COR-TEN.

RE 2.3. Abrir un hueco de paso con recercado de cantería en un muro de mampostería.

Eliminación de humedad capilar en suelos elevados

Eliminación de humedades por ascensión capilar en suelos

- CTE - DB HS 1: Protección frente a la humedad
- CTE - DB HS 3: Calidad del aire interior
- CTE - DB SE-F: Seguridad estructural - fábricas
- CTE - DB SE-H: Seguridad estructural - hormigón



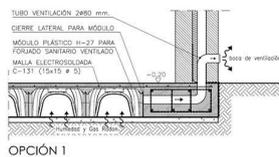
Forjado unidireccional como suelo elevado, sobre terreno estacionalmente encharcable.



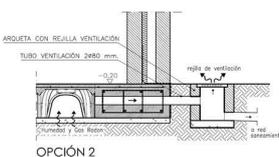
Forjado unidireccional como suelo elevado, con acceso para mantenimiento de instalaciones suspendidas.



Bocas de tomas de aire exterior, para ventilar un suelo elevado con casetones plásticos.



Ventilación de suelo elevado con "doble codo".



Ventilación de suelo elevado con arqueta sumidero.

ÁMBITO

Se contemplan en esta ficha las soluciones constructivas que el CTE - DB HS 1 entiende por suelo elevado, también llamados forjados sanitarios, la parte horizontal de la envolvente de un edificio que está separado del terreno por una cámara de aire. El CTE considera otros tipos de suelos, como son las Soleras y las Placas que son objeto de otra ficha específica.

No se consideran en este apartado otras envolventes horizontales en contacto con el terreno, como son las cubiertas ajardinadas, en las que no existe especial riesgo de humedad por succión capilar.

MEJORA BUSCADA

Hacer desaparecer la causa de las manchas de humedad, que producen lesiones estéticas en suelos y/o pavimentos de edificaciones de relativa antigüedad, así como recuperar las condiciones de salubridad para propietarios y usuarios de las mismas.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

El ascenso capilar es un fenómeno físico conocido y muy estudiado. La tensión superficial del agua es de tal intensidad que crea unos pequeños meniscos en el contacto con la superficie otros materiales. La curvatura del menisco es ascendente en la mayor parte de los materiales de construcción, lo cual provoca en sus poros una fuerza ascensional, cuyo valor es inversamente proporcional al diámetro del capilar (un capilar de 1,19 mm de diámetro presentará alturas de 30 mm por succión capilar).

El movimiento del agua a través de los poros de los materiales permeables puede alcanzar varios metros en horizontal y un par de metros en vertical. Todo dependerá de la forma, diámetro y disposición de los poros del material pétreo, cerámico o del mortero que conforman los muros, así como de su capacidad de evaporación.

De hecho la capilaridad es un fenómeno dinámico de equilibrio entre la fuerza ascensional y la evaporación del suelo, tanto exterior como interior. Por ello la altura de ascenso capilar variará con las circunstancias ambientales: si hay mucha ventilación descenderá y subirá sin embargo si ésta se reduce.

SISTEMAS DE INTERCEPTACIÓN DE LA HUMEDAD CAPILAR EN SUELOS ELEVADOS:

Ventilación cruzada del aire ocluido en la cámara del suelo elevado

El suelo elevado, también conocido como forjado sanitario, trata de eliminar la humedad ascendente interponiendo una cámara aire de suficiente altura entre él y el terreno. Esta solución constructiva resulta eficaz sólo una corta temporada. El agua presente en el terreno se irá evaporando continuamente hacia el aire de la cámara hasta saturarlo. Una vez saturado, el vapor de agua presente en el espacio de la cámara, comenzará a condensarse en la cara inferior del forjado sanitario, provocando la humedad que pretendíamos evitar.

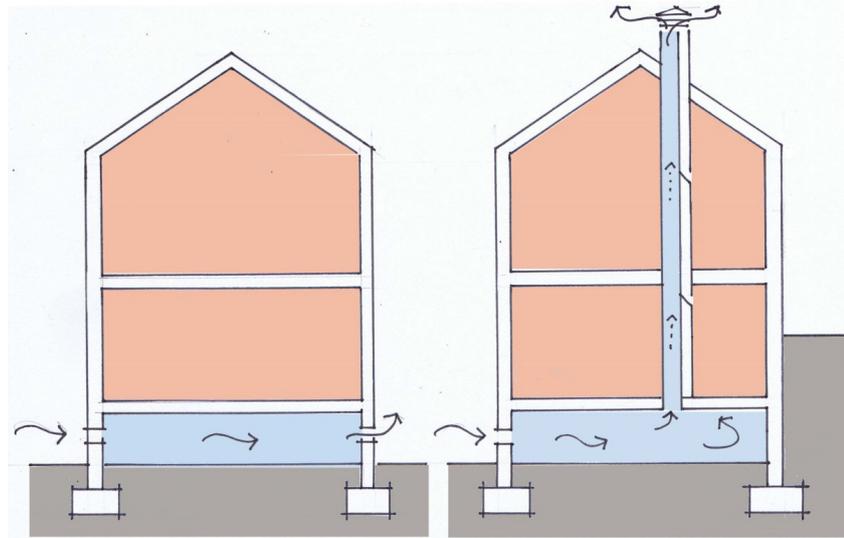
La solución adecuada es dotar a la cámara de la suficiente ventilación que asegure que el aire situado bajo el suelo tenga una humedad relativa baja, semejante al ambiente exterior.

Para ello se puede proceder de dos maneras:

- a) Dotar al espacio bajo el suelo elevado de ranuras, rejillas o ventanucos de ventilación, en paramentos enfrentados, de tal forma que se aproveche el gradiente de temperatura o de presión/ succión del viento, para forzar la salida del aire húmedo del sótano y la entrada de aire más seco procedente del exterior. Según el DB HS 1 la proporción entre la superficie total de los orificios de ventilación S_s (expresada en cm^2) y la superficie del suelo elevado A_s (expresada en m^2) debe estar entre los siguientes valores: $30 > S_s / A_s > 10$.
- b) Dotar al espacio bajo el suelo elevado de rejillas para entrada de aire procedente del exterior (siempre con menos humedad que la interior) y forzar la salida del aire húmedo acumulado en la cámara mediante conductos verticales que remonten por encima del plano de cubierta. Para no complicar la construcción, se puede optar por hacer descender los conductos generales de los Shunts hasta el forjado sanitario: éstos disiparán perfectamente el aire húmedo por encima de la cubierta. En condiciones normales, el aire húmedo es más leve que el aire seco, por lo que el aire del forjado sanitario, a punto de saturarse, siempre estará más caliente y menos denso que el aire frío y seco del exterior, que tenderá a entrar por las ranuras de ventilación.

PRECAUCIONES BASICAS

- Una cámara de aire cerrada nunca será una medida segura para aislar de la humedad.
- Sólo una cámara de aire ventilada puede llegar a resolver el problema de transmisión de humedad.
- La ventilación no sirve si se hace hacia otro local cerrado: siempre es necesario ventilar hacia el exterior.



a) El suelo elevado está más alto que el terreno y permite establecer la ventilación cruzada, y así el aire seco entra por las ranuras de una fachada y expulsa el aire húmedo por la fachada opuesta.

b) La pendiente del terreno impide crear la ventilación cruzada: el aire seco entra por aberturas de una fachada y expulsa el aire húmedo por el conducto central del shunt.

MEJORA LOGRADA

- El forjado sanitario estará seco y las armaduras de las viguetas permanecerán a salvo de posibles oxidaciones. El suelo mantiene un acabado semejante al resto del edificio.
- En el caso que una edificación esté situada sobre un terreno granítico, el suelo elevado ventilado reduce el riesgo de acumulación de gas radón, de forma que se mantienen las condiciones de habitabilidad e higiene exigibles.

FICHAS RELACIONADAS

RE 2.3. Abrir un hueco de paso con recercado de cantería en un muro de mampostería.

Building Research Establishment website.

Eliminación de humedades por ascensión capilar en soleras y placas

CTE - DB HS 1: Protección frente a la humedad

CTE - DB HS 3: Calidad del aire interior

CTE - DB SE-F: Seguridad estructural - fábricas

ÁMBITO

Se contemplan en esta ficha las soluciones constructivas que el CTE - DB HS 1 denomina como soleras y placas, es decir, la parte horizontal de la envolvente de un edificio que está en contacto con el terreno. El CTE considera otros tipos de suelos, como son los suelos elevados que son objeto de otra ficha específica.

No se consideran en este apartado otras envolventes horizontales en contacto con el terreno, como son las cubiertas ajardinadas, en las que no existe especial riesgo de humedad por succión capilar.

Tampoco se consideran en esta ficha la protección contra el agua de soleras y losas que estén situadas a una cota inferior al nivel freático del terreno, puesto que la entrada de agua en esos casos se debería a presión hidrostática y no por capilaridad.

MEJORA BUSCADA

Hacer desaparecer la causa de las manchas de humedad, que producen lesiones estéticas en suelos y/o pavimentos de edificaciones de relativa antigüedad, así como recuperar las condiciones de salubridad para propietarios y usuarios de las mismas.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

El ascenso capilar es un fenómeno físico conocido y muy estudiado. La tensión superficial del agua es de tal intensidad que crea unos pequeños meniscos en los bordes de su superficie en contacto con otros materiales. La curvatura del menisco es ascendente en la mayor parte de los materiales de construcción, lo cual provoca en sus poros una fuerza ascensional, cuyo valor es inversamente proporcional al diámetro del capilar (un capilar de 1,19 mm de diámetro presentará alturas de 30 mm por succión capilar).

El movimiento del agua a través de los poros de los materiales permeables puede alcanzar varios metros en horizontal y un par de metros en vertical. Todo dependerá de la forma, diámetro y disposición de los poros del material pétreo, cerámico o del mortero que conforman los muros, así como de su capacidad de evaporación.

De hecho la capilaridad es un fenómeno dinámico de equilibrio entre la fuerza ascensional y la evaporación del suelo, tanto exterior como interior. Por ello la altura de ascenso capilar variará con las circunstancias ambientales: si hay mucha ventilación descenderá y sin embargo subirá si ésta se reduce.



Aspecto del interior de un muro con lesiones de humedad por ascenso capilar.



Porcelánico saltando del suelo por humedad capilar.



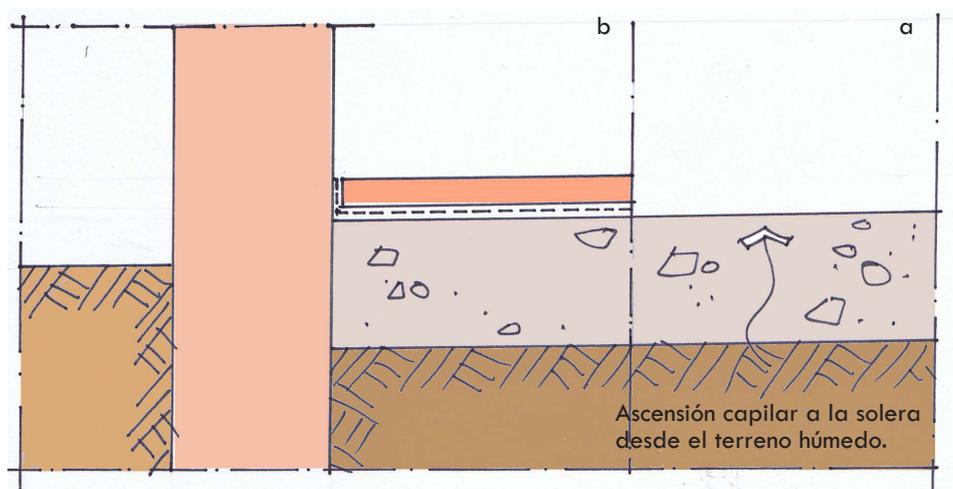
Eflorescencias por humedad capilar a través de una grieta en todo el espesor de una solera.

SISTEMAS DE INTERCEPTACIÓN DE LA HUMEDAD CAPILAR EN SOLERAS Y PLACAS:

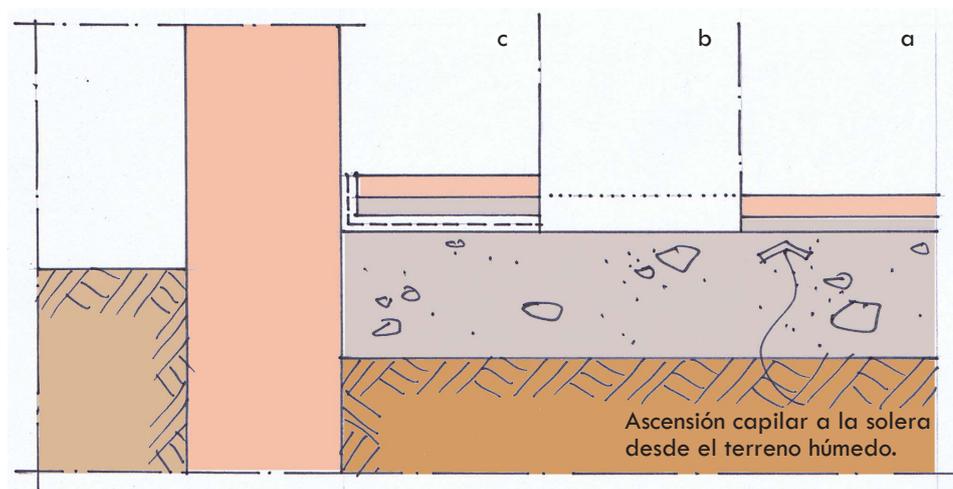
Cuando exista una solera o una placa en contacto con terreno húmedo, es de esperar que se produzcan humedades por succión capilar, tanto por las fisuras y grietas de la solera, como por los poros del hormigón.

Existen dos situaciones constructivas con soluciones de reparación diferentes:

1.- Soleras y placas sin pavimento: La superficie de la solera está provista de un acabado final pulido o pintado que permita dejarla vista (a). La reparación más económica consistirá en colocar una capa impermeable (por ejemplo lámina de polietileno, pintura de cloro-caucho etc.) sobre la primitiva solera y extender una nueva solerilla de hormigón armado (b) de 5 a 6 cm de espesor, que habrá que cortar oportunamente en paños para evitar su fisuración por retracción.



2.- Soleras y placas con pavimento: En este caso la solución reparadora consistirá en eliminar el pavimento con su mortero (a) hasta dejar limpia la superficie superior de la solera (b). A continuación se procederá como en el caso anterior a colocar una capa impermeable (por ejemplo lámina de polietileno, pintura asfáltica etc.) sobre la primitiva solera y reponer el acabado final con un pavimento (c).



PRECAUCIONES BÁSICAS

- Las láminas impermeables deben solaparse longitudinal y transversalmente, siguiendo en todo momento las prescripciones del fabricante.
- Cuando se coloque un nuevo pavimento es conveniente remontar la impermeabilización hasta la cota superior del pavimento, ocultándola con el rodapié.
- Para prevenir la presión de vapor por debajo de la lámina, es conveniente utilizar láminas grecadas que permiten la transpiración hacia el espacio superior.

MEJORA LOGRADA

La solera podrá estar húmeda, pero la humedad queda frenada por la interposición de una lámina impermeable.

FICHAS RELACIONADAS

RE 3.7. Eliminación de humedades por ascensión capilar en suelos.

Eliminación de humedades accidentales en medianeras

CTE - DB HS 1: Protección frente a la humedad

CTE - DB HS 3: Calidad del aire interior

CTE - DB SE-F: Seguridad estructural - fábricas

ÁMBITO

La medianera históricamente es un muro de carga, que los vecinos de solares contiguos han hecho construir a su costa, superpuesto a partes iguales sobre el lindero entre ambas propiedades. Cuando se demuele uno de los edificios que comparten un muro medianero, éste debe permanecer intacto para preservar la seguridad estructural del edificio colindante.

Esta situación en la que queda a la vista una de las caras del muro medianero es ocasión de frecuentes problemas derivados de la entrada del agua de lluvia en dicho muro, pudiendo producir simples humedades en el interior del edificio en pie, o bien, inducir el debilitamiento del muro de carga.

También tendremos “medianeras” en edificios construidos con esqueleto de hormigón armado o acero, cuando se demuela un edificio colindante más bajo, y queden parte de las fachadas laterales sin ningún tratamiento, y por lo tanto sin protección térmica o contra el agua.

Esta condición de “fachadas de segunda categoría”, conlleva el riesgo de que tengan humedades accidentales por su menor protección frente a la lluvia.

MEJORA BUSCADA

Hacer desaparecer el riesgo de humedades por entrada de agua de lluvia a través de las medianeras, que son la causa de diversas lesiones como son el desprendimiento de pinturas y revestimientos y/o la aparición de manchas de hongos, y recuperar así las condiciones de salubridad para propietarios y usuarios de los mismos.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

El CTE no contempla la situación de medianera como “fachada de segunda categoría”, por el contrario indica que, cuando se proyecte un edificio entre medianeras, se deberán tratar todas las fachadas por igual –a efectos de aislamiento térmico y de protección contra la humedad, salvo en aquella medianera que ya tenga otro edificio construido de igual o mayor altura que el proyectado.

Cuando esto no se cumpla y convenga proteger una medianera, previamente se reconocerá el cerramiento existente para conocer su composición y actuar en consecuencia:

- a) Medianera con muro de carga, compuesto normalmente por una fábrica de ladrillo o de piedra de relativo espesor. Se debería incrementar las prestaciones del cerramiento a efectos térmicos y de protección contra la humedad y preservar su seguridad estructural.
- b) Medianera con cerramiento compuesto por doble hoja de fábrica



Medianera sin revestimiento tras la demolición del edificio colindante.



Medianera protegida con revestimiento de placas onduladas de fibrocemento.



Fachada de muro de carga protegida con tabique pluvial.



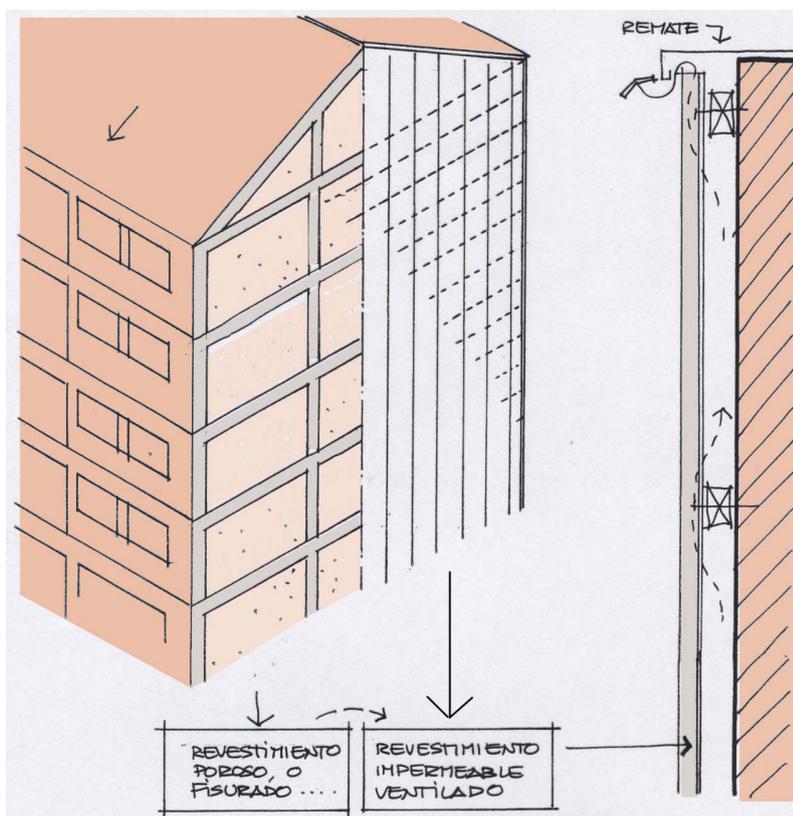
Pormenor del tabique pluvial: borde inferior drenado y ventilado.

de ladrillo con cámara de aire entre ellas, sin aislamiento térmico. Se debería incrementar las prestaciones del cerramiento a efectos acústicos y térmicos y de protección contra la humedad.

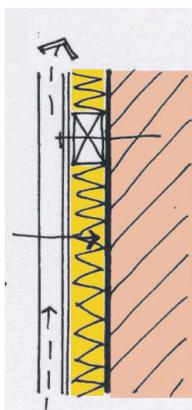
- c) Medianera con cerramiento compuesto por hoja de fábrica de ladrillo al interior, una capa de material aislante térmico, cámara de aire y otra hoja de fábrica de ladrillo al exterior. Se debería incrementar las prestaciones del cerramiento a efectos de protección contra la humedad.

SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE MEDIANERAS

- **Protección de antiguos muros de carga medianeros que quedan a la vista:** El considerable espesor de estos muros de carga les confiere una buena protección acústica así como una relativa inercia térmica. Bastaría en este caso conferir al muro una protección extra contra la humedad. La tradición constructiva española ofrece la solución constructiva del “tabique pluvial”, consistente en suspender por delante del muro y cuidadosamente anclada a él, una hoja de ladrillo sencillo enfoscada exteriormente. La solución actual consiste en revestir la medianera con un revestimiento impermeable anclado sobre rastreles dejando cámara de aire de forma que pueda ventilar y drenar. Existen múltiples soluciones constructivas en forma de placas grecadas, onduladas etc. de diversos materiales como: el fibrocemento, la chapa de acero prelacado, las aleaciones ligeras etc. También se puede un revestimiento de placas de pizarra ancladas con ganchos a pequeños rastreles.



- **Protección de cerramientos con cámara de aire pero sin aislante térmico:** Para no perturbar la habitabilidad del edificio, se podría plantear una fachada ventilada elemental sobre el paramento exterior de la medianera consistente en fijar planchas de un material aislante térmico-acústico protegido con un revestimiento impermeable trasventilado, semejante al descrito en el punto anterior.



Si la medianera está equivocadamente protegida con láminas bituminosas autoprotegidas, pues son intraspirables y provocan condensaciones intersticiales, se deben eliminar.

- **Protección de cerramientos con cámara de aire con aislante térmico:** Así mismo, para no perturbar la habitabilidad del edificio, se podría plantear la ejecución de un revestimiento impermeable trasventilado, semejante al descrito en el punto anterior relativo a los muros de carga.

PRECAUCIONES BÁSICAS

- La práctica muy extendida de proteger las medianeras expuestas a la lluvia con materiales impermeables e intranspirables, como pinturas bituminosas o láminas asfálticas autoprotegidas o sin protección, debe considerarse como nefasta, pues se producirán humedades de condensación al estar impedida la difusión del vapor de agua interior. Consiguen eliminar las humedades de infiltración, pero son la causa de humedades de condensación.
- Cualquier revestimiento exterior que sea impermeable, debe ser al mismo tiempo traspirable, por sí mismo, o por disponer en su trasdós una cámara de aire ventilada.

MEJORA LOGRADA

- Desaparecen las manchas de humedad y la medianera incorpora un acabado acorde al resto del edificio.
- La medianera una vez reparada recupera las condiciones de habitabilidad e higiene exigibles.

FICHAS RELACIONADAS

- RA 3.5. Eliminación de humedades higroscópicas en elementos contaminados.
- RA 3.6 Eliminación de humedades por ascenso capilar en muros.
- RE 3.7 Eliminación de humedades por ascensión capilar en suelos.
- RA 3.8. Eliminación de humedades por ascensión capilar en soleras y placas.
- RA 3.10. Eliminación de humedad de condensación en fachadas y cubiertas.

Eliminación de humedades de condensación en fachadas y cubiertas

- CTE - DB HS 1: Protección frente a la humedad.
- CTE - DB HS 3: Calidad del aire interior.
- CTE - DB SE-F: Seguridad estructural - fábricas.

ÁMBITO

En esta ficha se analiza el origen de las humedades de condensación que aparecen en la envolvente del edificio (fachadas y cubiertas).

Según su posición existen dos tipos:

- humedades de condensación **superficiales**: reconocibles a simple vista, con desprendimiento de pinturas, abombamientos, y/o aparición de manchas oscuras fruto de la fijación y proliferación de hongos en la superficie interior de los cerramientos.
- humedades de condensación **intersticiales**: que se producen en el interior del cerramiento, mojando una o varias capas del mismo, que pueden deteriorar los materiales aislantes y que pueden llegar a manifestarse por manchas tanto al interior como al exterior del mismo.

Se distinguen las causas y concausas de estas humedades. Dentro de las causas están:

- La presencia de altos valores de humedad relativa en el interior de los locales y,
- La existencia de puentes térmicos: puntos de la envolvente con menor aislamiento térmico, como frentes de forjados, pilares en esquina dentro del cerramiento, recercado de huecos en fachadas y cubiertas etc.

Como concausas se pueden indicar:

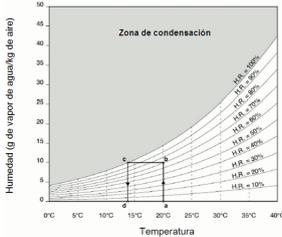
- Cualquier actividad que incremente notablemente la humedad relativa interior, como el uso de estufas de gas butano, dejar ropa a secar en el interior de la vivienda etc. y todo ello superpuesto a la falta de ventilación.
- Una temperatura interior excesivamente baja, que conlleve que la superficie interior de fachadas y/o cubiertas también lo esté.

MEJORA BUSCADA

Hacer desaparecer el riesgo de humedades de condensación, tanto superficial como intersticial, que son la causa de diversas lesiones en la envolvente de los edificios, que se manifiestan con desprendimientos de pintura y/o revestimientos, así como la aparición de manchas oscuras fruto de la fijación y proliferación de hongos en la superficie interior de los cerramientos y recuperar así las condiciones de higiene y salubridad para propietarios y usuarios de los mismos.

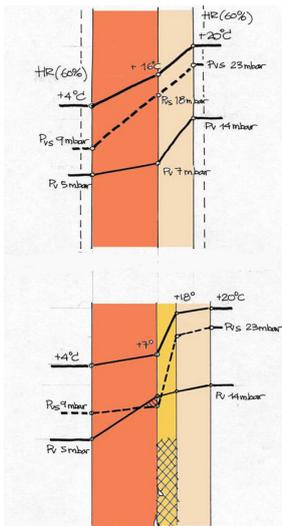
SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

El fenómeno de la condensación del vapor de agua en la construcción ha sido largamente tratado y estudiado, y es bien conocida la cantidad de vapor de agua que puede contener el aire en función de la temperatura y de la presión atmosférica (ver Ábaco psicrométrico). El DB HS1 indica que



Ábaco psicrométrico: donde para una mezcla de aire húmedo, se correlaciona temperatura, humedad relativa y cantidad de vapor de agua.

Cerramientos de una sola capa o de capas con conductancia y resistividad equilibradas, no producen condensaciones intersticiales.



Cerramientos de tres o más capas con conductancia y resistividad no equilibradas, pueden producir condensaciones intersticiales.

puede tolerarse alguna condensación siempre que no afecte a la integridad de las capas de la envolvente y que la tasa de condensación sea inferior a la de evaporación (por ejemplo: que sólo se condense el vapor de agua durante las tres horas más frías de las noches de invierno y que el resto del día suban las temperaturas y se seque la envolvente).

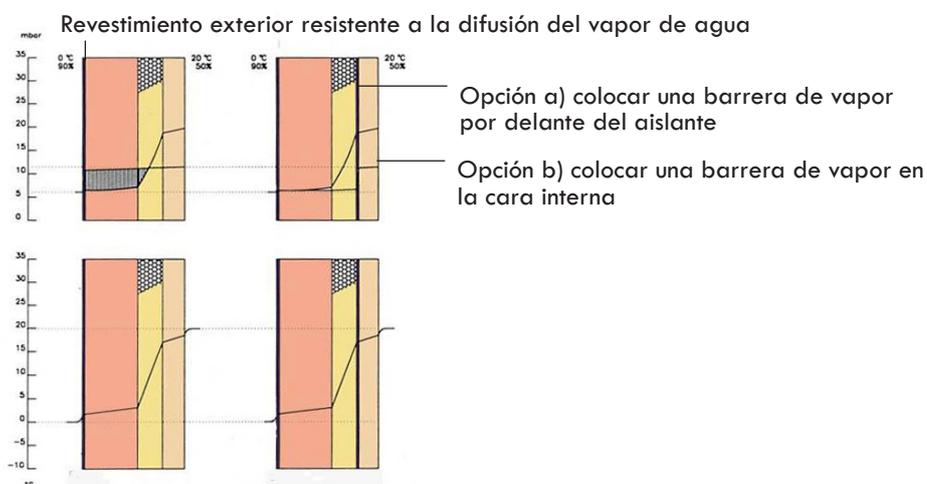
Como norma general hay dos opciones para evitar la presencia de humedades de condensación: **ventilar** y/o **elegir la temperatura ambiente**. Ventilar equivale a sustituir aire cargado de humedad por otro más seco. Elevar la temperatura interior equivale a aumentar la cantidad de vapor de agua que puede contener el aire sin condensarse y además eleva la temperatura de toda la envolvente.

En el caso de que no se pueda emplear ninguna de las dos opciones anteriores, sólo cabe actuar sobre la envolvente. Desgraciadamente este tipo de humedades se producen en viviendas que no tienen o no pueden mantener la calefacción y que no ventilan para no pasar aún más frío. Para estas situaciones, se contemplan las siguientes acciones rehabilitadoras:

SISTEMAS DE ELIMINACIÓN CONDENSACIONES:

- Condensaciones intersticiales cuando el revestimiento exterior funciona como barrera de vapor:

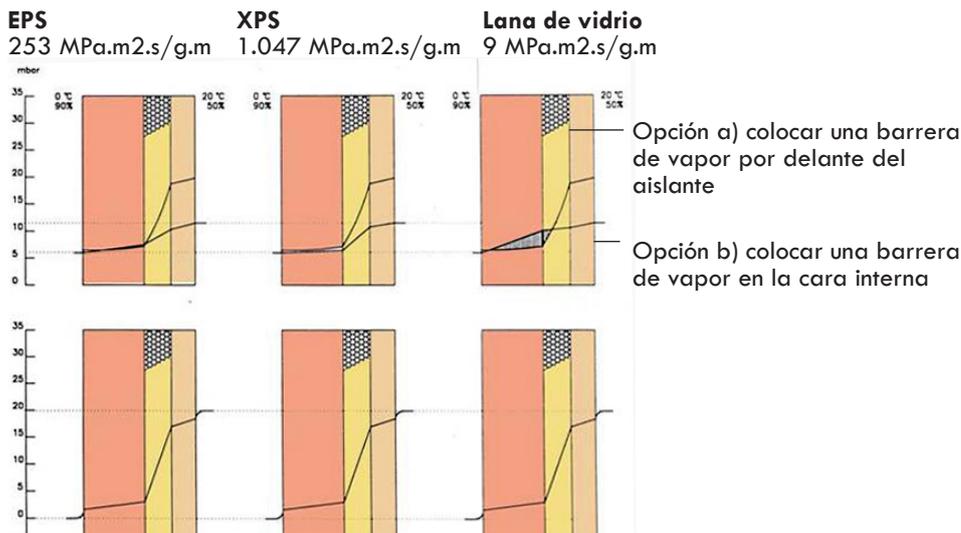
En ocasiones la envolvente posee dos hojas separadas por cámara de aire con aislante térmico y las condensaciones se producen en la hoja exterior porque está fría y el revestimiento de la fachada impide la difusión del vapor de agua. En estos casos sólo se puede evitar el problema colocando una segunda barrera de vapor en la cara caliente de la envolvente. La actuación ideal sería retirar la hoja interior y reponerla una vez colocada una barrera de vapor delante del aislante térmico. La otra opción consiste en pintar la cara interior de la envolvente con pintura al esmalte mate, que además de económica, produce menos inconvenientes a los usuarios.



Doble barrera de vapor para solucionar el problema de un acabado exterior resistente (*).

- Condensaciones intersticiales debido al tipo de aislante térmico:

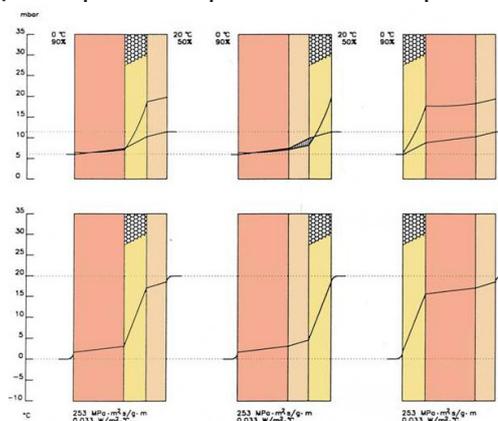
Materiales aislantes con igual transmitancia térmica que otros pueden llegar a provocar condensaciones intersticiales si su resistividad al vapor de agua es demasiado baja (por ejemplo, con lanas minerales que además tienden a perder capacidad aislante si se mojan). La actuación en este caso sería semejante al caso anterior: bastará con colocar una barrera de vapor por delante del aislante (por ejemplo un film de polietileno), o bien aplicar en la cara interna de la envolvente una capa de pintura intranspirable (por ejemplo, esmalte sintético mate).



Riesgo de condensaciones en función del tipo de material aislante (*).

- Condensaciones intersticiales debido a la posición del aislante térmico:

La posición del aislante térmico en una envolvente multicapa es irrelevante para la obtención de la transmitancia total y sin embargo puede ser contraproducente si se coloca hacia el interior. En este caso la envolvente estará fría y el vapor de agua se condensará en ella. La actuación a plantear será poner una barrera de vapor por la cara caliente. Por ejemplo, se puede hacer un trasdosado interior de cartón yeso con un film de polietileno contra el aislante, o simplemente pintarlo con una pintura intraspirable.



Influencia de la posición del material aislante en el riesgo de condensaciones (*).

(*) Imágenes originales de "Técnicas arquitectónicas y constructivas de Acondicionamiento ambiental" Neila, J. y Bedoya, C. Madrid 1997.

PRECAUCIONES BASICAS

- Las manchas oscuras por hongos son secuelas típicas de humedades de condensación. Los puntos más habituales se producen en correspondencia con los “puentes térmicos”: pilares en esquinas de fachadas que interrumpen el aislante; la cara inferior de los bordes de forjados o de vigas de hormigón en esa posición; dinteles y/o jambas de ventanales de fachadas frías etc.
- Si se opta por crear una segunda barrera de vapor en la cara interna de la envolvente, es aconsejable que la pintura al esmalte (intraspirable) tenga en su composición alguna sustancia fungicida, que actuará como una segunda medida de seguridad.

MEJORA LOGRADA

- Desaparecen las manchas de humedad y la envolvente mantiene un acabado semejante al resto del edificio.
- La envolvente ya reparada recupera las condiciones de habitabilidad e higiene exigibles.

FICHAS RELACIONADAS

- RA 3.5. Eliminación de humedades higroscópicas en elementos contaminados.
- RA 3.6. Eliminación de humedades por ascenso capilar en muros.
- RE 3.7. Eliminación de humedades por ascensión capilar en suelos.
- RA 3.8. Eliminación de humedades por ascensión capilar en soleras y placas.
- RA 3.9. Eliminación de humedades accidentales en medianeras.

Eliminación de humedades de infiltración en sótanos

CTE - DB HS 1: Protección frente a la humedad.

CTE - DB HS 3: Calidad del aire interior.



Aspecto del interior de un sótano con lesiones de humedad por infiltración.

ÁMBITO

En esta ficha se contempla la reparación de humedades de infiltración, por presión hidrostática del agua o por contacto con terreno húmedo, en muros total o parcialmente enterrados, constituidos por fábrica de piedra, ladrillo, bloque etc. o de hormigón armado.

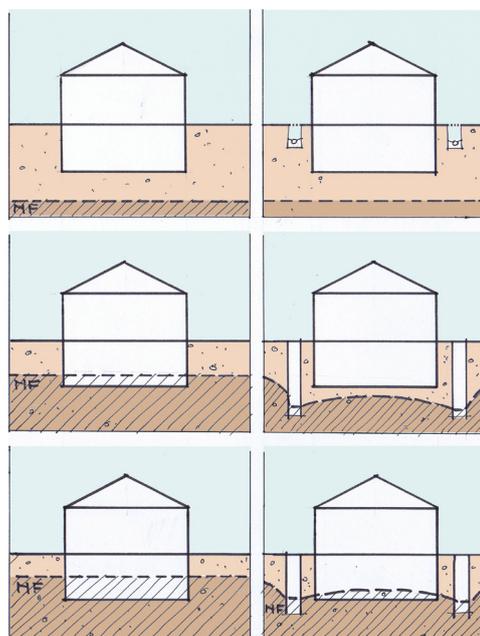
No se contemplan los casos de humedades producidas por mojadura directa del agua de lluvia en los muros.

MEJORA BUSCADA

Hacer desaparecer el riesgo de humedad de infiltración procedente de un terreno húmedo o con nivel freático, que son la causa de lesiones estéticas en los muros de sótano, así como del desprendimiento de revestimientos y pinturas interiores, para de esa manera recuperar las condiciones de salubridad para propietarios y usuarios de los edificios.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

La presencia de agua en el terreno puede ser: a) por imbibición natural debido a precipitaciones de lluvia, o bien b) por encharcamiento del terreno debido a la acumulación de agua por existencia de un estrato impermeable más o menos profundo, que produce humedades por infiltración con presión hidrostática, proporcional a la altura entre el nivel freático y el del muro considerado. El DB HS1 contempla tres situaciones de presencia de agua:



a) Baja, cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático. El agua mojaría el muro por capilaridad.

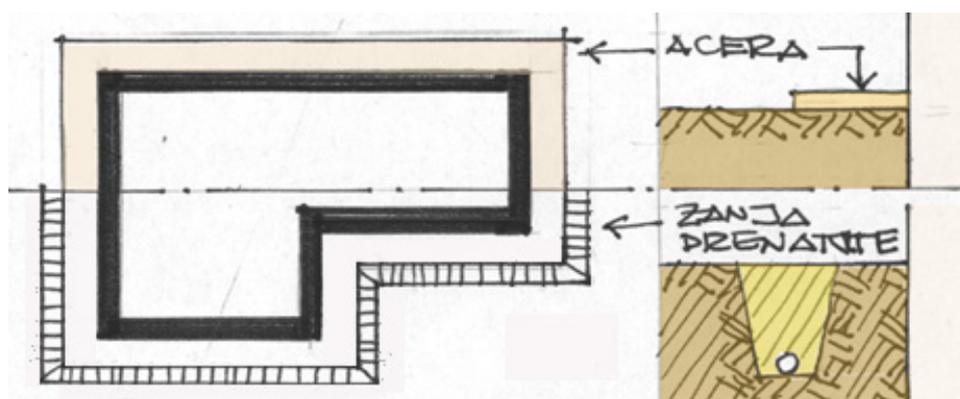
b) Media, cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo. Existe algo de presión hidrostática del agua contra el muro.

c) Alta, cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra dos o más metros por debajo del nivel freático. La presión hidrostática del agua contra el muro se eleva y aumenta el riesgo de infiltración.

Como ocurre en tantos casos de reparaciones, la primera y mejor solución es ir al origen: reducir o, si es posible, eliminar la causa. En este caso la estrategia tiene que enfrentarse a la gestión del agua presente en el terreno, que es el origen del problema. La segunda estrategia es controlar la integridad del muro, reparando cualquier poro, fisura o grieta que presente. Y finalmente como tercera estrategia, si las anteriores no son posibles o no resultan proporcionadas, es dejar que entre el agua a través del muro y revestirlo dejando una cámara drenada y ventilada.

SISTEMAS CONTRA LA HUMEDAD DE INFILTRACIÓN:

- **Reducir la presencia de agua de imbibición en torno al edificio.**
Para reducir la presencia de agua de lluvia en el perímetro del edificio conviene, si las precipitaciones son moderadas, crear una acera con pendiente transversal que aleje el agua del edificio. Si las precipitaciones son abundantes también se puede crear una zanja drenante en el perímetro del edificio, que alivie el agua recogida conduciéndola al alcantarillado o a un curso de agua, por gravedad o por bombeo.

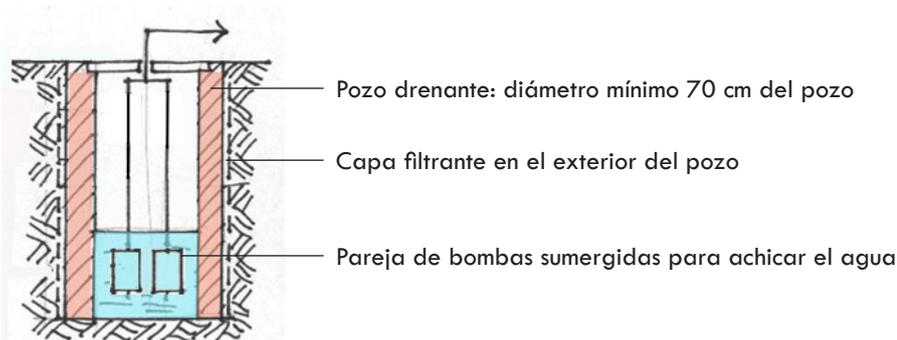


- **Descender el nivel freático por debajo del suelo, para quitarle presión al agua:**



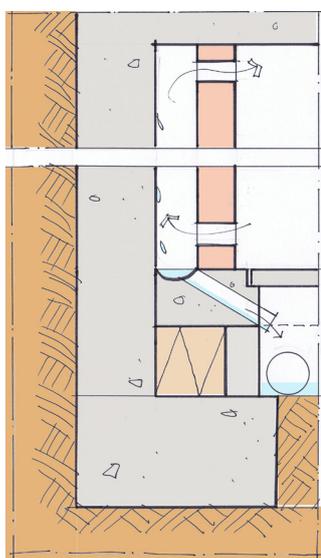
Toda el agua recogida en una canaleta debe ser conducida a un pozo de bombeo para su evacuación hasta la red de saneamiento.

Para que el nivel freático descienda es necesario realizar una serie de pozos de drenaje en el perímetro, a distancia menor de 50 m. Estos pozos drenantes estarán protegidos en su cara exterior contra el terreno con una capa filtrante que impida el arrastre de los finos. En su interior se dispondrá una pareja de bombas sumergidas de achique que bombearán el agua al saneamiento o a un depósito para su ulterior aprovechamiento.



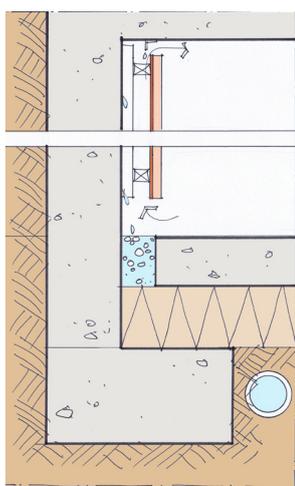
- **Creación de una cámara drenada y ventilada al interior del muro:**

Cuando no se puede intervenir en el terreno circundante, la opción más económica es dejar que el muro siga filtrando agua y revestirlo con algún trasdosado que deje una cámara drenada y ventilada. En esta solución lo más importante es recoger, canalizar y evacuar el agua infiltrada, disponiendo para ello canales, barreras impermeables, conductos de drenaje hasta una arqueta de aguas pluviales. Junto con esto, es imprescindible ventilar la cámara hacia el exterior y si esto no es posible, puede ventilar mediante conductos a otro espacio ventilado.



Tabique de ladrillo + cámara drenada y ventilada:

- Rejillas de ventilación (salida del aire húmedo)
- Trasdoso con tabique de ladrillo
- Muro de contención que filtra agua del terreno
- Rejillas de ventilación (entrada de aire seco)
- Canaleta y arranque de tabique impermeabilizados
- Arqueta de pluviales donde evacuar el agua recogida



Revestimiento + cámara drenada y ventilada

- Banda superior de ventilación (salida del aire húmedo)
- Trasdoso con chapa perfilada metálica, panel sándwich, tableros compactos etc. sobre perfilaría de aluminio anodizado.
- Muro de contención que filtra agua del terreno
- Banda inferior de ventilación (entrada de aire seco)
- Canaleta rellena con garbancillo de cuarzo en todo el perímetro de la solera del sótano
- Encachado de apoyo y drenaje de la solera
- Drenaje interior donde evacuar el agua recogida

MEJORA LOGRADA

- Desaparecen las manchas de humedad y el muro mantiene un acabado semejante al resto del edificio.
- El muro reparado mantiene las condiciones de habitabilidad e higiene exigibles.

FICHAS RELACIONADAS

RA 3.6. Eliminación de humedades por ascenso capilar en muros.

RA 3.8. Eliminación de humedades por ascensión capilar en soleras y placas.

RA 3.10. Eliminación de humedad de condensación en fachadas y cubiertas.

Limpieza general y reparar defectos superficiales de los revestimientos exteriores

LOE, Capítulo III, Agentes de la edificación, artículo 16. Los propietarios y los usuarios

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

CTE - DB HS: Protección contra el agua

Ordenanzas municipales: Condiciones mínimas de seguridad y ornato

ÁMBITO

En esta ficha se contempla la rehabilitación de fachadas avejentadas, en edificios de relativa antigüedad, por escaso o nulo mantenimiento, y que tienen todas o algunas de las siguientes lesiones:

- Ensuciamiento de paramentos verticales, de jambas, dinteles y repisas de ventanas, de posibles molduras o fajeados etc.
- Fisuración y/o agrietamiento de los acabados (revocos, pinturas etc).
- Abombamiento y/o desprendimiento de sus revestimientos etc.

MEJORA BUSCADA

Eliminar la suciedad ambiental depositada en la fachada, así como recuperar la integridad y aspecto original de la fachada, de forma que el edificio mantenga las mejores condiciones de ornato, todo ello en cumplimiento de las obligaciones que tienen los propietarios de conservar en buen estado la edificación.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

- Eliminar la suciedad de la fachada del edificio.

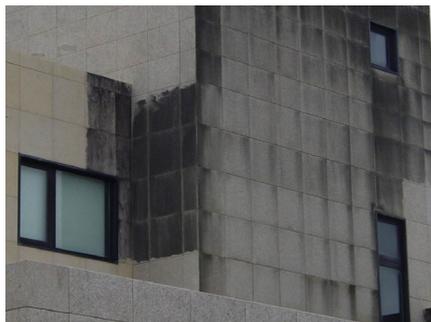
Se entiende por suciedad las manchas grisáceas y negruzcas, fruto del proceso por el que las partículas de polvo y polución ambiental se depositan, fijan y son arrastradas por el agua sobre la superficie de la fachada del edificio. También se incluye en este apartado las manchas negruzcas o pardo rojizas que se encuentran en fachadas orientadas al norte fruto del depósito fijación y lavado de algas y cianobacterias presentes en el ambiente, que colonizan aquellos paramentos en los que se dan las mejores condiciones bióticas.

Su eliminación se realizará por lavado con agua exenta de sales. El proceso comenzará por la parte superior de la fachada, y se podrá utilizar:

- agua a presión moderada, cuando el revestimiento esté firmemente anclado.
- frotado con cepillo de raíces y enjuagado posterior con una manguera, cuando no se quiera dañar el revestimiento.
- papetas de celulosa impregnadas con agua destilada, cuando el soporte pueda ser dañado irremediabilmente (edificios catalogados etc.).



Manchas negruzcas sobre granito producidas por la colonización de algas y cianobacterias.



Fachada con aplacado ventilado de granito con manchas por colonización de algas y cianobacterias, en proceso de lavado con agua a presión moderada (pañeros sucios con diferente grado de colonización por orientación y pañeros tras el lavado con agua.



Manchas de eflorescencias en fábrica de ladrillo.

- Eliminar manchas blanquecinas de eflorescencias.

Se entiende por eflorescencia al proceso por el cual el agua que ha mojado la fachada y penetrado por sus poros, disuelve aquellas sales solubles que encuentre a su paso presentes en fábricas de ladrillo, mortero de colocación de revestimientos etc. Al cesar las precipitaciones, comienza el proceso de secado, invirtiéndose el proceso, de modo que el agua con las sales disueltas llega hasta la superficie. Allí el agua se evapora y las sales que transportaba se cristalizan en ella.

Su eliminación se realizará por lavado con agua exenta de sales. El proceso comenzará por la parte superior de la fachada, y se podrá utilizar:

- agua a presión moderada, cuando el revestimiento esté firmemente anclado.
- frotado con cepillo de raíces y enjuagado posterior con una manguera, cuando no se quiera dañar el revestimiento.
- papetas de celulosa impregnadas con agua destilada, cuando el soporte pueda ser dañado irremediablemente (edificios catalogados etc.)



Manchas de eflorescencias en chapado de granito.

- Eliminar fisuras y/o grietas de revestimientos discontinuos

Muchos revestimientos terminan por agrietarse por carecer de juntas propias de dilatación y, al aumentar de volumen por aumento de la temperatura sin posibilidad de dilatar, sus piezas, bien en forma de placas o plaquetas, terminan por dislocarse y aparecen grietas y fisuras, con expulsión del rejuntado.



La solución es retirar las piezas, y volver a fijarlas tras reducir su longitud uno o dos milímetros. Las nuevas juntas se deberán rejuntar con un mortero especial de juntas, elasticado, impermeable y sin retracción.

- Eliminar fisuras y/o grietas de revocos, pinturas etc.

Los revestimientos continuos pueden fisurarse por movimientos propios (retracción tras el fraguado, dilataciones estacionales etc.) o del soporte (flechas inducidas por la estructura, dilataciones impedidas etc.) La reparación de las fisuras propias puede plantearse con bandas elastificadas y morteros de reparación. Las grietas, en cambio, deben ser arregladas tras eliminar primeramente la causa (permitir dilataciones, reforzar la estructura etc.)



MEJORA LOGRADA

- Los propietarios del inmueble han cumplido con su deber de mantener el edificio con la limpieza y ornato reglamentarios (LOE, Capítulo III, Agentes de la edificación, Artículo 16. Los propietarios y los usuarios).
- La fachada recupera la integridad y el aspecto original.
- La fachada mantiene el grado de protección contra el agua de lluvia esperado.

FICHAS RELACIONADAS

RE 2.4. Consolidar un muro de mampostería de piedra o ladrillo.

RE 3.9. Eliminación de humedades por ascensión capilar en suelos.

RG 4.2.1. Rehabilitación de fachada: sistema SATE.



REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

RE 4.1.1. Incorporar un atrio, un mirador o una galería

Favorecer el aprovechamiento pasivo de la energía solar en invierno

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

ÁMBITO

La utilización de galerías y miradores acristalados para captar la energía solar durante el invierno, contribuyendo al caldeo de las habitaciones situadas detrás de ellos, forma parte de la tradición arquitectónica de muchas de nuestras ciudades. Lo mismo ocurre con los atrios acristalados, popularizados a partir del siglo XIX para aportar iluminación y calentamiento por radiación solar a galerías comerciales y espacios de distribución de edificios públicos.

MEJORA BUSCADA

Utilización de galerías, miradores y atrios acristalados como elementos de captación de energía solar para el acondicionamiento térmico de los espacios adyacentes, contribuyendo a un menor consumo de energía de calefacción.



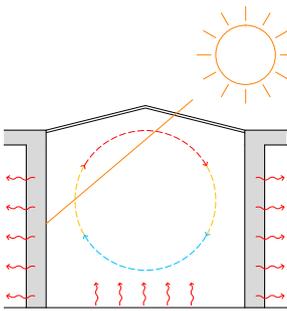
Imagen urbana definida por galerías. Betanzos.



Utilización de galerías como elementos de captación solar. Santiago de Compostela.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

El funcionamiento de las galerías, miradores y atrios acristalados se basa en la aplicación del denominado efecto invernadero. Los vidrios son permeables a la radiación de longitudes de onda inferiores a 2.500 nanómetros (nm.), lo que supone la mayor parte de la radiación solar. La radiación que penetra al interior del elemento acristalado calienta las superficies y los cuerpos situados en su interior. Estos cuerpos, al calentarse, emiten a su vez energía por radiación, pero en una longitud de onda más larga (de unos 11.000 nm.) a la que el vidrio es completamente impermeable. De este modo la galería o el cuerpo acristalado se convierte en una trampa de calor, que



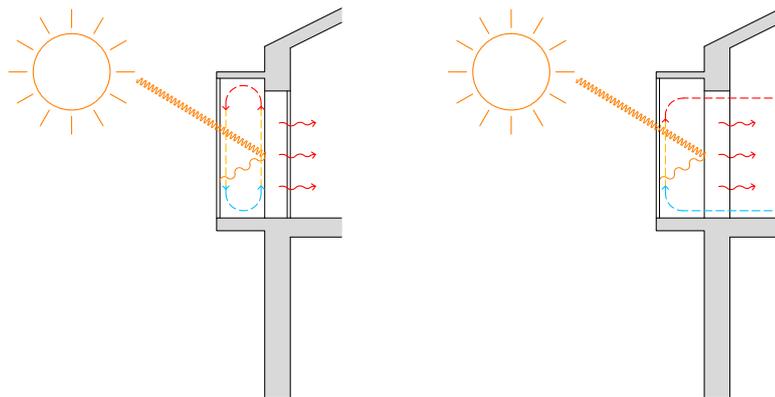
Captación de energía solar en un atrio y distribución hacia los espacios contiguos mediante elementos de alta inercia térmica.

permite la entrada de energía pero no su salida.

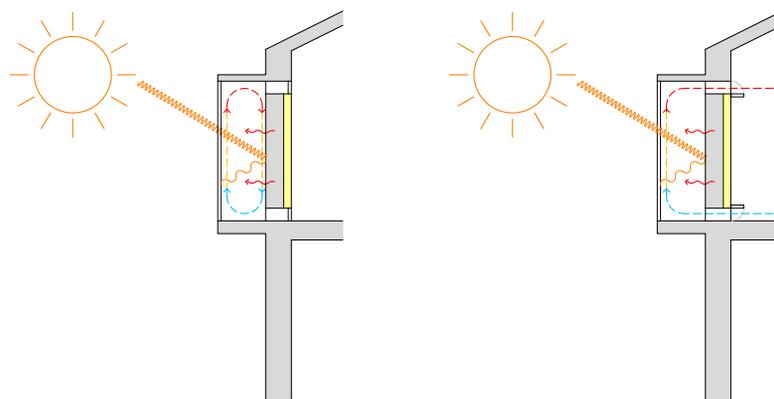
El aire que hay dentro de la galería no se calienta directamente por efecto de la energía solar incidente, al transmitirse esta por radiación, sino que se va calentando paulatinamente por convección, al entrar en contacto con las paredes y el suelo de la galería, previamente calentados mediante la radiación. El aire calentado en la galería puede utilizarse para calentar las habitaciones situadas junto a ella, mediante la apertura de huecos de ventilación que la comuniquen con ella, favoreciendo la renovación de aire por convección.

Aunque el vidrio evita la salida de la radiación emitida por los cuerpos calientes situados en el interior de la galería, se producen pérdidas de calor a través de él debidas a su calentamiento por la radiación de onda larga emitida desde el interior y por convección, al entrar en contacto con el aire interior.

Para obtener el máximo aprovechamiento de una galería o un mirador acristalado como elemento de acondicionamiento térmico, este debe tener una orientación lo más próxima al sur, para captar el máximo de radiación solar durante los meses de invierno.



Galería tradicional (sin aislamiento). Transmisión de calor por convección y radiación con las puertas abiertas y por radiación exclusivamente cuando éstas se cierran.



Galería con muro posterior dotado de aislamiento térmico y huecos que permiten controlar el calentamiento de los espacios interiores por convección.



Espacio interior de una galería.

Para adecuar las necesidades de calor con el ciclo discontinuo de aportación de radiación producido por el sol, es habitual utilizar sistemas de almacenamiento basados en la incorporación de elementos de alta inercia térmica. En el caso de las galerías, el muro que la separa del resto del edificio, que almacena el calor producido por la radiación incidente que entra en la galería.

Para que el muro actúe como acumulador térmico y no se produzcan pérdidas durante la noche hacia la galería, el aislamiento debe situarse en la cara interior del muro.

La eficiencia de la galería se puede incrementar si esta está dotada de elementos móviles que porten aislamiento durante la noche, evitando las pérdidas a través del vidrio.

Durante el verano se han de prever sistemas que eviten el sobrecalentamiento, bien mediante sistemas de sombreado por el exterior que eviten la incidencia directa de la radiación solar, bien mediante aperturas que permitan disipar por convección el aire caliente del interior de la galería.

MEJORA LOGRADA

- Disminución del consumo energético al introducir el aire de ventilación precalentado en la galería o mirador.
- Disminución de las emisiones de CO₂.
- Recuperación de elementos de la arquitectura tradicional urbana –como miradores y galerías–, manteniendo su uso original como elementos de atenuación térmica.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.1.2. Incorporar materiales de alta inercia térmica para almacenar calor o frío.

RG 4.1.3. Optimizar las zonas de la vivienda según su orientación.

RE 4.1.2.

Incorporar materiales de alta inercia térmica para almacenar calor o frío

Crear elementos de almacenamiento de la energía gratuita aportada por el Sol o la ventilación nocturna

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

ÁMBITO

En climas en los que puede producirse una considerable variación de temperatura entre el día y la noche, la utilización de elementos de alta inercia térmica, como muros o forjados de gran masa, permiten acumular en invierno el calor producido por el soleamiento, para cederlo paulatinamente durante la noche. Asimismo, en verano, los elementos de alta inercia térmica pueden acumular el frescor de la noche para atenuar durante el día la temperatura del interior de los edificios.

MEJORA BUSCADA

Atenuar los cambios de temperatura que se producen en el interior de los edificios entre el día y la noche, mejorando las condiciones de confort de sus ocupantes.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

La utilización de materiales de alta inercia térmica tiene como consecuencia la amortiguación de las variaciones de temperatura que se producen en el interior de los edificios entre el día y la noche o entre los períodos de encendido y apagado de la calefacción.

La alta inercia térmica produce también un efecto de retardo en la variación de la temperatura interior respecto a la exterior.

La conveniencia de la utilización de elementos de alta inercia térmica depende del uso al que esté destinado el edificio. Dado que la alta inercia térmica supone un retardo en la variación de la temperatura interior, su utilización sólo está indicada para edificaciones de uso permanente, siendo desaconsejable en los edificios de uso intermitente como locales comerciales, oficinas o viviendas de fin de semana, al ser necesario invertir una mayor cantidad de energía para calentarlos o refrigerarlos debido al consumo derivado de la necesidad de vencer su inercia térmica inicial.

En edificios construidos con materiales de alta inercia térmica —materiales pétreos o cerámicos de gran espesor—, destinados a un uso discontinuo o intermitente, puede evitarse el efecto indeseado de retardo en la variación de la temperatura interior mediante la colocación de aislantes térmicos por la cara interior de los cerramientos. Por el contrario en edificios destinados a un uso permanente, como puede ser el caso de las viviendas, es aconsejable colocar el aislamiento por el exterior de los muros, aprovechando así su masa térmica para atenuar los cambios de temperatura en su interior.

En invierno, la combinación de elementos de alta inercia térmica con ventanales y galerías orientados al sur permite acumular el calor aportado por la energía solar para cederlo lentamente durante la noche.

En verano, la inercia térmica puede combinarse con sistemas de ventilación cruzada o de ventilación forzada, que disipen durante la noche el calor



Casa Jacobs II, F. Lloyd Wright. Aprovechamiento de la alta inercia térmica de los muros de piedra semienterrados como acumuladores de la energía captada a través de la fachada Sur.

acumulado durante el día, manteniendo, por efecto del retardo térmico, la temperatura interior por debajo de la temperatura exterior durante las horas de sol.

MEJORA LOGRADA

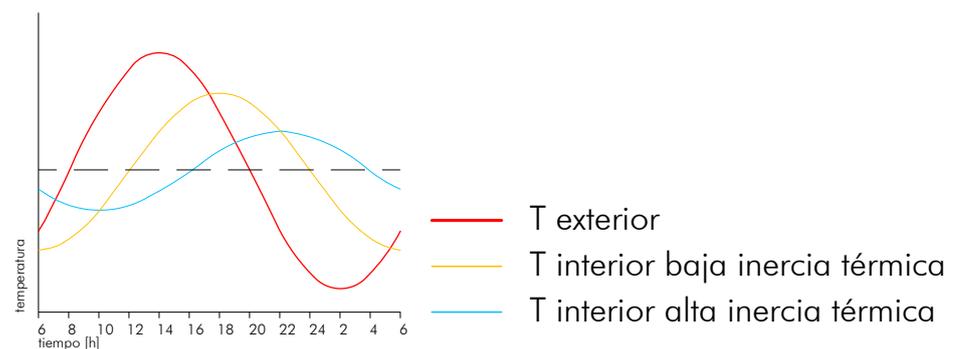
- Disminución del consumo energético de calefacción al permitir aprovechar durante la noche los aportes de energía solar que se producen a través de los huecos, galerías etc.
- Disminución del consumo energético de refrigeración al permitir aprovechar durante el día la reducción de temperatura derivada de la ventilación nocturna.
- Disminución de las emisiones de CO₂.
- Mejora del confort en el interior de los edificio, contribuyendo a mantener la temperatura constante durante todo el día.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.1.1. Incorporar un atrio, un mirador o una galería.

RG 4.1.3. Optimizar las zonas de la vivienda según su orientación.

RI 5.1.1. Sistemas de refrigeración pasivos y ventilación natural cruzada.



RE 4.1.3.

Optimizar las zonas de la vivienda según su orientación

Mejorar el comportamiento térmico del edificio mediante una orientación adecuada

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

ÁMBITO

Durante el invierno la captación de radiación solar a través de los huecos del edificio contribuye a reducir el consumo de calefacción, por el contrario durante el verano deben evitarse las cargas térmicas producidas por el soleamiento, para evitar el sobrecalentamiento de los espacios interiores.

MEJORA BUSCADA

Optimizar la distribución de los espacios interiores y la disposición de los huecos en relación con la orientación del edificio, para contribuir a reducir el consumo de calefacción en invierno y minimizar las necesidades de refrigeración en verano.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

La orientación óptima de un edificio es aquella que permite captar el máximo de energía solar durante los meses de invierno y reducir las aportaciones solares en el verano. Teniendo en consideración que las ganancias solares a través de los cerramientos opacos son muy reducidas en relación con las que se producen a través del acristalamiento –en especial si el edificio se encuentra correctamente aislado– para establecer la orientación óptima de un edificio es necesario atender fundamentalmente en la orientación de sus huecos.

En nuestra latitud, la radiación que penetra a través de un hueco en invierno es máxima para la orientación sur. En verano, la radiación que penetra por los huecos orientados al sur es menor que la que lo hace por los huecos orientados al este o al oeste. Esto es debido a la diferencia de altura y trayectoria del sol entre el verano y el invierno. Durante el verano la trayectoria más amplia combinada con una mayor altura solar implica un mayor soleamiento de las fachadas este y oeste respecto a la sur. En invierno la trayectoria más corta y la menor altura solar produce un mayor soleamiento en la fachada sur que en las orientadas al este y al oeste.

Por lo tanto serán más eficientes desde el punto de vista energético aquellas edificaciones en las que la mayor parte de sus huecos presenten orientaciones lo más próximas posibles a la orientación sur.

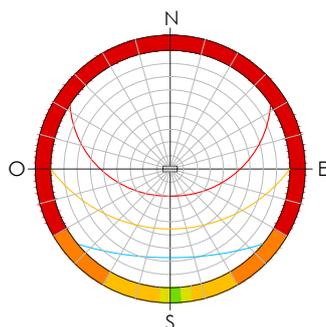
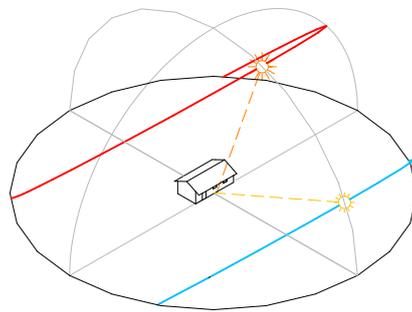


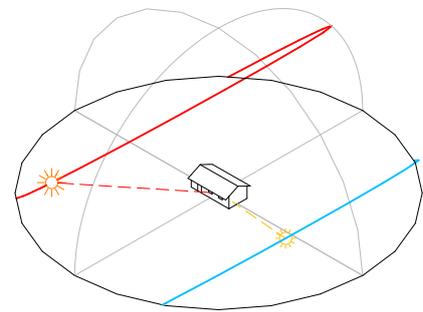
Diagrama de orientaciones para Galicia, donde el verde representa las orientaciones óptimas (Sur) y el rojo las pésimas.

Dado que por lo general no todos los espacios pueden tener la misma orientación, deben situarse en la zona mejor orientada los espacios con unas mayores necesidades de iluminación y temperatura. En el caso de las viviendas, las salas de estar, comedores y cocinas, con un uso más prolongado durante el día, deben situarse preferentemente orientadas al sur, mientras que los dormitorios, que por su uso nocturno tienen unos menores requerimientos en cuanto a iluminación, pueden situarse con orientaciones este o norte.

En rehabilitación puede optarse por la redistribución interior de los espacios, buscando la orientación sur para los espacios de mayor uso durante el día: salas de estar y cocinas. Otra posibilidad es la modificación de huecos para mejorar su orientación.



Orientación óptima: norte-sur, produce la máxima captación solar en invierno y la minimiza en verano.



Orientación pésima: este-oeste, produce la mínima captación solar en invierno y la máxima en verano.

MEJORA LOGRADA

- Disminución del consumo energético de calefacción debido a las ganancias solares que se producen durante el invierno.
- Disminución del consumo energético de refrigeración mediante la reducción de las ganancias solares producidas a través de las ventanas en verano.
- Disminución de las emisiones de CO₂.
- Mejora del confort al adecuar el soleamiento recibido en cada estancia al uso al que está dedicada.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.11. Sistemas de refrigeración pasivos y ventilación natural cruzada.

RE 4.2.1.

Rehabilitación de fachada, sistema SATE

Incrementar el aislamiento térmico de los cerramientos por su parte exterior

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

UNE EN 13499 - Aislantes térmicos. Sistemas compuestos para aislamiento térmico externo (ETICS) basados en poliestireno expandido

UNE EN 13500 - Aislantes térmicos. Sistemas compuestos para aislamiento térmico externo (ETICS) basados en lana mineral

Guía ETAG 004

ÁMBITO

En invierno los edificios sufren pérdidas de calor a través de su envolvente térmica –fachadas exteriores o cerramientos en contacto con espacios no calefactados, cubierta y forjados en contacto con el terreno o con el exterior–, que, en función de su grado de aislamiento, pueden suponer importantes incrementos en sus consumos de energía de calefacción.

En edificios que carezcan de aislamiento térmico o cuyo nivel de aislamiento no responda a las exigencias actuales, una solución muy adecuada puede ser la aplicación de un sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE). Este tipo de mejora puede tener especial interés en el contexto de una renovación o rehabilitación de las fachadas del edificio.

MEJORA BUSCADA

Incrementar el aislamiento térmico de la fachada, eliminar los puentes térmicos, que se producen en cabezas de forjados y pilares de fachada, y mejorar el comportamiento higrotérmico de la envolvente para evitar el riesgo de condensaciones. Todo ello manteniendo en todo momento la habitabilidad del edificio y sin reducir la superficie útil de la vivienda.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Solución consistente en la aplicación de un sistema formado por una capa de aislante térmico fijada a la parte exterior de la fachada existente y un acabado de mortero multicapa, armado con una malla de fibra de vidrio. En función del sistema utilizado y del tipo de soporte, la fijación de los paneles de aislamiento térmico puede realizarse mediante adhesivos, fijaciones mecánicas o ambas cosas.

Los materiales de aislamiento térmico utilizados son: paneles de poliestireno expandido (EPS), paneles de lana mineral de alta densidad (MW), paneles de espuma rígida de poliuretano conformado (PUR), paneles de poliestireno extruido (XPS), corcho expandido y vidrio celular.

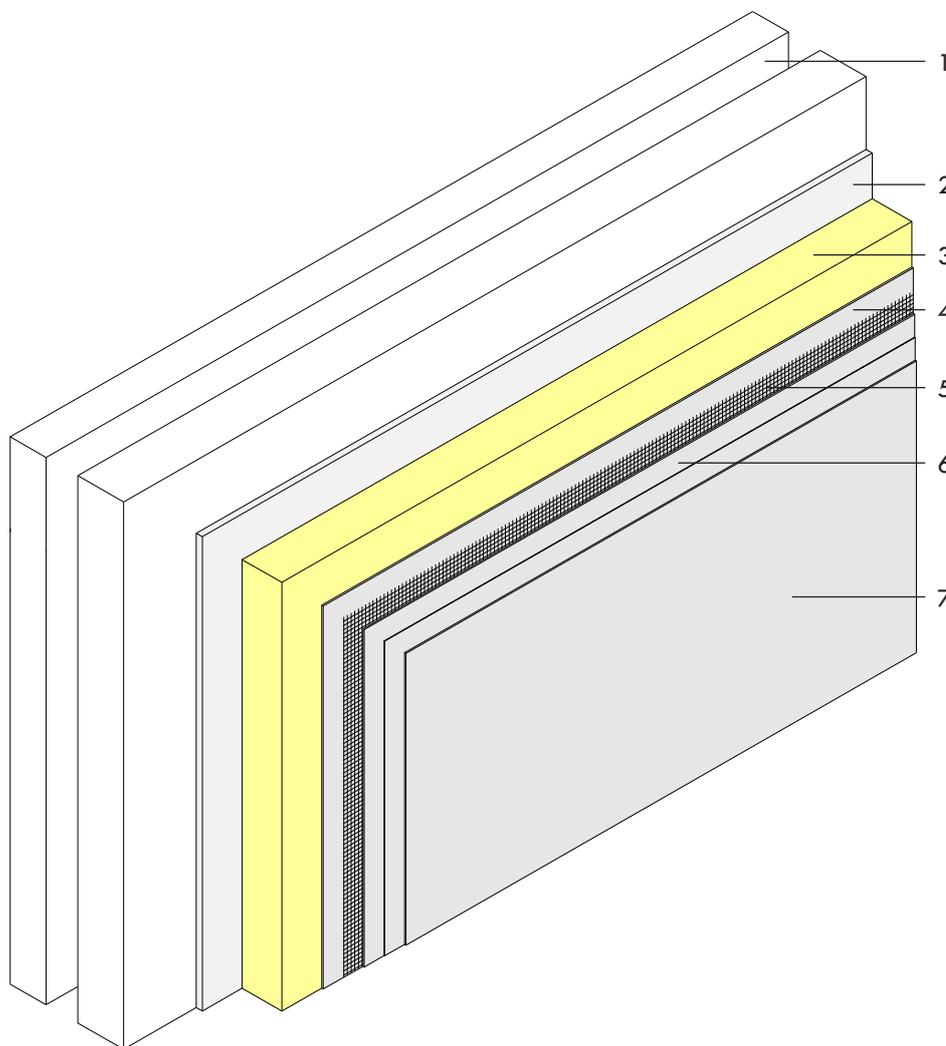
Sobre la capa de aislamiento se aplica una capa de mortero armado con una malla de fibra de vidrio, con un espesor de entre 3 y 8 mm., y una capa de acabado que impermeabiliza y protege el conjunto. Entre la capa de armadura y la de acabado se dispone una capa de imprimación, que regulariza la superficie y garantiza la adherencia entre ambas capas.

La malla de fibra de vidrio utilizada deberá tener un tratamiento antiálcali, para evitar que sea atacada por los componentes del mortero.



Colocación de aislamiento térmico en una rehabilitación con sistema SATE.

La solución debe ser coordinada con posibles mejoras en la carpintería exterior del edificio: sustitución de vidrios y carpinterías, instalación de doble ventana etc.



1. Muro existente
2. Adhesivo
3. Aislamiento térmico
4. Mortero
5. Armadura de fibra de vidrio
6. Imprimación
7. Acabado

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico de la envolvente del edificio.
- Disminución del consumo energético de calefacción de entre un 40 y un 50 %. Disminución en el consumo energético total de la vivienda de entre un 18 y un 25 %.
- Disminución de las emisiones de CO₂.
- Eliminación de la totalidad de los puentes térmicos, al tratarse de un sistema de aislamiento por la parte exterior del cerramiento.
- Eliminación del riesgo de condensaciones en el cerramiento, al evitarse que en cualquier punto de su sección pueda alcanzarse la temperatura de rocío.
- Aprovechamiento de la inercia térmica del cerramiento para almacenar las ganancias producidas por el soleamiento, y atenuar los cambios de temperatura entre los tiempos de encendido y apagado del sistema de calefacción.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

El espesor de los paneles de aislamiento térmico, en función de la zona geográfica, será el siguiente:

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

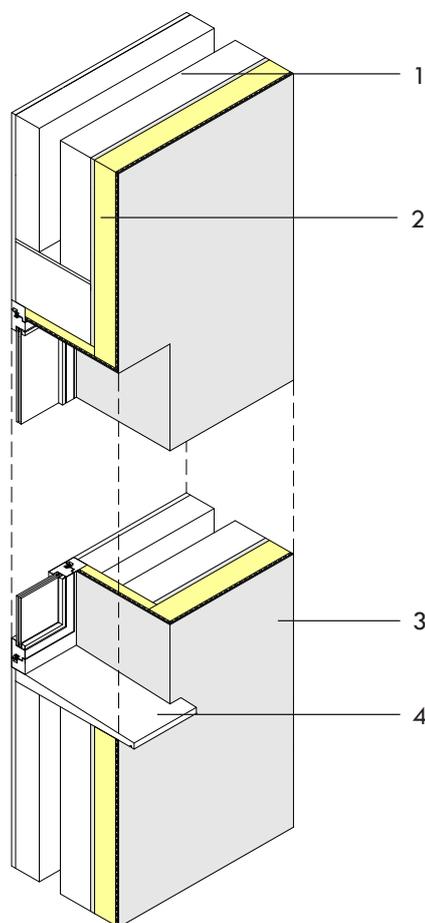
²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038$ W/m K.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.1. Rehabilitación térmica de ventana tradicional.

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios. Elección del acristalamiento.

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: marcos con rotura de puente térmico.



1. Cerramiento existente
2. Aislamiento térmico
3. Mortero armado
4. Alfeizar

Encuentro con hueco de solución SATE.

RE 4.2.2.

Rehabilitación de fachadas Fachada ventilada

Incrementar el aislamiento térmico de la fachada

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

UNE EN 13167

UNE EN 13164

ÁMBITO

En invierno los edificios sufren pérdidas de calor a través de su envolvente térmica –fachadas exteriores o cerramientos en contacto con espacios no calafateados, cubierta y forjados en contacto con el terreno o con el exterior–, que, en función de su grado de aislamiento, pueden suponer importantes incrementos en sus consumos de energía de calefacción.

Las soluciones de fachada ventilada permiten, en el contexto de una renovación total de la imagen exterior del edificio, mejorar sustancialmente el aislamiento térmico de su envolvente.

MEJORA BUSCADA

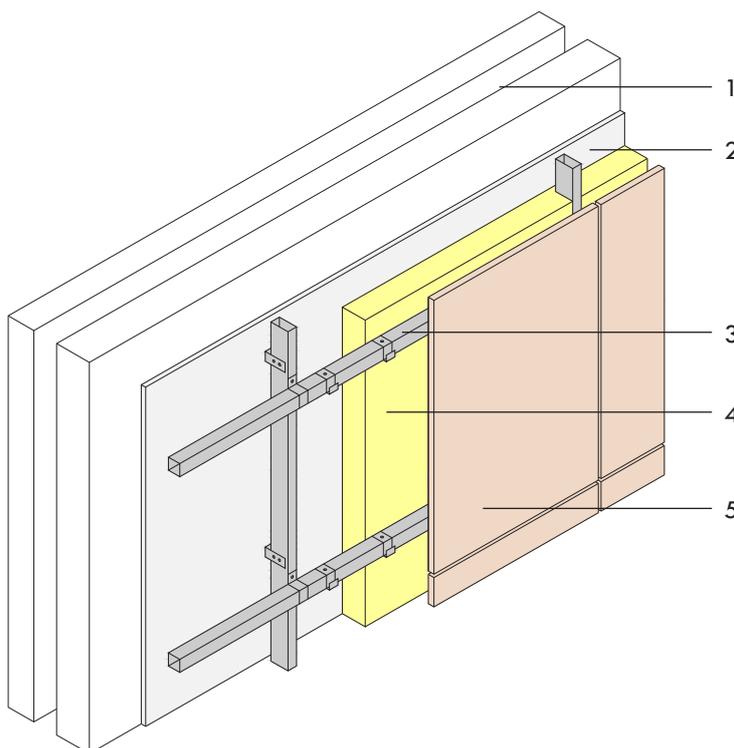
Incrementar el aislamiento térmico de la fachada, eliminar los puentes térmicos, que se producen en cabezas de forjados y pilares de fachada, y evitar el riesgo de condensaciones.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

La rehabilitación de fachadas mediante soluciones denominadas “fachada ventilada” consiste en la disposición sobre la fachada existente de un nuevo revestimiento, formado por placas o paneles de poco espesor, con una cámara ventilada en su parte posterior y una capa de aislante térmico.



Construcción de fachada ventilada pétreo.



1. Muro de cerramiento existente
2. Enfoscado de mortero
3. Perfilaría para anclaje del revestimiento
4. Aislamiento térmico
5. Placas de revestimiento



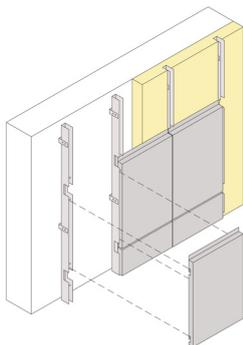
Detalle de fachada ventilada con piezas cerámicas.

Las placas de fachada se disponen con las juntas abiertas, lo que les permite dilatar y contraer libremente. El agua que penetra en la cámara a través de las juntas se drena hacia el exterior, por la parte inferior de la misma. El aislamiento térmico se fija a la fachada existente mediante fijaciones puntuales o adhesivos, cubriéndola totalmente, lo que supone la eliminación de los puentes térmicos.

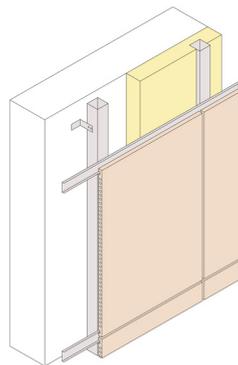
El revestimiento se une a la fachada existente mediante anclajes puntuales o perfiles de acero o aluminio, anclados a los elementos resistentes de la fachada (cabezas de forjados, fábricas de ladrillo macizo).

El revestimiento puede estar formado por placas de metal (acero, cinc, aluminio), tableros de madera de alta densidad, tableros de maderacemento, paneles de GRC (hormigón armado con fibra de vidrio), paneles cerámicos, placas de piedra natural etc.

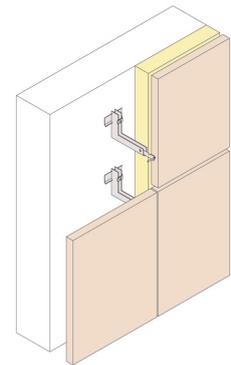
El aislante, al estar situado en el interior de la cámara, puede humedecerse por la entrada de agua a través de las juntas, por lo que deberán utilizarse materiales con una baja absorción de agua. Los utilizados habitualmente son: espuma de poliuretano, paneles de poliestireno extruido, paneles rígidos de lana de roca.



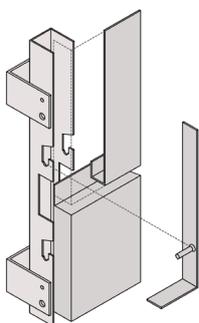
Fachada ventilada de paneles metálicos.



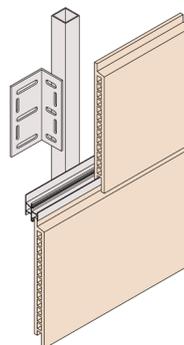
Fachada ventilada de piezas cerámicas.



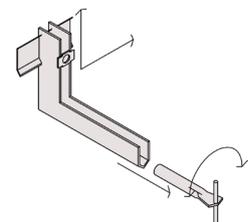
Fachada ventilada pétreo.



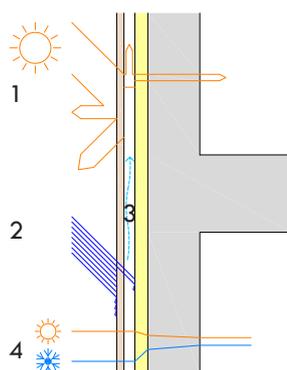
Detalle de fijación mediante guías verticales metálicas.



Detalle de fijación mediante perfiles metálicos verticales y carriles horizontales continuos.



Detalle de fijación puntual con regulación.



Esquema de funcionamiento de fachada ventilada.

1. Atenuación de la transmisión de energía solar a través del cerramiento
2. Reducción de la energía de la lluvia incidente en la fachada y drenaje por la parte inferior
3. Eliminación de la humedad del interior de la cámara mediante ventilación
- 4 Reducción de las pérdidas de calor a través de cerramiento en invierno y de las ganancias en verano

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico de la envolvente del edificio.
- Disminución del consumo energético de calefacción de entre un 40 y un 50 %. Disminución en el consumo energético total de la vivienda de entre un 18 y un 25 %.
- Disminución de las emisiones de CO₂.
- Eliminación de la totalidad de los puentes térmicos, al tratarse de un sistema de aislamiento por la parte exterior del cerramiento.
- Eliminación del riesgo de condensaciones en el cerramiento, al evitarse que en cualquier punto de su sección pueda alcanzarse la temperatura de rocío.
- Aprovechamiento de la inercia térmica del cerramiento para almacenar las ganancias producidas por el soleamiento, y atenuar los cambios de temperatura entre los tiempos de encendido y apagado del sistema de calefacción.
- Renovación de la imagen exterior del edificio.
- Eliminación del riesgo de desprendimiento de elementos de fachada en mal estado (aplacados, revestimientos cerámicos tomados con mortero etc.).

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

El espesor de los paneles de aislamiento térmico, en función de la zona geográfica, será el siguiente:

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038$ W/m K.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.1. Rehabilitación térmica de ventana tradicional.

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios. Elección del acristalamiento.

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: marcos con rotura de puente térmico.

RE 4.2.3.

Aislamiento de medianeras por el exterior

Incrementar el aislamiento térmico de los muros medianeros

CTE - DB HE 1: Limitación de demanda energética

UNE 5341

ÁMBITO

Cuando se produce la demolición de un edificio, los muros medianeros de los edificios colindantes pasan a quedar en contacto directo con el exterior, incrementándose las pérdidas de calor a través de ellos y el riesgo de humedades por infiltración.

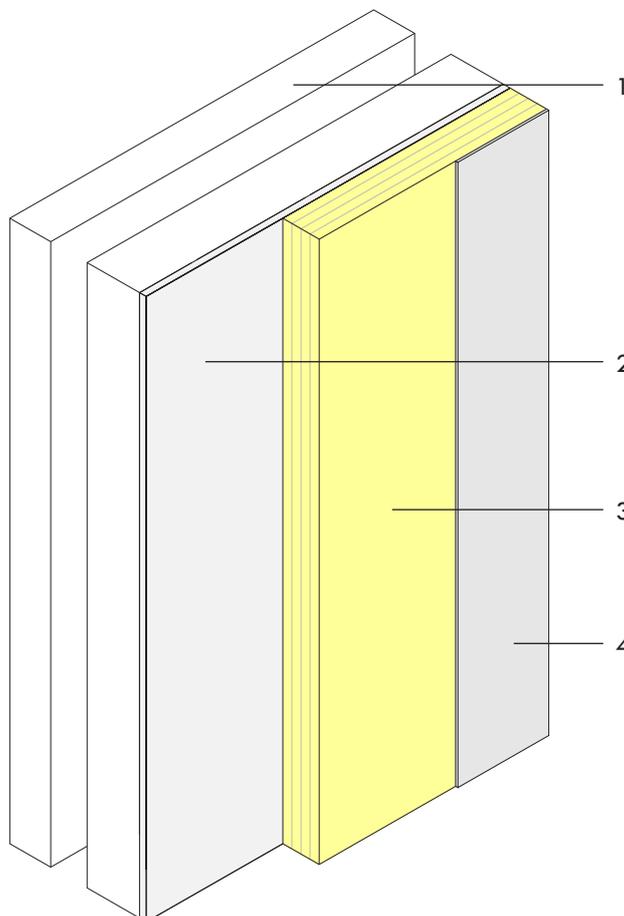
MEJORA BUSCADA

Incrementar el aislamiento térmico de los muros medianeros.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

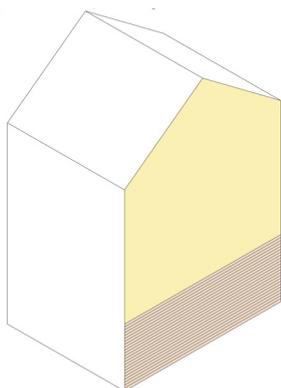
Solución consistente en la mejora del aislamiento de los muros medianeros al descubierto, recubriéndolos con espuma de poliuretano proyectado.

Para garantizar la impermeabilidad de la medianera y evitar que el recubrimiento de espuma de poliuretano se degrade por la acción de los rayos ultravioleta, esta deberá protegerse con una pintura impermeabilizante (por ejemplo una pintura flexible a base de copolímeros en dispersión acuosa)



1. Muro existente
2. Revestimiento
3. Aislamiento: espuma de poliuretano
4. pintura impermeabilizante

Aislamiento de muros medianeros.



Protección del aislante en bajo mediante recubrimiento rígido.

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico de la envolvente del edificio.
- Disminución del consumo energético de calefacción de entre un 40 y un 50%. Disminución en el consumo energético total de la vivienda de entre un 18 y un 25 %.
- Disminución de las emisiones de CO₂.
- Eliminación del riesgo de humedades de infiltración en las medianeras.
- Eliminación de puentes térmicos.
- Eliminación del riesgo de humedades de condensación.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

El espesor de los paneles de aislamiento térmico, en función de la zona geográfica, será el siguiente:

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038$ W/m K.

FICHAS RELACIONADAS

RA 3.9. Eliminación de humedades accidentales en medianeras.

RG 4.2.1. Rehabilitación de fachada, sistema SATE.

RE 4.2.4.

Aislamiento de medianeras por el exterior. Aislante + protección

Incrementar el aislamiento térmico de los muros medianeros

CTE - DB HE 1: Limitación de demanda energética

ÁMBITO

Cuando se produce la demolición de un edificio, los muros medianeros de los edificios colindantes pasan a quedar en contacto directo con el exterior, incrementándose las pérdidas de calor a través de ellos y el riesgo de humedades por infiltración.



Medianera protegida mediante planchas lisas de fibrocemento.

MEJORA BUSCADA

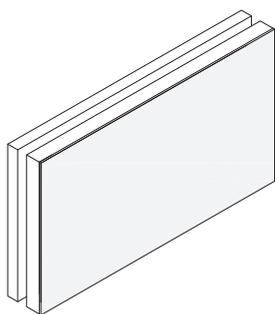
Incrementar el aislamiento térmico de los muros medianeros.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

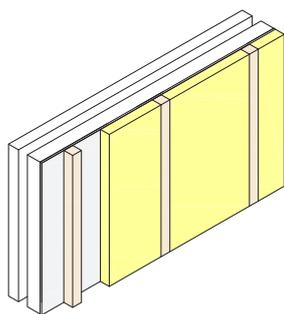
Solución consistente en la mejora del aislamiento de los muros medianeros mediante la colocación de un material aislante térmico, que se protege de la intemperie mediante paneles de chapa metálica, fibrocemento, entablado de madera etc.

El proceso constructivo consta de las siguientes fases:

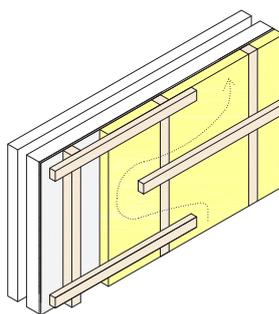
- Preparación de la medianera, eliminando los elementos salientes y regularizando las discontinuidades en su superficie.
- Colocación de rastreles de madera, acero galvanizado o aluminio, anclados al muro medianero, para la fijación del recubrimiento.
- Colocación del aislamiento térmico, que se dispondrá entre los rastreles, y fijará la muro mediante anclajes mecánicos y/o adhesivos.
- Montaje de las planchas de acabado. En función del tipo de planchas a utilizar, se podrá disponer una segunda familia de rastreles atornillados a los anteriores.



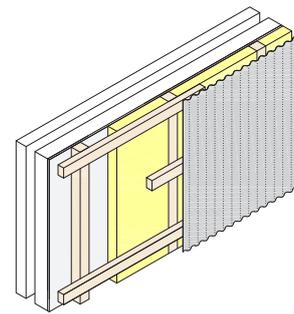
1. Preparación de superficie



2. Colocación de rastreles verticales y aislamiento



3. Colocación de rastreles horizontales para ventilación de la cara posterior de las planchas



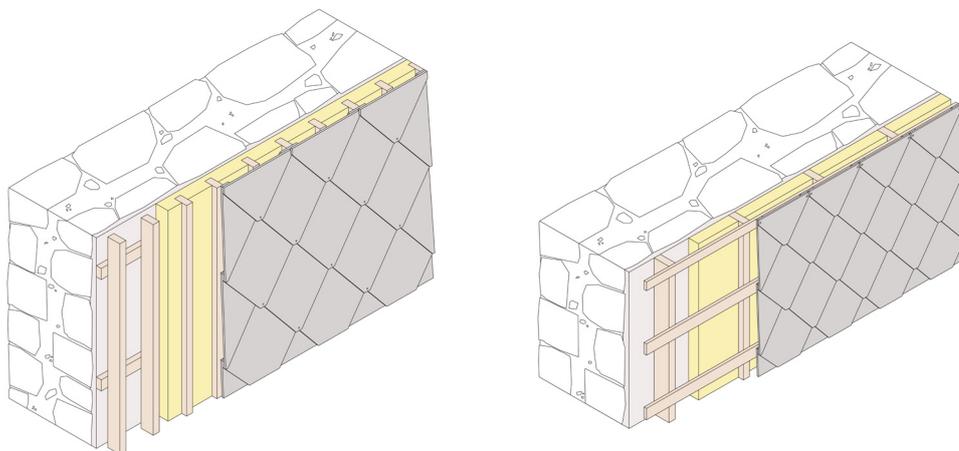
4. Colocación de planchas de acabado

Proceso de montaje.

Los materiales aislantes utilizados deberán tener una baja absorción de agua. Si se utiliza espuma de poliuretano, deberá aplicarse en capas de 1,5 a 2 cm. de grosor, hasta alcanzar el espesor necesario. Si se utilizan paneles de poliestireno extruido o paneles rígidos de lana mineral, deberán fijarse mediante anclajes mecánicos al muro medianero.

La disposición de los rastreles atenderá a las características del material de protección y acabado (planchas onduladas o grecas de acero o aluminio prelacado, planchas de cinc, placas onduladas o lisas de fibrocemento, entablados de madera etc.). La disposición, características y el número de anclajes deberá ser adecuada para resistir los esfuerzos de succión, producidos por el viento en la zona en que se sitúe el edificio. Su cálculo se realizará de acuerdo con el DB SE-AE.

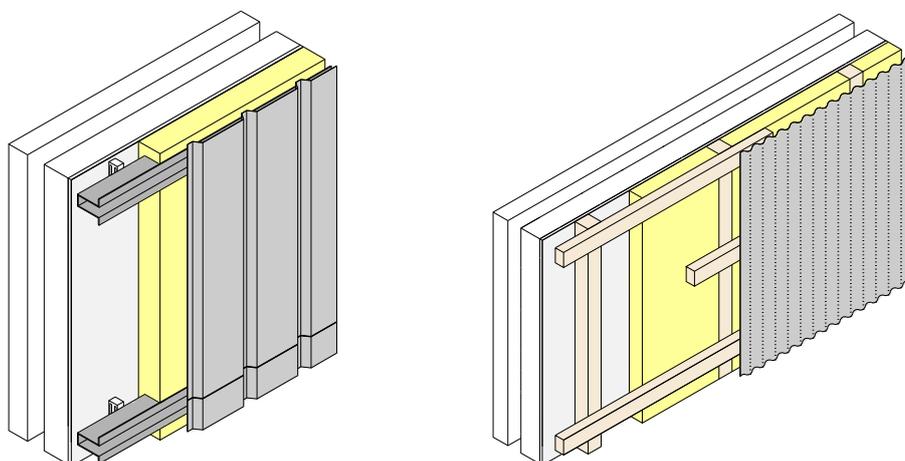
Para evitar condensaciones en la cara interior de los paneles de recubrimiento, entre el aislamiento y la capa de protección, se creará una cámara abierta en sus extremos inferior y superior, para facilitar la ventilación por convección.



Distintos tipos de colocación de rastreles para fijación de protección con placas de fibrocemento lisas.

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico de la envolvente del edificio.
- Disminución del consumo energético de calefacción de entre un 40 y un 50 %. Disminución en el consumo energético total de la vivienda de entre un 18 y un 25 %.
- Reducción de las emisiones de CO₂ producidas por la utilización de combustibles fósiles.
- Eliminación del riesgo de humedades de infiltración en las medianeras
- Eliminación de puentes térmicos.
- Eliminación del riesgo de humedades de condensación.



Fijación de protecciones de chapa metálica mediante perfiles de chapa conformada o rastreles de madera.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

El espesor de los paneles de aislamiento térmico, en función de la zona geográfica, será el siguiente:

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038$ W/m K.

FICHAS RELACIONADAS

RA 3.9. Eliminación de humedades accidentales en medianeras.

RG 4.2.1. Rehabilitación de fachada, sistema SATE.

RG 4.2.2. Rehabilitación de fachadas. Fachada ventilada.

RE 4.2.5.

Aislamiento térmico por el interior + trasdosado

Incrementar el aislamiento térmico de la fachada

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

UNE EN 13162 - Aislantes térmicos: productos de lana mineral (MW)

UNE EN 13163 - Aislantes térmicos: poliestireno expandido (EPS)

UNE EN 13164 - Aislantes térmicos: poliestireno extruido (XPS)

UNE EN 13165 - Aislantes térmicos: espuma rígida de poliuretano (PUR)

ÁMBITO

En invierno los edificios sufren pérdidas de calor a través de su envolvente térmica –fachadas exteriores o cerramientos en contacto con espacios no calefactados, cubierta y forjados en contacto con el terreno o con el exterior–, que, en función de su grado de aislamiento, pueden suponer importantes incrementos en sus consumos de energía de calefacción.

Las soluciones de aislamiento térmico por el interior permiten mejorar el aislamiento de cada vivienda o local de manera individual, sin necesidad de realizar obras en el exterior de la fachada del edificio.

MEJORA BUSCADA

Incrementar el aislamiento térmico de la fachada.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

La solución consiste en la colocación de un material aislante térmico por la cara interior del cerramiento, que se recubre hacia el interior con un trasdosado de placas de yeso laminado, tableros de madera, entablado de madera etc.

El proceso constructivo consta de las siguientes fases:

- Limpieza y preparación del soporte: desmontaje de zócalos, guarniciones de puertas y ventanas y mecanismos eléctricos.
- Montaje del rastrelado de perfiles de acero galvanizado o de madera para la fijación del trasdosado
- Colocación de las planchas de aislante térmico, que se fijan a la cara interior del cerramiento mediante tacos especiales o adhesivos.
- Montaje del trasdosado sobre los rastreles mediante uniones atornilladas o clavadas (en función de la material)
- Remate de juntas, encuentros con huecos de ventanas y puertas, colocación de zócalos y mecanismos eléctricos.
- Aplicación de acabados, pintado, barnizado, lasur etc.
- En los sistemas de aislamiento por el interior es posible utilizar una amplia gama de materiales de aislamiento: poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), paneles de espuma de poliuretano (PUR), lanas minerales (MW) etc.

La utilización de paneles semirígidos o de mantas de lana de roca o de fibra de vidrio, presentan la ventaja de que además de incrementar el aislamiento térmico, mejoran también el aislamiento acústico del cerramiento.

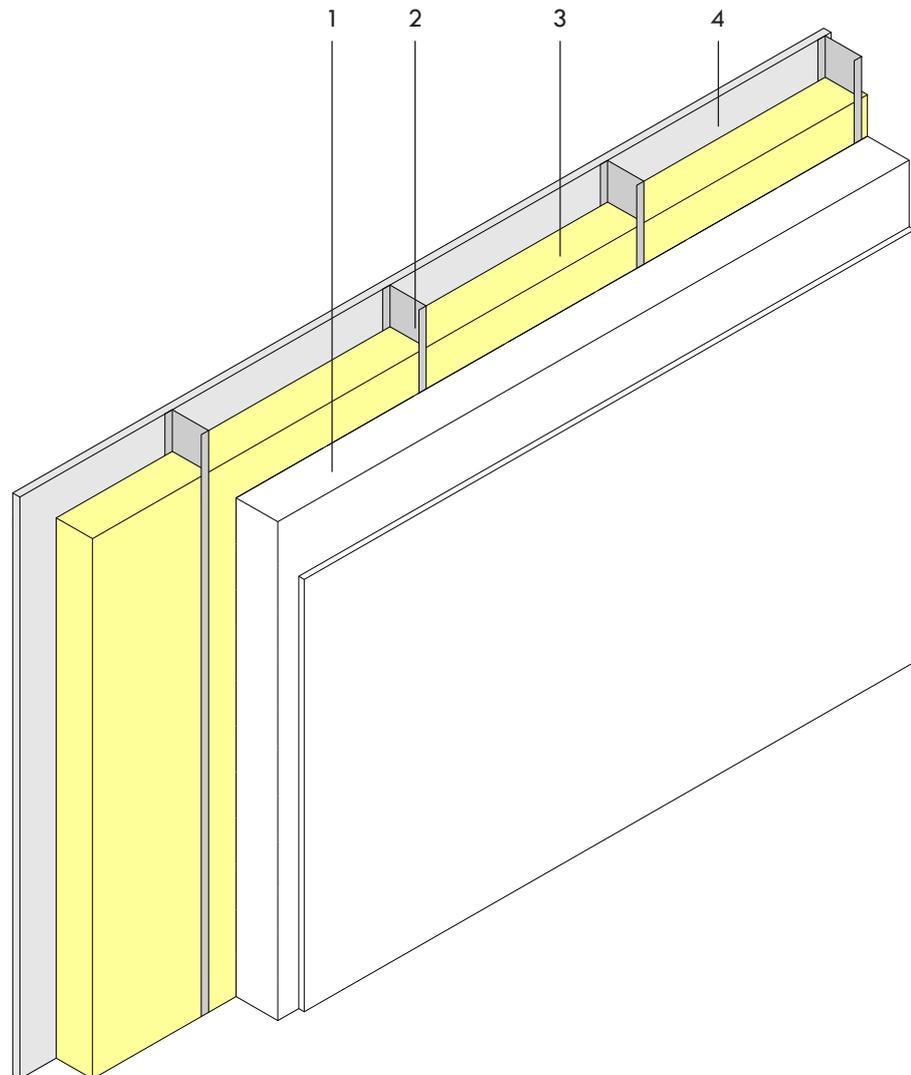


Ejecución de trasdosado interior.

Cuando el aislamiento térmico se coloca sobre elementos de gran masa –como puede ser el caso de muros de fábrica de ladrillo o piedra– esta solución impide el aprovechamiento de su inercia térmica, que resulta beneficiosa para atenuar los cambios de temperatura entre los períodos de encendido y apagado de la calefacción o entre el día y la noche. Si embargo este factor puede resultar adecuado en edificaciones con un uso estacional (viviendas de fin de semana o de vacaciones) en los que no existe una ocupación continua (locales de trabajo).

La colocación del aislamiento térmico por la parte interior del cerramiento no elimina por completo los puentes térmicos, al no cubrir las cabezas de los forjados, por lo que su eficiencia será menor que la de una solución de aislamiento por el exterior.

La presencia de puentes térmicos puede dar lugar a condensaciones sobre el cerramiento que deberán evitarse mediante una ventilación adecuada, que evite que se produzcan altas concentraciones de vapor de agua en el interior del edificio.



1. Muro existente
2. Perflería de acero galvanizado
3. Aislamiento térmico
4. Placas de yeso laminado

Trasdosado con placas de yeso laminado.

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico de la envolvente del edificio.
- Disminución del consumo energético de calefacción de entre un 35 % y un 42 %. Disminución del consumo energético total de la vivienda de entre un 15 % y un 21 %.
- Reducción de las emisiones de CO₂ producidas por el uso de combustibles fósiles.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

El espesor de los paneles de aislamiento térmico, en función de la zona geográfica, será el siguiente:

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038$ W/m K.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.1. Rehabilitación térmica de ventana tradicional.

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios. Elección del acristalamiento.

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: marcos con rotura de puente térmico.

RE 4.3.1.

Cubierta inclinada, forjado de hormigón Aislamiento bajo teja

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

UNE EN 13162 - Aislantes térmicos: productos de lana mineral (MW)

UNE EN 13163 - Aislantes térmicos: poliestireno expandido (EPS)

UNE EN 13164 - Aislantes térmicos: poliestireno extruido (XPS)

UNE EN 13165 - Aislantes térmicos: espuma rígida de poliuretano (PUR)

ÁMBITO

Los espacios habitables situados bajo la cubierta de los edificios sufren importantes pérdidas de calor en invierno, a través de ella. Por el contrario, durante el verano, las aportaciones por soleamiento de la cubierta sobrecalientan los espacios situados bajo ella, disminuyendo el confort e incrementando la demanda de refrigeración.

La colocación de un material aislante térmico entre la superficie de soporte de la cubierta y el material de cobertura disminuye las pérdidas de calor, en invierno, y reduce, asimismo, las ganancias en verano.

Este tipo de mejora debe plantearse en cubiertas inclinadas, cuando se realice la sustitución de la teja de la cubierta o cuando se plantee la mejora de su impermeabilidad incorporando planchas de fibrocemento o placas de asfalto armado.

MEJORA BUSCADA

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta, eliminar los puentes térmicos producidos por los elementos portantes de cubierta: vigas, viguetas etc., reducir el riesgo de condensaciones en los forjados de cubierta.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Solución consistente en la colocación de planchas de aislamiento térmico situadas entre el forjado de cubierta y los elementos de cubrición, teja, plancha ondulada de fibrocemento o placas de asfalto armado.

Cunado las planchas de aislamiento son suficientemente rígidas –poliestireno extruido (XPS), paneles rígidos de poliuretano conformado (PUR), paneles de lana mineral de alta densidad (MW), planchas de poliestireno expandido de alta densidad (EPS) etc.– el material de cobertura puede colocarse directamente sobre la capa de aislante, bien fijándolo con anclajes pasantes al forjado, bien mediante rastreles dispuestos sobre el aislante, fijados, con anclajes que lo atraviesen, al forjado o a elementos resistentes de la estructura de cubierta.

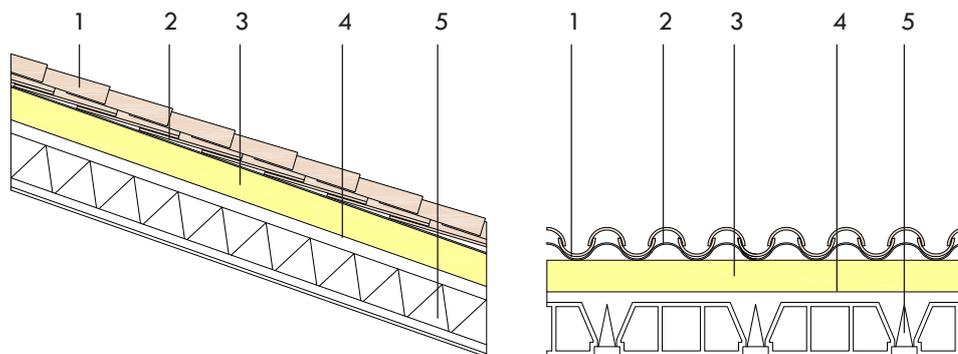
Cuando se utilicen rastreles, colocados sobre el forjado, para fijar el material de cobertura, el aislamiento térmico puede situarse entre los rastreles, siendo, en este caso, posible utilizar planchas de aislamiento de menor rigidez, como mantecas de lana mineral o fibra de vidrio y paneles de poliestireno expandido.

Las fijaciones del material de cobertura deberán estar dimensionados para resistir al acciones producidas por las cargas a las que esté sometida la

cubierta, de acuerdo con CTE - DB AE, en especial se tendrán en consideración los esfuerzos de succión que la carga de viento pudiese originar sobre los faldones.

Siempre que sea posible, se recomienda la creación de una cámara ventilada entre el material aislante y el material de cobertura, con objeto de evitar condensaciones en su cara inferior.

1. Teja cerámica árabe
2. Plancha ondulada de fibrocemento o asfalto armado
3. Placas de aislamiento térmico
4. Barrera de vapor (si no se contempla ventilación por la cara inferior del fibrocemento)
5. Forjado de hormigón



Aislamiento de forjado de cubierta por el exterior.

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico de la cubierta del edificio.
- Disminución del consumo energético de calefacción de entre un 40 y un 50 % y disminución en el consumo energético total de la vivienda de entre un 18 y un 25 % en combinación con un nivel de aislamiento equivalente en las fachadas.
- Reducción de las emisiones de CO₂ producidas por el uso de combustibles fósiles.
- En sistemas de colocación sin rastreles pasantes, eliminación de la totalidad de los puentes térmicos.
- Disminución del riesgo de condensaciones en la cubierta.
- Aprovechamiento de la inercia térmica para almacenar las ganancias producidas por el soleamiento, y atenuar los cambios de temperatura entre los tiempos de encendido y apagado del sistema de calefacción.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

El espesor de los paneles de aislamiento térmico, en función de la zona geográfica, será el siguiente:

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	100	120
Zona 5	100	120
Zona 4	100	120
Zona 3	100	120
Zona 2	100	120 - 150
Zona 1	110	120 - 150

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038 \text{ W/m K}$.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios y marcos.

RG 4.5. Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano.

RE 4.3.2.

Cubierta inclinada, forjado de madera. Aislamiento bajo teja o pizarra

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

UNE EN 13162 - Aislantes térmicos: productos de lana mineral (MW)

UNE EN 13163 - Aislantes térmicos: poliestireno expandido (EPS)

UNE EN 13164 - Aislantes térmicos: poliestireno extruido (XPS)

UNE EN 13165 - Aislantes térmicos: espuma rígida de poliuretano (PUR)

ÁMBITO

Los espacios habitables situados bajo la cubierta de los edificios sufren importantes pérdidas de calor a través de ella, en invierno. Por el contrario, durante el verano, las aportaciones por soleamiento de la cubierta sobrecalientan los espacios situados bajo ella, disminuyendo el confort e incrementando la demanda de refrigeración.

La colocación de un material aislante térmico entre la superficie de soporte de la cubierta y el material de cobertura disminuye las pérdidas de calor, en invierno, y reduce, asimismo, las ganancias en verano.

Este tipo de mejora debe plantearse en cubiertas inclinadas, cuando se realice la sustitución de la teja de la cubierta o cuando se plantee la mejora de su impermeabilidad incorporando planchas de fibrocemento o placas de asfalto armado.

MEJORA BUSCADA

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta, eliminar los puentes producidos por los elementos portantes de cubierta: vigas, viguetas etc., reducir el riesgo de condensaciones en los forjados de cubierta.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Solución consistente en la colocación de planchas de aislamiento térmico situadas entre el forjado de cubierta y los elementos de cubrición, teja, plancha ondulada de fibrocemento o placas de asfalto armado.

Cuando las planchas de aislamiento son suficientemente rígidas –poliestireno extruido (XPS), paneles rígidos de poliuretano conformado (PUR), paneles de lana mineral de alta densidad (MW), planchas de poliestireno expandido de alta densidad (EPS) etc.– el material de cobertura puede colocarse directamente sobre la capa de aislante, bien fijándolo con anclajes pasantes al forjado, bien mediante rastreles dispuestos sobre el aislante, fijados, con anclajes que lo atraviesen, al forjado o a elementos resistentes de la estructura de cubierta.

Cuando se utilicen rastreles, colocados sobre el forjado, para fijar el material de cobertura, el aislamiento térmico puede situarse entre los rastreles, siendo, en este caso, posible utilizar planchas de aislamiento de menor rigidez, como mantecas de lana mineral o fibra de vidrio y paneles de poliestireno expandido.

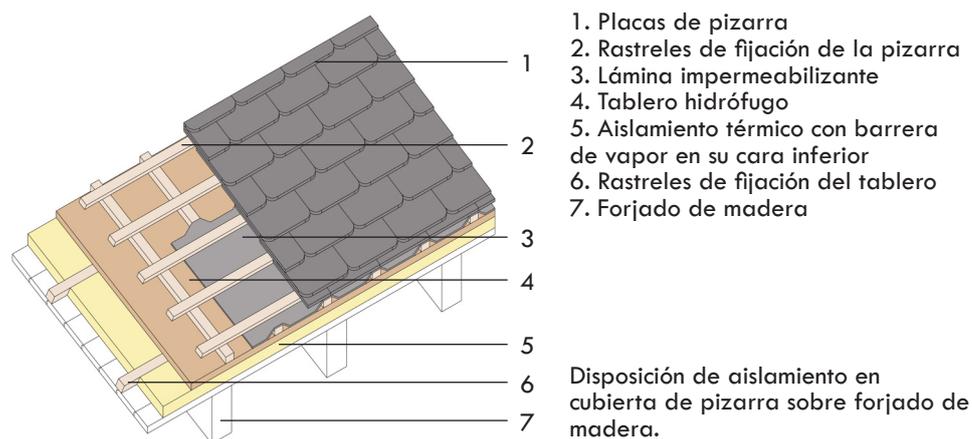
Las fijaciones del material de cobertura deberán estar dimensionados para resistir al acciones producidas por las cargas a las que esté sometida la

cubierta, de acuerdo con CTE DB AE, en especial se tendrán en consideración los esfuerzos de succión que la carga de viento pudiese originar sobre los faldones.

Siempre que sea posible, se recomienda la creación de una cámara ventilada entre el material aislante y el material de cobertura, con objeto de evitar condensaciones en su cara inferior.

MEJORA LOGRADA

- Disminución del consumo energético de calefacción de entre un 40 y un 50 % y disminución en el consumo energético total de la vivienda de entre un 18 y un 25 % en combinación con un nivel de aislamiento equivalente en las fachadas.
- Reducción de las emisiones de CO₂ producidas por el uso de combustibles fósiles.
- En sistemas de colocación sin rastreles pasantes, eliminación de la totalidad de los puentes térmicos.
- Disminución del riesgo de condensaciones en la cubierta.



CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

El espesor de los paneles de aislamiento térmico, en función de la zona geográfica, será el siguiente:

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	100	120
Zona 5	100	120
Zona 4	100	120
Zona 3	100	120
Zona 2	100	120-150
Zona 1	110	120-150

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038$ W/m K.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios y marcos

RG 4.5. Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano.

RE 4.3.3.

Cubierta sobre forjado inclinado de hormigón. Aislamiento por el interior

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

UNE EN 13162 - Aislantes térmicos: productos de lana mineral (MW)

UNE EN 13163 - Aislantes térmicos: poliestireno expandido (EPS)

UNE EN 13164 - Aislantes térmicos: poliestireno extruido (XPS)

UNE EN 13165 - Aislantes térmicos: espuma rígida de poliuretano (PUR)

ÁMBITO

Los espacios habitables situados bajo la cubierta de los edificios sufren importantes pérdidas de calor en invierno, a través de ella. Por el contrario, durante el verano, las aportaciones por soleamiento de la cubierta sobrecalientan los espacios situados bajo ella, disminuyendo el confort e incrementando la demanda de refrigeración.

La colocación de un aislante térmico en la cara interior del forjado de cubierta disminuye las pérdidas de calor en invierno y las ganancias, por soleamiento de la cubierta, en verano.

MEJORA BUSCADA

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta, eliminar los puentes térmicos producidos por los elementos portantes de cubierta: vigas, viguetas etc.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Solución consistente en la colocación de planchas de aislamiento térmico fijadas a la cara interior del forjado de cubierta, mediante adhesivos o fijaciones mecánicas, y recubiertas por un material de acabado, formado por paneles de yeso laminado, entablado de madera, tableros derivados de la madera etc., colocados sobre rastreles.

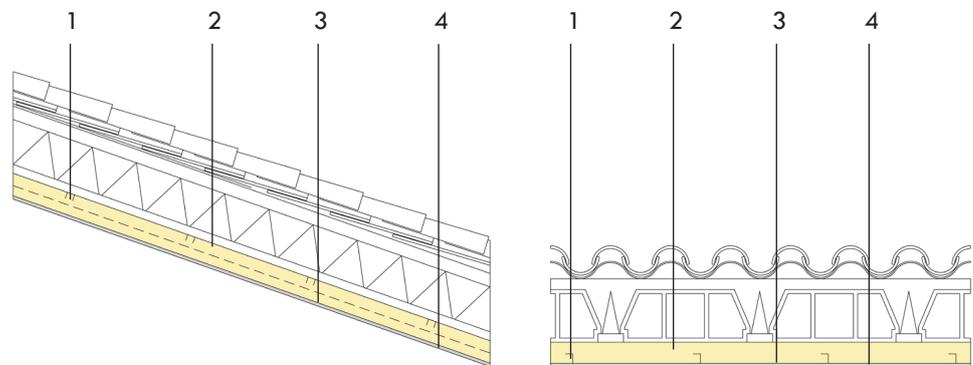
En los sistemas de aislamiento por el interior es posible utilizar una amplia gama de materiales de aislamiento: poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), paneles de espuma de poliuretano (PUR), lanas minerales (MW) etc.

La utilización de paneles semirígidos o de mantas de lana de roca o de fibra de vidrio, presentan la ventaja de que además de incrementar el aislamiento térmico, mejoran también el aislamiento acústico de la cubierta. La existencia de capas formadas por materiales poco permeables al vapor de agua en la parte fría del cerramiento —en cubiertas metálicas, por ejemplo— puede originar condensaciones intersticiales, por acumulación de vapor de agua en zonas susceptibles de alcanzar temperaturas inferiores a la de rocío. El riesgo de condensaciones intersticiales deberá evitarse mediante la incorporación de ventilaciones, que eliminen el vapor de agua de las zonas frías del cerramiento, o con la colocación de barreras de vapor en su parte caliente. En este caso, existen en el mercado paneles de material aislante —generalmente, fibra de vidrio o lana de roca— que incorporan, en la cara que se ha de colocar hacia el interior, un papel kraft o una lámina de aluminio, que actúa como barrera de vapor.

Esta solución tiene la ventaja de poder realizarse sin necesidad de levantar la cubierta del edificio, pero presenta el inconveniente de que reduce la altura libre de los espacios sobre los que se aplica.

Cuando el aislamiento térmico se coloca sobre elementos de gran masa –como puede ser el caso de un forjado de hormigón– esta solución impide el aprovechamiento de su inercia térmica, que resulta beneficiosa para atenuar los cambios de temperatura entre los períodos de encendido y apagado de la calefacción o entre el día y la noche. Si embargo este factor puede resultar adecuado en edificaciones con un uso estacional (viviendas de fin de semana o de vacaciones) y en los que no existe una ocupación continua (locales de trabajo).

1. Perfiles de acero galvanizado
2. Aislamiento térmico
3. Barrera de vapor (si no se contempla ventilación por la cara inferior del fibrocemento)
4. Planchas de yeso laminado



Aislamiento de la cara inferior de forjado de cubierta mediante trasdosado de yeso laminado.

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico del edificio.
- Disminución del consumo energético de calefacción de entre un 35 y un 45 % y disminución en el consumo energético total de la vivienda de entre un 15 y un 25 %, en combinación con un nivel de aislamiento equivalente en las fachadas.
- Reducción de las emisiones de CO₂ producidas por el uso de combustibles fósiles.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

El espesor de los paneles de aislamiento térmico, en función de la zona geográfica, será el siguiente:

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038$ W/m K.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios y marcos.

RG 4.5. Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano.

RE 4.3.4.

Cubierta inclinada sobre forjado horizontal, aislamiento sobre forjado

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

UNE EN 13162 - Aislantes térmicos: productos de lana mineral (MW)

UNE EN 13163 - Aislantes térmicos: poliestireno expandido (EPS)

UNE EN 13164 - Aislantes térmicos: poliestireno extruido (XPS)

UNE EN 13165 - Aislantes térmicos: espuma rígida de poliuretano (PUR)

ÁMBITO

Edificaciones en las que faldones de la cubierta inclinada están formados por elementos superficiales de poco espesor (rasillones, placas de rasilla armada, planchas prefabricadas de hormigón, planchas onduladas de fibrocemento etc.), que se apoyan en un forjado horizontal, mediante tabiques palomeros o viguetas (pretensadas, de ladrillo armado, metálicas etc.) apoyadas sobre tabiques y pilares de ladrillo.

Entre los faldones de cubierta y el forjado se crea una cámara de aire, que actúa como amortiguador térmico de los espacios situados bajo ella.

MEJORA BUSCADA

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Solución consistente en la colocación de un aislante térmico en la parte superior del forjado de cubierta.

El aislamiento térmico a utilizar puede ser una proyección de espuma de poliuretano, mantas de lana mineral extendidas sobre el forjado, planchas de poliestireno extraído, poliestireno expandido etc.

Si la cámara no es accesible, se desmontarán, parcial o totalmente, los elementos de cubierta y los paneles en los que estos se apoyan para colocar la capa de aislamiento.

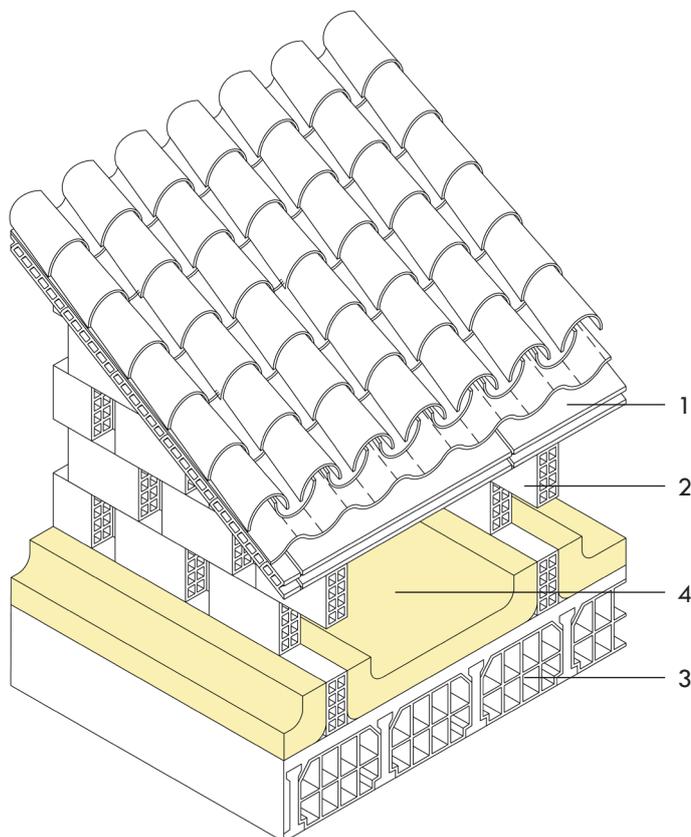
El aislamiento recubrirá lateralmente los tabiques o tabiquillos palomeros un mínimo de 20 cm., para evitar que se produzcan puentes térmicos a través de ellos.

La cámara formada entre la cubierta y el forjado deberá ventilarse, con objeto de disipar el calor producido por el calentamiento de los faldones en verano, y evitar el riesgo de condensaciones en su interior. Los huecos de ventilación se protegerán con rejillas, para evitar la entrada de pájaros a la cámara.

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico del edificio.
- Disminución del consumo energético de calefacción de entre un 35 y un 45 % y disminución en el consumo energético total de la vivienda de entre un 15 y un 23 %, en combinación con un nivel de aislamiento equivalente en las fachadas.
- Reducción de las emisiones de CO₂ producidas por el uso de combustibles fósiles.

- Creación de una cámara ventilada y aislada sobre los espacios habitables inmediatamente inferiores a la cubierta, que atenúa la transmisión del calor producido por la incidencia de la radiación solar sobre los faldones, disminuyendo las cargas de refrigeración.
- Reducción en un 50 % del consumo de refrigeración.



1. Rasillones
2. Tabiques palomeros
3. Forjado de hormigón
4. Aislamiento: mantas de lana mineral

Disposición de aislamiento sobre forjado horizontal de cubierta.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

El espesor de los paneles de aislamiento térmico, en función de la zona geográfica, será el siguiente:

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	100	120
Zona 5	100	120
Zona 4	100	120
Zona 3	100	120
Zona 2	100	120 - 150
Zona 1	110	120 - 150

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038$ W/m K.

FICHAS RELACIONADAS

- RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios y marcos.
 RG 4.5. Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano.

RE 4.3.5.

Cubierta inclinada sobre forjado horizontal, aislamiento bajo forjado

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta

CTE - DB HE 1: Limitación de demanda energética

UNE EN 13162 - Aislantes térmicos: productos de lana mineral (MW)

ÁMBITO

Edificaciones en las que faldones de la cubierta inclinada están formados por elementos superficiales de poco espesor (rasillones, placas de rasilla armada, planchas prefabricadas de hormigón, planchas onduladas de fibrocemento etc.), que se apoyan en un forjado horizontal, mediante tabiques palomeros o viguetas (pretensadas, de ladrillo armado, metálicas etc.) apoyadas sobre tabiques y pilares de ladrillo.

Entre los faldones de cubierta y el forjado se crea una cámara de aire, que actúa como amortiguador térmico de los espacios situados bajo ella.

MEJORA BUSCADA

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

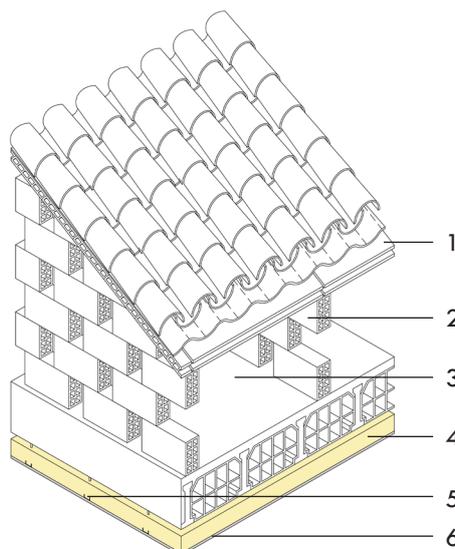
Solución consistente en la construcción de un falso techo de placas de yeso laminado en la parte inferior del forjado y la colocación de un aislante térmico. El proceso constructivo es el siguiente:

- a) Preparación de la superficie inferior del forjado, eliminando las partes desprendidas del recubrimiento.
- b) Fijación, preferentemente en las bovedillas, de las varillas roscadas de sujeción del falso techo.
- c) Montaje de la estructura de perfiles de acero galvanizado, suspendidas mediante horquillas especiales de las varillas roscadas.
- d) Colocación de paneles semirígidos o mantas de lana mineral sobre el entramado de perfiles.
- e) Montaje de las placas de yeso laminado, atornillándolas sobre la perfilaría.

La cámara formada entre la cubierta y el forjado deberá ventilarse, con objeto de disipar el calor producido por el calentamiento de los faldones en verano, y evitar el riesgo de condensaciones en su interior. Los huecos de ventilación se protegerán con rejillas, para evitar la entrada de pájaros a la cámara.

Al situar el aislante térmico en la cara inferior del forjado, se impide el aprovechamiento de su inercia térmica, que resulta beneficiosa para atenuar los cambios de temperatura entre los períodos de encendido y apagado de la calefacción o entre el día y la noche. Si embargo este factor puede resultar adecuado en edificaciones con un uso estacional (viviendas de fin de semana o de vacaciones) en los que no existe una ocupación continua (locales de trabajo).

1. Rasillones
2. Tabiques palomeros
3. Forjado de hormigón
4. Aislamiento: mantas de lana mineral
5. Perfilera de acero galvanizado
6. Placas de yeso laminado



Disposición de aislamiento en cara inferior de forjado horizontal de cubierta.

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico del edificio.
- Disminución del consumo energético de calefacción de entre un 35 y un 45 % y disminución en el consumo energético total de la vivienda de entre un 15 y un 23 %, en combinación con un nivel de aislamiento equivalente en las fachadas.
- Reducción de las emisiones de CO₂ producidas por el uso de combustibles fósiles.
- Creación de una cámara ventilada y aislada sobre los espacios habitables inmediatamente inferiores a la cubierta, que atenúa la transmisión del calor producido por la incidencia de la radiación solar sobre los faldones, disminuyendo las cargas de refrigeración.
- Reducción en un 50 % del consumo de refrigeración.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

El espesor de los paneles de aislamiento térmico, en función de la zona geográfica, será el siguiente:

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	60	80
Zona 5	60	80 - 100
Zona 4	60	80 - 100
Zona 3	60	80 - 100
Zona 2	60	80 - 100
Zona 1	80	100 - 120

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038$ W/m K.

FICHAS RELACIONADAS

- RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios y marcos.
 RG 4.5. Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano.

RE 4.3.6.

Rehabilitación de azoteas con aislamiento térmico exterior

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta

CTE - DB HE 1: Limitación de demanda energética

UNE EN 13164 - Aislantes térmicos: poliestireno extruido (XPS)

UNE EN 13167 - Aislantes térmicos vidrio celular (CG)

ÁMBITO

Los espacios habitables situados bajo la cubierta de los edificios sufren importantes pérdidas de calor en invierno, a través de ella. Por el contrario, durante el verano, las aportaciones por soleamiento de la cubierta sobrecalientan los espacios situados debajo de ella, disminuyendo el confort e incrementando la demanda de refrigeración.

La colocación de un aislante térmico en la cara exterior de la cubierta disminuye las pérdidas de calor en invierno y las ganancias, por soleamiento de la cubierta, en verano.

MEJORA BUSCADA

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta.

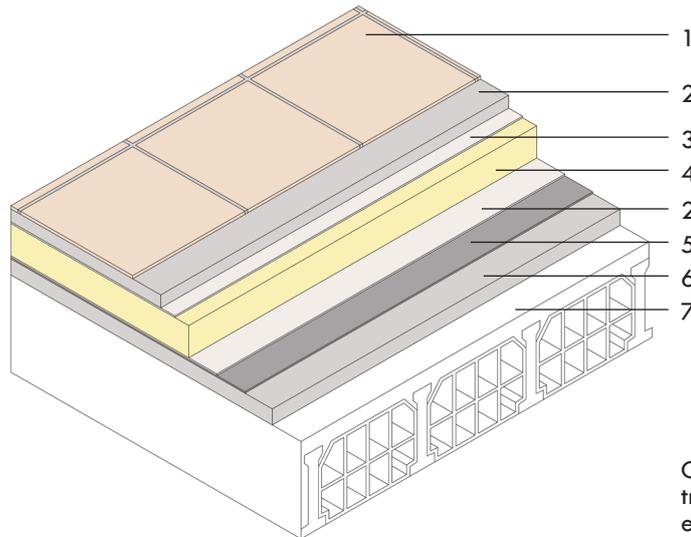
SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Solución consistente en la colocación de un aislante por la cara exterior de la impermeabilización en cubiertas planas sin aislamiento o con un aislamiento insuficiente. Esta solución es aplicable tanto a casos en que se sustituye la impermeabilización de la cubierta, como a aquellos en que no es necesaria su sustitución, por encontrarse en buen estado.

Los materiales aislantes utilizados, al estar situados por encima de la impermeabilización (cubierta invertida), deben tener una baja absorción de agua y una elevada resistencia a compresión, por lo que los aislantes más indicados son el poliestireno extruido (XPS) y el vidrio celular (CG)

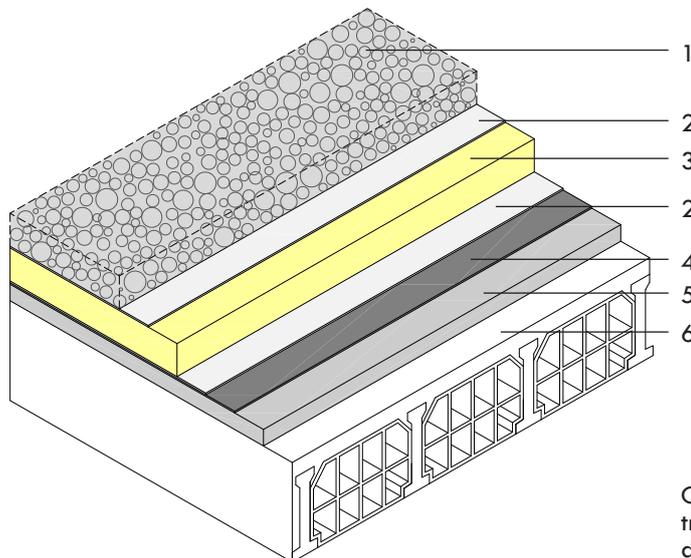
Para evitar que el aislamiento pueda ser arrastrado por el viento, este se recubre con una capa de grava de canto rodado o por un pavimento, que puede colocarse sobre plots o sobre una capa de mortero de agarre. El dimensionado de la capa de protección debe poder evitar que, en una situación de lluvia intensa, las planchas de aislamiento puedan llegar a flotar en el agua acumulada sobre la impermeabilización. Las protecciones de grava no tendrán un espesor inferior a 8 cm.

Con objeto de evitar el punzonamiento de la lámina, sobre el aislante se colocará una capa separadora formada por un geotextil de polipropileno de 60 g/m², y entre el aislamiento y la lámina, un geotextil de 125 g/m². Debe comprobarse la compatibilidad química entre el material de impermeabilización y el aislante, interponiendo, en caso necesario, una capa separadora entre ambos, formada por una lámina de polietileno, un filtro de fibra de vidrio de 100 g/m² o un geotextil de 200 g/m².



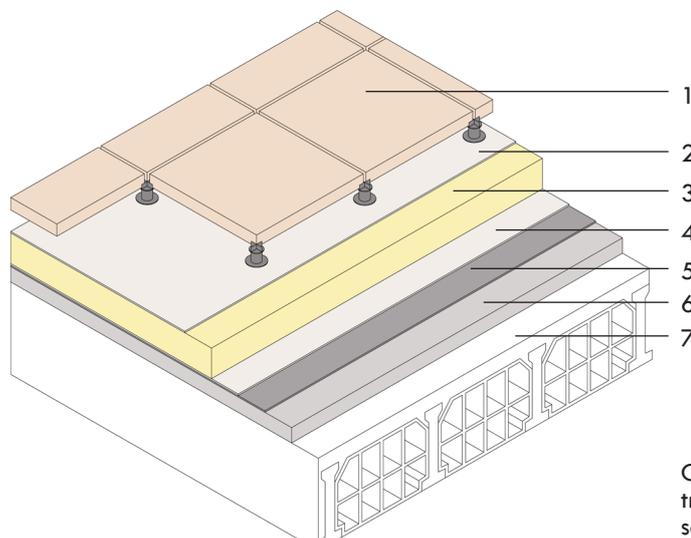
1. Baldosa cerámica
2. Mortero de cemento
3. Filtro geotextil
4. Aislamiento térmico (poliestireno extruido)
3. Filtro geotextil
5. Lámina impermeabilizante
6. Hormigón ligero para formación de pendientes
7. Forjado de hormigón

Cubierta invertida transitable con acabado en baldosa cerámica.



1. Grava
2. Filtro geotextil
3. Aislamiento térmico (poliestireno extruido)
2. Filtro geotextil
4. Lámina impermeabilizante
5. Hormigón ligero para formación de pendientes
6. Forjado de hormigón

Cubierta invertida no transitable con protección de grava.



1. Baldosas sobre plots
2. Filtro geotextil
3. Aislamiento térmico (poliestireno extruido)
4. Filtro geotextil
5. Lámina impermeabilizante
6. Hormigón ligero para formación de pendientes
7. Forjado de hormigón

Cubierta invertida transitable con pavimento sobre plots.

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico de la cubierta del edificio.
- Disminución del consumo energético de calefacción de entre un 40 y un 50 %. Disminución en el consumo energético total de entre un 18 y un 25 %, en combinación con un incremento de aislamiento equivalente en las fachadas del edificio.
- Disminución de las emisiones de CO₂.
- Eliminación de los puentes térmicos en la cubierta.
- Eliminación del riesgo de condensaciones en la cubierta.
- Aprovechamiento de la inercia térmica del forjado.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

El espesor de los paneles de aislamiento térmico, en función de la zona geográfica, será el siguiente:

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	100	120
Zona 5	100	120
Zona 4	100	120
Zona 3	100	120
Zona 2	100	120 - 150
Zona 1	110	120 - 150

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038$ W/m K.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.2. Rehabilitación de fachadas con aislamiento térmico

RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios y marcos.

RG 4.5. Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano.

RE 4.3.7.

Rehabilitación de azoteas con cubierta ajardinada

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta

CTE - DB HE 1: Limitación de demanda energética

UNE EN 13164 - Aislantes térmicos: poliestireno extruido (XPS)

UNE EN 13167 - Aislantes térmicos vidrio celular (CG)

ÁMBITO

Los espacios habitables situados bajo la cubierta de los edificios sufren importantes pérdidas de calor en invierno, a través de ella. Por el contrario, durante el verano, las aportaciones por soleamiento de la cubierta sobrecalientan los espacios situados debajo de ella, disminuyendo el confort e incrementando la demanda de refrigeración.

En el contexto de la rehabilitación de una cubierta plana, las cubiertas vegetales aportan, además de la mejora en el aislamiento térmico, la absorción de CO₂ atmosférico realizada por las plantas.

MEJORA BUSCADA

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta. Aprovechamiento de la superficie de cubierta para crear un espacio verde.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Esta solución es adecuada cuando se plantea una renovación total de la cubierta, incluida su impermeabilización.

En este tipo de cubiertas, la capa de protección está formada por sustrato orgánico en el que se realiza la plantación de especies vegetales. El espesor de la capa de sustrato depende del tipo de plantas a utilizar. En las cubiertas extensivas se emplean plantas del género sedum, con un espesor de sustrato de entre 8 y 10 cm. y un bajo mantenimiento. Para otros tipos de plantas los espesores de sustrato son superiores a 10 cm, y suelen requerir un mantenimiento regular.

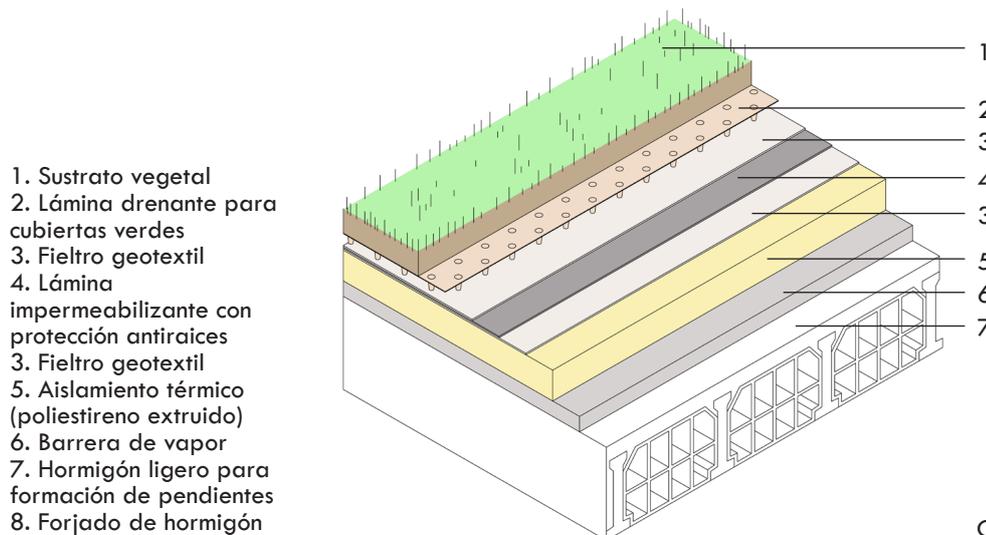
Bajo el sustrato es necesario disponer una capa drenante, generalmente una lámina de nódulos especial para cubierta ajardinada, que mantiene cierto grado de humedad para permitir el desarrollo de las plantas, y que incorpora una capa filtrante de geotextil.

La lámina impermeabilizante puede disponerse de manera convencional, encima del aislante, o por debajo de él, en cubierta invertida. En cualquiera de los dos casos deben utilizarse láminas con protección antirraíces.

En las soluciones de cubierta invertida, los aislantes térmicos a utilizar deberán tener una baja absorción del agua, por lo que los materiales indicados son el poliestireno extrusionado (XPS) y el vidrio celular (CG). En las soluciones convencionales pueden utilizarse otro tipo de aislante sin más limitación que contar con una resistencia a compresión superior a 2 Kp/cm². En rehabilitaciones con cubierta ajardinada debe comprobarse que el forjado es capaz de resistir las cargas producidas por la capa de sustrato, con una densidad inferior a 2050 kg/m³.

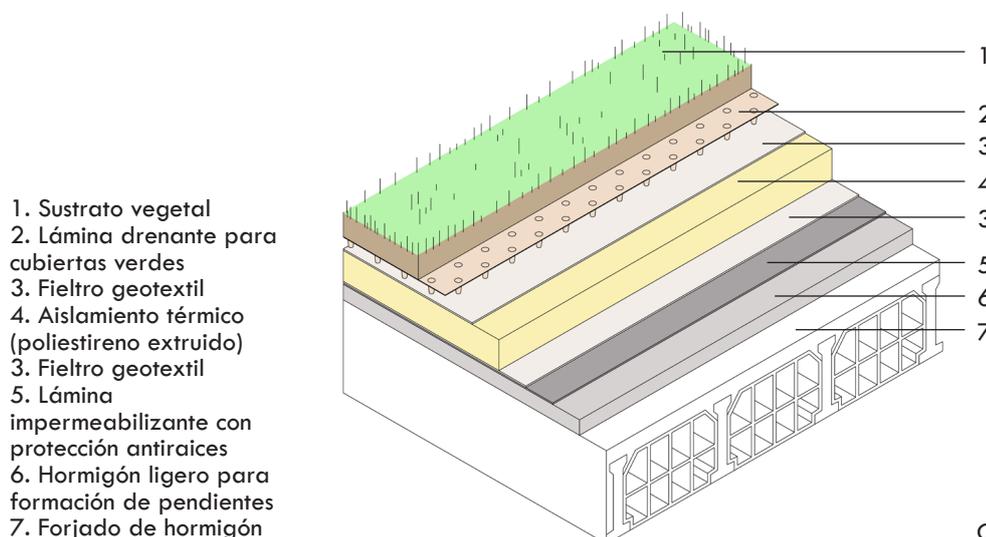


Cubierta ajardinada integrada con el entorno.



1. Sustrato vegetal
2. Lámina drenante para cubiertas verdes
3. Filtro geotextil
4. Lámina impermeabilizante con protección antiraíces
5. Aislamiento térmico (poliestireno extruido)
6. Barrera de vapor
7. Hormigón ligero para formación de pendientes
8. Forjado de hormigón

Cubierta fría ajardinada.



1. Sustrato vegetal
2. Lámina drenante para cubiertas verdes
3. Filtro geotextil
4. Aislamiento térmico (poliestireno extruido)
3. Filtro geotextil
5. Lámina impermeabilizante con protección antiraíces
6. Hormigón ligero para formación de pendientes
7. Forjado de hormigón

Cubierta ajardinada invertida.

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico de la cubierta del edificio.
- Disminución del consumo energético de calefacción de entre un 40 y un 50 %. Disminución en el consumo energético total de la vivienda de entre un 18 y un 25 %, en combinación con un incremento de aislamiento equivalente en las fachadas del edificio.
- Disminución de las emisiones de CO₂ producidas por el uso de combustibles fósiles.
- Eliminación de los puentes térmicos en la cubierta.
- Eliminación del riesgo de condensaciones en la cubierta.
- Aprovechamiento de la inercia térmica del forjado para atenuar los cambios de temperatura entre el día y la noche o entre los tiempos de encendido y apagado de los sistemas de calefacción o refrigeración
- Creación de un espacio verde sobre la cubierta.
- Disminución del riesgo de rebosamiento de los sistemas de evacuación de pluviales en episodios de lluvia intensa, debido al efecto atenuante producido por la capa de sustrato.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

El espesor de los paneles de aislamiento térmico, en función de la zona geográfica, será el siguiente:

Cubierta extensiva, espesor de sustrato 80 – 100 mm ($\lambda=0,52$ W/m K).

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	90	110
Zona 5	100	120
Zona 4	100	120
Zona 3	100	120
Zona 2	100	120
Zona 1	110	120 - 150

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038$ W/m K.

Cubierta extensiva, espesor de sustrato ≥ 200 mm. ($\lambda=0,52$ W/m K).

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	80	100
Zona 5	90	110
Zona 4	90	110
Zona 3	90	110
Zona 2	90	110
Zona 1	100	120

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038$ W/m K.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.2. Rehabilitación de fachadas con aislamiento térmico.

RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios y marcos.

RG 4.5. Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano.

RE 4.3.8.

Cubierta de chapa metálica con aislamiento por la parte superior

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

UNE EN 13165 - Aislantes térmicos: espuma rígida de poliuretano (PUR)

UNE EN 13162 - Aislantes térmicos: productos de lana mineral (MW)

ÁMBITO

Edificaciones con cubierta de chapa metálica en las que se quiera incrementar el nivel de aislamiento térmico de la cubierta, actuando por su parte exterior.

Cubiertas de chapa metálica que presentan problemas de infiltraciones por deterioro de la chapa, bajo solape etc., a las que además se quiera dotar de aislamiento térmico.

MEJORA BUSCADA

Incrementar el aislamiento térmico de la cubierta.

Solucionar los problemas de estanqueidad al agua de la cubierta.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

La solución consiste en la colocación de un aislante térmico en la parte superior de la cubierta existente, que se protege mediante una nueva chapa fijada sobre rastreles. El proceso constructivo es el siguiente:

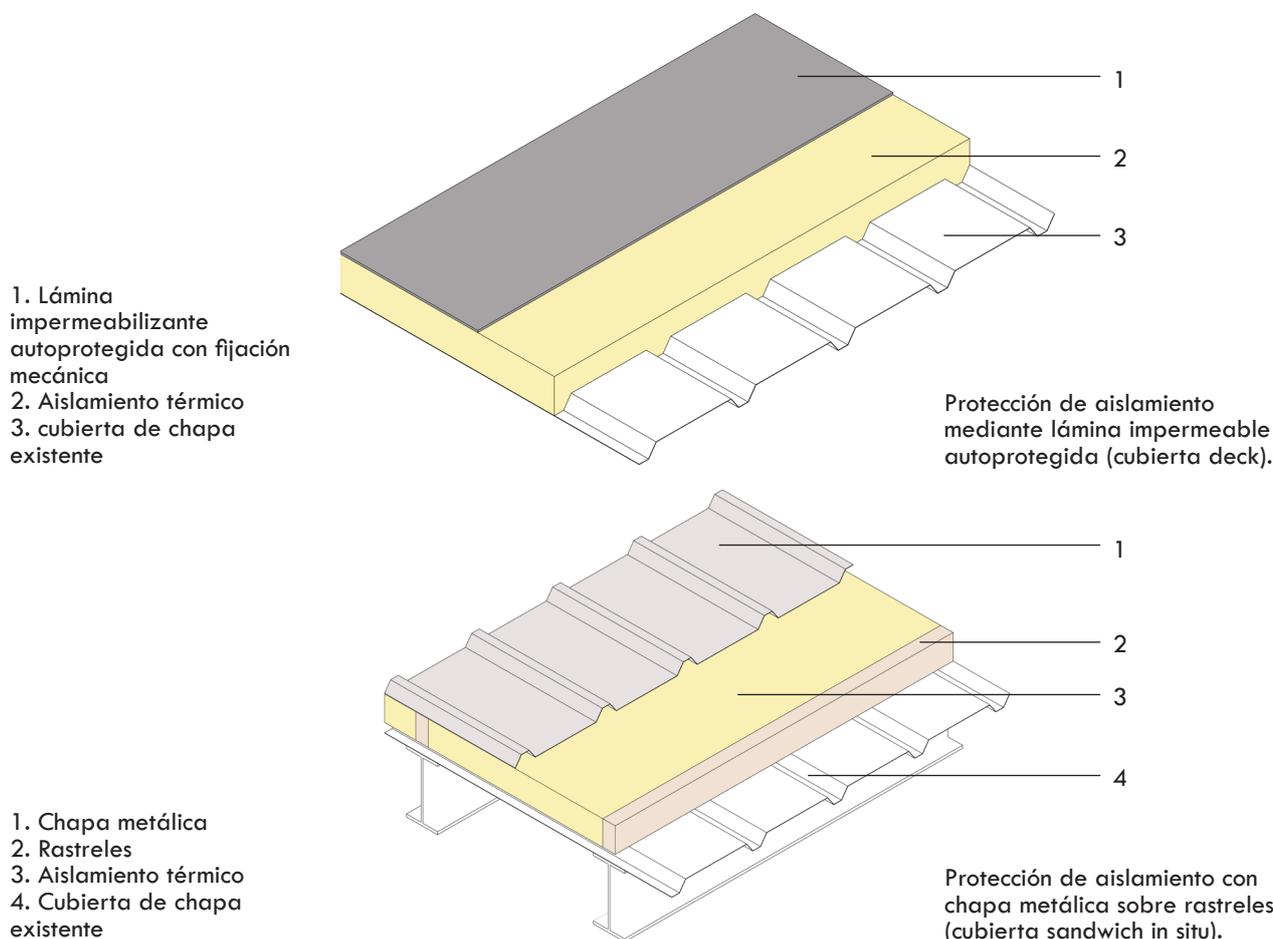
- Sobre la cubierta de chapa metálica a rehabilitar se colocan rastreles de madera, fijados a las correas o a los elementos estructurales de soporte a través de la chapa existente.
- Colocación de aislante entre los rastreles. Para que el aislante se adapte al grecado de la chapa puede utilizarse espuma de poliuretano proyectado o mantas de lana mineral.
- Fijación de la nueva cubierta de chapa metálica sobre los rastreles, mediante tornillos dotados de arandelas y juntas elásticas, para garantizar la estanqueidad del conjunto.

Tanto para el cálculo de las fijaciones de los rastreles a las correas o la estructura de soporte, como las de los nuevos paneles de chapa a los rastreles, se tendrán en cuenta las cargas de succión por viento que se puedan producir sobre los faldones de la cubierta, de acuerdo con del Documento Básico Acciones en la Edificación DB AE del Código Técnico de la Edificación.

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico de la cubierta del edificio.
- Disminución del consumo energético de calefacción de entre un 40 y un 50 %. Disminución en el consumo energético total de entre un 18 y un 25 %, en combinación con un incremento de aislamiento equivalente en las fachadas del edificio.
- Disminución de las emisiones de CO₂.
- Eliminación de los puentes térmicos en la cubierta.

- Eliminación de condensaciones en la cara inferior de la chapa metálica.
- Reparación de posibles problemas de estanqueidad.



CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

El espesor de los paneles de aislamiento térmico, en función de la zona geográfica, será el siguiente:

Zonas ¹	Espesor mínimo en mm ²	E. recomendado en mm
Zona 6	100	120
Zona 5	100	120
Zona 4	100	120
Zona 3	100	120
Zona 2	100	120 - 150
Zona 1	110	120 - 150

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

²Espesores calculados para un aislamiento térmico de $\lambda=0,038$ W/m K.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.2. Rehabilitación de fachadas con aislamiento térmico.

RG 4.4. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios y marcos.

RE 4.4.1.

Rehabilitación térmica de ventana tradicional

Colocar doble ventana

CTE - DB HE 1: Limitación de demanda energética

Guía técnica para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios - soluciones de aislamiento con vidrios y cerramientos. IDAE 2007

ÁMBITO

Ventanas tradicionales de madera, de dos hojas batientes al exterior, acristaladas con vidrio sencillo, sin marco, enrasadas por el paramento exterior del muro y encajadas en un rebaje de los recercados de cantería de granito, que poseen contraventanas de madera al interior, de dimensiones no mayores de 1,20 m de ancho por 1,80 de alto.

MEJORA BUSCADA

Minimizar las infiltraciones de aire, incrementar la transmitancia térmica del hueco y reducir los gastos de calefacción.

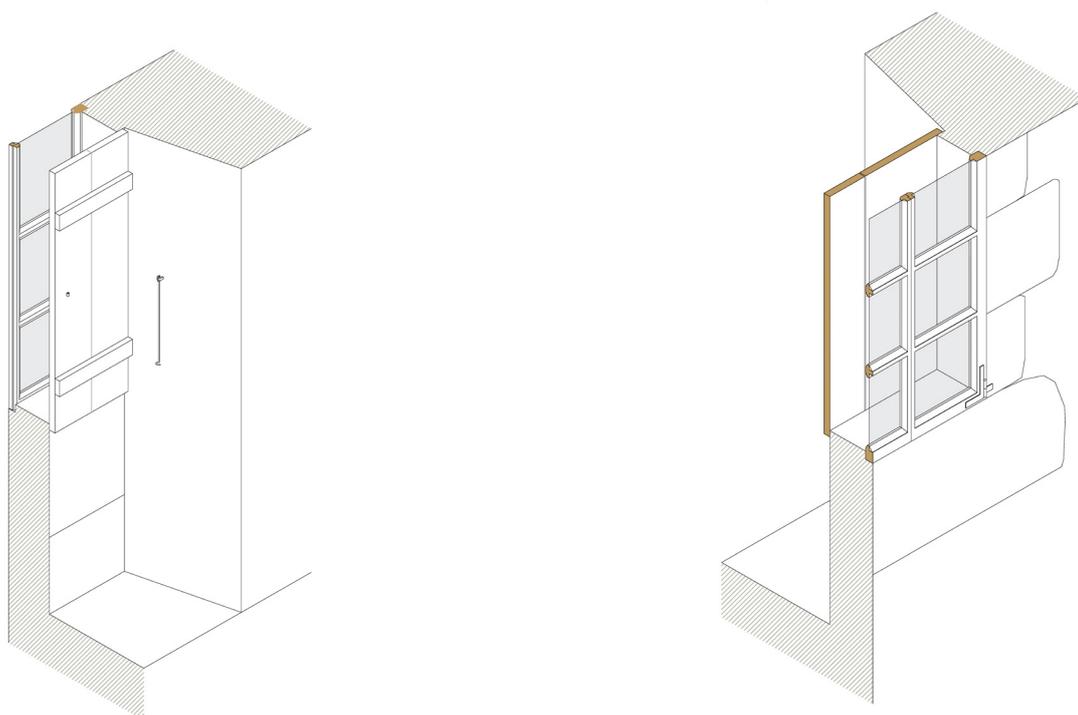
SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Sustitución de la contraventana interior por una ventana de madera, compuesta por marcos de 40x60 mm, dos hojas batientes al interior, acristaladas con vidrio sencillo o vidrio doble (según la zona climática) con herrajes de colgar mediante pernios de acero inoxidable y herrajes de seguridad con falleba central también de acero inoxidable, provista cada hoja de su correspondiente contraventana de madera.

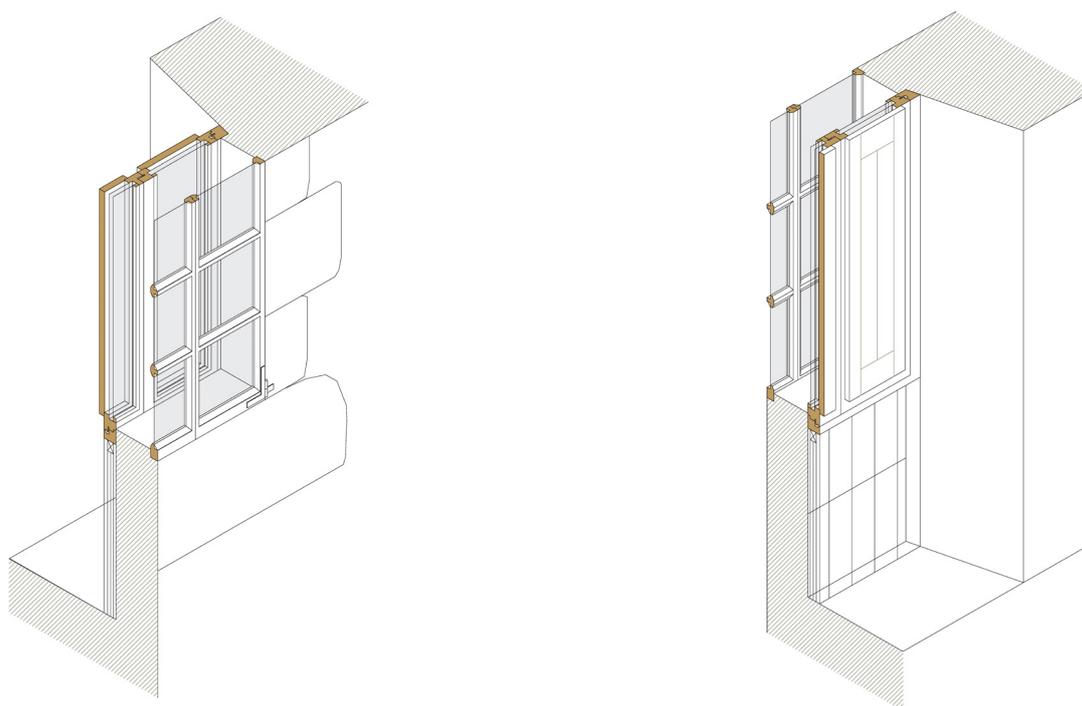
MEJORA LOGRADA

- Desaparecen las infiltraciones de aire incontroladas.
- Se mantiene el aspecto exterior del edificio y el sistema de oscurecimiento.
- Se mejora sensiblemente la transmitancia térmica del hueco.
- El ahorro estimado es del 67,50 % en el caso de utilizar vidrio sencillo de 4 mm al interior, o del 72,14 % si se utiliza vidrio doble [4+12+6 mm].

Vidrio exterior espesor mm	Trasmitancia ventana extU [W/m ² K]	Vidrio interior espesor mm	Trasmitancia ventana intU [W/m ² K]	Trasmitancia final: doble ventana U [W/m ² K]	Mejora del aislamiento %
3	4,52	---	---	---	0 %
3	4,52	4	4,50	1,469	67,50
3	4,52	6	4,50	1,464	67,70
3	4,52	4+8+4	2,95	1,365	69,80
3	4,52	4+10+4	2,87	1,311	71,00
3	4,52	4+12+6	2,79	1,259	72,14



Estado inicial: ventana batiente exterior y contraventana interior (vista interior y vista exterior).



Estado rehabilitado: transformación en sistema de doble ventana con contras por el interior.

FICHAS RELACIONADAS

RG 3.4. Mejora acústica de ventanas de madera y/o aleaciones ligeras.

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios. Elección del acristalamiento.

RG 4.5.3. Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano. Vidrios con factor solar mejorado.

RE 4.4.2.

Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios. Elección del acristalamiento

Minimizar las pérdidas a través del acristalamiento

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

UNE EN ISO 10077 - Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas

UNE EN 673 - Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmitancia térmica (U)

ÁMBITO

Los huecos son generalmente la parte de la envolvente de los edificios a través de la que se produce un mayor porcentaje de las pérdidas de energía, por lo cual las acciones para la mejora de su comportamiento térmico producirán importantes reducciones en el consumo energético de los mismos.

MEJORA BUSCADA

Incrementar el aislamiento térmico de las ventanas con objeto de disminuir las pérdidas que se producen a través de los vidrios.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

La utilización de vidrios aislantes contribuye en gran medida a disminuir las pérdidas a través de los cerramientos.

Los vidrios aislantes están formados por dos o más láminas de vidrio, separadas por perfiles rellenos de material deshidratante, y selladas herméticamente en todo su perímetro, dejando entre ellas una o más cámaras de aire deshidratado. A este tipo de combinaciones de dos o más vidrios con cámaras intermedias se les denominan unidades de vidrio aislante (UVA).

El incremento del espesor de la cámara proporciona un mayor aislamiento térmico, con un límite situado en torno a los 17 mm, espesor a partir del cual se producen convecciones en su interior.

El comportamiento térmico del vidrio aislante puede mejorarse rellenando la cámara con un gas noble, normalmente argón, kriptón o xenón, y/o utilizando lunas bajo emisivas. Estas lunas están formadas por vidrios monolíticos sobre los que se ha depositado una capa de óxidos metálicos, sales o metales nobles, que limitan las pérdidas energéticas, permitiendo el paso de la energía solar (luz y calor) y reflejando la radiación infrarroja lejana (radiación térmica).

En las tablas siguientes se recogen valores orientativos de la transmitancia térmica (U) de los vidrios aislantes dependiendo del espesor de la cámara, el tipo de vidrios utilizados, y del gas que rellena la cámara. Los valores indicados pueden variar en función del fabricante, de la emisividad (ϵ) de las lunas bajo emisivas utilizadas y de si el vidrio está colocado en posición vertical u horizontal.

Composiciones con vidrios flotados

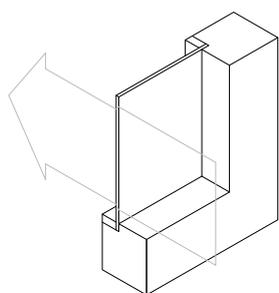
Tipo de vidrios	Cámara de aire (mm)	Transmitancia térmica U (W/m ² K)
Doble vidrio flotado	6	3,4
Doble vidrio flotado	8	3,2
Doble vidrio flotado	12	3,0
Triple vidrio flotado	6	2,4
Triple vidrio flotado	8	2,3
Triple vidrio flotado	12	2,1

Composiciones con vidrio bajo emisivo

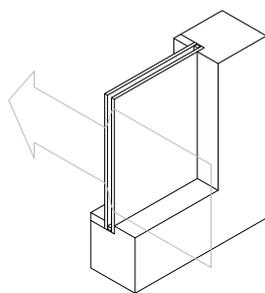
Tipo de vidrios	Cámara de aire (mm)	Transmitancia térmica U (W/m ² K)
Doble vidrio una de las lunas bajo emisiva	6	2,4
Doble vidrio una de las lunas bajo emisiva	8	2,2
Doble vidrio una de las lunas bajo emisiva	12	1,6
Doble vidrio una de las lunas bajo emisiva	16	1,3

Composiciones con vidrio bajo emisivo y cámara de argón

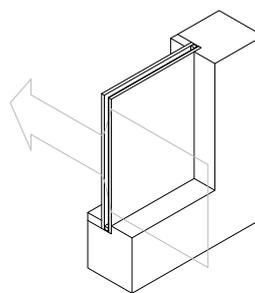
Tipo de vidrios	Cámara rellena de argón (mm)	Transmitancia térmica U (W/m ² K)
Doble vidrio bajo emisivo cámara argón	12	1,2
Doble vidrio bajo emisivo cámara argón	16	1,0



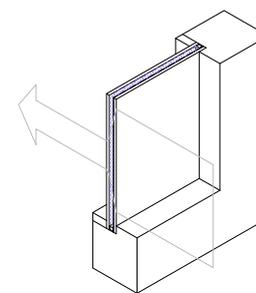
Vidrio sencillo.



Vidrio doble.



Vidrio doble bajo emisivo.



Vidrio doble bajo emisivo con cámara de argón.

Disminución de las pérdidas a través de ventanas en función del tipo de vidrio.

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico de las ventanas.
- Incremento de la protección solar, cuando se utilicen vidrios con control solar o bajo emisivos: disminución de las ganancias térmicas en verano.
- Disminución del consumo energético y de las emisiones de CO₂.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

Recomendación sobre el tipo de vidrio a utilizar en función de las zonas climáticas y de la orientación de los huecos.

Orientación de los huecos

	Orientación de los huecos		
Zonas ¹	N/NE/NO	E/O	S/SE/SO
Zona 6	Doble	Doble	Doble
Zona 5	Doble bajo emisivo	Doble bajo emisivo	Doble
Zona 4	Doble bajo emisivo	Doble bajo emisivo	Doble
Zona 3	Doble bajo emisivo	Doble bajo emisivo	Doble
Zona 2	Doble bajo emisivo	Doble bajo emisivo	Doble
Zona 1	Doble bajo emisivo	Doble bajo emisivo	Doble

¹Para consultar as zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: marcos con rotura de puente térmico.

RG 4.5.3. Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano. Vidrios con factor solar mejorado.

RE 4.4.3.

Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: marcos con rotura de puente térmico

Minimizar las pérdidas a través de los marcos de la carpintería exterior

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

UNE EN ISO 10077 - Comportamiento térmico de las ventanas, puertas y persianas

UNE EN 12207 - Puertas y ventanas permeabilidad al aire

ÁMBITO

Los huecos son generalmente la parte de la envolvente de los edificios a través de la que se produce un mayor porcentaje de las pérdidas de energía, por lo que las acciones para la mejora de su comportamiento térmico producirán importantes reducciones en el consumo energético.

MEJORA BUSCADA

Incrementar el aislamiento térmico de los marcos de las puertas y ventanas con objeto de disminuir las pérdidas que se producen a través de ellos.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

La parte del hueco ocupada por el marco supone, por lo general, entre un 20 y un 30 % de su superficie total, por lo que sus características de aislamiento térmico contribuyen de forma importante al aislamiento del conjunto formado por la carpintería y el vidrio.

Las propiedades aislantes de los marcos dependen en gran medida del material con los que están fabricados y de las características de su sección: espesor, cámaras interiores, sistemas de rotura de puente térmico etc.

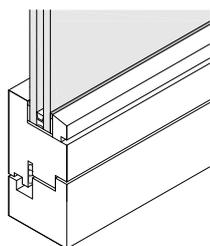
Los materiales utilizados habitualmente para la fabricación de marcos son el aluminio, el acero, la madera y el PVC.

Los marcos metálicos, de aluminio o acero, presentan la desventaja de la elevada conductividad térmica (λ) de estos materiales. El λ del acero se sitúa en torno a los 50 W/m K, el del acero inoxidable sobre 17 W/m K y el del aluminio alrededor de 230 W/m K. El Catálogo de elementos constructivos del Código Técnico de la Edificación da valores de la transmitancia térmica de los marcos metálicos de 5,7 W/m² K para las carpinterías colocadas en posición vertical y de 7,2 W/m² K, para las colocadas en posición horizontal. Como mejora a los marcos metálicos, los denominados marcos con rotura de puente térmico aportan un mayor aislamiento. Los perfiles de los marcos con rotura de puente térmico se caracterizan por estar formados por dos partes metálicas (una en contacto con el ambiente exterior y la otra con el interior del edificio) unidas mediante perfiles de material plástico que reducen la transmisión térmica entra la parte fría y la parte caliente del marco. Los materiales utilizados en los perfiles que forman la “rotura de puente térmico”, poliamidas, polietilenos o polipropilenos, tienen conductividades (λ) muy inferiores a las del acero o el aluminio, del orden de 0,25 – 0,30 W/m K, lo que permite conseguir perfiles con una transmitancia térmica considerablemente inferior a la de los perfiles metálicos. La transmitancia térmica de este tipo de marcos depende también del espacio de separación

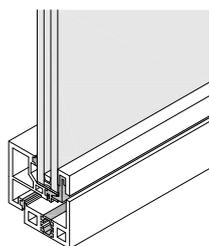
en la parte metálica exterior y la interior, es decir del ancho de los perfiles que constituyen la rotura del puente térmico. Tomando como valores orientativos los aportados por el Catálogo de materiales del CTE, los marcos con rotura de puente térmico de entre 4 y 12 mm. de espesor tienen una transmitancia (U) de 4 y 4,5 W/m² K, para posiciones de la carpintería vertical y horizontal respectivamente, con roturas de puente térmico de espesor superior a 12 mm, los valores de U están entre 3,2 y 3,5 W/m² K. Las carpinterías de materiales plásticos aportan valores de aislamiento superiores a las metálicas con rotura de puente térmico. Las más comunes son las formadas por perfiles huecos de PVC rigidizados interiormente con perfiles metálicos. La norma UNE EN ISO 10077-1 aporta valores orientativos de transmitancia de los perfiles de PVC de dos cámaras de 2,2 W/m² K y para los perfiles con tres cámaras de 2,0 W/m² K. La madera, un material utilizado tradicionalmente para la construcción de carpinterías, aporta un excelente aislamiento térmico, superando en general al de cualquiera de los materiales anteriormente citados. En el caso de las frondosas, con densidades en torno a los 700 Kg/m³ y conductividades (λ) de 0,18W/m K, la transmitancia para un espesor de carpintería de 70 mm se sitúa en torno a los 2,2 W/m² K. Para las frondosas, con densidades aproximadas de 500 Kg/m³ y λ de 0,13W/m K, la transmitancia con un espesor de 70 mm es de 1,8 W/m² K.

Tipo de marco	U (W/m ² K)
Metálico	5,7
Metálico RPT Separación entre perfiles metálicas $d \leq 4 \leq d \leq 12$ mm.	4
Metálico RPT Separación entre perfiles metálicas $d \geq 12$ mm.	3,2
Poliuretano con núcleo metálico $PUR \geq 5$ mm.	2,8
Perfiles huecos de PVC con dos cámaras	2,2
Perfiles huecos de PVC con tres cámaras	2
Madera de frondosas (densidad 700 Kg/m ³)	2,2
Madera de coníferas (densidad 500 Kg/m ³)	1,8

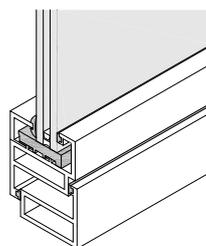
De acuerdo con lo anteriormente expuesto deberán utilizarse marcos con una transmitancia térmica lo más reducida posible, que en cualquier caso deberá ser igual o menor a 4 W/m² K.



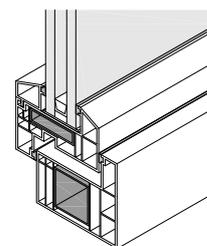
Carpintería de madera.



Carpintería metálica RPT.



Carpintería metálica.



Carpintería de PVC.

Tipos de carpintería en función del material utilizado.

Además del material con el que están fabricados en la elección del marco se debe tener en cuenta su permeabilidad al aire, con objeto de minimizar las pérdidas energéticas por infiltración. La permeabilidad al aire depende de los sistemas de cierre y del tipo de juntas de estanqueidad que incorpore la ventana. Los marcos se clasifican en función de su permeabilidad al aire de la clase 1, más permeable, a la 4, menos permeable, de acuerdo con la norma UNE EN 12207.

Los marcos de las ventanas deberán ser como mínimo clase 2, con una permeabilidad $\leq 27 \text{ m}^3/\text{h m}^2$

MEJORA LOGRADA

- Incremento del aislamiento térmico de las ventanas.
- Disminución del riesgo de formación de condensaciones en los marcos.
- Disminución del consumo energético y de las emisiones de CO₂.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

Elección del tipo de carpintería en función de la zona climática:

Zonas ¹	Tipo de carpintería
Zona 6	Metálica RPT / Madera / PVC
Zona 5	Metálica RPT / Madera / PVC
Zona 4	Metálica RPT $d \geq 12 \text{ mm}$ / Madera / PVC
Zona 3	Metálica RPT $d \geq 12 \text{ mm}$ / Madera / PVC
Zona 2	Metálica RPT $d \geq 12 \text{ mm}$ / Madera / PVC
Zona 1	Metálica RPT $d \geq 12 \text{ mm}$ / Madera / PVC

¹Para consultar las zonas climáticas ver Anexo: Mapas climáticos.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios. Elección del acristalamiento.

RE 4.5.1.

Láminas de control solar en ventanas para mejorar la eficiencia energética del edificio

Minimizar las ganancias térmicas a través del acristalamiento

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

ÁMBITO

Durante el verano la radiación solar que penetra al interior de los edificios a través del acristalamiento convencional contribuye al sobrecalentamiento de los espacios interiores. Esto puede conducir a la instalación de sistemas de aire acondicionado que precisan elevados consumos de energía eléctrica para su funcionamiento.

MEJORA BUSCADA

Limitar las ganancias térmicas producidas por la energía solar transmitida al interior de los edificios a través del acristalamiento.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Las láminas de control solar se adhieren sobre los vidrios de las ventanas para mejorar sus condiciones de protección solar, pudiendo además mejorar el aislamiento, la protección contra la radiación ultravioleta, la protección contra el deslumbramiento y la seguridad en caso de rotura del vidrio.

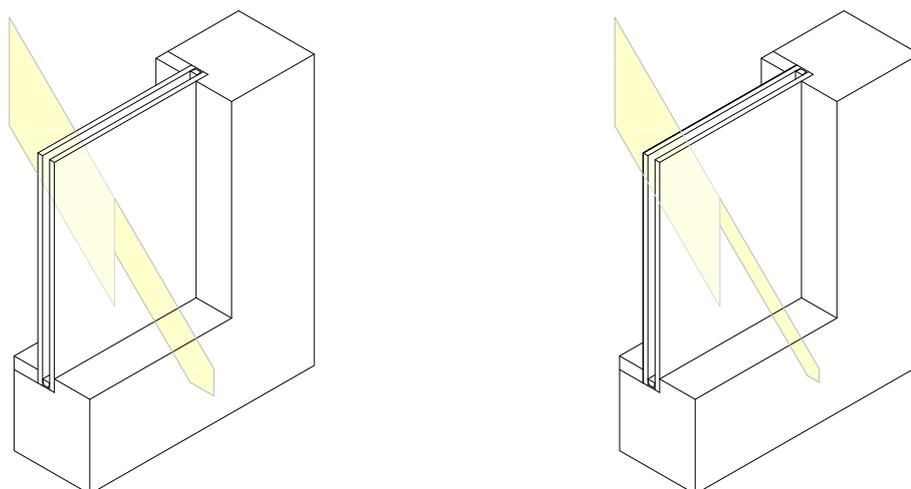
Las láminas están formadas por compuestos multicapa, generalmente de poliéster de alta calidad, que incorporan colorantes, partículas metálicas o nanopartículas cerámicas. En su cara interior están dotadas de un adhesivo de alta resistencia, para su unión con el vidrio, y en la cara exterior de una capa antiralladuras. Las láminas pueden ser transparentes de modo que resulten prácticamente invisibles, no afectando al aspecto del vidrio sobre el que se colocan, o tintadas.

El valor del factor solar oscila entre 0,30 y 0,60 para los diferentes tipos de láminas disponibles en el mercado, pudiendo llegar a evitar la transmisión al interior del edificio de hasta el 70 % de la radiación solar incidente y el 99 % de la radiación ultravioleta.

Al igual que los vidrios de control solar, las láminas solares reducen las aportaciones por soleamiento en invierno, por lo que deberán valorarse otras alternativas que permitan beneficiarse de estas aportaciones gratuitas, como pueden ser los parasoles móviles y las persianas exteriores.

MEJORA LOGRADA

- Incremento de la protección solar: disminución de las ganancias térmicas a través del acristalamiento en verano.
- Incremento del aislamiento térmico de las ventanas.
- Disminución del consumo energético y de las emisiones de CO₂.
- Incremento de la protección contra la radiación ultravioleta.
- Mejora de la seguridad en caso de rotura del vidrio.

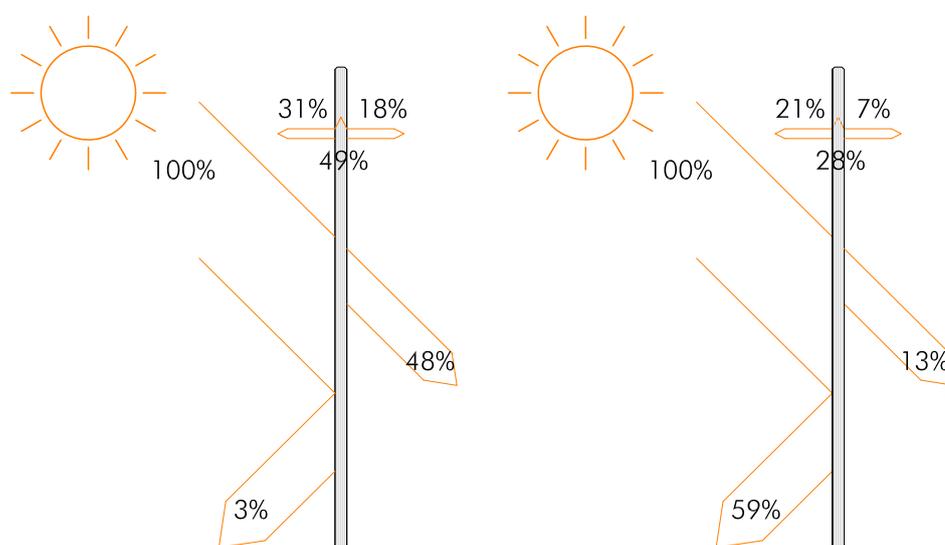


Disminución de la radiación solar que penetra a través del vidrio con la disposición de láminas de control solar.

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios. Elección del acristalamiento.

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: marcos con rotura de puente térmico.



Fracción de energía solar reflejada, absorbida y transmitida en vidrios sin control solar y con lámina de control solar.

RE 4.5.2.

Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano. Sistemas de protección exterior

Minimizar las ganancias térmicas a través del acristalamiento

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

UNE EN ISO 10077 - Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas

ÁMBITO

Durante el verano la radiación solar que penetra al interior de los edificios a través del acristalamiento contribuye al sobrecalentamiento de los espacios interiores. Esto puede conducir a la instalación de sistemas de aire acondicionado que precisan elevados consumos de energía eléctrica para su funcionamiento.

MEJORA BUSCADA

Limitar las ganancias térmicas producidas por la energía solar transmitida al interior de los edificios a través del acristalamiento.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

La utilización de sistemas de protección solar en las ventanas de los edificios contribuye eficazmente a disminuir las ganancias térmicas que se producen a través del acristalamiento en los meses de verano.

Los sistemas de lamas, toldos, persianas o parasoles situados en la parte exterior de la carpintería impiden la incidencia directa de la radiación solar sobre los vidrios, evitando el sobrecalentamiento de los espacios interiores. Para que las persianas o los estores actúen como elementos de protección solar deben estar colocados por la parte exterior de las ventanas, de otro modo no evitarán la transmisión de la energía solar térmica al interior.

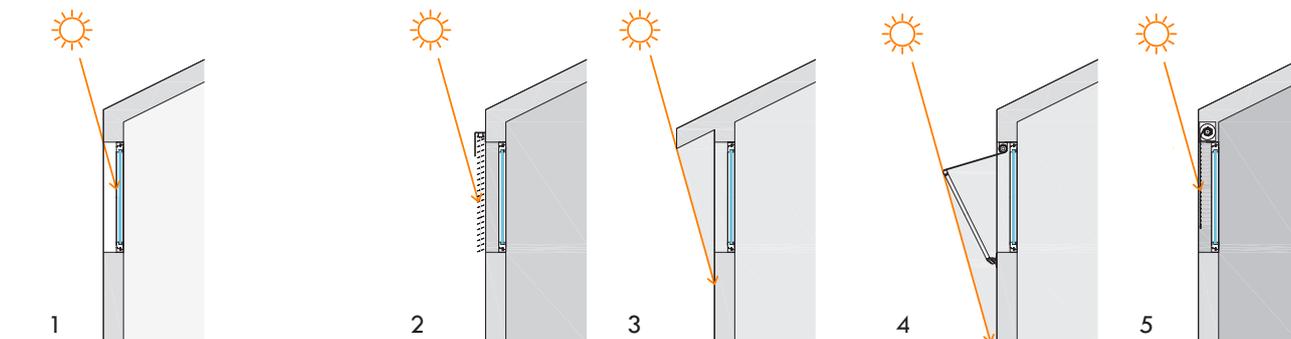
Es recomendable que los sistemas de protección solar no sean fijos de modo que su uso se puede adaptar a las necesidades de cada época del año, permitiendo en invierno las ganancias térmicas gratuitas aportadas por la radiación solar.

La utilización de sistemas de sombreado por el exterior en verano puede producir reducciones en el consumo de refrigeración de un 20 %.

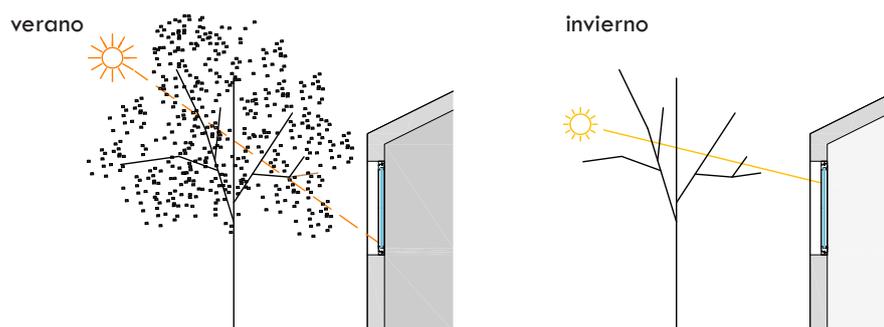


Lamas exteriores como sistema de protección solar en un edificio con grandes ventanas orientadas al oeste.

1. Ventanas a haces interiores
2. Veneciana exterior
3. Aleros pronunciados
4. Toldos
5. Persiana exterior



Distintos sistemas de sombreado por el exterior.



Utilización del arbolado como elemento de control solar.

MEJORA LOGRADA

- Incremento de la protección solar: disminución de las ganancias térmicas a través del acristalamiento en verano.
- Incremento del aislamiento térmico de las ventanas.
- Disminución del consumo energético de refrigeración en verano de entre un 10 % y un 20 %.
- Reducción de las emisiones de CO₂ producidas por el uso de combustibles fósiles.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

Se recomienda la utilización de elementos de protección solar por el exterior en todas las zonas en orientaciones sur y oeste. Este tipo de medidas son imprescindibles en las zonas 5 y 6 (de manera especial en la provincia de Ourense).

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios. Elección del acristalamiento.

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: marcos con rotura de puente térmico.

RE 4.5.3.

Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano. Vidrios con factor solar mejorado

Minimizar las ganancias térmicas a través del acristalamiento

CTE - DB HE 1: Limitación de la demanda energética

UNE EN ISO 10077 - Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas

UNE EN 410 - Vidrio en la edificación. Determinación de las características luminosas y solares de los acristalamientos

ÁMBITO

Durante el verano la radiación solar que penetra al interior de los edificios a través del acristalamiento contribuye al sobrecalentamiento de los espacios interiores. Esto puede conducir a la instalación de sistemas de aire acondicionado que precisan elevados consumos de energía eléctrica para su funcionamiento.

MEJORA BUSCADA

Limitar las ganancias térmicas producidas por la energía solar transmitida al interior de los edificios a través del acristalamiento.

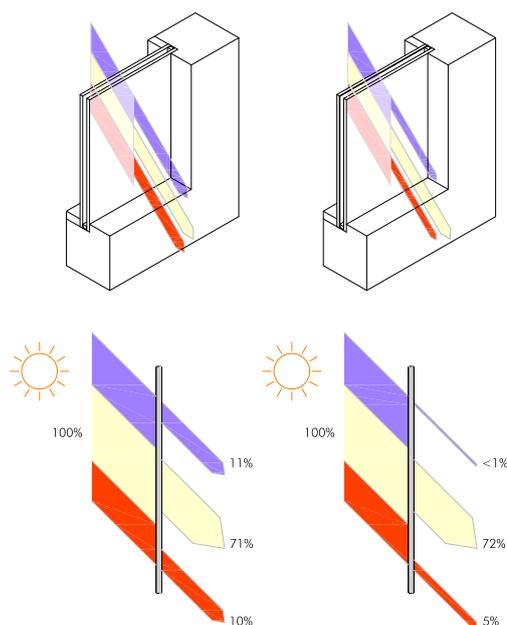
SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Existen diversos tipos de vidrios de control solar, que pueden utilizarse en composiciones sencillas o dobles, formando parte de sistemas de vidrio con cámara. Estos vidrios limitan las ganancias térmicas por soleamiento a través de los huecos, pudiendo mejorar además la transmitancia térmica cuando se combinan con otros vidrios formando unidades de vidrio aislante (UVA). El principal parámetro que caracteriza los vidrios de control solar es el factor de transmisión de la energía solar total o factor solar (g), que es la fracción de la radiación solar incidente transmitida totalmente por el vidrio al interior del edificio. El valor del factor solar oscila entre 0,10 y 0,50 para los diferentes tipos de vidrios disponibles en el mercado. Cuanto menor es el valor del factor solar menor es la cantidad de energía transmitida a través del vidrio al interior.

En la disposición de vidrios de control solar se tendrá en cuenta la orientación y la existencia de otros elementos que arrojen sombra sobre las ventanas, ya que en posiciones no expuestas al soleamiento intenso resultan innecesarios. Asimismo se tendrá en cuenta que la utilización de este tipo de vidrios reduce las aportaciones por soleamiento en invierno, por lo que deberán valorarse otras alternativas que permitan beneficiarse de estas aportaciones gratuitas, como pueden ser los parasoles móviles y las persianas exteriores.

MEJORA LOGRADA

- Incremento de la protección solar: disminución de las ganancias térmicas a través del acristalamiento en verano.
- Incremento del aislamiento térmico de las ventanas.
- Disminución del consumo energético y de las emisiones de CO₂.



Energía solar que penetra en el edificio con vidrios convencionales y con control solar.

CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS

Se recomienda la utilización de elementos de protección solar en todas las zonas en orientaciones sur y oeste. Este tipo de medidas son imprescindibles en las zonas 5 y 6 (de manera especial en la provincia de Ourense).

FICHAS RELACIONADAS

RG 4.4.2. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: vidrios. Elección del acristalamiento.

RG 4.4.3. Rehabilitación térmica de cerramientos de huecos: marcos con rotura de puente térmico.

RG 4.5.2. Rehabilitación de huecos frente al asoleo en verano. Sistemas de protección exterior.



MEJORA DE
EFICIENCIA DE LAS
INSTALACIONES

RE 5.1.

Captación de energía con módulos fotovoltaicos integrados en membranas para impermeabilización de cubiertas

Producción de energía eléctrica mediante módulos fotovoltaicos

CTE - DB HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica
UNE EN 60904 - Dispositivos fotovoltaicos

ÁMBITO

El aprovechamiento de las superficies de las cubiertas para la instalación de paneles solares fotovoltaicos permite la producción de energía eléctrica, que puede ser utilizada en el propio edificio o volcada a la red eléctrica.

MEJORA BUSCADA

Utilización de la energía solar para la producción de energía eléctrica, lo que implica la disminución del consumo de electricidad procedente de la utilización de combustibles fósiles y, por lo tanto, la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

La solución convencional para la instalación de placas fotovoltaicas en las cubiertas de los edificios consiste en el montaje sobre paneles fijados con subestructuras de perfiles metálicos a los faldones de cubierta. Esta solución tiene varios inconvenientes: los perfiles de apoyo pueden constituir puntos de entrada de humedad al interior del edificio; no se aprovecha la totalidad de la superficie de la cubierta, debido a las sombras que unos paneles arrojan sobre los contiguos y, por último, los paneles pueden sufrir daños producidos por el viento.

Los sistemas de módulos fotovoltaicos integrados en láminas para la impermeabilización de cubiertas constituyen un avance significativo sobre los sistemas antes citados. Estos sistemas están formados por láminas sintéticas, por ejemplo láminas a base de poliolefinas flexibles (FPO), y módulos fotovoltaicos flexibles.

El proceso constructivo consiste en la colocación de la lámina en sistema no adherido, mediante fijaciones mecánicas y solapes con uniones mediante soldadura por aire caliente. Una vez que la lámina está totalmente colocada y se han realizado las pruebas de estanquidad, se realiza la colocación de los módulos fotovoltaicos, que se colocan sobre la lámina y se fijan mediante uniones soldadas por aire caliente.



Instalación de membrana fotovoltaica en cubierta.

MEJORA LOGRADA

- Producción de energía eléctrica mediante paneles solares fotovoltaicos.
- Disminución de las emisiones de CO₂ debidas al uso de combustibles fósiles.
- Integración de los paneles solares en la superficie de la cubierta.
- Incremento de la superficie de aprovechamiento por eliminación de zonas de sombra.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.2. Energía solar térmica: agua caliente sanitaria, calefacción y climatización.

Ahorro energético mediante la utilización de energía solar térmica

CTE - DB HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
UNE EN 12975-1 - Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores solares

ÁMBITO

La obligatoriedad de la utilización de la energía solar térmica para la producción de un porcentaje del agua caliente sanitaria consumida en los edificios viene recogida en el DB HE4 del Código Técnico de la Edificación. Además, esta fuente de energía renovable puede ser también utilizada para la producción de energía de calefacción, climatización de piscinas y refrigeración mediante sistemas de absorción.

MEJORA BUSCADA

Reducción del consumo de energía procedente de combustibles fósiles y, por consiguiente, reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Los sistemas de energía solar para la producción de agua caliente sanitaria, calefacción o calentamiento del agua de piscinas pueden adoptar diversas configuraciones en función del tipo de edificio al que sirven, el número de usuarios y el destino de la energía producida, sin embargo en líneas generales en todas las instalaciones se pueden distinguir los siguientes componentes: colectores solares, intercambiador, acumulador, sistema de regulación y sistema de apoyo.

Los colectores solares son la parte principal del sistema. Son los encargados de captar la radiación solar y utilizarla para calentar el fluido que circula por su interior. Los tipos de captadores habituales en edificación son los paneles planos y los tubos de vacío, estos últimos con un mayor rendimiento y versatilidad para su integración arquitectónica, al poder ser instalados tanto en horizontal como en vertical.

Generalmente el agua de consumo no circula por los colectores, siendo necesario un intercambiador en el que se transmite el calor del circuito primario –el fluido que circula por los captadores– al agua de consumo. En las instalaciones más sencillas el intercambiador puede estar incluido en el acumulador (serpentín por el que circula el fluido del circuito primario). En sistemas con consumos elevados se suelen utilizar intercambiadores externos. Dado que el consumo de agua caliente sanitaria o de calefacción generalmente no coincide con las horas de mayor radiación solar, será necesario adecuar la capacidad de producción de los captadores solares a la demanda, disponiendo depósitos de inercia, en los que almacenar el agua caliente producida por la instalación hasta el momento de su utilización.

El sistema de regulación se encarga del control de la instalación solar, actuando sobre la bomba de circulación en función de la temperatura del acumulador y de la temperatura establecida en la regulación.



Colector solar plano.

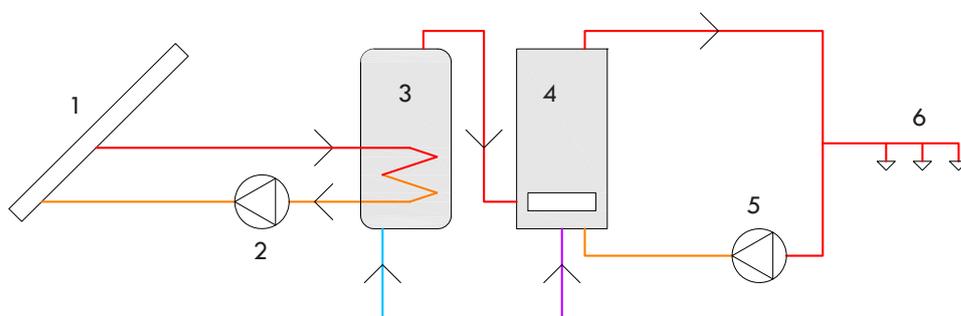


Captador solar de tubos de vacío.

Las instalaciones solares han de incluir un sistema de apoyo, que entrará en funcionamiento en los momentos en que el sistema solar no pueda cubrir la totalidad de la demanda, bien debido a causas climáticas o a picos de consumo, por este motivo el sistema de apoyo deberá dimensionarse como si el sistema solar no existiese.

La utilización de la energía solar térmica para calefacción no produce rendimientos tan elevados como su utilización para la producción de agua caliente sanitaria, debido a que los meses del año en que es necesaria la calefacción son los de menor radiación solar. Sin embargo su utilización puede producir ahorros significativos, sobre todo en sistemas de calefacción de baja temperatura, como el suelo radiante, al ser su rango de temperaturas de trabajo (30 – 40 °C) más adecuado para la temperatura máxima de producción de agua caliente de los paneles planos (60 °C).

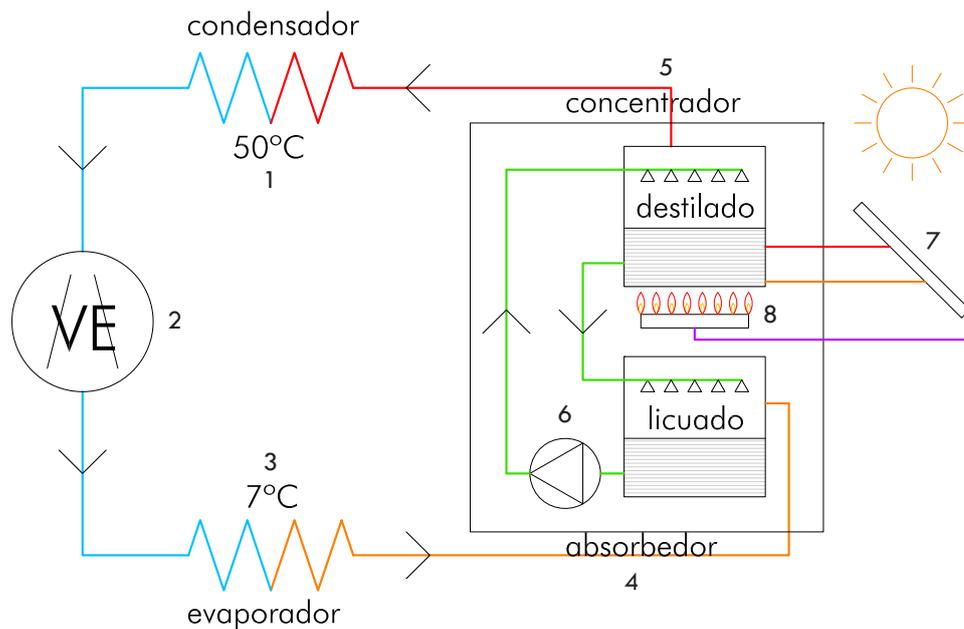
1. Paneles solares
2. Bomba de circulación
3. Depósito acumulador de inercia
4. Caldera
5. Bomba de circulación
6. Puntos de consumo



Esquema de instalación de calefacción y ACS con energía solar.

La utilización de la energía solar térmica en sistemas de climatización supone una aplicación especialmente interesante dado que las necesidades de refrigeración coinciden con los períodos del año de mayor radiación solar. En este caso los sistemas de refrigeración utilizados se basan en el ciclo de absorción, consistente en la capacidad que tienen algunas sustancias de absorber un fluido refrigerante, las combinaciones absorbente-refrigerante más habituales son bromuro de litio-agua y agua-amoniaco, siendo el primero el que tiene una mayor eficiencia energética en aplicaciones de climatización de edificios.

1. Condensador
2. Válvula de expansión
3. Evaporador
4. Absorbedor
5. Generador o concentrador
6. Bomba de circulación
7. Paneles solares
8. Quemador de apoyo



Esquema de sistema de refrigeración por absorción.

MEJORA LOGRADA

- Ahorros de entre un 50 y un 80 % de la energía anual de agua caliente sanitaria.
- Ahorros en torno al 25 % de la energía de calefacción.
- Disminución de las emisiones de CO₂ debidas al uso de combustibles fósiles.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.1. Captación de energía con módulos fotovoltaicos integrados en membrana para impermeabilización de cubiertas.

RE 5.3.

Tecnologías de calefacción de alta eficiencia energética: calderas de baja temperatura

Incrementar el rendimiento de las instalaciones de calefacción y ACS

RITE - Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios

ÁMBITO

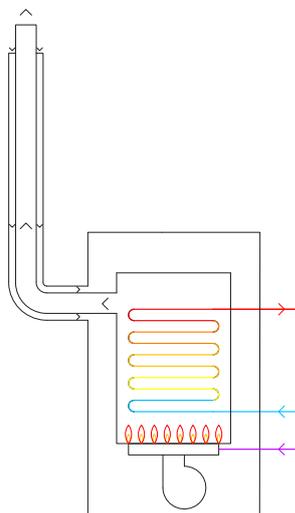
A pesar de que en la actualidad las instalaciones de calefacción incorporan sistemas de regulación que combinan termostatos de ambiente con válvulas de 3 y 4 vías, para adecuar la temperatura del agua de impulsión a la demanda de calefacción existente en el edificio, en las calderas convencionales, la temperatura de retorno (entrada de agua en al caldera) se limita a unos 60 °C, para evitar que se produzcan condensaciones en su interior que, combinadas con determinados productos de la combustión, puedan dar lugar a sustancias ácidas altamente corrosivas. Por este motivo la temperatura de impulsión no puede reducirse por debajo de determinados límites, lo que produce consumos de energía excesivos cuando no se requiere que la caldera funcione a la máxima potencia, situación habitual cuando en el exterior no se alcanzan las temperaturas mínimas de cálculo.

MEJORA BUSCADA

Incrementar el rendimiento de las calderas de calefacción y producción de agua caliente sanitaria, disminuyendo el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero.

SOLUCIÓN TÉCNICA

Las denominadas calderas de baja temperatura tienen la ventaja, respecto a las calderas convencionales, de que incorporan sistemas que evitan que se produzca condensación ácida con temperaturas de retorno de entre 35 y 40 °C. Por lo que pueden adaptar la temperatura de impulsión a las necesidades de calefacción del edificio, llegando a bajar hasta los 40 °C, cuando la temperatura exterior es más suave. Esto supone una importante mejora del rendimiento respecto a las calderas convencionales, que normalmente impulsan agua a temperaturas en torno a las 80 °C, independientemente de la temperatura exterior.



Esquema de caldera de baja temperatura.

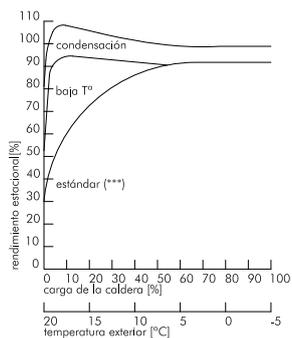


Gráfico de rendimientos en función del tipo de caldera y el porcentaje de carga de la caldera.

MEJORA LOGRADA

- Incremento del rendimiento de la caldera hasta el 95 %.
- Disminución del consumo energético con ahorros que pueden llegar al 15 % respecto a las calderas estándar.
- La caldera regula la temperatura en función de la demanda energética real.
- No se producen corrosiones en el interior de la caldera.
- Son muy adecuadas para sistemas que funcionan a baja temperatura como el suelo radiante.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.4. Tecnologías de calefacción de alta eficiencia energética: calderas de gas de condensación.

Incrementar el rendimiento de las instalaciones de calefacción y ACS

RITE - Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios

UNE EN 677 - Calderas de calefacción central que utilizan combustibles gaseosos. Consumo calorífico nominal ≤ 70 kW

UNE EN 15417 - Calderas de calefacción central que utilizan combustibles gaseosos. 70 kW $<$ Consumo calorífico nominal ≤ 1000 kW

UNE EN 15034 - Calderas de calefacción de condensación para combustibles líquidos

ÁMBITO

En las calderas convencionales el vapor de agua que se produce en el proceso de combustión es expulsado a través de la chimenea al exterior. Este vapor de agua contiene energía térmica, denominada calor latente. El desarrollo de sistemas que permiten recuperar esta energía para ser utilizada en los sistemas de calefacción, supone un incremento en el rendimiento de la instalación y por lo tanto un menor consumo energético.

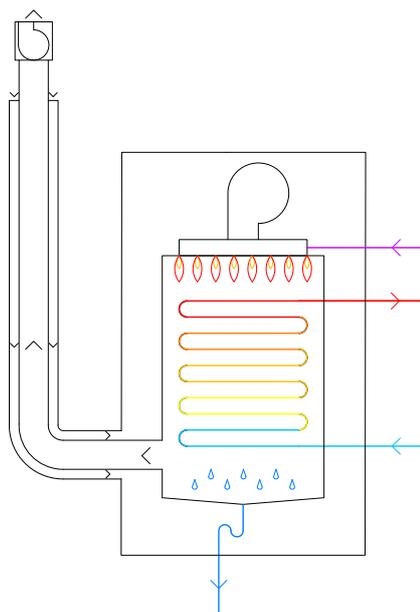
MEJORA BUSCADA

Incrementar el rendimiento de las calderas de calefacción y producción de agua caliente sanitaria, disminuyendo el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero.

SOLUCIÓN TÉCNICA

Las calderas de condensación incorporan sistemas que permiten recuperar la energía térmica contenida en el vapor de agua producido en el proceso de combustión.

Durante la combustión los componentes combustibles, principalmente carbono e hidrógeno reaccionan con el oxígeno del aire generando calor y gases que son expulsados a la atmósfera, fundamentalmente dióxido de carbono (CO_2) y vapor de agua. En las calderas de condensación los gases de la combustión se hacen pasar a través del serpentín antes de ser expulsados al exterior. Manteniendo la temperatura de la pared de intercambio por debajo de la temperatura de rocío, se consigue que el vapor de agua de los gases de combustión se condense, cediendo calor (calor latente) al agua del circuito. Para que esto suceda estas calderas preparan el agua a una temperatura máxima de 60-70 °C, frente a los 90 °C habituales en las calderas convencionales. Dado que, para que se produzca la condensación, la temperatura de los gases ha de ser inferior a la necesaria para que estos se evacúen de forma natural (unos 140 °C) estas calderas incorporan un ventilador para facilitar su expulsión.



Esquema de caldera de condensación.

MEJORA LOGRADA

- Incremento del rendimiento de la caldera hasta el 109 %.
- Disminución del consumo energético con ahorros que pueden llegar al 30 % respecto a las calderas convencionales.
- No se producen corrosiones en el interior de la caldera.
- Son adecuadas para sistemas que funcionan a baja temperatura como el suelo radiante.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.3. Tecnologías de calefacción de alta eficiencia energética: calderas de baja temperatura.

RE 5.5.

Instalaciones de iluminación eficientes: elección del tipo de lámparas y su potencia

Incrementar la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

CTE - DB HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

REBT - Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

UNE EN 12464 - Iluminación en los lugares de trabajo

UNE EN 60598 - Luminarias

ÁMBITO

La aplicación de la normativa europea en el ámbito de la iluminación ha motivado la desaparición del mercado de las lámparas incandescentes y de las lámparas halógenas más ineficientes, debido a bajo rendimiento. La adecuada elección y el correcto diseño de los sistemas de iluminación pueden suponer importantes ahorros en el consumo de energía eléctrica.

MEJORA BUSCADA

Incrementar la eficiencia energética de las instalaciones de alumbrado, para así disminuir el consumo de energía eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero.

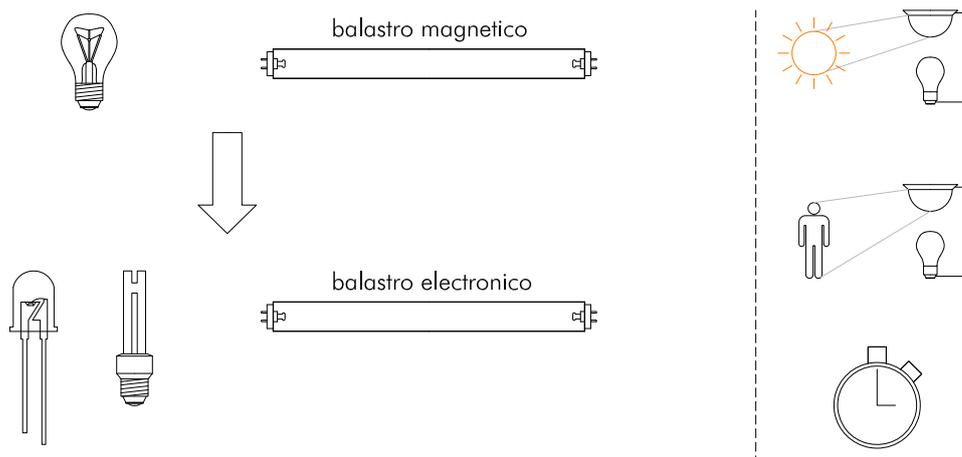
SOLUCIÓN TÉCNICA

En el diseño de los sistemas de iluminación y en la elección de las luminarias a emplear en los mismos deben tenerse en consideración los siguientes aspectos:



Distintos modelos de luminarias LED.

- Determinación de los niveles de iluminación adecuados a la actividad que se va a desarrollar en cada espacio.
- Definición del índice de reproducción cromática y temperatura de color de las lámparas a utilizar en función de las necesidades de cada local.
- Utilización de luminarias que garanticen el máximo aprovechamiento de la luz emitida por las lámparas y que eviten el deslumbramiento.
- Elección de lámparas de alta eficiencia energética (eficiencia luminosa ≥ 90 lum/W), valorando en su elección la relación precio/vida útil (vida útil mínima: 12.000 horas).
- Definición de las lámparas a utilizar por su capacidad lumínica y no por su potencia.
- Utilización de balastos electrónicos en lugar de los balastos electromagnéticos tradicionales puede suponer ahorros en el consumo de energía de la lámpara de un 25 %.
- Realización de instalaciones con sistemas de regulación, encendidos discriminados, mecanismos de encendido y apagado automático y sistemas de regulación de la luz artificial mediante sensores de luz natural, para que la iluminación se adapte a las necesidades de la actividad desarrollada en cada momento y cada local concreto.



Incremento de la eficiencia energética sustituyendo lámparas convencionales por lámparas de bajo consumo, LEDs y utilizando células fotoeléctricas, detectores de presencia y temporizadores.

MEJORA LOGRADA

- La utilización de lámparas de alta eficiencia energética puede suponer un ahorro en el consumo de energía de hasta un 80 % respecto al consumo de las lámparas tradicionales de incandescencia.
- La incorporación de sistemas de regulación mediante sensores de luz natural, encendido mediante detectores de presencia y temporizadores, combinado con la utilización de balastos electrónicos regulables, puede suponer ahorros de energía de hasta un 75 % respecto al de las instalaciones convencionales con balastos electromagnéticos, sin sistemas de regulación.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.9. Uso de electrodomésticos respetuosos con el medio ambiente (eco-eficientes).

Incrementar la eficiencia energética los ascensores

Reglamento de aparatos elevadores

ITC-AEM 1 - Ascensores

UNE EN ISO 25745-1 - Eficiencia energética de los ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles

VDI 4707 - Eficiencia energética de los ascensores (Verain Deutscher Ingenieure)

ÁMBITO

La elección adecuada de componentes de la instalación de ascensor, tanto si se trata de obra nueva como de la renovación o sustitución de ascensores existentes, puede reportar importantes ahorros energéticos en el consumo de la instalación.

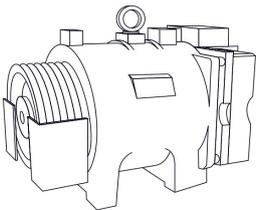
MEJORA BUSCADA

Incrementar la eficiencia energética de las instalaciones de ascensores, para así disminuir el consumo de energía eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero.

SOLUCIÓN TÉCNICA

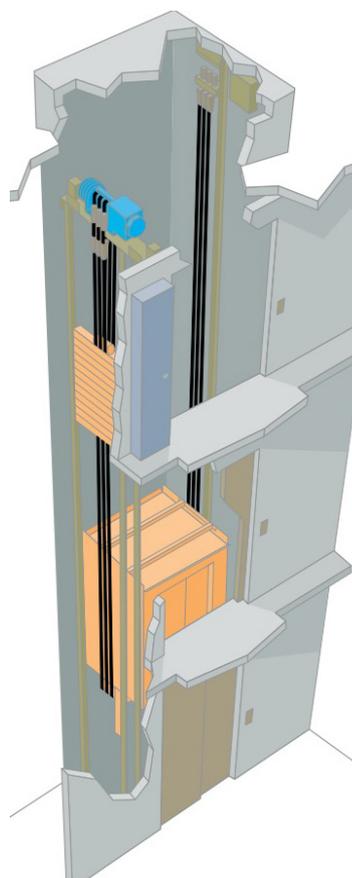
Las estrategias desarrolladas por los fabricantes de ascensores para mejorar su eficiencia energética se basan en la reducción del consumo tanto en la situación de funcionamiento como en la de reposo, actuando igualmente sobre el consumo de energía principal (motores) y secundaria (iluminación de cabinas):

- La utilización de máquinas de tracción directa, con motores de baja velocidad y tracción regulada, no necesitan reductores mecánicos para adecuar la velocidad producida por el motor al nivel de la necesaria por el ascensor pueden producir ahorros energéticos de entre un 30 y un 40 % respecto a los ascensores con máquinas tradicionales con reductores de engranajes.
- Los ascensores dotados de sistemas de control de movimiento (variadores de frecuencia) regenerativos permiten devolver a la red la energía que se genera en los estados favorables de carga (cuando el ascensor se mueve por efecto de la gravedad). En los ascensores con sistemas de control convencionales esa energía se disipa en forma de calor. Los variadores regenerativos permiten ahorros de entre un 25 y un 30 %.
- Los ascensores con tracción regulada convencionales mantienen el variador de frecuencia con energía cuando el ascensor no está en movimiento. Los sistemas de maniobra con función de autoapagado apaga todos los sistemas cuando el ascensor no está en uso, produciendo ahorros consumo de un 50 % con el ascensor se encuentra en reposo.
- La utilización de iluminación con lámparas led en la cabina combinada con un sistema de autoapagado permite ahorros de consumo de



Motor de ascensor de tracción directa.

- iluminación que pueden llegar al 90 %.
- En los casos de ascensores hidráulicos, la incorporación de válvulas de control electrónico combinada con la utilización de iluminación led puede suponer un ahorro del 40 %. En el caso de sustitución por sistemas con maquinaria de tracción eléctrica de última generación, el ahorro de energía puede llegar al 80 %.



Esquema de ascensor con motor de tracción directa.

MEJORA LOGRADA

Tanto en ascensores nuevos como en la renovación de instalaciones existentes, la utilización de máquinas de tracción directa (gearless), sistemas de maniobra con función de ahorro de energía en reposo e iluminación led en cabina con autoapagado puede suponer ahorros totales de energía de un 50 % respecto al consumo de los ascensores eléctricos convencionales.

En el caso de ascensores hidráulicos, la sustitución del sistema de tracción por máquinas eléctricas de tracción directa puede suponer ahorros en el consumo de energía del 80 %.

Las máquinas de tracción directa, sin reductores mecánicos, son más pequeñas y ligeras que las máquinas eléctricas convencionales (con reductores), permitiendo su instalación en el interior del hueco del ascensor, evitando la necesidad del cuarto de máquinas.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.5. Instalaciones de iluminación eficientes: elección del tipo de lámparas y su potencia.

RE 5.7.

Ahorro en el consumo de agua potable

Realizar un consumo racional del agua potable

CTE - DB HS 4: Suministro de Agua

ÁMBITO

La adopción de medidas de ahorro en el consumo de agua en los edificios es fundamental para reducir el impacto medioambiental que la excesiva presión sobre los recursos hídricos puede suponer, así mismo estas medidas contribuyen a la reducción del consumo energético derivado de los procesos de bombeo y depuración de agua de consumo, y del tratamiento de las aguas residuales.

MEJORA BUSCADA

Minimizar el consumo innecesario de agua potable que se produce en los edificios.

SOLUCIÓN TÉCNICA

La utilización de equipos o sistemas que ahorren agua en las operaciones cotidianas realizadas en los edificios, combinadas con hábitos de consumo racional pueden producir ahorros significativos en el consumo de agua potable en los edificios:

- Utilización de inodoros con cisternas de volumen reducido de agua (6 litros frente a los 13-23 litros de las cisternas convencionales) e inodoros con capacidad de elección del tipo de descarga (3 o 6 litros, según el tipo de residuos).
- Instalación de grifos monomando que reducen los tiempos de regulación de la temperatura del agua cada vez que se vuelve a abrir el grifo.
- Instalación de grifos termostáticos que evitan pérdidas de agua en los procesos de ajuste de la temperatura del agua.
- Instalación de dispositivos reductores de caudal y aireadores que reducen el caudal de grifos y duchas introduciendo aire en el chorro de agua. Utilización de rociadores de ducha de bajo consumo, dotados de sistemas de aireación similares a los existentes para grifos.
- En las instalaciones dotadas de calderas instantáneas individuales se deberán utilizar calderas que funcionen con caudales mínimos inferiores a 3 litros por minuto, para evitar tener que abrir más el grifo para que se ponga en marcha la caldera o que esta no arranque cuando se utilizan válvulas de ahorro.



Dispositivos para reducir el caudal, disminuyendo el consumo de agua.



Grifo de ducha
termostático con
regulador de caudal.

MEJORA LOGRADA

- La utilización de inodoros dotados de sistemas de consumo reducido de agua pueden disminuir a la mitad el agua empleada en estos aparatos.
- La utilización de válvulas reductoras de caudal y de dispositivos aireadores pueden suponer reducciones de consumo de agua de entre el 40 y el 70 %.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.8. Gestión del agua de pluviales y de las aguas grises.

RI 5.9. Uso de electrodomésticos respetuosos con el medio ambiente (eco-eficientes).

Reutilización de aguas pluviales y aguas grises como medio de ahorro

CTE - DB HS 4: Suministro de agua

ÁMBITO

El agua de lluvia se puede utilizar para las descargas de inodoros, lavavajillas y para el riego de jardines.

Las aguas grises son las aguas residuales de ducha, baño y lavavajillas. Estas aguas pueden ser reutilizadas, después de haber sido sometidas a un tratamiento de purificación, para descargas de inodoros, limpieza, riego etc.

MEJORA BUSCADA

Minimizar el consumo de agua potable sustituyéndola por agua de menor calidad –agua de lluvia o aguas grises– en aquellos usos en los que es admisible el uso de agua de menor calidad (no depurada).

SOLUCIÓN TÉCNICA

Los sistemas de reutilización de aguas pluviales están formados por un depósito en el que se almacena el agua de lluvia recogida en la cubierta del edificio, un sistema de filtrado y una bomba conectada a la red de tuberías que conducen el agua a los puntos de consumo. En el diseño de los sistemas se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La capacidad de ahorro del sistema depende del tamaño de la superficie de recogida de agua de lluvia (generalmente la cubierta del edificio).
- Los sistemas de aprovechamiento de las aguas pluviales no se pueden utilizar en edificios dotados de cubiertas vegetales, dado el bajo caudal de evacuación que se produce en este tipo de cubiertas.
- La red de conductos del sistema debe ser totalmente independiente de la red de abastecimiento de agua potable, con objeto de impedir contaminaciones del agua destinada al consumo humano.
- En periodos de escasez de lluvia puede ser necesario rellenar el depósito de almacenamiento con agua potable. Por el contrario cuando la cantidad de agua recogida exceda la capacidad del depósito, el agua sobrante puede ser vertida a la red de saneamiento o filtrada al terreno.
- El agua de lluvia no puede ser utilizada para el consumo en el baño o la ducha para evitar riesgos de infección por bacterias como la legionella.

Los sistemas de reutilización de aguas grises son similares a los de reutilización de agua de lluvia, con la diferencia de que el agua reutilizada procede del reciclaje del agua de bañeras, duchas y lavavajillas. Los aspectos a tener en cuenta en el diseño de estos sistemas son los siguientes:

- Se deberá controlar el riesgo derivado de la contaminación con microorganismos mediante tratamientos de filtrado y desinfección.

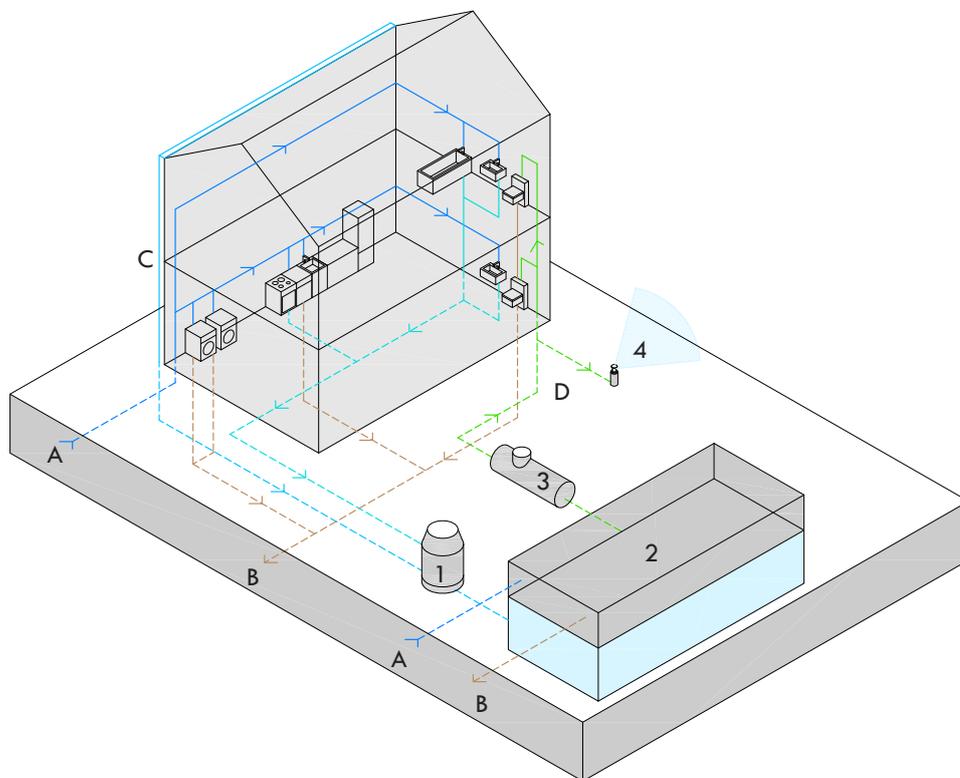


Tanques de almacenamiento de aguas grises.



Macrofitas para la depuración de aguas grises.

- Al igual que ocurre con el reciclaje del agua de lluvia, la red de aguas grises debe ser totalmente independiente de la de agua potable, marcándose las tuberías para que sean claramente diferenciables.



Esquema de sistema de reutilización de aguas grises.

- | | |
|--|-----------------------------|
| A. Circuito de agua de abastecimiento (de red municipal) | 1. Filtro |
| B. Circuito de aguas residuales (a red de fecales) | 2. Depósito de aguas grises |
| C. Circuito de evacuación de aguas grises | 3. Sistema de purificación |
| D. Circuito de reutilización de aguas grises purificadas | 4. Riego |

MEJORA LOGRADA

- La reutilización de aguas pluviales y aguas grises supone la reducción del consumo de agua potable, contribuyendo a la conservación de este recurso escaso.
- El reciclaje de aguas grises reduce la generación de aguas residuales, contribuyendo a mejorar la eficiencia de las estaciones de depuración y a su menor consumo de energía.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.9. Uso de electrodomésticos respetuosos con el medio ambiente (eco-eficientes).

RE 5.9.

Uso de electrodomésticos respetuosos con el medio ambiente (eco-eficientes)

Electrodomésticos que consumen menos energía y agua para su funcionamiento

Directiva 2010/30/UE

RD 1390/2011 - Etiquetado energético

CTE - DB HS 4: Suministro de agua

ÁMBITO

La directiva 2010/30/UE establece las condiciones del etiquetado energético de electrodomésticos, televisores y equipos de aire acondicionado. La transposición de esta directiva a la normativa española a través del RD 1390/2011 regula la indicación del consumo de energía, de agua y otros datos técnicos, en la información aportada sobre electrodomésticos, para que el usuario pueda tener en cuenta estos parámetros a la hora de decidir su compra.

MEJORA BUSCADA

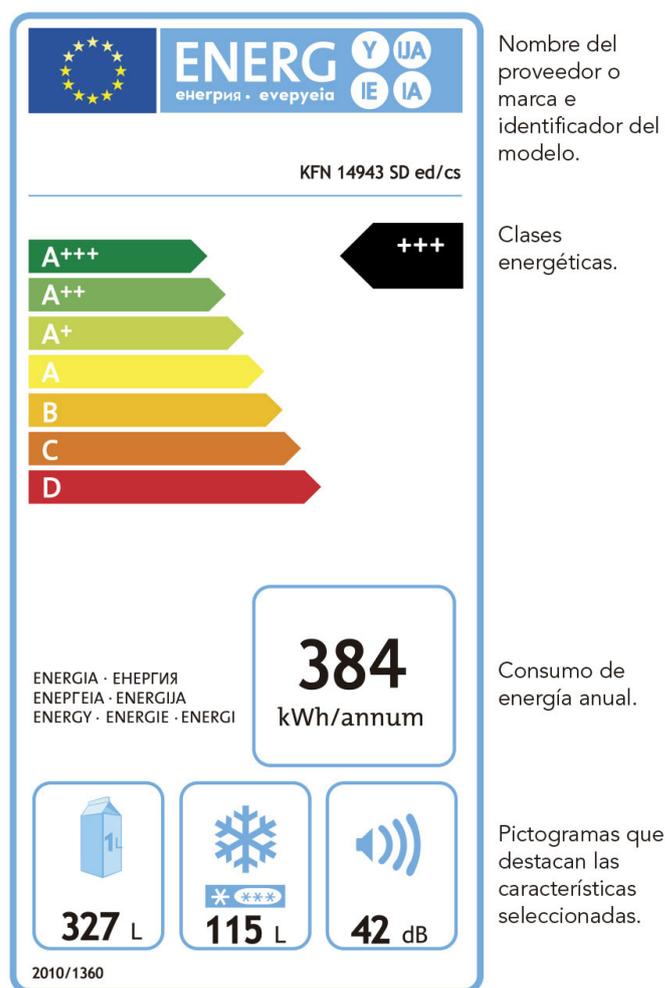
Reducir el consumo de energía eléctrica y de agua potable en los electrodomésticos.

SOLUCIÓN TÉCNICA

El etiquetado energético de los electrodomésticos viene definido por una escala de colores, del verde al rojo, que se corresponden con una secuencia de letras, de la A a la G, siendo los electrodomésticos etiquetados con la calificación A (verde) los más eficientes y los G (rojo) los que tienen un mayor consumo energético. La nueva directiva 2010/30/UE, atendiendo a los avances tecnológicos producidos desde la puesta en marcha del etiquetado energético en 1995, incorpora tres clases adicionales de eficiencia energética: A+, A++ y A+++.

Una lavadora o un frigorífico de clase A consumen un 56 % menos energía que una de clase G. Un frigorífico de clase A++ consume un 45 % menos que uno A y un 76 % menos que uno G. La etiqueta incluye además el gasto de energía en kWh al año, el consumo de agua en litros años, en el caso de lavadoras y lavavajillas, las emisiones de ruido y otros datos técnicos, como capacidad o volumen de almacenamiento de los distintos electrodomésticos.

En determinados casos puede ser interesante la instalación de lavadoras y lavavajillas bitérmicos. Estos electrodomésticos están dotados de dos tomas de agua, una para agua fría y otra para agua caliente, lo que les permite utilizar el agua caliente de la red, en vez de tener que calentarla en el propio aparato mediante energía eléctrica (menos eficiente). Esta medida puede ser especialmente favorable cuando el edificio cuente con un sistema de producción de agua caliente sanitaria mediante energías renovables, como es el caso de las viviendas dotadas de instalaciones con paneles solares térmicos. En este sentido el DB HS 4 obliga a la instalación de tomas de agua caliente para lavadoras y lavavajillas en las viviendas que cuenten con producción de agua caliente sanitaria mediante energía solar, de acuerdo con el DB HE 4.



Nombre del proveedor o marca e identificador del modelo.

Clases energéticas.

Consumo de energía anual.

Pictogramas que destacan las características seleccionadas.

Etiqueta de eficiencia energética de los electrodomésticos.

MEJORA LOGRADA

- La utilización de electrodomésticos con alta eficiencia energética disminuyen considerablemente el consumo de estos aparatos que suponen un 12 % del consumo total de las viviendas, contribuyendo a un menor consumo de energía eléctrica y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- La utilización de lavadoras y lavavajillas con alta eficiencia contribuye a reducir el consumo de agua potable, contribuyendo así a la protección del medio ambiente y a la reducción del consumo de energía en los procesos de depuración de aguas residuales.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.2. Energía solar térmica: agua caliente sanitaria, calefacción y climatización.

RI 5.5. Instalaciones de iluminación eficientes: elección del tipo de lámparas y su potencia.

RI 5.8. Gestión del agua de pluviales y de las aguas grises.

Minimizar las pérdidas energéticas producidas por la ventilación

CTE - DB HS 3: Calidad del aire interior

RITE - Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios

UNE EN 13779 - Ventilación de edificios no residenciales

UNE EN 308 - Intercambiadores de calor

ÁMBITO

La necesidad de mantener un determinado nivel de calidad del aire en el interior de los edificios hace necesario recurrir a sistemas de ventilación, que extraigan el aire viciado del interior e impulsen aire fresco procedente del exterior. Sin embargo este proceso supone la pérdida de la energía que se ha empleado en calentar o enfriar el aire interior para alcanzar las condiciones de confort.

Las condiciones mínimas de ventilación para garantizar la calidad del aire interior vienen definidos en el DB HS 3 para viviendas, y en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios para el resto de edificios.

MEJORA BUSCADA

Minimizar las pérdidas de calor en invierno y las ganancias en verano que se producen por la renovación del aire del interior de los edificios mediante el uso de sistemas de ventilación.

SOLUCIÓN TÉCNICA

Los sistemas de ventilación con recuperación de calor están diseñados para recuperar el calor/frío del aire de ventilación que se expulsa al exterior. El aire viciado es extraído del interior del edificio mediante un sistema de conductos. A su vez el aire fresco, procedente del exterior, es llevado mediante otros conductos a cada una de las estancias. Los conductos de impulsión y extracción confluyen en el recuperador. Este elemento consiste en un intercambiador de calor, en el cual los flujos de aire se cruzan a contracorriente sin mezclarse, produciéndose una cesión de calor entre el aire de mayor temperatura y el más frío.

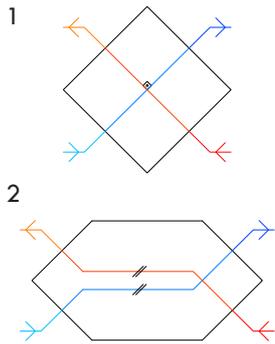
Un sistema de ventilación mecánica con recuperación de calor para una vivienda o un local está formado por los siguientes elementos:

- Red de conductos de impulsión
- Red de conductos de extracción
- Caja de ventilación de impulsión
- Caja de ventilación de extracción
- Recuperador de calor
- Bocas de impulsión
- Bocas de extracción

El sistema puede incorporar también cajas con filtros y silenciadores. Existen recuperadores más sencillos que pueden instalarse individualmente en cada habitación, siempre que esta cuente con una pared en contacto con el exterior.



Unidad de recuperador de calor.

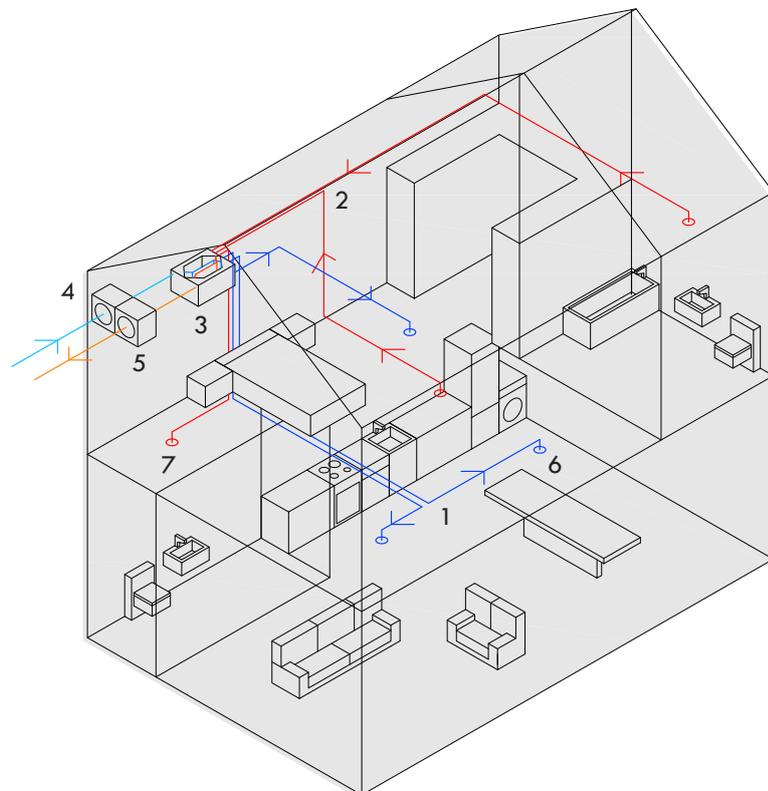


Tipos de intercambiadores.

1. Intercambiador de flujos cruzados
2. Intercambiador de flujos paralelos

Existen varios tipos de intercambiadores. En los intercambiadores de flujos cruzados los flujos de aire de entrada y salida se cruzan en sentido perpendicular. Este tipo de intercambiadores pueden alcanzar rendimientos del 70 % al 85 %. Los intercambiadores de flujos paralelos tienen un funcionamiento similar, pero los flujos circulan paralelos, con lo que el tiempo y la superficie de cesión de calor son mayores y por lo tanto se incrementa la capacidad de recuperación. Este tipo de recuperadores pueden alcanzar rendimientos de hasta el 95 %.

La eficiencia del recuperador, además del tipo de intercambiador usado, depende de las condiciones de temperatura y humedad del aire exterior e interior y del caudal que circula por él.



1. Circuito de impulsión
2. Circuito de extracción
3. Recuperador de calor
4. Caja de ventilación de impulsión
5. Caja de ventilación de extracción
6. Bocas de impulsión
7. Bocas de extracción

Esquema de ventilación con recuperación de calor

MEJORA LOGRADA

- La utilización de recuperadores de calor permite recuperar entre un 70 % y un 95 % de la energía contenida en el aire de extracción.
- La incorporación de recuperadores de calor a los sistemas de ventilación permite conseguir ahorros de energía de calefacción de entre un 30 % y un 50 %.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.3. tecnologías de calefacción de alta eficiencia energética: calderas de baja temperatura.

RI 5.4. Tecnologías de calefacción de alta eficiencia energética: calderas de gas de condensación.

RE 5.11.

Sistemas de refrigeración pasivos y ventilación natural cruzada

Reducir el consumo de energía derivado de la utilización de aire acondicionado

CTE - DB HS 3: Calidad del aire interior

RITE - Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios

Normas de habitabilidad de viviendas de Galicia (Decreto 29/2010)

ÁMBITO

En el interior de los edificios pueden acumularse malos olores procedentes de las cocinas, baños y aseos, o producidos por la respiración y transpiración de los ocupantes. También pueden concentrarse elementos nocivos, altamente perjudiciales para la salud, como monóxido de carbono o gas radón. En el interior de las viviendas pueden producirse, además, concentraciones excesivas de vapor de agua procedentes de cocinas y baños, que pueden dar lugar a humedades de condensación en la superficie interior de los cerramientos. Para evitar todos estos problemas es indispensable contar con sistemas de ventilación, que permitan la renovación del aire viciado del interior y la aportación de aire fresco procedente del exterior.

Durante el verano, la radiación solar que penetra por las ventanas, la transmisión de calor a través de muros expuestos y cubiertas, o las cargas térmicas generadas por los propios ocupantes y el equipamiento de los edificios genera cargas térmicas, que pueden ser combatidas mediante la ventilación natural y el uso de sistemas de refrigeración pasivos.

MEJORA BUSCADA

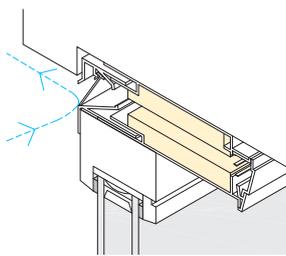
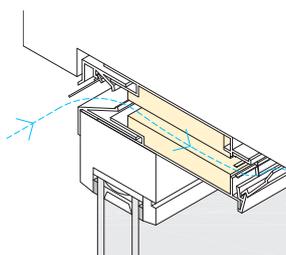
Evitar la necesidad de recurrir al uso de sistemas de aire acondicionado y, en su caso, minimizar el consumo de energía derivado de la utilización de este tipo de instalaciones.

SOLUCIÓN TÉCNICA

Los sistemas de ventilación natural cruzada consisten en establecer flujos de aire a través de la vivienda que garanticen la renovación de aire en cada uno de los espacios. La ventilación se puede generar mediante la previsión de huecos practicables en estancias situadas en zonas con orientaciones opuestas y la ventilación de baños y cocinas a través de conductos que lleguen a la cubierta del edificio, dotados de sistemas de extracción mecánica o híbrida.

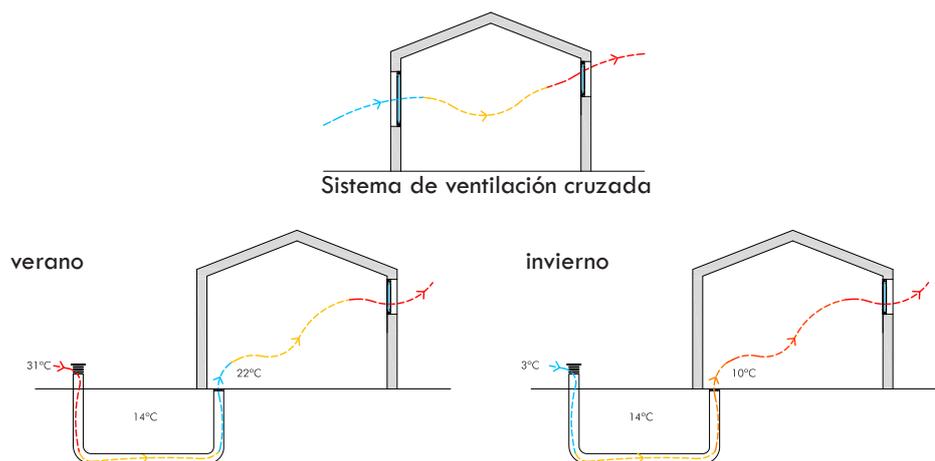
Para que la ventilación cruzada sea eficaz para combatir las cargas térmicas y mejorar las condiciones interiores de confort, esta debe realizarse durante las horas más frescas, preferiblemente durante la noche, en la que la temperatura exterior es más baja.

Para evitar las molestias producidas por el ruido proveniente de las calles que rodean al edificio, puede recurrirse a la instalación de aireadores con dispositivos de atenuación acústica. Estos dispositivos, que pueden incorporarse a la carpintería de las ventanas o a las cajas de las persianas, incorporan en su interior materiales absorbentes acústicos, consiguiendo niveles de aislamiento acústico de entre 35 y 44 dBA.



Aireador de ventana con regulador de presión en posición abierta y cerrada.

Otra alternativa para refrigerar mediante la ventilación es utilizar la inercia térmica del terreno para enfriar el aire de ventilación procedente del exterior. La temperatura del terreno a partir de una profundidad de entre 1,5 y 2 metros es prácticamente constante durante todo el año, por lo que durante el verano es menor que la del aire exterior. Si se hace pasar los conductos de impulsión de aire exterior a través del terreno, se puede reducir su temperatura introduciendo en la vivienda un aire más frío que el exterior.



Sistema de ventilación con pozos canadienses.

MEJORA LOGRADA

- La utilización de sistemas de ventilación natural cruzada durante la noche hacen innecesaria la utilización de sistemas de aire acondicionado en las zonas de clima más benigno, próximas a la costa. En las zonas más calurosas del interior, la utilización de la ventilación nocturna puede suponer un ahorro energético en las instalaciones de refrigeración de entre un 30 y un 40 %.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.10. Calidad del aire interior: recuperadores de calor en el sistema de ventilación.

RI 5.12. Sistemas de chimeneas solares para ventilación natural.



Red de tubos para pozo canadiense.

Reducir el consumo de energía derivado de la utilización de aire acondicionado

CTE - DB HS 3: Calidad del aire interior

RITE - Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios

Normas de habitabilidad de viviendas de Galicia (Decreto 29/2010)

ÁMBITO

Durante el verano, la radiación solar que penetra por las ventanas, la transmisión de calor a través de muros expuestos y cubiertas, o las cargas térmicas generadas por los propios ocupantes y el equipamiento de los edificios genera cargas térmicas, que pueden ser combatidas mediante la ventilación natural y el uso de sistemas de refrigeración pasivos.

MEJORA BUSCADA

Evitar la necesidad de recurrir al uso de sistemas de aire acondicionado y, en su caso, minimizar el consumo de energía derivado de la utilización de este tipo de instalaciones.

SOLUCIÓN TÉCNICA

Las chimeneas solares son sistemas que generan flujos de aire en el interior de edificio, basados en la convección natural producida por el calor del sol, que pueden ser utilizados para ventilar y refrigerar.

Aunque pueden adoptar diversas formas, su funcionamiento es siempre similar. Consisten en un conducto construido con materiales de alta inercia térmica que se cierra hacia el exterior con una pared de vidrio con orientación oeste o suroeste, para recibir la máxima radiación solar. El conducto se conecta mediante uno o varios huecos con el espacio interior del edificio. Al calentarse el aire, situado en el interior del conducto, sube debido a su menor densidad, arrastrando el aire más frío del interior de la vivienda hacia el exterior.

Para garantizar la ventilación adecuada deben preverse huecos de entrada de aire exterior en las zonas más alejadas de la chimenea solar. Los huecos de entrada y salida de aire deben estar cerrados durante las horas más calurosas del día y abrirse durante la noche para introducir aire más frío procedente del exterior.

La utilización de chimeneas solares puede también combinarse con el uso de conductores enterrados que aprovechen la temperatura constante del terreno para refrigerar.

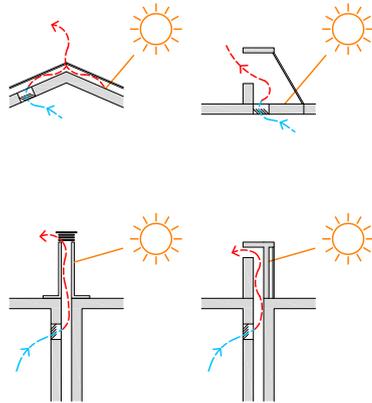
MEJORA LOGRADA

- La ventilación mediante chimeneas solares que aprovechen el frescor de la noche, hace innecesaria la utilización de sistemas de aire acondicionado en las zonas de clima más benigno, próximas a la costa. En las zonas más calurosas del interior, la utilización de estos sistemas de ventilación puede suponer un ahorro energético en las instalaciones de refrigeración de entre un 30 y un 40 %.

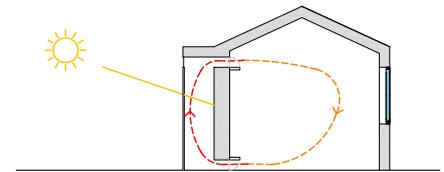
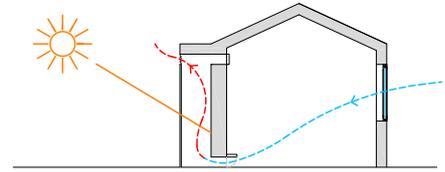


Chimenea solar con efecto invernadero.

- La utilización de chimeneas solares en combinación con conductos de aire enterrados puede hacer innecesaria las instalaciones de climatización, incluso en las zonas con veranos más cálidos.



Esquemas de diferentes tipos de chimeneas solares en cubierta.



Chimenea solar en fachada y funcionamiento alternativo en invierno como muro Trombe.

FICHAS RELACIONADAS

- RI 5.10. Calidad del aire interior: recuperadores de calor en el sistema de ventilación.
- RI 5.11. Sistemas de ventilación pasivos y ventilación natural cruzada.

Reducir la emisión de gases de efecto invernadero

RITE - Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios
UNE EN 303-5 - Calderas especiales para combustibles sólidos
Documento Biomasa Edificios IDAE

ÁMBITO

La energía procedente de la combustión de la biomasa está considerada como una energía renovable, al estimarse que las emisiones de CO₂ producidas en su combustión se compensan con el CO₂ absorbido por los árboles y plantas, de los que procede, durante todo su ciclo de crecimiento. Si se tiene en cuenta la totalidad del ciclo de vida del combustible, la biomasa, al producirse cerca de los lugares de consumo, genera menos emisiones derivadas de su extracción y transporte, con lo que sus emisiones de monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO₂) –compuesto responsable de la lluvia ácida– resultan inferiores a las producidas por la combustión de gasoil o gas natural.

MEJORA BUSCADA

Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la utilización de combustibles fósiles.

SOLUCIÓN TÉCNICA

El término biomasa abarca una amplia variedad de materiales susceptibles de ser utilizados como combustibles en los sistemas de calefacción y producción de agua caliente sanitaria: astillas, pelets, serrín, corteza, huesos de aceituna, cáscaras de frutos secos etc.

El uso de biomasa formada por elementos homogéneos de tamaño mediano o pequeño posibilita el funcionamiento automático o semiautomático de las calderas, eliminando las incomodidades derivadas del uso tradicional de la biomasa a nivel doméstico.

Los pelets son uno de los productos derivados de la compactación de la biomasa más utilizados. Tienen la forma de pequeños cilindros de diámetros comprendidos entre 6 y 12 mm y longitudes de entre 10 y 30 mm. Se fabrican a partir de residuos de la industria de la madera, como virutas y serrines. También es posible la utilización de residuos de poda agrícola o de limpieza forestal.

Los pelets se suministran en sacos o, de manera más cómoda, a granel mediante camiones cisterna dotados de sistemas de transporte neumático, que permiten abastecer los depósitos de biomasa de manera similar al suministro de gasóleo a domicilio.

Las calderas de biomasa están diseñadas específicamente para la utilización de este tipo de combustibles, existiendo en el mercado una amplia gama de modelos y potencias, que van de las calderas destinadas al uso doméstico en viviendas unifamiliares, a las utilizadas para edificios de viviendas, edificios públicos o comerciales, existiendo también grandes instalaciones de tipo



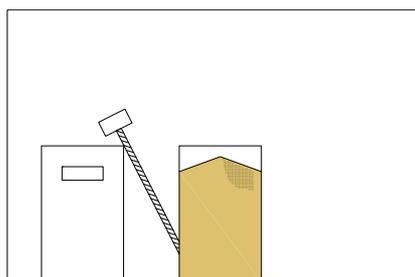
Astillas.



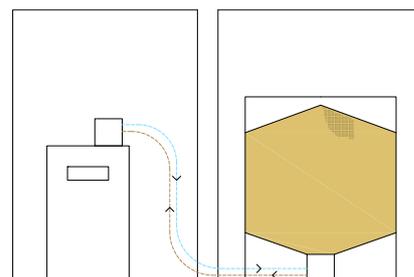
Pellets.

industrial para la producción centralizada de calefacción y agua caliente sanitaria a nivel de distrito.

Sistemas de alimentación de calderas de pellets.



Alimentación mediante tornillo sin fin
1. Caldera
2. Tornillo sin fin
3. Tolva

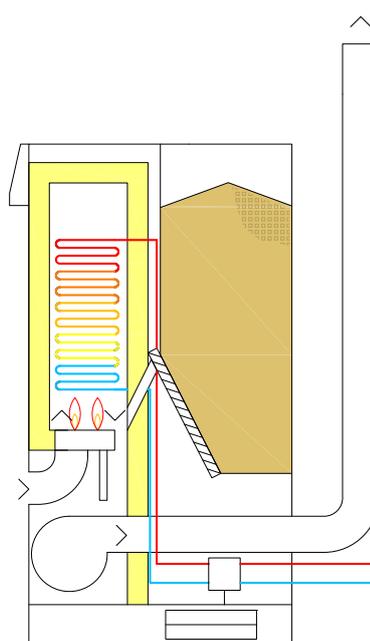


Alimentación mediante sistema neumático
1. Caldera
2. Sistema neumático de alimentación
3. Tolva

Un sistema de calefacción con biomasa consta de los siguientes elementos:

- Almacén de combustible: silo o tolva
- Sistema de alimentación: tornillo sin fin, sistema neumático o por gravedad
- Caldera
- Chimenea
- Sistema de regulación y control
- Sistemas de distribución de calor: similar al utilizado con calderas convencionales de gas o gasóleo.

Las calderas compactas, diseñadas para uso doméstico, incorporan sistemas de encendido eléctrico, sistemas de limpieza automática, que minimizan la necesidad del vaciado del cenicero, y sistemas de regulación que pueden incluir el telecontrol.



Esquema de caldera compacta para uso doméstico.



Insertable de biomasa para la mejora de la eficiencia en hogares abiertos existentes.

Los rendimientos de este tipo de calderas se sitúan entre el 85 y el 92 %. Un aspecto a tener en cuenta es que las emisiones de partículas producidas por las calderas de biomasa son superiores a las de las calderas de gas natural o gasoil, por lo que se han de instalar aquellas que presenten un nivel de emisiones más bajo. La norma UNE EN 303-5 establece las máximas emisiones permitidas en función de la clasificación de la caldera.

MEJORA LOGRADA

- La utilización de biomasa presenta la ventaja, respecto a otros combustibles, de su balance neutro de emisiones de CO₂, al compensarse las emisiones con el absorbido por las plantas durante todo su ciclo de vida.
- Mejora en la calificación energética del edificio al producir un menor volumen de emisiones de CO₂.
- La biomasa procede de los residuos generados por la industria de transformación de la madera, de las actividades agrícolas y forestales, con lo que aprovecha unos residuos que de otro modo tendrían que ser eliminados.
- El aprovechamiento de la biomasa contribuye a la conservación de los bosques al fomentar su limpieza y evitar las quemas de residuos, que pueden dar origen a incendios forestales.
- Potenciación de la actividad en el medio rural y creación de puestos de trabajo.
- Disminución de las emisiones de CO₂ debidas al transporte de combustibles fósiles.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.3. Tecnologías de calefacción de alta eficiencia energética: calderas de baja temperatura.

RI 5.4. Tecnologías de calefacción de alta eficiencia energética: calderas de gas de condensación.

RI 5.14. Sistemas de bomba de calor apoyadas con captación geotérmica.

Disminuir el consumo energético de calefacción y agua caliente sanitaria

RITE - Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios

UNE EN 14511 - Acondicionadores de aire, enfriadoras de líquido y bombas de calor con compresor accionado eléctricamente para calefacción y la refrigeración de locales

ÁMBITO

La alta inercia térmica del terreno hace que su temperatura a partir de unos cinco metros de profundidad permanezca constante a lo largo de todo el año. En España esa temperatura se sitúa en torno a los 14 °C. De modo que durante el verano la temperatura del terreno es inferior a la temperatura ambiente y durante el invierno es superior.

Las bombas de calor geotérmicas aprovechan esta circunstancia trasvasando calor entre el terreno y los edificios para calefactar durante el invierno, en verano se invierte el ciclo trasladando el calor de los edificios al terreno para refrigerar.

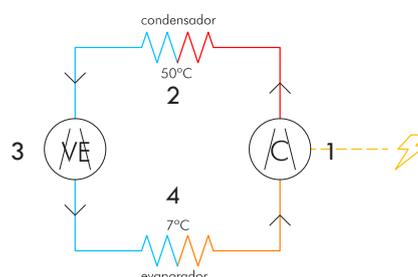
MEJORA BUSCADA

Aprovechamiento de la energía geotérmica para reducir los consumos de calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria, reduciendo asimismo las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

SOLUCIÓN TÉCNICA

Las bombas de calor al igual que las máquinas de refrigeración por compresión se basan en el Ciclo de Carnot. La máquina consiste en un circuito por el que circula el fluido que transporta el calor, captando el calor en un lado del circuito y cediéndolo en el otro. El circuito consta de los siguientes elementos:

- Compresor: el fluido llega al compresor procedente del evaporador en estado gaseoso a baja presión. En el compresor se aumenta la presión del fluido, aumentando también su temperatura.
- Condensador: el condensador es un intercambiador de calor en el que se cede el calor absorbido en el evaporador. En el condensador el fluido pasa de gas a líquido, cediendo calor y manteniéndose a alta presión.
- Válvula de expansión: al pasar a través de la válvula de expansión el fluido pierde presión reduciendo bruscamente su temperatura.
- Evaporador: el evaporador es un intercambiador de calor similar al condensador. En él el fluido pasa de líquido a gas absorbiendo calor.



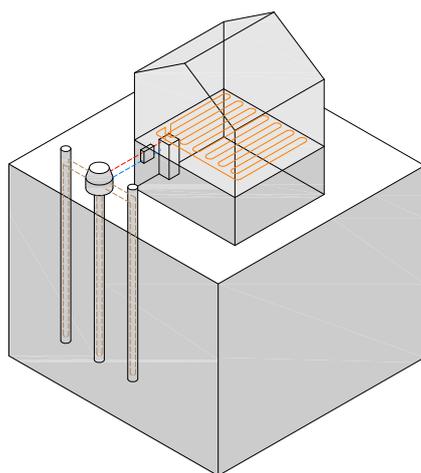
Esquema de Bomba de calor.

1. Compresor
2. Condensador
3. Válvula de expansión
4. Evaporador

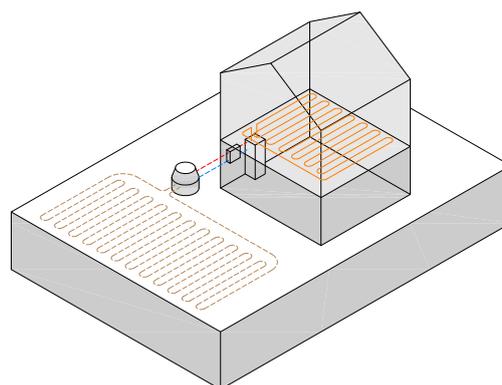
Después de pasar por el evaporador, el fluido vuelve al compresor, para volver a iniciar el ciclo.

Dependiendo de si lo que se sitúa en el interior del edificio es el condensador o el evaporador se podrá ceder calor al edificio (calefacción: bomba de calor) o sacar calor del interior del edificio (refrigeración: aparato de aire acondicionado). Existen bombas de calor reversibles que permiten invertir el sentido del circuito aportando calor en invierno y refrigeración en verano. Las bombas de calor aire-agua trasvasan calor del aire exterior al agua del sistema de calefacción y agua caliente sanitaria. Sin embargo cuando la temperatura exterior es muy baja el rendimiento del equipo desciende significativamente, pudiéndose dar el caso de que no sea capaz de cubrir la demanda.

Las bombas de calor geotérmicas absorben el calor del terreno, que al mantener una temperatura constante de unos 14 °C durante todo el año está siempre por encima de las mínimas del ambiente exterior, lo que les permite mantener unos altos rendimientos, incluso cuando la temperatura exterior cae por debajo de 0 °C.



Esquema de captación geotérmica mediante pozos.



Esquema de captación geotérmica mediante tubos horizontales.



Colocación de tubos para captación en pozo.

Las bombas de calor reversibles, en situación de verano, transfieren calor del interior de los edificios al terreno, que en este caso se encuentra a una temperatura inferior a la del ambiente.

La eficiencia de las bombas de calor se define a través de su coeficiente de rendimiento (COP) que es el cociente entre la potencia calorífica y la potencia eléctrica media que consume. En situación de refrigeración, la eficiencia se mide a través del coeficiente de eficiencia energética (EER), que es el cociente entre la potencia frigorífica total y la potencia eléctrica media consumida por el aparato.



Colocación de captación superficial.

Los coeficientes de rendimiento COP (Coefficient of performance) de las bombas de calor geotérmicas se sitúan en valores comprendidos entre 4 y 5, es decir que por cada kW h de electricidad consumido produce entre 4 y 5 kW h de energía térmica, lo que supone un rendimiento muy superior al de una caldera de gas (95 %). Estos rendimientos tan elevados se deben a que las bombas de calor no generan calor por sí mismas sino que lo absorben y trasladan desde un foco exterior.

La captación geotérmica puede realizarse mediante pozos verticales de entre 50 y 100 m de profundidad o mediante tendidos horizontales situados a una profundidad de entre 1 y 2 metros.

Dado que la eficiencia del sistema mejora cuanto menor es la diferencia entre el foco frío, del que se extrae calor, y el foco caliente, en el que se cede, las bombas de calor están especialmente indicadas para sistemas de calefacción de baja temperatura, como suelo radiante o ventilosconvectores.

MEJORA LOGRADA

- Reducción del consumo de energía para calefacción y agua caliente sanitaria de hasta un 70 % respecto a las calderas convencionales de gas o gasóleo.
- Reducción de las emisiones de CO₂.

FICHAS RELACIONADAS

RI 5.3. Tecnologías de calefacción de alta eficiencia energética: calderas de baja temperatura.

RI 5.4. Tecnologías de calefacción de alta eficiencia energética: calderas de gas de condensación.

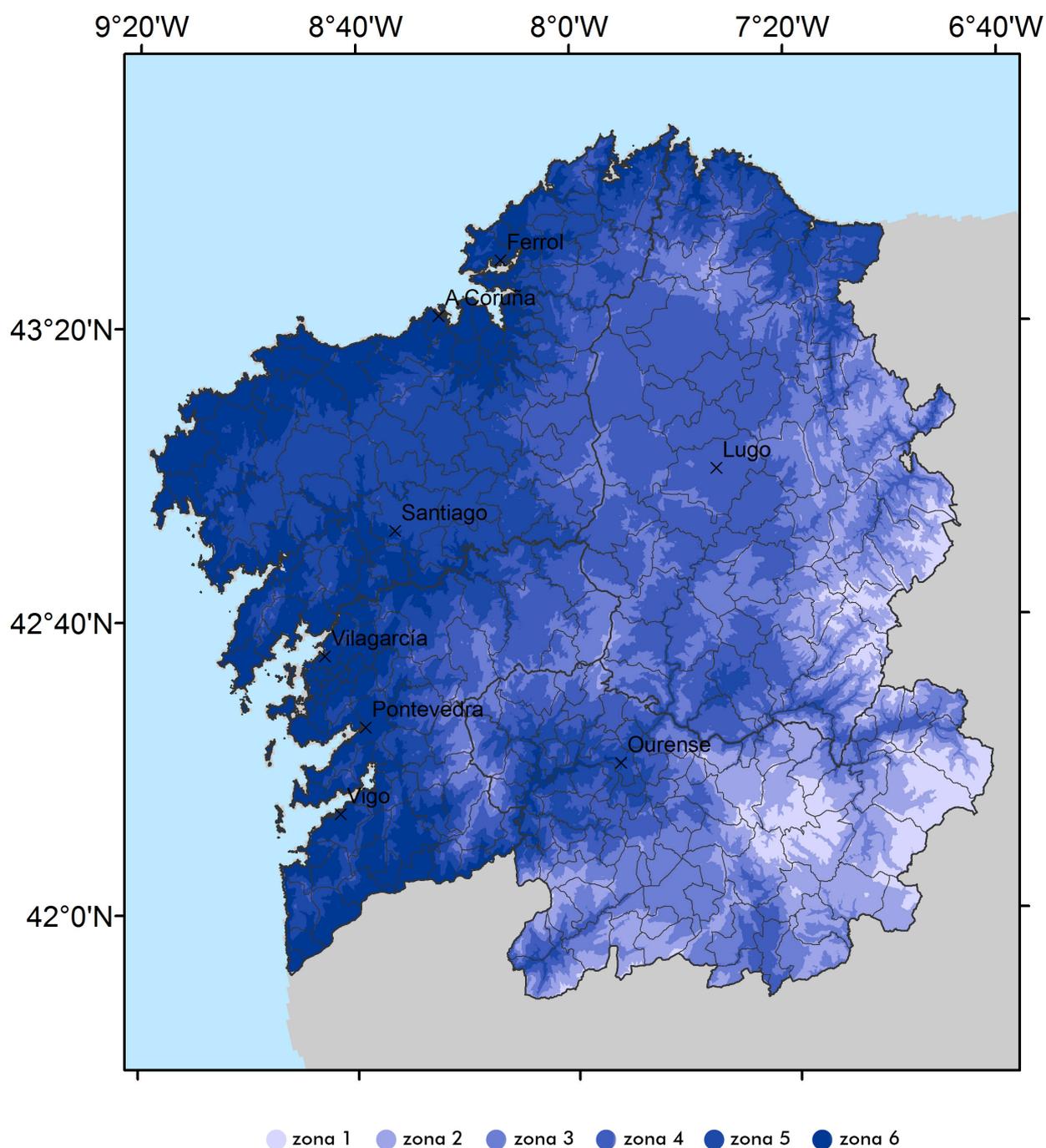
RI 5.13. Calderas de biomasa para ACS y calefacción.

Anexo: Mapas climáticos

En el mapa de la página siguiente se encuentra la división en zonas climáticas en función del índice de termicidad invernal, a las que se refieren las tablas de espesores orientativos de aislamiento térmico que figuran en las fichas de rehabilitación energética

Los espesores de aislamiento térmico que se indican en las tablas de cada una de las fichas de rehabilitación son valores orientativos, que no excluyen la necesidad de realizar las comprobaciones necesarias para justificar el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación y de cualquier otra normativa que pudiera ser aplicable.

Índice de termicidad invernal



Índice de termicidad invernal (It): suma en décimas de grado de la temperatura media anual, la temperatura media de las mínimas del mes más frío y la temperatura media de las máximas del mes más frío. Este índice pondera la intensidad del frío.

$$It = (T + m + M) \times 10$$

El Manual de Recomendaciones para la Rehabilitación de Viviendas en Galicia frente al Cambio Climático ha sido elaborado, por encargo y orientación del **Instituto Galego de Vivenda e Solo**, por el Grupo de trabajo **HÁBACO**.

Por parte del **IGVS** han participado:

Director del Proyecto: Ricardo Valencia Hentshel
Coordinador del proyecto: Maria José Paniagua Mateos
Técnicos de apoyo: Alberto Balea Filgueiras
Susana Orgaz López

Por parte del **grupo HÁBACO** han participado:

Director del Proyecto: Joaquín Fernández Madrid
Coordinador del Proyecto: Alberto Redondo Porto
Técnicos de apoyo: Santiago Pintos Pena
María Jesús Dios Viéitez
Jorge Rodríguez Álvarez

Este Manual forma parte de la capitalización de un trabajo previo, relativo a las vulnerabilidades y potencialidades de la vivienda en Galicia frente al Cambio Climático, realizado dentro de **Adaptaclima**: un proyecto más amplio, creado por algunos socios de la euro-región SUDOE, liderados y coordinados por el IGVS y sufragado con fondos Feder.

El análisis del Cambio Climático esperable y su impacto en la vivienda en Galicia, concluye con una serie de actuaciones de difusión de los resultados, con el fin de reducir los impactos de aquél en las viviendas existentes o en las que se se vayan a crear. Este manual tiene como propósito proporcionar a propietarios, usuarios y técnicos unas herramientas asequibles y sencillas que les permitan acometer las necesarias actuaciones de rehabilitación de sus viviendas, para acomodarlas a las nuevas condiciones ambientales, dentro de los retos de eficiencia energética y consumo mínimo marcados para los países europeos.

