FICHAS TÉCNICAS

de soluciones constructivas para la REHABILITACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO RURAL



Colaboradores

Dibujos: Antonio Soler Gelde

Manipulación dibujos: Beatriz Aguado Alonso

Revisión de los textos: Belén Menéndez Liste y Jesús Marcos Fernández (GDR Alto Narcea

Muniellos), José Manuel Suárez (Contratas Cabanal, S.L.).

Agradecimientos

El autor de la presente obra expresa su especial agradecimiento a las siguientes personas:

- Los arquitectos Enrique Hernández Sande y Manuel Chaín;
- El técnico Alberto Menéndez Fernández (Intelet), experto en instalaciones de calefacción;
- El profesor Antonio Mera Rut, especialista en instalaciones eléctricas;
- Los profesionales Alberto Menéndez y Javier Rendueles (Construcciones y Reformas Albaradue, S.L.);
- Y sobre todo a Silvia Ortiz de Elgea (arquitecta) y Yosu Jaúregui (Construcciones Bioetxe, S.L.), por mostrarme la importancia, los conceptos y las técnicas relacionadas con la Bioconstrucción y Edificación Sostenible.

Diseño

Creativa

www.somoscreativos.com

Imprenta

Gráficas Summa D.L.: AS-2379-2011

A Gerónimo, mi padre, p todo lo que sé sobre Cor	or la infinita paciencia c nstrucción.	on la que me ha enseñado	0

"NADA MÁS HERMOSO QUE LAS LEJANAS VISTAS DE LOS PUEBLOS RODEADOS DE BOSQUES" Ford.

A Julio Gavin y a José Luis y Efrén García Fernández.

No es habitual que el prólogo de un libro empiece por una dedicatoria, pero necesariamente tengo que acordarme de algunos asturianos ejemplares a la hora de prologar el que nos ocupa titulado "Soluciones constructivas para la rehabilitación del Patrimonio Rural" promovido por el Grupo de Desarrollo Rural Alto Narcea-Muniellos.

A Julio Gavin porque, aunque tenían raíces asturianas y nunca se olvidó de su tierra, recaló en el Pirineo de Huesca y en los años setenta creó la asociación Amigos del Serrablo en Sabiñánigo y dedicó todo su tiempo libre, y el de su familia y amigos a la ciclópea tarea de rescatar para la sociedad, con sus propias manos, de la ruinas y del olvido las iglesias mozárabes altoaragonesas que dibujó previamente de modo primoroso y de paso creó dos museos, el Etnográfico y el Museo del Dibujo en el castillo de Larrés recuperando sendos edificios para estos nuevos usos hace ya venticinco años.

Y a José Luis García Fernández y a su hermano Efrén que recorrieron Asturias y buena parte del resto de España realizando miles de precisos y preciosos dibujos que documentaron las casas, las plazas y los pueblos de regiones diversas de nuestra geografía que recogieron en parte publicaciones como La Arquitectura Popular Asturiana y las Plazas Mayores de España y además rehabilitaron infinidad de edificios y crearon una verdadera escuela de arquitectos preocupados por la conservación del patrimonio y la arquitectura popular.

Ellos se sirvieron del dibujo para su empresa como hace el libro que prologamos en el que el dibujo adquiere también un gran protagonismo por el abanico de detalles constructivos que suministra al usuario y aunque su título sea técnico y sus pretensiones bien humildes, dar soluciones prácticas y sencillas a todas las personas o enti-

dades, particulares, técnicos o constructores, que desde el mundo rural se afanan por conservar, mantener o rehabiliar el patrimonio arquitectónico heredado es una tarea muy loable porque se ofrece un vademécum, muy práctico y de gran utilidad para todos aquellos que valoran y defienden la arquitectura popular y que quieren aportar soluciones técnicas sencillas para prolongar la vida de sus edificaciones tradicionales.

La arquitectura popular hunde sus raíces en la tierra que le vió nacer y forma parte del paisaje como la neblina o las praderías. Desde que el hombre acometió la tarea de dotarse de un techo artificial tomó del entorno más cercano aquello que era más adecuado para el fin que se proponía creando unos edificios sin aspiraciones artísticas lo que dota del mayor encanto a una arquitectura anónima y sin autor que no tiene otras pretensiones que ser económica, funcional y duradera.

Estas arquitecturas rurales y populares forman parte del paisaje porque no debemos de olvidar que aunque el paisaje es un bien de carácter superior, la mayor parte del paisaje de nuestro mundo está modelado por la mano del hombre.

Las edificaciones de nuevo cuño encuentran gran dificultad en acomodarse al paisaje de nuestros pueblos porque aportan técnicas, formas y materiales ajenos al medio en que se implantan y que a este le son difíciles de digerir. Además se han perdido técnicas y oficios del pasado cuya uso a veces se hace difícil o es desconocido para muchos artesanos y técnicos en la actualidad.

Este libro pretende rellenar el escaso espacio que la pedagogía de las escuelas técnicas dedica a la arquitectura popular, para lograrlo aporta soluciones racionales, sencillas, fáciles y contrastadas con la práctica constructiva para ponerlas al alcance de los trabajadores y técnicos que ejercen su oficio en estos ámbitos. Sea bienvenido por ello.

PRESENTACIÓN

Este libro forma parte del proyecto de Innovación de la Red Rural Nacional denominado "Soluciones constructivas para la rehabilitación del patrimonio arquitectónico rural". Promovido por el Grupo de Desarrollo Alto Narcea Muniellos y el Ceder Somontano y financiado por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino y los Gobiernos de Asturias y Aragón.

El objetivo final del estudio es tratar de concienciar y sensibilizar a los profesionales de la Construcción, y a la población en general, sobre la importancia de mantener los valores del patrimonio arquitectónico tradicional, y ofrecer soluciones técnicas adecuadas para su conservación.

La idea era dar a conocer aquellas buenas prácticas constructivas y de rehabilitación del patrimonio arquitectónico rural, aplicables a las edificaciones que se encuentran en proceso de deterioro, evitando las intervenciones poco adecuadas o incorrectas.

Los procedimientos definidos en el trabajo, incluyen también la posibilidad de integración de algunas infraestructuras rurales dentro el paisaje, atendiendo fundamentalmente a los aspectos ambientales.

En cualquier caso, se consideran siempre preferentes los métodos tradicionales de construcción y rehabilitación, prestando una especial atención a aquellos aspectos relacionados con la sostenibilidad y el respeto por el Medio Ambiente.

El proyecto, que se ejecutó a lo largo del primer semestre de 2011, en colaboración con la Universidad de Oviedo, incluye, entre otras actividades, la elaboración de una serie de fichas técnicas que, de forma sencilla y explícita, mediante el uso de un lenguaje fácil y comprensible, esquemas explicativos, o proyecciones informatizadas, tratan de mostrar en cada caso, la metodología más aconsejable para recuperar las construcciones rurales de la comarca de Fuentes del Narcea.

En general, dado que el proyecto se centra en las edificaciones tradicionales, se han tratado de relacionar las técnicas de más fácil ejecución, en detrimento de otras más complejas, destinadas a construcciones de más entidad.

La presente publicación la componen un conjunto de ochenta y cinco fichas, orientadas hacia la reestructuración y la rehabilitación de la vivienda tradicional de la zona.

Mi intención es que sirvan de ayuda a los profesionales del sector, e incluso a la autoconstrucción, aunque en todos los casos bajo el asesoramiento de los facultativos técnicos.

Las propuestas de intervención se han definido de manera que no se altere el estilo arquitectónico típico de la comarca, pero introduciendo materiales y procedimientos actuales. Es decir, adaptando la construcción tradicional a las necesidades de la construcción moderna, con el objetivo de mejorar su calidad, su comportamiento mecánico y su durabilidad.

De acuerdo con las directrices de la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE), y consecuentemente del vigente Código Técnico de la Edificación (CTE), he orientado las fichas hacia la Seguridad Estructural y hacia la Habitabilidad de las construcciones.

Aunque anteriormente a estas, se han incluido dos grupos relativos a intervenciones, que por algo son previas a cualquier otra, como son las correspondientes a los recalces y al tratamiento de humedades de capilaridad. En efecto, de ser necesario, antes de cualquier intervención, habrán de reforzarse siempre sus cimientos y desecar sus muros.

Al tratarse de edificaciones tradicionales, compuestas de paredes de carga y entramados y cubiertas de madera, en las fichas correspondientes al grupo Seguridad Estructural, aparecen las relativas a la reestructuración de paredes de fábrica y de los entramados de madera.

Y después, en lo que respecta a la Habitabilidad, figuran las que abordan la estanqueidad en las cubiertas de pizarra y teja, la mejora del comportamiento térmico y acústico de los cerramientos, la adecuación de algunas instalaciones básicas, la sustitución de las carpinterías exteriores de madera y la reparación de pavimentos.

Siempre que ha sido posible, se han intentado introducir técnicas y materiales empleados en Bioconstrucción y Edificación Sostenible, puesto que en realidad, son precisamente este tipo de elementos los que habitualmente se han empleado en las edificaciones tradicionales del ámbito rural.

A pesar del poco tiempo disponible para su desarrollo, confío en que la explicación de las diversas metodologías de intervención que aparecen en el presente documento, sea suficiente para que no sólo los profesionales, sino también los usuarios y los entusiastas del Patrimonio Arquitectónico Rural, adquieran unos conocimientos básicos que les permitan corregir algunos de los defectos y las lesiones que presentan las preciosas edificaciones de la comarca de Fuentes del Narcea, integrada por los concejos de de Cangas del Narcea, Degaña e Ibias.

Alfonso Gerónimo Lozano Martínez-Luengas

ÍNDICE

14	RECALCES
15	Introducción a los recalces
16	Recalce tradicional de muros para aumentar la superficie de apoyo (R - 01)
18	Recalce superficial de muros con losa continua empotrada (R - 02)
20	Recalce superficial de muros mediante losa continua recibida con perfiles (R - 03)
22	Recalce superficial de muros mediante marco perimetral (R - 04)
24	Recalce de muros por bataches (R - 05)
26	Recalces especiales mediante micropilotes (R - 06)
28	HUMEDADES DE CAPILARIDAD
29	Introducción a las humedades de capilaridad
30	Solución mediante drenaje perimetral (H - 01)
32	Solución mediante inyecciones (H - 02)
34	Solución mediante barreras físicas (H - 03)
36	Solución mediante higroconvectores (H - 04)
38	Solución mediante soleras ventiladas (H - 05)
40	Tratamiento de muros afectados por humedades de salpiqueo (H - 06)
42	EDIFICIOS DE MUROS DE CARGA
43	Introducción al refuerzo de los edificios de muros de carga
44	Criterios de diseño y ejecución I (F - 01)
45	Criterios de diseño y ejecución II (F - 02)
46	Relleno de juntas en fábricas de mampostería (F - 03)
48	Inyección de grietas aisladas y estabilizadas (F - 04)
50	Inyección de grietas generalizadas y estabilizadas (F - 05)
52	Intervenciones de sustitución (F - 06)
54	Bulonado (F - 07)
56	Atirantado (F - 08)
58	Aumento de las características mecánicas (F - 09)
60	Inyección armada (F - 10)
62	Reparación de dinteles fisurados (F - 11)
64	Reparación de arcos (F - 12)
66	Apertura de huecos en muros de pequeño espesor (F - 13)
68	Apertura de huecos en muros de medio y gran espesor (F - 14)
70	Reparación de fisuras y grietas en paramentos interiores (F - 15)

ESTRUCTURAS DE MADERA
Introducción al refuerzo de las estructuras de madera
Reparación de apoyo en vigas de madera mediante prótesis de madera encolada (M - 01)
Reparación de lesiones generalizadas en apoyos de vigas de madera (M - 02)
Reparación de apoyo en vigas de madera mediante prótesis y armaduras (M - 03)
Refuerzo de vigas mediante jabalconados (M - 04)
Reparación de vano en vigas de madera mediante prótesis de madera y adhesivo (M - 05)
Refuerzo de una viga de madera mediante escuadrías del mismo material (M - 06)
Refuerzo de una viga de madera mediante perfiles o llantones metálicos ocultos (M - 07)
Refuerzo de una viga de madera mediante perfiles o llantones metálicos vistos (M - 08)
Apuntalamiento de forjados de madera mediante vigas parteluces (M - 09)
Refuerzo de viga de madera mediante atirantados (M - 10)
Construcción de losa de hormigón sobre entramado de madera (M - 11)
Refuerzo de forjado por conversión en sección mixta madera - hormigón (M - 12)
Reparación de pilares de madera mediante prótesis de madera encolada (M - 13)
Reparación de pilares de madera dañados por pudrición en el arranque (M - 14)
Instalación de tirantes metálicos en cubiertas de madera (M - 15)
Actuaciones en cubiertas de pares y pontones: doblado y sustitución total (M - 16)
Actuaciones en cubiertas de tijeras y cerchas (M - 17)
Protección por diseño en estructuras de madera (M - 18)
Tratamientos curativos aplicables a estructuras de madera: polillas y carcomas (M - 19)
Tratamientos curativos aplicables a estructuras de madera: termitas (M - 20)

114 HABITABILIDAD Introducción a la Habitabilidad 115 Mejora del aislamiento térmico de forjados de madera (I): Aislamiento bajo el pavimento (A - 01) 116 Mejora del aislamiento térmico de forjados de madera (II): Aislamiento bajo el forjado (A - 02) 118 Mejora del aislamiento térmico de cubiertas de madera (I): Intervención por el exterior (A - 03) Mejora del aislamiento térmico de cubiertas de madera (II): Intervención por el interior (A - 04) 124 Mejora del aislamiento térmico de fachadas (I): Aislamiento dispuesto por el exterior (A - 05) 126 Mejora del aislamiento térmico de fachadas (II): Aislamiento dispuesto por el interior (A - 06) Mejora del comportamiento acústico de paramentos horizontales: Reducción del ruido aéreo 128 de forjados y cubiertas (A - 07) Mejora del comportamiento acústico de cerramentos verticales: Fachadas y particiones (A - 08)

132	Mejora del aislamiento térmico y acústico de las carpinterías exteriores (I): Instalación de nuevas ventanas con doble/triple acristalamiento (V - 01)
133	Mejora del aislamiento térmico y acústico de las carpinterías exteriores (II): Instalación de ventanas dobles (V - 02)
134	Recomendaciones respecto de los tratamientos protectores para la madera (V - 03)
136	Instalación de una tarima sobre rastreles (P - 01)
137	Instalación de tarima sobre forjados con falta de planitud (P - 02)
138	Instalación de tarima o parquet flotante (P - 03)
139	Ejecución de pavimentos pétreos (P - 04)
140	Sustitución puntual de placas de pizarra (T - 01)
142	Resolución del encuentro entre faldones: Ejecución de la cumbrera (T - 02)
144	Resolución del encuentro entre faldones: Ejecución de limatesas (T - 03)
146	Resolución del encuentro entre faldones: Ejecución de limahoyas (T - 04)
148	Resolución del encuentro entre el borde superior del faldón y una fachada (T - 05)
150	Resolución del encuentro entre el borde lateral del faldón y una fachada I (T - 06)
152	Resolución del encuentro entre el borde lateral del faldón y una fachada II (T - 07)
154	Resolución del encuentro entre el borde inferior de un faldón y una fachada (T - 08)
156	Resolución del encuentro entre un faldón con un elemento saliente (T - 09)
158	Cubiertas con cambios de pendiente (T - 10)
160	Apertura de huecos para ventanas de tejado (T - 11)
162	Ejecución de una cubierta completa impermeabilizada y aislada térmicamente (T - 12)
164	Colocación de la pizarra (T - 13)
166	Puesta en obra de cubiertas de teja (T - 14)
100	1 desta en obra de cabiertas de teja (1 14)
168	INSTALACIONES
169	Introducción a las instalaciones en la Rehabilitación
170	Recomendaciones respecto al trazado de abastecimiento interior (I - 01)
171	Instalaciones de fontanería: red interior de evacuación (I - 02)
172	Instalaciones de fontanería: colocación de inodoros (I - 03)
173	Instalaciones de fontanería: colocación del plato de ducha (I - 04)
174	Instalaciones de fontanería: depuración y vertido (I - 05)
175	Ejecución de instalaciones eléctricas mediante tubos empotrados (I - 06)
176	Instalación de una calefacción por suelo radiante (I - 07)
177	Instalación de una calefacción por muro radiante (I - 08)
179	GLOSARIO
183	BIBLIOGRAFÍA

Recalces



INTRODUCCIÓN A LOS RECALCES. SU NECESIDAD Y TIPOS

1. Introducción

El diccionario define el término recalce como el "reparo que se hace a los cimientos de una obra ya construida"; entendiéndose como reparo, la "obra para componer una fábrica o un edificio deteriorado".

De esta definición se deduce que el recalce tiene un componente peyorativo: el reparo del "edificio deteriorado", en general debido a un proceso patológico de defectos o fallos en el diseño, el cálculo o la ejecución.

Sin embargo, tienen otro aspecto positivo, si se trata de "componer una fábrica" por modificaciones en el propio edificio o en su entorno.

2. Necesidad del recalce

La necesidad de recalzar puede deberse a la manifestación de diversos procesos patológicos, a modificaciones en el propio edificio, o en el entorno (Gráfica 1).

POSIBLES CAUSAS DE LOS RECALCES		
Procesos patológicos	De diseñoDe cálculoDe ejecución	
Modificaciones	En el propio edificioEn el entorno	

Gráfica 1

Los defectos que en la fase de diseño pueden degenerar en lesiones o defectos, y como consecuencia necesitar de recalces, suelen ser debidos al:

- a) Desconocimiento del suelo por no disponer de un informe geotécnico previo; o habiéndolo realizado, por errores en la campaña de sondeos, en el ensayo de las probetas o en la interpretación de resultados.
 - En resumen, la inadecuada elección de la tensión admisible o de los asientos ligados a ésta.
- b) Defectuosa selección del tipo de cimiento, desconocimiento o heterogeneidad del suelo, o transmisión desacertada de esfuerzos al terreno.
- c) Nivel de cimentación inadecuado por la proximidad del nivel freático, por transmisión de esfuerzos de fundaciones vecinas, heladicidad del terreno, etc.
- d) Incompatibilidad del conjunto estructura cimiento suelo por flexibilidad o rigidez de aquéllos.
- e) Confianza excesiva en el empuje pasivo y su posterior falta al construirse el solar colindante, no haberse hormigonado contra el terreno o la disminución de su eficacia por la presencia de agua.

Estos defectos se agrupan en la gráfica 2.

POSIBLES CAUSAS DE LOS RECALCES

- Desconocimiento del suelo
- Incorrecta selección del tipo de cimentación
- Nivel de apoyo inadecuado
- Imcompatibilidad suelo cimiento estructura
- Falta de empuje pasivo

Gráfica 2

3. Tipos de recalce

Una vez aparecido el síndrome que plantean los defectos anteriores, antes de que se produzcan los debidos a reformas, y durante o previamente a las alteraciones del entorno, podemos vernos obligados:

- a) A aumentar la superficie de apoyo sobre el terreno a fin de reducir las tensiones y/o los asientos.
- b) A situar la cimentación sobre un estrato subyacente más resistente y/o menos deformable que el superior.
- c) A consolidar cimentaciones con cierto nivel de desagregación.
- d) A mejorar las características del terreno subyacente.

En el primer supuesto, el recalce tiene lugar en superficie o a nivel del plano de apoyo mientras que en el segundo se llega a niveles medios o profundos.

Por tanto, según el plano de actuación, existen los cuatro tipos de recalces siguientes: superficiales, a nivel del plano de apoyo, bajo éste y en profundidad.

Los tres primeros, al aplicarse desde los primeros tiempos de la historia de la construcción se conocen como recalces tradicionales.

Los recalces profundos utilizan los micropilotes, las inyecciones y las modernas técnicas del jet grouting.

Para presentar los recalces de aplicación en la rehabilitación de edificaciones tradicionales, se han incluido las siguientes FICHAS:

- 1) Recalce tradicional de muros para aumentar la superficie de apoyo.
- 2) Recalce superficial de muros con losa continua empotrada.
- Recalce superficial de muros mediante losa continua recibida con perfiles.
- 4) Recalce superficial de muros mediante marco perimetral.
- 5) Recalce de muros por bataches.
- 6) Recalces especiales mediante micropilotes.

1. Necesidad de ejecutar el recalce

Como es bien sabido, lo más habitual es que las cimentaciones de la gran mayoría de las edificaciones levantadas con muros de carga de fábrica de piedra, estén constituidas únicamente por un pequeño ensanchamiento del cerramiento, construido con los mismos componentes que se utilizaron para ejecutar el propio

De otra parte, según se ha indicado en la introducción a este apartado relativo a recalces, tanto por motivos derivados de un diseño incorrecto, de un cálculo erróneo, o por fallos en la ejecución, la consecuencia es que las cimentaciones de la Arquitectura Popular y la Culta pueden presentar asentamientos diferenciales. Este tipo de procesos patológicos derivan en la aparición de grietas, desplomes o giros en las fachadas que, en algunos casos, pueden incluso hacer peligrar la estabilidad del cerramiento. Como muestra, la figura R1.1 permite apreciar los daños que presenta la fachada lateral derecha de la Iglesia de San Antolín



Figura R1.1

En cualquiera de estos casos, será necesario acometer un recalce de la cimentación.

Cuando se trata de construcciones tradicionales, si el origen del problema reside en la transmisión al terreno de una carga excesiva, el procedimiento de recalce más habitual consiste en la ampliación de la superficie de apoyo.

2. Procedimiento operatorio

- a) Previamente a comenzar las obras, se apuntalarán los muros para evitar posibles desplomes o pérdidas de estabilidad.
- b) Seguidamente se extraerán las tierras que circundan la cimentación, a ambos lados de la zapata corrida, hasta alcanzar el nivel del arranque del muro. Si es posible, la anchura de la excavación coincidirá exactamente con la del recalce.
- c) Ejecutado el vaciado, se compactará y nivelará el terreno sobre el cual se apoyará el nuevo cimiento.
- d) Después se extenderá una capa de hormigón de limpieza H - 20, con 10 cm de espesor.
- e) Para garantizar la entrada en carga del refuerzo, preparar el

- canto de la zapata a reforzar tratando que presente una superficie rugosa. Si se trata de mampuestos, esta operación suele ser muy sencilla. Y todavía sería mejor darle forma de cuña para favorecer la transmisión de los esfuerzos al refuerzo.
- f) En la fase siguiente se colocará la armadura (B500S), con sus separadores situados a tresbolillo, y a distancias inferiores a 1 metro, de acuerdo con el cálculo de esfuerzos correspondiente. Es importante que la totalidad de las cargas se encomienden al recalce, de forma que la intervención elimine la posibilidad de nuevos asientos, independientemente de los daños que pueda presentar el antiquo cimiento.
- g) Por último se verterá el hormigón (H 25), en sentido vertical, y repartiéndolo en diferentes puntos para facilitar el vibrado. Así se garantizará el recubrimiento de las armaduras inferiores.

3. Recomendaciones

 Este tipo de actuaciones pueden acometerse también sobre zapatas aisladas de machones o pilares, tal y como se muestra en la figura R1.2.



Figura R1.2

- Vigilar el curado del hormigón, especialmente en los meses de invierno y verano, para evitar las heladas y la evaporación del agua de amasado.
- Con temperaturas elevadas, acelerar el proceso de vertido y compactación del hormigón.
- Interesa no utilizar encofrados laterales, y hormigonar directamente contra el terreno. Así se mejora la respuesta del empuje pasivo.
- De existir agua en el terreno, y especialmente si los muros están afectados por humedades de capilaridad, puede aprovecharse para disponer una red de drenaje perimetral alrededor del recalce, con sus correspondientes arquetas que se dejarán abiertas y protegidas por una reja de fundición, para favorecer la ventilación.





1. Necesidad de ejecutar el recalce

La actuación está indicada en el refuerzo de cimentaciones de edificios con muros de fábrica, que van a ser sometidos a incrementos de sobrecargas de escasa entidad. Su objetivo es canalizar dichos esfuerzos al terreno a través de una losa de hormigón, armada en dos direcciones, que posteriormente constituirá la solera de la planta baja.

Además de esta ventaja y de la facilidad de su ejecución, esta solución proporciona una gran superficie de reparto; y por tanto, los esfuerzos que va a transmitir al terreno serán muy bajos.

A su vez, este tipo de recalce puede ejecutarse de tres formas distintas: mediante losa continua empotrada, losa con perfiles o losa con marco perimetral. Cada una de estas intervenciones se describirá a lo largo de las fichas siguientes.

En el primer caso, la losa se sitúa sobre el terreno, de forma que su cara superior sirva de base al pavimento. Es por ello que generalmente va a recibir los esfuerzos del muro por encima de la "zarpa" del cimiento; es decir, del ensanchamiento de aquél que hace de cimiento corrido.

2. Procedimiento operatorio

- a) Previamente a comenzar las obras, se apuntalarán los muros para evitar posibles desplomes o pérdidas de estabilidad.
- b) A continuación, la ejecución del recalce propiamente dicha comienza con la apertura de cajeados a nivel del arranque del muro. De esta manera se garantizará la transmisión de los esfuerzos del muro a la losa. Este procedimiento se aconseja para las fábricas de ladrillo en las que se hace coincidir el canto de la losa con el correspondiente a tres de sus hiladas. Por este motivo, su espesor será:
 - $e = 3 \times 5$ (canto del ladrillo) + 2 (junta) = 17 cm
 - e = 3 x 6 (canto del ladrillo) + 2 (junta) = 20 cm

Es decir, oscilará entre 17 y 20 cm, por lo que se recomienda corresponderlo con la altura de la contrahuella de la escalera que, de esta forma, no se vera afectada en su primer peldaño.

- c) Para no debilitar excesivamente el muro, el cajeado se realizará de forma discontinua, y por una y otra cara en los interiores, con una longitud de A = L/10, siendo L la longitud del muro.
- d) Como profundidad máxima C del cajeado se recomienda C = E/6, en los de ladrillo, y C = E/4 en los de piedra, siendo E el espesor del muro. Estas dimensiones son orientativas, debiendo reducirse en aquellos muros que se encuentren en mal estado.

Si se trata de fábricas de piedra, se recomienda que el cajeado se ejecute en forma de llaves, eliminando mampuestos. Sin embargo, en estos cerramientos está mas indicada la solución de perfiles pasantes, descrita en la ficha siguiente.

- e) Una vez abiertos los cajeados, será el momento de compactar el terreno.
- f) A continuación se dispondrá encima una lámina de polietileno

- que impida la absorción del agua del hormigón que se verterá más adelante, y también las adherencias losa -
- g) Sobre la lámina se colocará la armadura (B500S), en dos direcciones, con sus separadores correspondientes situados a tresbolillo, y a distancias inferiores a 1 metro.

En cuanto a las barras, puesto que los esfuerzos los transmite el terreno, los redondos de mayor diámetro se pondrán arriba.

En general, para estancias cuadradas, suele ser suficiente con la siguiente cuantía:

 $5 \varnothing 12 \text{ p.m} = 1 \varnothing 12 \text{ c} / 20 \text{ cm (arriba)}$

 $5 \varnothing 10 \text{ p.m} = 1 \varnothing 10 \text{ c/} 20 \text{ cm (abajo)}$

Y en las dependencias rectangulares o alargadas:

5 Ø 16 p.m (en la longitud menor)

5 Ø 10 p.m (en la longitud mayor)

h) En el perímetro, coincidiendo con el cajeado, se dispondrá un zuncho de 25 cm de anchura, armado con

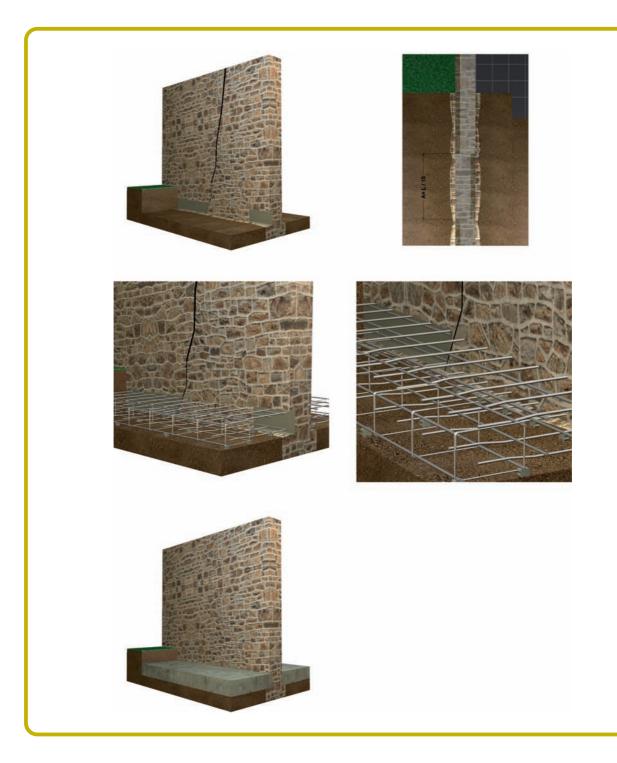
4 Ø 10

Estribos de Ø 6 c/20 cm

 i) Colocada la armadura, será el momento de verter el hormigón (H - 25), siempre en sentido vertical, y repartiéndolo en diferentes puntos para facilitar el vibrado, y así garantizar el recubrimiento de las armaduras inferiores.

3. Recomendaciones

- Vigilar el curado del hormigón, especialmente en los meses de invierno y verano, para evitar las heladas y la evaporación excesiva del agua de amasado.
- Con temperaturas elevadas, es importante acelerar el proceso de vertido y compactación del hormigón.
- De existir agua en el terreno, y especialmente si los muros están afectados por humedades de capilaridad, puede aprovecharse para disponer una red de drenaje bajo la futura losa, conectada a una serie de arquetas que se dejarán abiertas y protegidas por una reja de fundición, para favorecer la ventilación.



1. Necesidad de ejecutar el recalce

Se trata de una variante del caso precedente, indicada tanto para muros de carga de fábrica de ladrillo como de piedra que, al igual que en la actuación anterior, van a ser sometidos a aumentos de sobrecargas de escasa entidad.

En este caso, la transmisión de los esfuerzos del muro a la losa no se efectúa a través de un cajeado perimetral, sino mediante varios perfiles laminados alojados en unos mechinales pasantes practicados en los muros interiores, y empotrados en los exteriores. Posteriormente los perfiles quedarán embebidos en el hormigón constituyente de la solera de la planta baja por uno de sus extremos, y en los mechinales del muro en el otro (figura R3.1).

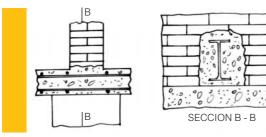


Figura R3.1

2. Procedimiento operatorio

- a) Previamente a comenzar las obras, se apuntalarán los muros para evitar posibles desplomes o pérdidas de estabilidad.
- Después se abrirán los huecos que servirán de apoyo a los perfiles, distanciados aproximadamente 100 - 150 cm entre sí.
- c) Seguidamente se preparará el asiento de los perfiles sobre la fábrica. En muchos casos será necesario regularizar y nivelar la superficie de apoyo con mortero de cemento.
- d) Después se compactará el terreno sobre el que se construirá la losa.
- e) A continuación se dispondrá encima una lámina de polietileno para evitar la evaporación del hormigón, y la adherencia losa - terreno.
- f) Sobre la lámina se colocará la armadura (B500S), en dos direcciones, con sus separadores correspondientes situados a tresbolillo, y a distancias inferiores a 1 metro.

Como siempre que se trata de losas, dado que los esfuerzos son transmitidos al terreno, los redondos de mayor diámetro se pondrán arriba.

En general, para estancias cuadradas, suele ser suficiente con la siguiente cuantía:

 $5 \varnothing 12 \text{ p.m} = 1 \varnothing 12 \text{ c}/20 \text{ cm (arriba)}$

 $5 \varnothing 10 \text{ p.m} = 1 \varnothing 10 \text{ c} / 20 \text{ cm (abajo)}$

Y en las dependencias rectangulares o alargadas:

5 Ø 16 p.m (en la longitud menor)

5 Ø 10 p.m (en la longitud mayor)

 g) Situada la armadura, se dispondrán los perfiles en los huecos abiertos con anterioridad. Para garantizar el recubrimiento, el

- canto del perfil será de 80 mm para las losas de 17 18 cm de espesor, y de 100 mm en las de 19 20 cm. En cuanto al tipo puede ser cualquiera (IPE, IPN, UPN, HEA, HEB ó HEM), recomendándose el aprovechamiento de despuntes destinados a chatarra.
- h) Como en el caso anterior, junto al encastre se dispondrá un zuncho de cosido, con una anchura de 25 cm, armado con 4 Ø 10

Estribos de Ø 6 c/20 cm

i) Colocada la armadura, será el momento de verter el hormigón (H - 25), siempre en sentido vertical, y repartiéndolo en diferentes puntos para facilitar el vibrado, y así garantizar el recubrimiento de las armaduras inferiores.

En la figura R3.2 se muestra un esquema de actuación sobre un muro de fábrica.

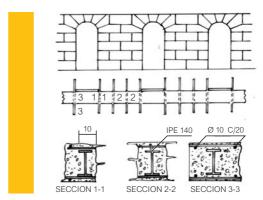


Figura R3.2

3. Recomendaciones

- Vigilar el curado del hormigón, especialmente en los meses de invierno y verano, para evitar las heladas y la evaporación excesiva del agua de amasado.
- Con temperaturas elevadas, acelerar el proceso de vertido y compactación del hormigón.
- De existir agua en el terreno, y especialmente si los muros están afectados por humedades de capilaridad, puede aprovecharse para disponer una red de drenaje bajo la futura losa, conectada a una serie de arquetas que se dejarán abiertas y protegidas por una reja de fundición, con objeto de favorecer la ventilación.

Recalce superficial de muros mediante losa continua recibida con perfiles



Recalce superficial de muros mediante marco perimetral

1. Necesidad de ejecutar el recalce

Al igual que sucedía en los dos casos anteriores, cuando un edificio de cerramientos de fábrica va a sufrir un aumento de los esfuerzos actuantes sobre los muros (por ejemplo, debido a la construcción de un nuevo forjado de piso, por el incremento de alturas, cambios de uso, etc.), y ya existe una solera en la planta baja, está indicado el proyectar un marco de hormigón perimetral, que posteriormente se vinculará tanto a los propios muros como a la misma solera.

Como en las dos fichas precedentes, la solución está indicada en el recalce de edificios de paredes resistentes de fábrica, sometidas a esfuerzos de escasa entidad.

De otra parte, con objeto de compensar el momento de vuelco, debido a la excentricidad de la carga del muro, el marco se conectará al resto de la losa.

Y cuando esta no existe, se construirá una solera central de 17 - 20 cm espesor (haciéndola coincidir con la altura de los peldaños), que completará la losa de la planta baja.

En cuanto a la transmisión de los esfuerzos del muro a la solera, en el caso de fábricas de ladrillo, puede optarse por el alojamiento de la placa en cajeados previstos (ver ficha R - 01), o por la disposición de perfiles laminados alojados en mechinales pasantes en los muros interiores de las fábricas pétreas, y empotrados en los exteriores (ver ficha R - 02).

2. Procedimiento operatorio

- a) Previamente a comenzar las obras, se apuntalarán los muros para evitar posibles desplomes o pérdidas de estabilidad.
- b) De existir solera, habrá que eliminar todo el perímetro que se encuentre en contacto con los muros objeto de recalce. La superficie a demoler coincidirá con la anchura del marco, que deberá dimensionarse de acuerdo con la carga transmitida por el muro y la tensión admisible del terreno.
- c) Seguidamente se compactará y nivelará la zona de apoyo del marco, extendiendo una capa de hormigón de limpieza H - 20, de 10 cm de espesor.
- d) Después se dispondrá una lámina de polietileno sobre la superficie donde más tarde se construirá la solera. Esta lámina evitará que el terreno absorba el agua del hormigón constituyente de la placa, al tiempo que reducirá la intensidad de las posibles humedades de capilaridad que puedan presentarse.
- e) A continuación se colocará la armadura (B500S), con sus separadores situados a tresbolillo, y a distancias inferiores a 1 metro, de acuerdo con el cálculo de esfuerzos correspondiente.
- f) Por último se verterá el hormigón (H 25), en sentido vertical, y repartiéndolo en diferentes puntos para facilitar el vibrado. Así se garantizará el recubrimiento de las armaduras inferiores.

3. Recomendaciones

- Vigilar el curado del hormigón, especialmente en los meses de invierno, para evitar las heladas.
- Con temperaturas elevadas, es importante acelerar el proceso de vertido y compactación del hormigón.
- La diferencia de canto entre el marco y la solera genera una articulación mecánica, que probablemente ocasione la apertura de fisuras en la losa. Con objeto de reducir la amplitud de las mismas, es aconsejable ejecutar un amartelamiento que suavice la transición marco solera (figura R4.1).

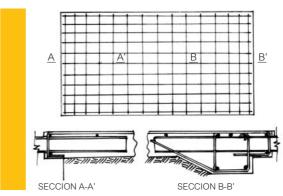


Figura R4.1

- Para facilitar el atado de las soleras de diferentes dependencias, conviene enlazarlas a través de los huecos, aunque disponiendo en ellos juntas de retracción. Se recomienda que las del pavimento coincidan con las anteriores.
- De existir agua en el terreno, y especialmente si los muros están afectados por humedades de capilaridad, puede aprovecharse para disponer una red de drenaje bajo la futura losa, conectada a una serie de arquetas que se dejarán abiertas y protegidas por una reja de fundición, para favorecer la ventilación.



Recalce de muros por bataches

1. Necesidad de ejecutar el recalce

Cuando se trata de evitar asientos diferenciales de las fundaciones de viviendas tradicionales, en las que el terreno firme se encuentra por debajo del plano de apoyo del cimiento, lo más habitual es recurrir al recalce por medio de bataches.

En esencia, se entiende por batache al vaciado en forma de zanja o de pozo, adosado y dispuesto transversalmente al cimiento que se pretende recalzar. Esta técnica, que se viene efectuando desde los primeros tiempos de la historia de la construcción, puede aplicarse también en la actualidad en la excavación para apertura de sótanos en un edifico existente.

La intervención consiste en profundizar el cimiento en el primer caso, o en la construcción de un muro de sótano en el segundo, mediante vaciados y hormigonados parciales, convenientemente dimensionados y ordenados.

Por consiguiente se trata de una técnica suficientemente conocida y realizable con medios tradicionales. A pesar de esto, la operación es lenta y costosa. Y aunque exige oficiales experimentados, no por ello está exenta de peligros. Sobre todo en terrenos poco cohesivos y en presencia de agua.

De aquí el que su aplicación se limite a proyectos de edificaciones sencillas, dispuestas sobre terrenos coherentes y por encima del nivel freático.

En general, cualquier tipo de actuación que se ejecute sobre el cimiento, exige siempre la intervención de un personal técnico especializado.

Sin embargo, en el caso de emplearse este procedimiento de trabajo, la complejidad de su ejecución hace que la presencia de un profesional resulte fundamental, con el objeto de evitar colapsos en el momento de ejecutar la extracción de tierras bajo las fundaciones.

2. Procedimiento operatorio

- a) Antes de ejecutar el vaciado por medio de bataches, es imprescindible determinar el nivel de apoyo del recalce.
- b) Conocido este dato, de acuerdo con el estado y la composición de los muros objeto de refuerzo de su cimiento, se replanteará el tamaño y el orden de excavación de los bataches.
- c) A este respecto, se recuerda que los muros de fábrica están compuestos de machones flanqueados por los huecos de las puertas y de las ventanas. Los primeros se encargan de conducir al terreno los esfuerzos provenientes de las plantas superiores y los segundos de facilitar el paso, la iluminación y la aireación.

Por ello, la retirada de las tierras debe iniciarse por los huecos, al ser las zonas menos solicitadas, y comenzar con vaciados previos, hasta llegar al plano del cimiento antiguo.

Se recomienda que la anchura coincida con la del hueco, más 10 cm a cada lado para facilitar el hormigonado posterior, que disten entre sí lo más posible, que al menos exista otro hueco intermedio y que la longitud total de los vaciados abiertos simultáneamente no supere a la cuarta parte de la longitud del muro a recalzar.

d) Después se socavará el terreno bajo el cimiento, también hasta el mismo nivel, y a su posterior entibación. Para ello, una vez alcanzado el plano del cimiento, los vaciados A y B se subdividen en bataches, de modo que la anchura de cada uno esté comprendida entre 0,80 y 1,50 m. Esta dimensión vendrá condicionada por la longitud del vaciado, por la estabilidad de las tierras y por la consistencia de la fábrica. (figura R5.1).

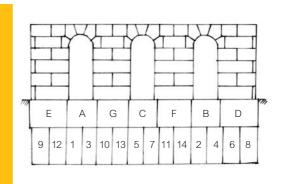
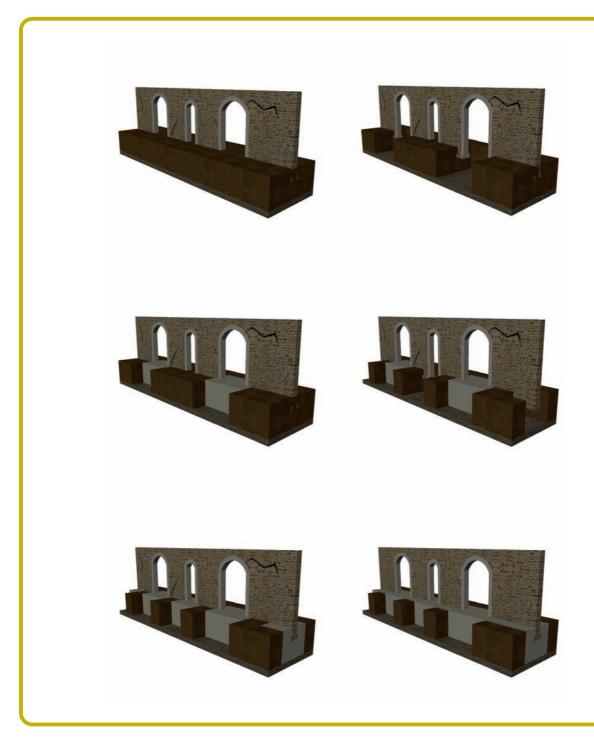


Figura R5.1

- e) En cada uno de los bataches, al tiempo que se realiza la excavación, se va entibando por razones de seguridad.
- f) Una vez alcanzado el nuevo nivel de apoyo, se procede a construir el recalce. Antiguamente se levantaban con fábrica de ladrillo y juntas de poco espesor para reducir la retracción, o mampuestos trabados con mortero. En la actualidad es preferible rellenar con hormigón: paralelamente a la reducción de costes y de tiempo, se incrementa la seguridad.

3. Recomendaciones

- Cuando se trate de recalces de machones de fábrica, este elemento constructivo debe apuntalarse previamente, así como también los dinteles y los arcos que descarguen sobre ellos.
- En estos casos, la organización de los bataches es más compleja, por lo que esta tarea debe encomendarse a técnicos especializados en este tipo de intervenciones.



1. Necesidad de emplear micropilotes

Cuando el recalce mediante bataches no es factible, debido a la dificultad de su ejecución, o porque el estrato de apoyo se encuentra a demasiada profundidad, la mejor opción es emplear micropilotes.

Como su nombre indica, un micropilote no es más que un pilote de pequeño diámetro (entre 75 - 300 mm), alojado en perforaciones verticales o inclinadas, previamente realizadas en el terreno.

Actualmente, la versatilidad, el rendimiento y las reducidas dimensiones de los equipos disponibles en el mercado, permiten un amplio abanico de posibilidades de actuación, entre las que destacan, por ejemplo, además del recalce de edificaciones de muros de carga, la apertura de sótanos, o incluso la estabilización de taludes

La figura R6.1 muestra una máquina de hinca de micropilotes, recalzando una cimentación corrida de hormigón armado.



Figura R6.1

En cuanto a la armadura, puede estar constituida por una o varias barras de acero (figura R6.2), redondos estribados por una espiral de 6 mm de diámetro, o tubos de acero, suplementados en ocasiones con barras interiores.



Figura R6.2

Finalmente, indicar que, respecto a la cimentación a recalzar, los micropilotes pueden atravesar la fundación, rodearla, o complementarla con ménsulas, dependiendo del estado de la fábrica.

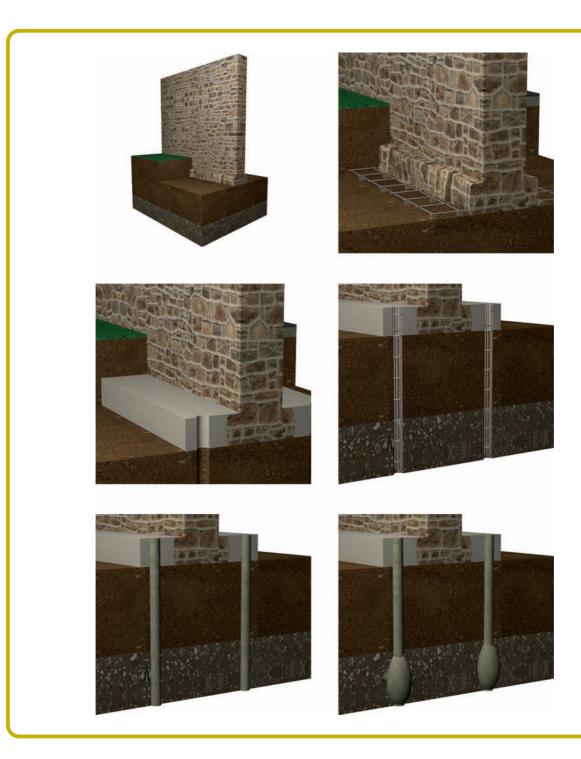
2. Procedimiento operatorio

a) Considerando el tipo de material constituyente de las fundaciones habituales de esta zona del Occidente asturiano, lo más recomendable sería construir previamente un encepado de hormigón armado, conectado a la cimentación original. Este encepado servirá de anclaje para los micropilotes que se ejecutarán posteriormente.

Por tanto, como primera medida se excavará el terreno circundante al muro objeto de recalce, hasta alcanzar su nivel de apoyo. La extracción de las tierras debería realizarse tanto desde el exterior como desde el interior, para permitir la colocación de los micropilotes por parejas, o al menos a tresbolillo, para no debilitar la sección, e inclinarlos en sentidos opuestos.

La intervención será diferente según el tipo de construcción, su situación, la estratigrafía del terreno, las lesiones que presente, etc, por lo que cada caso deberá analizarse de manera independiente.

- b) Retiradas las tierras, se limpiará el canto del cimiento original, con objeto de facilitar la conexión del futuro encepado, y se compactará y nivelará el terreno que le servirá de apoyo.
- Si el material constituyente de la cimentación es heterogéneo, presenta falta de traba, fracturas, etc, deberá estudiarse algún tipo de conexión entre la fábrica y el encepado de hormigón.
- c) A continuación se extenderá la capa del hormigón de limpieza H 20, con 10 cm de espesor.
- d) Después se colocará la armadura del encepado (B500S), según su correspondiente cálculo de esfuerzos, y situada sobre separadores.
- e) Seguidamente se verterá el hormigón del encepado (H 25), en sentido vertical, y repartiéndolo en diferentes puntos para facilitar el vibrado.
- f) Construido el encepado, será el momento de comenzar la ejecución del micropilotaje, perforando el encepado alternativamente desde el exterior y desde el interior, a tresbolillo y con inclinaciones opuestas, para no debilitar la sección, hasta alcanzar el estrato de apoyo. La extracción de las tierras se realiza mediante aire a presión.
- g) Inmediatamente después se limpia con agua el fondo de la perforación y se introduce la armadura (barras y/o tubos de acero). En ocasiones se dejan sobresalir unos 50 60 cm, a fin de soldar posteriormente unos redondos que garanticen la adherencia entre el encepado y el micropilote.
- h) Por último, se inyectará el mortero de cemento, en diferentes fases, para garantizar el llenado de la perforación y la formación del bulbo de anclaje.



Humedades de capilaridad



INTRODUCCIÓN AL TRATAMIENTO DE LAS HUMEDADES DE CAPILARIDAD

Humedades de capilaridad

La capilaridad hace posible que el agua del subsuelo ascienda a través del terreno hasta las capas más superficiales, entrando en contacto con las raíces de los vegetales. Después, penetra en su interior y asciende hasta las hojas, y conjuntamente con las sales que lleva disueltas, combinada con la luz solar y el CO2 de la atmósfera, se transforma en clorofila a través de la fotosíntesis.

Sin embargo, este proceso biológico, sin el cual no sería posible la vida vegetal, se convierte en patológico cuando el agua subterránea alcanza el estrato de apoyo de los cimientos, asciende a través de ellos y llega a los muros, saturando los poros y capilares existentes en los materiales de construcción, degradándolos, y provocando las humedades de capilaridad. Se manifiesta por una franja oscurecida por la humedad, y de altura constante, generalmente comprendida entre 20 - 200 cm, denominada zócalo capilar. Dicha franja se reduce al llegar a las esquinas salientes, y aumenta en las entrantes, debido a la mayor o menor ventilación.

Además, las sales disueltas por el agua a lo largo de su ascenso a través de los cimientos y los muros, cristalizan o precipitan sobre estos al evaporarse el agua. Estos cambios provocan desde manchas blanquecinas en los cerramientos (eflorescencias), hasta la exfoliación y la pérdida de masa de los componentes del cimiento o del muro, si el proceso se desarrolla en el interior de los mampuestos (criptoflorescencias).

Muchos técnicos especializados en Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico consideran que, a nivel mundial, durante la segunda mitad del siglo XX, la humedad de capilaridad ha provocado más daños en las edificaciones, que en toda la Historia de la Humanidad.

Sea o no cierta esta afirmación, resulta incuestionable que el agua proveniente del terreno, es la causante del elevado deterioro de los materiales constituyentes de las fábricas, tanto si se trata de muros de carga, como de simple cerramiento.

En general, las humedades capilares suelen ser de origen accidental, freático o de escorrentía. Y las que aparecen en altura, a la condensación de los gases migratorios.

La regla de oro en la Terapéutica a aplicar frente a cualquier tipo de humedad es siempre secar la fuente de procedencia. Y después, si es necesario, vendrá la aplicación de los sistemas de desecación. En nuestro caso, las fichas relacionadas más adelante.

Por este motivo, si el agua:

- a) Es de origen accidental, deberá repararse la conducción, desatascar la bajante o limpiar la arqueta. Nada conseguiremos (más que dilapidar el presupuesto), desecando el muro sin la eliminación de la fuente de aportación del agua.
- b) Procede de niveles freáticos, rebajarlos si es posible. Los

niveles no muy altos pueden reducirse situando una estación de bombeo en el fondo de pozos perforados al efecto. Esta disposición se aplica también, aunque de forma provisional, a niveles freáticos altos.

Para soluciones definitivas, y hasta profundidades de 1,5 m, es más rentable y seguro proyectar una red de drenaje a base de tubos perforados de material plástico (PVC, PP, etc), situados en el fondo de zanjas rellenas de grava, protegidas de la colmatación con un geotextil. Y de no existir posibilidades de desagüe a la red de alcantarillado, cabe disponer un relleno de material granular sobre la superficie libre, a fin de elevar la rasante. O al menos una capa filtro que impida la ascensión capilar.

c) Frente a las aguas de escorrentía están indicadas las redes perimetrales.

Una vez desecada la fuente ha llegado el momento de aplicar alguna de las fichas que siguen:

- 1) Desecación de muros afectados por humedades de capilaridad: solución mediante drenaje perimetral
- 2) Desecación de muros afectados por humedades de capilaridad: solución mediante inyecciones
- 3) Desecación de muros afectados por humedades de capilaridad: solución mediante barreras físicas
- 4) Desecación de muros afectados por humedades de capilaridad: solución mediante higroconvectores
- 5) Desecación de muros afectados por humedades de capilaridad: solución mediante soleras ventiladas
- 6) Tratamiento de muros afectados por humedades de salpiqueo

1. Descripción de la lesión

Además de la presencia de agua sobre los paramentos, las humedades de capilaridad pueden venir acompañadas también de deposiciones salinas (eflorescencias), disoluciones de los componentes de las fábricas, e incluso de fenómenos físicos de cristalización en el interior de los mampuestos o sillares. Estos procesos patológicos son los causantes del verdadero deterioro de los muros de carga.

Para corregir o al menos reducir el impacto de este tipo de humedad, el sistema más adecuado es el drenaje perimetral, solución aplicable tanto en obra nueva, como en rehabilitación.

2. Procedimiento operatorio

- a) Excavar una zanja paralela al muro afectado por el agua, hasta alcanzar el nivel de apoyo de la cimentación. En las fachadas, picar el revestimiento afectado por el agua, caso de que exista.
- b) Compactar el fondo de la excavación y nivelar, previamente al vertido de 10 cm de hormigón, que sirva de soporte al sistema de drenaje.
- c) Mantener la zanja abierta el tiempo necesario para permitir el secado del muro.
- d) Si el agua proviene de las capas superficiales del terreno, o directamente por la pendiente del mismo, colocar una tubería porosa o ranurada en su mitad superior, envuelta en un geotextil filtrante, con pendiente al menos del 1%.
- e) Si el agua proviene de las capas más profundas del terreno, el procedimiento es idéntico, pero la tubería tendrá poros o ranuras sobre la totalidad de su superficie. En ambos casos para el relleno de la zanja se emplearán gravas, rodeándolas previamente con otro geotextil.
- f) El drenaje se rematará con la propia grava, arena o incluso tierra vegetal. Nunca se colocarán revestimientos que impidan la evaporación del agua contenida en el terreno.
- g) Cuando el contenido de humedad de los cerramientos sea demasiado elevado, conviene dejar la zanja abierta, sin relleno, y rematada con una rejilla de fundición, o incluso losas de piedra separadas unos 5 cm entre sí. De esta manera se favorece la evaporación del arranque de la cimentación y del muro enterrado.
- h) Por último, el sistema de drenaje perimetral se conectará con la red general de evacuación, si existiese, o directamente al terreno, si la pendiente y su composición lo permiten.
- i) En caso de que el terreno sobre el cual se cimenta el edificio sea arcilloso, el dren deberá atravesarlo hasta alcanzar un estrato permeable.

Y si no es posible, la única opción pasaría por excavar zanjas (en espina de pez, por ejemplo), y rellenarlas de un material filtrante (gravas envueltas en geotextil).

3. Recomendaciones

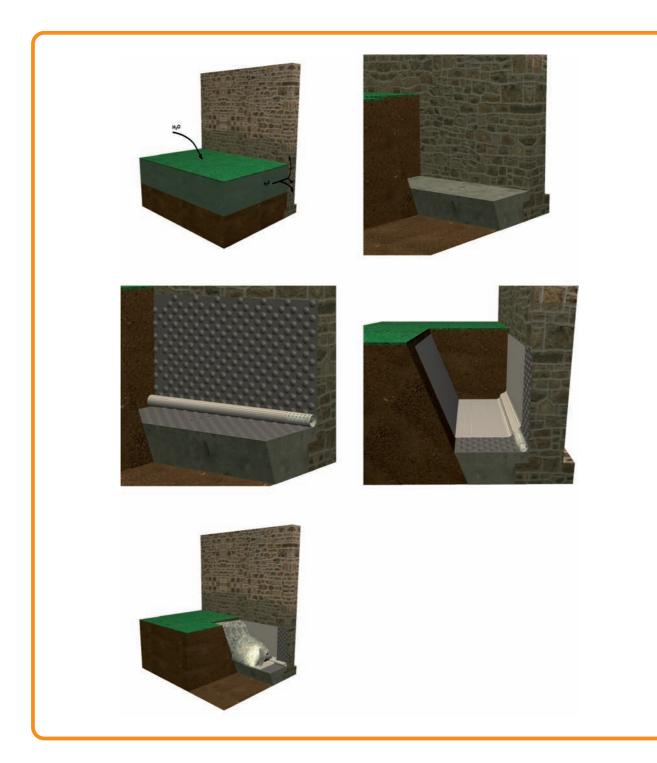
- Una opción rápida y sencilla para constituir un sistema de drenaje, consiste en sustituir la grava por bloques de hormigón poroso. Su forma y composición permiten la recogida del agua filtrada, y su conducción hacia el dren dispuesto debajo.
- Colocar arquetas registrables, al menos en los cambios de dirección de la tubería, y siempre al pie de cada bajante, para facilitar el mantenimiento de la red de evacuación.
- En el Documento Básico Habitabilidad Salubridad del CTE (DB HS), se incluye un sencillo procedimiento a través del cual se definen las soluciones constructivas de drenaje más adecuadas para distintos tipos de terreno.
- No confundir este tipo de humedad con el salpiqueo debido a la ausencia de canalones en la cubierta.
- Si es posible, interesa proteger la parte de muro enterrada con una placa drenante, de manera que reduzca la presión hidrostática del agua sobre el cerramiento, y favorezca la ventilación.

En la figura H1.1 puede observarse este sistema, ejecutado en una rehabilitación en Uría. Para rematar correctamente la intervención, faltaría dar el tratamiento adecuado al borde saliente de la placa y al extremo de la tubería de drenaje.



Figura H1.1

- De emplear este procedimiento, interesa que la propia placa disponga de filtro geotextil, y colocar dicho filtro en la cara en contacto con el terreno.
- En obra nueva o con paramentos perfectamente secos, antes de colocar la tubería de drenaje, sería conveniente impermeabilizar la parte de muro enterrada.
- Para las tuberías, emplear materiales ecológicos, como el polietileno o el polipropileno.



Tratamientos de muros afectados por humedades de capilaridad: Solución mediante inyecciones

1. Descripción de la lesión

Según se ha comentado en la ficha anterior (H - 01), por humedad de capilaridad se entiende la producida por el agua que, proveniente del terreno, asciende a través de los cimientos y los muros, hasta alcanzar una cierta altura. La franja de cerramiento afectada por la humedad se conoce como zócalo capilar (figura H2.1).



Figura H2.1

En edificios construidos sobre calles o firmes con pendientes elevadas, la altura alcanzada por el zócalo capilar también se mantiene, y con ello el paralelismo entre ambas (figura H2.2). Lo mismo sucede cuando existen escaleras o rampas.



Figura H2.2

Además de los drenes perimetrales, otro de los sistemas empleados en la actualidad para evitar el ascenso de la humedad capilar son las barreras químicas, comúnmente conocidas como inyecciones.

Los compuestos de calidad empleados para intentar colmatar los poros y capilares de los materiales constituyentes de los muros, están especialmente formulados para repeler el agua y las sales, pero permitir el paso del vapor.

2. Procedimiento operatorio

a) Antes de aplicar cualquiera de los productos químicos

específicamente diseñados para este tipo de actuaciones, es importante estudiar previamente la composición y tipología constructiva del cerramiento a intervenir.

Para que el tratamiento sea efectivo, deberá asegurarse su impregnación total. En caso contrario, puede favorecerse el aumento del zócalo capilar, o incluso la degradación de los materiales constituyentes del muro. Factores tales como la presencia de grietas, oquedades, espesor de los muros, la existencia de dobles o triples hojas de fachada, la impermeabilidad de piedras tipo la pizarra, o la dificultad de introducir la inyección en paramentos totalmente saturados de agua, obligan muchas veces a consultar con las empresas especializadas en este tipo de actuaciones.

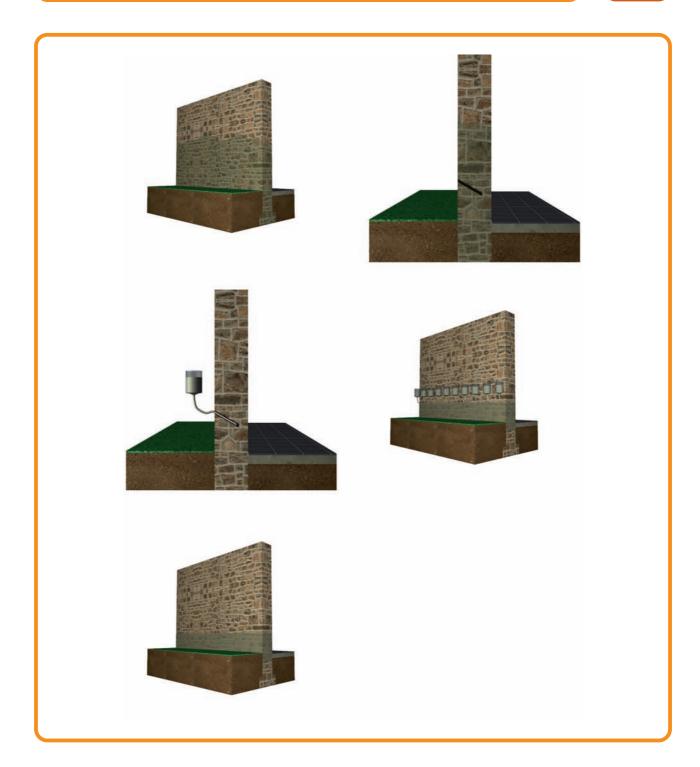
- b) Analizada y decidida la conveniencia de aplicar este tipo de tratamientos, en primer lugar se picará el revestimiento de los muros objeto de intervención, y se sellarán las fisuras o la falta de mortero mediante pastas sin retracción. Si la amplitud de la fisura es mayor de 1 mm, se dispondrá una venda para evitar la fisuración.
- c) Después se practicarán los taladros con el diámetro, disposición, profundidad e inclinación definidos por cada fabricante. Conviene realizar el tratamiento durante los meses de verano, y mantener las perforaciones abiertas durante varias semanas, con el fin de acelerar la evaporación del agua contenida en el paramento.
- d) A continuación se limpian los taladros con aire comprimido o cepillos para facilitar la penetración del compuesto químico
- e) Introducción de las boquillas o catéteres, y posterior inyección del producto, con las presiones y especificaciones definidas por el fabricante. La operación suele concluir cuando aparecen manchas de la emulsión en la pared opuesta.
- f) Con muros de dos hojas o con gran espesor, suele ser necesario repetir la intervención en la otra cara.

3. Recomendaciones

 Cuando se trata de daños relacionados con el agua, se recuerda que es fundamental definir previamente y con precisión el tipo de humedad.

En muchas ocasiones, se plantean confusiones entre problemas de infiltración, salpiqueo, capilaridad e incluso condensación, debiendo aplicarse en cada caso tratamientos radicalmente distintos, de acuerdo con el origen del agua.

 Asimismo, se incide en la necesidad de seguir fielmente las instrucciones de los fabricantes y suministradores, ya que las presiones de inyección y los tratamientos previos son muy diferentes, según la formulación de cada producto.



1. Descripción de la lesión

Aunque en la actualidad este tipo de intervenciones resultan demasiado traumáticas si se aplican sobre cerramientos de fachada, en el caso de procesos patológicos relacionados con humedades de capilaridad en tabiquerías interiores, o muros de sillería de reducido espesor, las barreras físicas pueden ser de utilidad, especialmente si se ejecutan con esmero. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los cimientos continuarán saturados de agua, y cuando estén constituidos por piedras porosas, pueden quedar fuera de servicio en poco tiempo.

En esencia, este tipo de actuaciones tratan de interponer un freno que impida la ascensión capilar del agua del subsuelo a través de los paramentos.

Antiguamente se empleaban chapas delgadas de metales, plomo fundido, inyecciones de morteros hidrófugos, etc. Hoy día resulta mucho más sencillo utilizar láminas de polietileno, bituminosas, sintéticas, de caucho, o resinas.

2. Procedimiento operatorio

- a) Una vez detectada la existencia inequívoca de un problema asociado a humedades de ascensión capilar, en primer lugar se picará el enlucido o enfoscado dañado por el agua, caso de que exista, para favorecer la ventilación de la fábrica y permitir la aplicación del nuevo revestimiento.
- b) A continuación se practicará una roza mediante sierra de corte radial, de 8 - 12 mm de espesor, sobre la totalidad del ancho del paramento.
 - Esta intervención deberá realizarse por tramos de muros de aproximadamente 1 1.5 metros de longitud, con el fin de no afectar a la estabilidad del cerramiento.
- c) Inserción en la roza de la lámina impermeabilizante, rellenando el espacio con un mortero no higroscópico y sin retracción. Para facilitar la adherencia de la pasta, se recomiendan láminas que presenten una superficie con un mínimo de rugosidad (por ejemplo, caucho, bituminosas autoprotegidas con árido mineral, etc). En caso contrario, se necesitará encolar la superficie, extender una película de arena, y aplicar después la pasta de rejunteo; o utilizar adhesivos.
- d) Cuando se pretenda la aplicación final de un revestimiento de acabado, no deberá ser higroscópico, y se efectuará una vez que se haya comprobado la sequedad del soporte.

3. Recomendaciones

 Como en todos los procesos patológicos asociados a humedades, es imprescindible definir con exactitud el origen del agua, y posteriormente elegir el tratamiento más adecuado para cada caso. • En el Documento Básico - Habitabilidad - Salubridad del Código Técnico de la Edificación (DB - HS), se incluye un detalle en el que se muestra la correcta disposición de una barrera física en obra nueva (figura H3.1).

Sin embargo, se recomienda aumentar un poco la altura de colocación de la lámina respecto del nivel de la calle, para evitar la penetración del agua que salpique desde la acera.

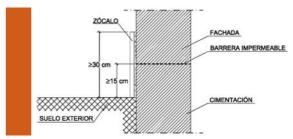


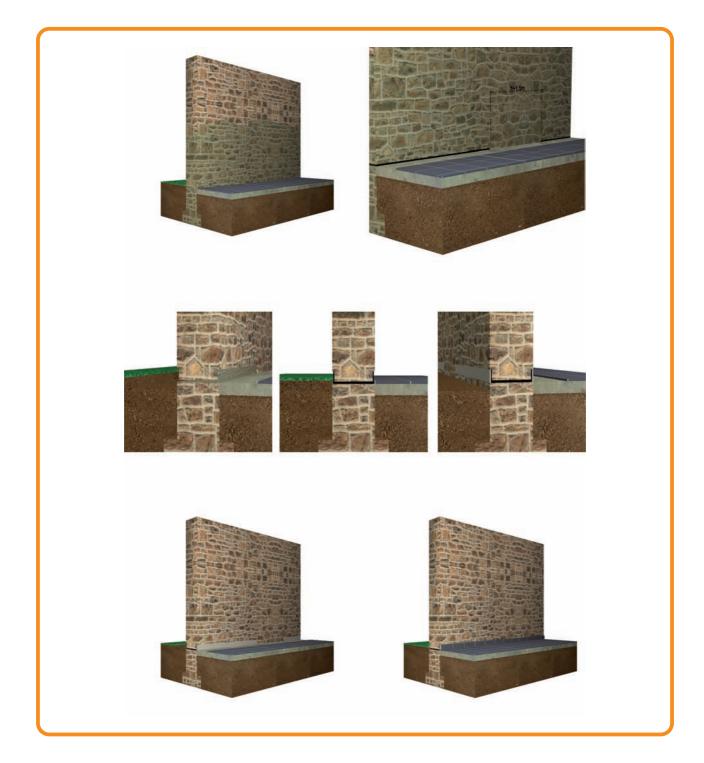
Figura H3.1 (Fuente DB HS - CTE)

• Cuando el problema sea tal que los materiales constituyentes del paramento se encuentren demasiado degradados, puede plantearse la sustitución de las piezas del arranque del cerramiento, por ladrillos o bloques hidrófugos, aparejados con mortero también hidrófugo (figura H3.2).



Figura H3.2

Independientemente del tratamiento que finalmente se aplique, cuando se trata de humedades de capilaridad, el enlucido de terminación nunca podrá ser hidrófugo, ya que este tipo de productos impiden la evaporación natural del soporte, agravando el problema. Y mucho menos aplacar el paramento con baldosas.



1. Descripción de la lesión

Otro de los sistemas empleados para desecar muros afectados por humedades de capilaridad, son los sifones atmosféricos, habitualmente conocidos como higroconvectores.

Básicamente consisten en unos tubos de aproximadamente 20 cm de longitud, constituidos por una cerámica muy porosa que, por sus especiales características, permiten la captación de la humedad capilar del paramento, y su posterior condensación en el propio tubo, al tiempo que facilitan la salida de los gases migratorios que ascienden a través del muro.

El impacto estético de las perforaciones resulta obvio (figura H4.1), aunque se trata de un sistema de probada eficacia sobre varios tipos de muros, siempre y cuando se ejecute correctamente, y se realice un mínimo mantenimiento.



Figura H4.1

2. Procedimiento operatorio

a) Como siempre, previamente definida con precisión el origen de la humedad, y comprobado que efectivamente se trata de un proceso asociado a agua de ascensión capilar, practicar las perforaciones con la inclinación y separación especificadas por los fabricantes (figura H4.2).



Figura H4.2

 b) Seguidamente se introducirán los sifones, retacando el hueco existente entre la pared externa del tubo y el muro con mortero.

Este tipo de pastas están específicamente formuladas para

- favorecer el funcionamiento del sifón, por lo que deberán seguirse las indicaciones de los fabricantes de aproximadamente 1 1.5 metros de longitud, con el fin de no afectar a la estabilidad del cerramiento.
- c) Finalmente se limpiará el interior del conducto con un cepillo para eliminar los restos de mortero y fragmentos de muro que hayan podido obturar el conducto durante la ejecución de las obras, y se colocará la rejilla de terminación.

3. Recomendaciones

 Como en todos los procesos patológicos asociados a humedades, es imprescindible definir con exactitud el origen del aqua.

Conocido este dato, después será el momento de diseñar el procedimiento que evite el contacto del agua con los cerramientos, y a continuación se aplicará el tratamiento de desecación.

- A largo plazo, las sales disueltas en el agua que asciende a través de los muros, termina por colmatar los poros de los tubos. Por ello, se recomienda una limpieza bianual con cepillo o agua destilada, con el fin de sanear la superficie interna del higroconvector y garantizar su funcionamiento durante más tiempo.
- Con muros de espesores superiores a 70 cm, es aconsejable aplicar el tratamiento también por la cara interna.
- Siempre que sea posible, interesa complementar este procedimiento de desecación, con la instalación de un drenaje perimetral, idéntico al descrito en la ficha H - 01, correspondiente a este mismo capítulo.
- Más económico, aunque de menor rendimiento, sería realizar exactamente el mismo procedimiento, pero obviando la colocación del higroconvector, y dejando la perforación abierta.
 Con este sistema, se abarata enormemente la intervención, y los resultados siguen siendo muchas veces satisfactorios.
- Independientemente del tratamiento de desecación que finalmente se aplique, cuando se trata de humedades de capilaridad, el enlucido de terminación, si existe, nunca podrá ser hidrófugo, ya que este tipo de productos impiden la evaporación natural del soporte, agravando el problema.

A este respecto, existen varios morteros específicamente formulados para resistir la acción del agua capilar, y al mismo tiempo, favorecer la respiración del cerramiento.



Además de los daños sobre los paramentos verticales, otro de los problemas más frecuentes que se derivan de la presencia de humedades de capilaridad, es la degradación de las soleras directamente dispuestas sobre el terreno. Además, por regla general, el proceso no termina aquí, sino que al final suelen resultar dañados los pavimentos, máxime si se trata de solados de madera.

En estos casos, una posible opción pasaría por la construcción de forjados sanitarios, aunque esta intervención, además de costosa, obligaría a actuar sobre los muros perimetrales que, además podrían sobrecargarse.

Para evitar las complicaciones que entraña la ejecución de esta solución constructiva, en la actualidad se dispone de casetones perdidos de polietileno. La figura H5.1 muestra la puesta en obra de estos elementos, en la rehabilitación del palacio de los Condes de Toreno.



Figura H5.1

El sistema facilita la creación de una cámara ventilada bajo la solera, que resuelve los problemas de humedad ascensional, al tiempo que permite la salida del gas radón que puede existir en el terreno.

2. Procedimiento operatorio

- a) En primer lugar, de acuerdo con la altura libre que se disponga en planta baja, se analizará la necesidad de extraer las tierras desde el interior edificio. La profundidad de la excavación dependerá de la altura de los casetones y del gálibo de la planta.
- b) Compactación y nivelación del fondo de la excavación, y vertido del hormigón de limpieza, con aproximadamente 10 - 15 cm de espesor. En caso de sobrecargas importantes, será necesario aumentar esta dimensión.
- c) Apertura de orificios en los muros perimetrales, para crear las salidas de ventilación de la futura solera ventilada. Generalmente suele ser suficiente con abrir huecos de 250

- cm2 cm de superficie, por cada 3 4 m de muro. Es muy importante que al menos se practiquen ventilaciones en dos fachadas enfrentadas, de manera que se consiga un tiro adecuado, y con ello la renovación completa del aire contenido en la cámara.
- d) Si se ha previsto la existencia de redes de fontanería, saneamiento, eléctricas, etc, instalarlas sobre la capa de hormigón de limpieza.
- e) Colocar los casetones, de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes.
- f) A continuación, extender el mallazo, con sus correspondientes separadores. El diámetro y el paso entre barras se definirán de acuerdo con las cargas previstas para esa solera.
- g) Vertido del hormigón de relleno (H 25), en sentido vertical y desde una altura nunca superior a 30 cm. Además se repartirá en diferentes puntos para facilitar el vibrado, y así garantizar el recubrimiento de las armaduras.
- h) Ejecutada la solera sobre los casetones, con el fin de impedir la entrada de animales e insectos a la cámara, las salidas de ventilación abiertas en los muros se cerrarán mediante una rejilla de acero inoxidable, o como mínimo, galvanizada.

3. Recomendaciones

 Además de su contribución a la reducción de la humedad capilar, la ventilación de la solera es siempre recomendable para facilitar la salida del gas radón. Este fluido radioactivo natural, se encuentra presente en el terreno en cantidades variables, dependiendo de la composición de este.

De acuerdo con numerosos expertos, el gas resulta potencialmente peligroso puesto que favorece el desarrollo del cáncer pulmonar.

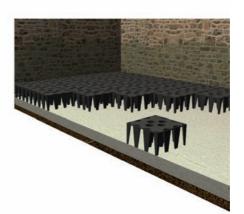
Por ello, la ventilación natural que se crea bajo la solera, permite la dispersión del fluido en el aire ambiente exterior, con lo que sus efectos nocivos desaparecen.

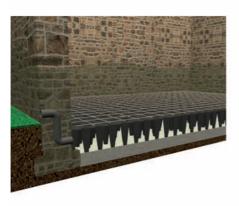
- Como es lógico, de existir muros de carga interiores, cimentaciones corridas o cualquier otro elemento constructivo que impida el libre movimiento del aire bajo la solera, la apertura de las salidas de ventilación en los muros deberá hacerse extensiva también a todos ellos.
- No habría inconveniente en conectar estas ventilaciones a un dren perimetral, siempre y cuando el fondo del propio dren quede a una profundidad tal que nunca permita que el agua recogida penetre hacia el interior de la cámara.













Existen algunos casos en los que los daños que presentan los muros son muy similares a los producidos habitualmente por el ascenso de la humedad capilar, aunque en realidad, el origen del problema sea radicalmente distinto. Se trata de las denominadas humedades por salpiqueo.

En esencia, el problema radica en la degradación del revestimiento, o incluso de los componentes del propio muro, debido a la acción del agua que, proveniente de la cubierta, moja los paramentos verticales después de impactar contra el suelo. Por ello, suelen presentarse en aquellas construcciones rodeadas de pavimentos no absorbentes, y que además carecen de canalones para la recogida del agua de lluvia.

Como muestra, la figura H6.1 muestra los daños provocados por este tipo de humedad en la iglesia de Alguerdo.



Figura H6.1

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, las medidas correctoras recomendadas para evitar los daños provocados por el salpiqueo, incidirán entonces sobre la red de recogida de pluviales o sobre el pavimento.

2. Procedimiento operatorio

- a) La solución más sencilla para impedir que el agua proveniente de la cubierta entre en contacto con el arranque de los muros, será la colocación de un sistema de canalones y bajantes, que se encargue de recibir las aguas de lluvia y conducirlas fuera del alcance de la vivienda.
- b) El dimensionado de esta red de evacuación de aguas pluviales se realizará de acuerdo con la Parte 1 del Documento Básico - Habitabilidad Salubridad (DB - HS), correspondiente al actualmente vigente Código Técnico de la Edificación (CTE).

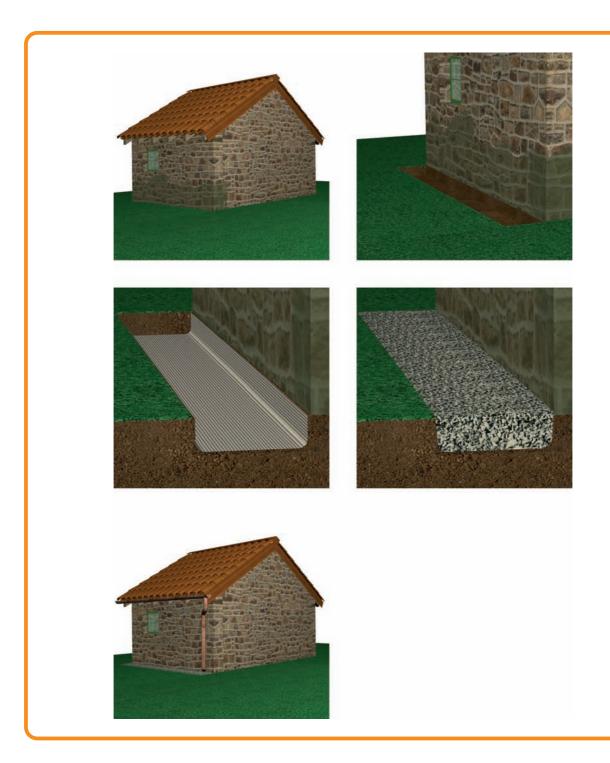
En la figura H6.2 se muestra un detalle del anclaje del canalón a la pizarra, correspondiente a una vivienda de Omente.



Figura H6.2

- c) En cuanto al pavimento, si no se desea actuar sobre la cubierta, una buena opción es siempre excavar el terreno que rodea la vivienda afectada, en una anchura tal que supere ligeramente el borde del alero, y hasta una profundidad aproximada de 30 cm. Es aconsejable darle también una pequeña pendiente para facilitar la evacuación del agua proveniente del tejado.
- d) Después se colocará un geotextil que cubra totalmente la zanja y finalmente se rellenará la excavación con grava. La superficie redondeada del material reducirá de manera significativa el rebote del agua, y con ello su impacto sobre los muros. Este procedimiento de actuación consigue además que no resulte excesivamente afectada la estética de la edificación.

- De optar por construir la zanja, puede aprovecharse también para instalar un sistema de drenaje bajo las gravas, similar al descrito en las fichas correspondientes a este mismo apartado.
- Para las tuberías vistas, sería conveniente decidirse por materiales que reduzcan lo más posible el impacto visual, como por ejemplo cobre, aluminio lacado o zinc. Y de emplear plásticos, elegir los más ecológicos, como el polietileno o el polipropileno.
- En el peor de los casos, además de los daños en los morteros de revestimiento, el agua proveniente de la cubierta también puede afectar a determinados elementos resistentes, como por ejemplo los arranques de pilares, dinteles, etc. Por tanto, siempre es aconsejable solucionar el origen del problema lo antes posible, con objeto de que el proceso no derive en algún tipo de fallo más grave para la edificación.



Edificios de muros de carga



F

INTRODUCCIÓN A LA REESTRUCTURACIÓN DE EDIFICIOS DE MUROS DE CARGA

Los edificios de paredes de carga pueden verse afectados de síndromes característicos a causa de los denominados procesos patológicos en los muros. Con vistas a justificar las intervenciones recomendadas en las fichas, se dan a conocer los más importantes.

- a) Procesos debidos a cargas puntuales. Las paredes de la construcción tradicional reciben los esfuerzos de los entramados horizontales en forma de cargas puntuales en los empotramientos de las jácenas, y también a través de durmientes y/o modillones. Para distribuir y repartir dichos esfuerzos sobre los muros, reduciendo las tensiones en los apoyos, se introducen durmientes de reparto. Sin embargo, la falta de tales componentes, es decir, la insuficiencia de la sección de apoyo, genera procesos patológicos en forma de concentración de tensiones, que pueden provocar grietas en las paredes de carga, desplomes e incluso su vuelco.
- b) Procesos de pandeo y exfoliación. Los machones y los muros sometidos en su coronación y en sus bordes a solicitaciones axiles pierden su estabilidad para la denominada carga crítica de Euler; se dice entonces que ha aparecido el proceso de pandeo. Este tipo de fallo resulta singularmente peligroso en los construidos con dos o más hojas sin la traba necesaria. Para una carga mucho más reducida aparece entonces la exfoliación de las hojas.
- c) Procesos de agotamiento. Por causas muy diversas (contaminación ambiental, vibraciones del tráfico, acción de los líquenes y de las plantas, etc) los componentes de las paredes de carga se ven inmersos en procesos secuenciales de envejecimiento, cuyo resultado final se conoce como proceso patológico de agotamiento del muro.
- d) Procesos debidos a empujes y a giros. Los muros de carga, en particular los de fachada, pueden perder su verticalidad por el empuje en altura de otros componentes, o por el giro alrededor del plano de apoyo de su fundación. Por este motivo se conocen como procesos debidos al empuje o al giro del cimiento respectivamente. Aunque se trata de procesos distintos pueden acabar con el desplome de la fábrica si no se toman medidas urgentes. Por este motivo se estudian conjuntamente, a fin de incidir y diferenciar el síndrome y la terapéutica de los mismos.
- e) Procesos debidos a las variaciones térmicas. Los petos de coronación de muros y en general los cerramientos de gran longitud, dilatan o merman como consecuencia de las variaciones térmicas. Cuando las juntas son muy delgadas, los morteros excesivamente rígidos, y no se disponen juntas de dilatación, o no se proyectan soluciones constructivas al efecto, aparecen procesos patológicos de despegues y de lesiones en petos y muros.
- f) Procesos de fisuración y de agrietamiento. Son de caracter diverso, teniendo como factor común su manifestación en forma de fisuras y de grietas debidos en parte a su esbeltez,

y también a la diversidad de acciones a que están sometidos. Además de los anteriores, los muros pueden verse inmersos en otros procesos con origen en el terreno o en las fundaciones. Para intervenir en las estructuras de fábrica se han preparado las siguientes fichas:

- 1) Criterios de diseño y ejecución (I)
- 2) Criterios de diseño y ejecución (II)
- 3) Relleno de juntas en fábricas de mampostería
- 4) Inyección de grietas aisladas y estabilizadas
- 5) Inyección de grietas generalizadas y estabilizadas
- 6) Intervenciones de sustitución
- 7) Bulonado
- 8) Atirantado
- 9) Aumento de las características mecánicas
- 10) Inyección armada
- 11) Reparación de dinteles fisurados
- 12) Reparación de arcos
- 13) Apertura de huecos en muros de pequeño espesor
- 14) Apertura de huecos en muros de medio y gran espesor
- 15) Reparación de fisuras y grietas en paramentos interiores

Antes de analizar los distintos sistemas de refuerzo y consolidación más adecuados y de mayor facilidad de aplicación a la rehabilitación de las construcciones rurales, se ha considerado importante definir algunos criterios de diseño básico, relativos a las estructuras de fábrica.

Como es lógico, las recomendaciones que figuran a continuación, se corresponden con algunos de los errores y omisiones detectados con mayor frecuencia en las edificaciones de la comarca.

Esta primera ficha abordará la construcción de la fábrica propiamente dicha, mientras que en la siguiente se relacionarán los problemas planteados por los empujes de la cubierta sobre los muros de carga, dado que este tipo de acciones son las que provocan con mayor frecuencia la ruina de los paramentos verticales.

2. Recomendaciones

1. Introducción

 Arrancar el muro con los mampuestos de mayor dimensión y recordar que nunca deben emplearse piezas redondeadas, cantos rodados (comúnmente denominados "morros"), puesto que favorecen el desarrollo de desplazamientos relativos y colapsos en las fábricas, especialmente cuando el mortero resulta afectado por la acción del agua de lluvia (figura F1.1).



Figura F1.1

- No proyectar muros con esbelteces superiores a 15, y disponer en altura, a mitad de cada entreplanta, otras superficies planas y horizontales mediante el enrase del cerramiento, a fin de reducir corrimientos.
- Para impedir los desplomes, trabar las hojas componentes de la fachada. De este modo se acortan las longitudes de pandeo correspondientes a sus trasdós e intradós. Así, con muros de poco espesor, basta con emplear mampuestos pasantes o "perpiaños"; en paredes de espesor medio deben interponerse piedras pasaderas o "llaves" que enlacen ambas hiladas; y si se trata de fábricas de gran anchura,

- las piezas de mayor tizón se solían enlazar con llaves metálicas.
- Rellenar los huecos dejados por los antiguos andamios, pues son puntos débiles proclives a derrumbamientos (figura F1.2).



Figura F1.2

Con objeto de aumentar la resistencia a compresión, y mejorar la enlazabilidad, evitar la disposición de juntas en cruz y juntas verticales que afecten a varias hiladas. El fallo es aún más acusado cuando al efecto anterior se suma el "empuje al vacío" debido a la ejecución de las esquinas formando ángulos abiertos (figura F1.3).



Figura F1.3

1. Introducción

Como complemento a la ficha anterior (F - 01), en la presente se indicarán algunas recomendaciones constructivas especialmente orientadas a mejorar la respuesta de los muros de carga frente a las acciones que reciben de las cubiertas, debido fundamentalmente al importante peso propio de las gruesas lajas de pizarra, y a los empujes horizontales derivados de sus cerchas de madera.

2. Recomendaciones

- Utilizar siempre morteros bastardos o que empleen cal como aglomerante, ya que los que contienen sólo cemento suelen propiciar roturas por retracción en piedras blandas, decoloración en la fábrica y dificultades de desecación, acusando humedades.
 - Y en el caso de cimientos y fabricas enterradas, morteros de cales hidráulicas.
- Disponer sillarejos en las esquinas y en los huecos, a fin de facilitar la traba de ambos paramentos (figura F2.1). Y también en el arranque de los cerramientos, con el objeto de repartir cargas y reducir la ascensión de la humedad capilar.



Figura F2.1

Estudiar adecuadamente las actuaciones que vayan a realizarse sobre las fábricas, en especial las demoliciones de paramentos verticales, la apertura de huecos, y la supresión de forjados, evitando siempre las reformas incontroladas. Previamente a acometer cualquier intervención que afecte a elementos estructurales, seria conveniente recabar la colaboración de algún técnico especializado.

Recordar la necesidad de situar durmientes de reparto, para evitar cargas puntuales sobre las fachadas. Es muy frecuente la apertura de numerosas grietas, deformaciones y colapsos, como consecuencia de no haber dispuesto zapatas que repartan adecuadamente los esfuerzos transmitidos por los elementos de cubierta. En la figura F2.2 pueden apreciarse las lesiones que ha ocasionado la omisión del durmiente sobre la fachada de una bonita construcción de Besullo.

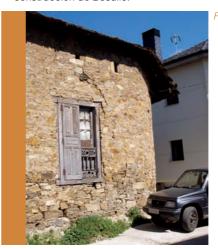


Figura F2.2

 Y sobre todo, diseñar las estructuras de cubiertas y forjados de forma que no transmitan empujes horizontales a las fábricas.

Este hecho resulta especialmente relevante en las esquinas, donde los esfuerzos de tracción, combinados con la presencia de antiguos huecos para permitir la colocación de los andamios, e incluso los apoyos de los emparrados, ocasionan lesiones de gravedad, llegando incluso a provocar el colapso de la fábrica. La figura F2.3 permite apreciar el desplome de la esquina de una vivienda en Folgueiras de Aviouga.



Figura F2.3

La combinación de la baja absorción de la pizarra constituyente de los muros de carga, con la acción del agua que alcanza las fachadas, provoca, en muchos casos, la disolución y desaparición del mortero de relleno en las juntas entre los mampuestos de la hoja exterior (figura F3.1).



Figura F3.1

A pesar del importante espesor de las fábricas levantadas en la comarca, esta pérdida del sellado conlleva la entrada de aire frío y humedad en el interior de las viviendas.

El fallo se acusa todavía más en las fachadas entramadas, habituales en algunas poblaciones del concejo de Ibias, donde a los problemas anteriores, debe añadirse la degradación de los materiales leñosos por la acción de los rayos ultravioleta, así como el ataque de organismos xilófagos en aquellas zonas donde el agua acumulada favorezca la humectación de la madera.

Es importante tener en cuenta que, de no resolverse el problema, el habitual envejecimiento de los materiales, facilita la disgregación de los morteros, que posteriormente son lavados por los agentes meteorológicos.

Más adelante, desaparecidas las juntas, los mampuestos se acomodan, apareciendo deformaciones que pueden desembocar en la pérdida de equilibrio estático, y con ello el colapso del cerramiento. A este proceso se le conoce como agotamiento (figura F3.2).



Figura F3.2

Para evitar la ruina de la fachada, lo más sencillo es realizar el debido mantenimiento del paramento, procediendo al rejunteo de las fábricas con morteros amasados con cal y cemento blanco. De esta forma se mejora la adherencia, al tiempo que se reduce la fisuración.

Incluso posteriormente puede ser necesaria la aplicación de un revoco final de terminación que, igualmente contendrá cal en su formulación.

2. Procedimiento operatorio

- a) Limpiar y sanear perfectamente las juntas de los mampuestos objeto de intervención, mediante cepillo de púas, chorro de aire, e incluso con agua si se considera necesario.
- b) Preparado el soporte, analizar la conveniencia de humedecer los mampuestos para favorecer la adherencia.
- c) Con fachadas de fábrica vista, en las que se desea rebajar las juntas, la retirada del mortero sobrante se realizará después del tiempo recomendado por el fabricante.
- d) Por el contrario, si se trata de muros cargados, se aplicará el revoco de terminación y, una vez seco, la pintura de acabado, de acuerdo con las instrucciones de cada producto.

3. Recomendaciones

- Si la pérdida del rejunteo se produce a nivel de arranque del muro, analizar previamente la posible existencia de humedades de capilaridad o de salpiqueo.
- Cuando no sea posible solucionar el problema del agua mediante alguno de los procedimientos habituales, emplear morteros drenantes de revestimiento, específicos para permitir la evaporación del agua contenida en el muro.
- Con fachadas que vayan a ser revocadas, puede aprovecharse para aplicar morteros térmicamente aislantes, una vez corregidos los defectos de sellado.
- \bullet En general, no aplicar ningún producto con temperaturas ambientales inferiores a $5^{\rm o}{\rm C},$ y evitar la incidencia directa del sol

Asimismo, proteger las superficies recién tratadas contra la incidencia del viento y la Iluvia.

- El periodo de secado varía según de la orientación, el contenido de humedad de la fábrica, la climatología, etc, pero suele ser suficiente con una semana por cada cm de espesor de revoco.
- Con el soporte seco, es el momento de aplicar la pintura de terminación, que debería ser al silicato, para garantizar la durabilidad.







04

1. Descripción de la lesión

Por diversos motivos (envejecimiento o agotamiento de las fábricas, asentamientos diferenciales, aumentos de las sobrecargas, vibraciones, etc), en los muros de carga pueden aparecer diversos tipos de fisuraciones o grietas de distinta consideración (figura F4.1).



Figura F4:

Aunque analizar en profundidad todas y cada una de las causas que provocan este tipo de procesos patológicos, queda fuera del alcance de esta publicación, resulta fundamental definir los procedimientos habituales para reparar cerramientos afectados por roturas en los mampuestos, siempre y cuando se haya comprobado con anterioridad que la grieta se encuentra perfectamente estabilizada.

Entre ellos, uno de los más empleados es sin duda la inyección. Esta intervención se caracteriza por introducir un ligante a baja presión en las grietas y en los huecos del muro de carga. Tan pronto como haya endurecido, la fábrica puede recuperar su capacidad portante inicial.

La actuación está indicada en la recuperación de cerramientos afectados por grietas, desdoblamientos y vacíos debidos a la pérdida de aglomerante, o a causa al envejecimiento de fábricas con morteros que contenían fibras vegetales.

Entre sus ventajas puede citarse que mantiene el aspecto exterior del paramento a reestructurar, acorta los tiempos de ejecución y reduce riesgos de colapso, siempre y cuando la inyección se realice lentamente y a baja presión.

Por el contrario, exige equipos especiales y mano de obra experimentada, y no aumenta la capacidad portante del muro. Por este motivo, y ante la incertidumbre de su efectividad en las zonas mas solicitadas (como son las de apoyo de jácenas y forjados, en encuentros entre muros etc), interesa combinarla con otras formas de consolidación.

2. Procedimiento operatorio

- a) Garantizada la estabilidad de las grietas a tratar, y descargada la fabrica a estructurar, se sellarán las posibles salidas de la pasta hacia las cámaras, chimeneas, conductos, etc.
- b) De ser necesaria una preinyección, se colocan tubos de Ø15 mm a distancias de 40 - 50 cm.
- c) Enfoscar los paramentos o repararlos en su caso. Si se trata de muros a caravista conviene colocar, sobre las zonas agrietadas, un revestimiento fácil de eliminar a posteriori (por ejemplo, una mezcla empleada con bastante éxito estaría compuesta por arcilla, arena y ladrillo triturado en la proporción 40/30/30 %).
- d) Después, con la ayuda de embudos, se cuela una lechada muy fluida.
- e)En la operación de restitución del rejunteo, a lo largo de la grieta se colocan los catéteres de inyección a distancias comprendidas entre 15 y 30 cm, así como dos tubos testigo en la cara opuesta coincidiendo con los extremos inferior y superior de aquella.
- f) Se procede después al lavado mediante agua a presión.
- g) A continuación se inyecta la mezcla empezando por el catéter inferior, y desde los laterales, hacia el centro. Se comienza obturando el testigo situado mas abajo cuando la mezcla empieza a aparecer. Se continúa inyectando hasta que asoma por el segundo catéter, se obtura entonces el primero y se inyecta después por el segundo. Y así sucesivamente.
- h) Por último se elimina el enfoscado de sellado.

- Las numerosas variables que influyen en los procedimientos de inyección (distancia entre perforaciones, presiones de trabajo, tipo y fluidez del ligante, etc), aconsejan que este tipo de trabajos se contraten con empresas especializadas.
- O al menos, realizar ensayos previos, de manera que pueda estimarse con un cierto margen de seguridad, sobre la efectividad del tratamiento.



Puede darse el caso que, debido al tipo de esfuerzos y deformaciones a los que está sometido el muro de carga, la presencia de fisuras y grietas sea más o menos generalizada (figura F 5.1).

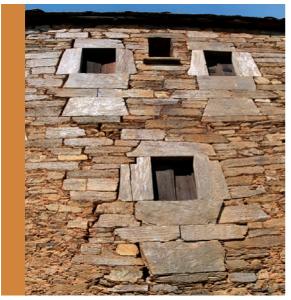


Figura F5.1

En estas situaciones, el sistema anterior resulta demasiado lento, por lo que es más aconsejable actuar del modo que se indica a continuación.

2. Procedimiento operatorio

- a) Al igual que en la ficha precedente (F 04), una vez descargado el muro de carga objeto de consolidación, rejunteada provisionalmente la fábrica y adoptadas las medidas de seguridad oportunas, dará comienzo el proceso de inyección, empezando desde las partes laterales a las centrales, de abajo hacia arriba y en superficies aproximadas entre 2 - 3 m².
- b) Se realizan perforaciones de Ø 25 30 mm dispuestas a tresbolillo, en una red triangular equilátera a razón de dos a tres por metro, en función de la receptibilidad interior. Para definir con más precisión esta distancia, conviene realizar ensayos previos. La profundidad dependerá de la situación de los huecos a rellenar; generalmente se llega hasta la mitad del espesor.

Más conveniente es alcanzar 10 - 15 cm de la cara opuesta, e incluso realizar alguna operación pasante a utilizar como testigo que posteriormente se tapona. En muros de hasta 75 cm se inyecta por una sola cara.

Y para espesores mayores, por las dos. Con fábricas de ladrillo conviene inclinar las perforaciones 45°, a fin de interceptar varias hiladas.

- c) Después se inyecta agua a una presión comprendida entre 1 y 3 atm (1x105 - 3x105 Pa), dependiendo del estado de la fabrica, para lavar los vacíos internos, arrastrar la pasta o la arcilla suelta y humectar para favorecer la adhesión. El agua y las partículas arrastradas salen por las perforaciones de la hilada inferior.
 - El volumen de agua inyectado permitirá conocer la cantidad de ligante necesario.
- d) Se obtura la primera fila de bocas a excepción de una que se conecta con la bomba.
- e) Seguidamente se inyecta el ligante a presión muy baja (0.05 a 0.1 Pa) cuando los huecos son grandes y la fábrica está muy disgregada. O a mayor presión si, a pesar de encontrarse en buen estado, la amplitud de fisuras y huecos es pequeña.
 - También puede operarse en dos fases; primero a la presión atmosférica, y un par de días después a otra más elevada.
- f) La inyección termina cuando aparece el ligante por los catéteres de la hilada superior. Se obtura entonces la primera boca y se inyecta por las de la hilada siguiente. Así hasta consolidar la totalidad del muro.
- g) La operación concluye con la retirada del enfoscado previo de sellado y con el control de los resultados obtenidos. Para ello se recurre a la percusión obtenida al golpear con un martillo. O al método más directo de levantar algunos mampuestos.

3. Recomendaciones

Previamente a la ejecución de la inyección, debe llevarse a cabo una inspección minuciosa del muro a consolidar, para analizar la influencia de los siguientes factores: situación de los revestimientos, ya que actuaran a modo de encofrado de la mezcla a inyectar; la posible existencia de cámaras o conducciones internas, por las que pueda escaparse la pasta; la amplitud, extensión y volumen aproximado de los huecos; y sobre todo, la existencia de posibles desdoblamientos (que aumentan el riesgo de pandeo) y la cohesión de la fabrica. Conocidos estos datos, se decidirá sobre la conveniencia del mantenimiento o reposición de los revestimientos; la separación entre perforaciones, la presión de inyección y el tipo y la fluidez del ligante; y la adopción de medidas de seguridad.



Las causas que provocan la aparición de grietas o fracturas sobre los muros de carga pueden ser muy variadas.

Entre ellas se incluyen la desaparición o el envejecimiento de los morteros debido a la acción de los agentes atmosféricos y el agua ascensional, la ausencia de durmientes de reparto bajo las vigas o los pilares, los movimientos sísmicos, o las lesiones debidas a asientos diferenciales de las fundaciones. A este respecto, la costumbre de dar la misma anchura a las cimentaciones corridas de todo el edificio, crea esfuerzos diferenciales en el terreno; y como consecuencia, asientos también diferenciales, que se manifiestan a través de grietas pasantes muy localizadas, en ocasiones de gran anchura. La figura F6.1 muestra un fallo de este tipo en una construcción del pueblo de Alquerdo.

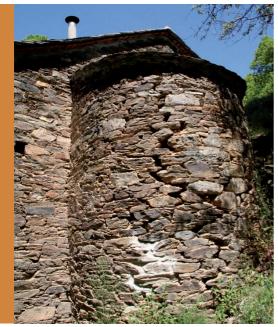


Figura F6.1

Cuando el origen del problema ya ha sido resuelto, es el momento de plantearse la reestructuración del paramento, a fin de que recupere sus características mecánicas originales. En estos casos, una posible solución es acometer la sustitución de la zona lesionada.

Como puede deducirse, la operación consiste en desmontar por fases o "bataches" la parte de muro afectado, y en reconstruirla inmediatamente después, antes de comenzar la fase siguiente.

2. Procedimiento operatorio

Eliminadas las causas que originaron la lesión, definido el orden de intervención y descargada la fabrica, se procede de la forma siguiente:

- a) Desmontaje del batache iniciando la operación desde la parte superior y en forma de arco a fin de facilitar, a través de él, la descarga de la fábrica situada por encima. La operación ha de hacerse con barra de pata de cabra; nunca con el martillo neumático debido a las vibraciones que produce.
- b) Apuntalamiento parcial del citado arco.
- c) Continuación del desmontaje en toda la profundidad del muro si es de una hoja, o de un asta o menor. Cuando es de dos hojas, y de asta y media o mayor, se desmonta por hojas.
- d) Regularización de las paredes para facilitar el aparejo.
- e) Reconstrucción de la fábrica con mortero de cal, aunque en hiladas de pequeño espesor a fin de reducir la retracción.
 Por la misma causa, y con objeto de acelerar el endurecimiento, los más indicados son los morteros preconfeccionados.
 - Cuando la reconstrucción se hace por hojas, han de dejarse llaves que garanticen la conexión.
- f) La inyección termina cuando aparece el ligante por los catéteres de la hilada superior. Se obtura entonces la primera boca y se inyecta por las de la hilada siguiente. Así hasta consolidar la totalidad del muro.
- g) Finalmente, después de terminada la ultima hilada, cuando sea necesario, se procede a la puesta en carga por acuñado.

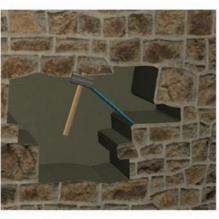
La figura F6.2 muestra una intervención de este tipo. Obsérvese la discontinuidad de 20 cm existente entre el paramento sustituido y mantenido.



Figura F6.2













Cuando se trata de fachadas demasiado esbeltas, o si las cargas que reciben en coronación son muy elevadas, los muros de carga pueden sufrir la separación de sus hojas, y el consiguiente pandeo de las mismas, lo que podría ocasionar el colapso repentino del cerramiento.

Para conseguir recuperar la enlazabilidad perdida entre las hojas constituyentes del muro de carga, en aquellos casos en los que el desdoblamiento del cerramiento es del tipo cóncavo - convexo, y con alturas inferiores a una planta, la solución más aconsejable es el bulonado.

En esencia, consiste en coser entre sí las hojas del muro, mediante el empleo de pernos roscados, completándolos con arandelas encargadas de aumentar la superficie de reparto. Si el desdoblamiento afecta a más de una planta, la solución también es válida, aunque exige previamente un atirantado a nivel de los forjados.

Aventaja a la inyección armada en que el pretensazo disminuye el pandeo de la fábrica.

Por el contrario, el bulonado es totalmente contraproducente cuando se trata de pandeos biconvexos.

2. Procedimiento operatorio

Eliminadas las causas que originaron la lesión, definido el orden de intervención y descargada la fabrica, se procede de la forma siguiente:

- a) Replantear sobre el muro afectado la situación y el orden en que se colocarán los bulones. Su número y posición será variable con la superficie de la zona afectada.
 - A modo de orientación, para radios de hasta 1 rn, es suficiente con un perno único de Ø 20 coincidiendo con la flecha máxima. En los restantes casos conviene disponer 7Ø16; uno coincidiendo con el vientre, y seis mas según un hexágono de radio 2/3r, siendo r el radio correspondiente a la curva de inflexión.
- b) Definidos los puntos, se realizará el primer taladro, comenzando por el situado más abajo de la curva de inflexión.
- Colocación del perno y sus arandelas, en caliente, a fin de aprovechar la pretensión.
- d) Para no debilitar la fábrica, la siguiente perforación deberán llevarse a cabo cuando haya concluido la colocación del bulón anterior.
- e) Repetir el procedimiento con los siguientes pernos interiores a la curva de inflexión, después el situado en el vientre y, en último lugar, los cuatro situados sobre dicha línea, si es que se han previsto.
- f) Y se concluye con una inyección a baja presión (0.25 0.50 atm = 0.25x10-5 0.50x10-5 Pa).

Las figuras F7.1 y F7.2 muestran un edificio cuya fachada se

encontraba afectada por un proceso de pandeo, estabilizada por medio de este sistema.



Figura F7.1

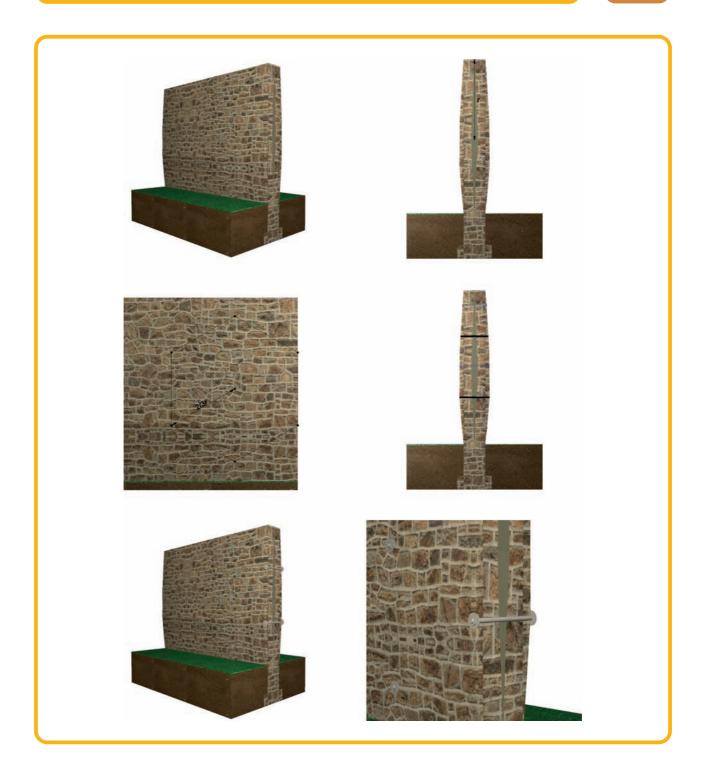


Figura F7.2

3. Recomendaciones

• En obras de menor entidad, cuando no se dispone de equipos de perforación adecuados al tipo de roca, o si la desagregación de la fabrica es tal que su estabilidad puede verse afectada durante la apertura de los taladros, está indicada la enlazabilidad de las hojas del muro a través de 'cosidos" o "puntadas" de hormigón armado.

Para ello, eliminando mampuestos poco adheridos o faltos de pasta, se hormigonan los huecos obtenidos (de 15 a 25 cm de lado). Como armadura se disponen 4 Ø10, estribados con redondos de Ø6 separados a 15 cm.



En aquellos casos en los que un paño correspondiente a un muro de carga, o incluso una fachada completa, se encuentre afectada por problemas de estabilidad relacionados con desplomes a causa de empujes no compensados, pérdidas de verticalidad, pandeo debido a la falta de enlazabilidad con los entramados interiores, etc, pueden resultar interesantes los sistemas de atirantado.

Como ejemplo, la figura F8.1 permite apreciar la salida del plano de una fachada, como consecuencia de la compresión ocasionada por el apoyo mal resuelto del elemento de cubierta.



Figura F8 1

El atirantado, procedimiento empleado desde tiempos muy remotos, es una de las técnicas que permite absorber los esfuerzos de tracción, mediante un apeo dispuesto en dirección horizontal.

En conjunto, el sistema consta del tirante propiamente dicho, las placas de retención, las piezas de conexión y el tensor. La figura F8.2 presenta dos tirantes y sus pletinas correspondientes, situados sobre una fachada de fábrica afectado por desplomes.



Figura F8.2

2. Procedimiento operatorio

- a) Calculado el diámetro del tirante, en primer lugar se deberá replantear la posición de su eje y el nivel del colocación, de acuerdo con las recomendaciones que aparecen en el apartado siguiente de esta misma ficha.
- b) Levantamiento del solado, caso de que finalmente se sitúe debajo de este.
- c) Perforación de los muros de carga y de los tabiques intermedios, si existen.
- d) A continuación se colocarán unas vainas de plástico en el interior de los taladros realizados. Con ello se evitará el rozamiento tirante - fábrica.
- e) Presentación de los componentes del sistema, tratados frente a la corrosión, y realización de los empalmes entre el tensor y los tramos del tirante. Es importante que sus extremos, roscados, sobresalgan al menos 10 cm de cada muro.
- f) Colocación de las pletinas o de las placas de retención en los extremos del tirante.
- g) Después se retacará con mortero de cemento el espacio entre las placas y el muro.
- h) Pasados unos días para que fragüe la pasta, se iniciará la puesta en tensión, atornillando las tuercas extremas, o mejor atirantando a través del tensor intermedio. Es fundamental controlar los esfuerzos aplicados sobre el muro, con el fin de evitar daños por compresión sobre la fábrica.

- Encargar el cálculo y la ejecución a profesionales con experiencia.
- En cuanto a la ubicación, la placa de reparto se situará encima de la superficie afectada, o lo más próximo a ella. Si la zona se encuentra demasiado desagregada, será preciso consolidar el muro mediante inyecciones.
- La placa opuesta se anclará en otro muro paralelo al afectado. Y para evitar deformaciones de ambos, a través y contra otro paramento transversal, si es posible.
- De emplear placas circulares, su diámetro estará comprendido entre los 30 50 cm; o 25 45 cm de lado, caso de optar por forma cuadrada.
- Situar los tirantes entre forjado y pavimento, a fin de ocultarlos bajo el solado. De esta forma, el entramado horizontal ayudará en la puesta en obra y en el acodalamiento.
- Precisamente, si de acodalamiento actúa otro muro transversal, interesan tirantes dobles, colocados por el interior, mediante pasamuros o puertas.
- Los modernos procedimientos de tirantes pretensados sólo se emplearán cuando existan muros de carga transversales.









Cuando los muros se encuentran muy degradados debido a la pérdida del mortero, o si lo que se pretende es mejorar las características mecánicas de la fábrica para soportar un eventual aumento de las cargas, pero evitando la introducción de entramados auxiliares, la solución es suplementar el paramento con una hoja más de fábrica, conectada al cerramiento original, o disponer un revestimiento de hormigón armado.

La primera opción es muy sencilla de ejecutar, aunque el espesor del nuevo elemento resistente obligaría a aumentar la anchura de la cimentación inicial. Es decir, a ejecutar un recalce superficial.

Además, ambos muros de carga (el inicial y el de refuerzo) deberían vincularse por medio de perpiaños o llaves (incluso en ocasiones realizadas en hormigón armado), con el fin de que ambos trabajen de manera solidaria.

Sin embargo, cuando vaya a actuarse desde el interior, la segunda opción resulta mucho más sencilla, rápida y eficaz. En este caso, la intervención consiste en reforzar la fabrica con uno o dos revestimientos de hormigón de pequeño espesor, armados con malla electrosoldada, y enlazados entre sí por medio de redondos, que serán pasantes cuando se actúe sobre las dos caras.

Como contrapartida, no cabe duda de que modifica los aspectos estéticos y estáticos de la fábrica, y reduce ligeramente el espacio útil.

2. Procedimiento operatorio

- a) En primer lugar se adoptarán las medidas de seguridad oportunas, que en estos casos suelen limitarse a disponer apuntalamientos provisionales en los muros cuya capacidad portante se encuentre muy disminuida.
- b) A continuación se eliminarán los antiguos revestimientos.
- c) Y se reciben los mampuestos desprendidos.
 - Para esta operación se aconseja el empleo de morteros que contengan cal en su formulación, con el fin de mejorar la adherencia y reducir la retracción.
- d) Después, coincidiendo con las juntas entre mampuestos, se realizan perforaciones pasantes de Ø10 - 15 mm, a distancias comprendidas entre los 40 y 75 cm. Es conveniente que la dimensión sea módulo de la separación entre las barras de la malla.
- e) Preparados los taladros, es el momento de saturar con agua el paramento sobre el que va a anclarse el nuevo paramento.
- f) Con pasta muy fluida se rellenan las partes lesionadas y las perforaciones.
- g) A través de éstas se insertan redondos pasantes de Ø4 -6, de modo que sobresalgan 10 cm hacia la superficie sobre la que va a fijarse el refuerzo.



Figura F9.1

- h) Se colocan mallazos de Ø 4 6, y paso 10 15 cm, conectados a los redondos anteriores. La figura F9.1 muestra una intervención de este tipo sobre una edificio de muros de carga de fábrica de ladrillo macizo.
- Si se trata de machones, se situarán de forma que sobresalgan en las esquinas 10 cm más que el espesor del muro.
 En los huecos, el mallazo se prolongará sobre las jambas (figura F9.2).



Figura F9.2

- j) Coser estos con los redondos. En caso de refuerzo de machones, se solaparán en las esquinas y se enlazan con la cimentación, o con recrecidos o recalces de esta, si fuese necesario.
- k) Por ultimo se hormigona con la ayuda de encofrados para espesores de 5 a 10 cm, manualmente entre 3 - 5 cm, y por gunitado para espesores menores.

3. Recomendaciones

 Cuando no es posible o no interesa intervenir por las dos caras, la operación se realiza por una sola. En este caso, es conveniente incluir algún zuncho de rigidización.









Cuando se trata de fábricas de ladrillo o de sillería agrietadas o desdobladas, las inyecciones habituales de mortero son poco efectivas; otro tanto ocurre en el refuerzo de encuentros entre muros de mampostería.

Se recurre entonces a la inyección armada, intervención que consiste en alojar en el interior de las perforaciones, unas barras de acero corrugado de pequeño diámetro.

De esta manera, la envolvente de mortero se encarga de transmitir a la fábrica los esfuerzos que necesite de los redondos. Las ventajas de tal intervención son varias, entre las que pueden citarse el mantenimiento de los aspectos estáticos y estéticos de la fábrica, la reducción de riesgos y el tiempo de ejecución y, sobre todo, que estos sistemas consiguen incrementar los esfuerzos únicamente donde y en la proporción en que sean necesarios.

A este respecto, la inyección armada se aplica para evitar el desdoblamiento entre las hojas del muro, incrementar la resistencia a compresión o a tracción, y mejorar el monolitismo perdido en los encuentros por defectos de ejecución o por sacudidas sísmicas.

De la misma forma, también se aplica en la recuperación de la enlazabilidad perdida entre la fabrica y cornisas, balcones, antepechos, escaleras, etc.

2. Procedimiento operatorio

- a) Previamente a llevar a cabo la inyección, deberá realizarse un estudio patológico del problema planteado. Y sólo una vez que se haya emitido el diagnostico correspondiente, de acuerdo con las lesiones existentes y los movimientos habidos, será el momento de comenzar la intervención.
- b) Definidas las causas que han desencadenado el proceso de fallo, habrá que estudiar la situación, distribución e inclinación de las perforaciones, sus diámetros y el calibre de los redondos y el tipo de ligante.
- c) La intervención propiamente dicha comienza con la perforación de la fábrica. Para ello, lo habitual es practicar taladros de 25 30 mm de diámetro, a fin de atravesar el mayor número posible de juntas de mortero.
 - Cuando se trata de encuentros entre muros, las perforaciones se disponen en forma cruz. Y en el caso de desdoblamientos, se perfora alternativamente en una y otra cara. Las grietas suelen coserse actuando perpendicularmente a ellas. Para que el tratamiento sea eficaz, la intervención ha de extenderse mas allá de la lesión, a distancias entre 0.50 1.0 m.
- d) Seguidamente se inyecta aire comprimido o agua para eliminar el polvo, y las partículas desprendidas, y favorecer la posterior adherencia.

 e) A continuación se inyecta la mezcla, y finalmente se introduce la barra.

- Para evitar la corrosión de la armadura, deben garantizarse recubrimientos interiores de 2 cm y exteriores de 4 - 5 cm.
 Esto se consigue colocando las barras mediante un separador en el extremo opuesto al de inyección. Una vez realizada esta, se introduce el otro separador.
- El sellado tiene que efectuarse cuidadosamente.
- En la actualidad, existen firmas comerciales que disponen en sus catálogos de sistemas de inyección armada completos, que incluyen una armadura específica y morteros perfectamente confeccionados para ser utilizados mediante este tipo de procedimientos.
- La existencia de huecos entre la fábrica tampoco plantea problemas a la hora de la inyección, puesto que para estos casos se dispone de vainas elásticas de material sintético, que confinan la lechada, evitando que fluya a otras zonas distintas de la prevista.











1. Descripción de la lesión 2. Procedimiento operatorio

En las construcciones rurales, lo más habitual es que los cargaderos de las fachadas estén constituidos por elementos pétreos de grandes dimensiones, o por escuadrías de madera. Los primeros son susceptibles de sufrir procesos patológicos asociados a fracturas debidas al envejecimiento del propio dintel y, sobre todo, a modificaciones de las condiciones de equilibrio.

Entre estas últimas pueden citarse, por ejemplo, el agotamiento o la inestabilidad de las jambas, los asientos diferenciales del edificio, la apertura de huecos en posiciones inadecuadas, e incluso las intervenciones poco afortunadas, como por ejemplo la realización de cajeados o rozas sobre el mismo cargadero (figura F11.1).



Figura F11.1

Por su parte, en los dinteles de madera, el mayor problema reside en la degradación producida por los hongos de pudrición, a causa del elevado contenido de humedad de la pieza. Este tipo de fallos, que suelen afectar casi siempre a los apoyos, obligan en muchos casos a apuntalar el elemento (figura F11.2).



Figura F11.2

En la actualidad, cuando el dintel está sometido a esfuerzos importantes, el sistema más utilizado pasa por coser las grietas mediante redondos o pletinas fijadas con resinas.

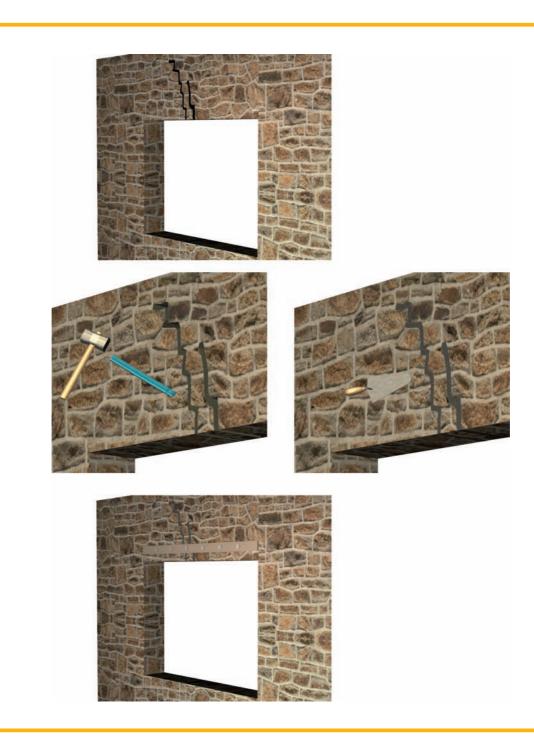
a) La operación, muy sencilla, comienza presentando la pletina y marcando la posición de los taladros donde irán alojados las fijaciones mecánicas en el dintel. A este respecto, lo habitual es situar la pieza metálica o las armaduras en el interior o por debajo, aunque también puede hacerse desde un lateral (figura F11.3).



Figura F11.3

- b) Después se realizarán los taladros, se colocará el refuerzo, previamente protegido frente a la corrosión, y se introducirán los pernos. Con dinteles pétreos de poca sección, interesa utilizar tacos anclados con resinas, para evitar que las tensiones de tracción puedan dañar la pieza.
- c) Por último se inyectarán las fisuras o grietas, empleando para ello resinas adecuadas para cada material.

- En cuanto a estas resinas, en el mercado existen productos de coloraciones similares a las de los propios cargaderos, por lo que las intervenciones en las que el refuerzo se disponga dentro del dintel, pueden quedar casi ocultas a la vista.
- Con elementos excesivamente afectados por la pudrición (ver figura F11.2 anterior), o con fracturas importantes, analizar su retirada, o la eliminación de la zona dañada y su posterior sustitución por una prótesis del mismo material, fijada mediante adhesivos y redondos.
- Si las cargas que actúan sobre el dintel no son elevadas, el sellado con resinas epoxídicas puede ser suficiente para restituir la capacidad mecánica de la pieza.
- La aplicación de estos productos no suele ser complicada, aunque siempre deberá vigilarse la ausencia de polvo y suciedad sobre las superficies a unir, y la humedad del soporte. También es fundamental controlar la densidad del producto, para evitar que fluya excesivamente a través de las grietas o las fendas, lo que ensuciaría el cargadero.



No es frecuente encontrarse con arquerías en las construcciones tradicionales de la comarca.

A excepción de algunos huecos de pequeñas dimensiones, casi todas se localizan en accesos de iglesias y edificios de cierta entidad, como el imponente palacio de Tormaleo (figura F12.1).



Figura F12.1

Por regla general, los procesos patológicos que afectan a los arcos, se deben a errores de diseño o dimensionamiento, a fallos cometidos durante la ejecución, y a otras causas inducidas, como por ejemplo aumentos en las cargas, asientos diferenciales de los muros, al envejecimiento o a la disolución de alguno de sus elementos constituyentes.

Sea cual sea el tipo de fallo, el síndrome característico viene siempre asociado a la aparición de grietas, agotamiento de los materiales, deslizamientos entre piezas, o al descenso de la clave, como en esta construcción de Boiro (figura F12.2).



Figura F12.2

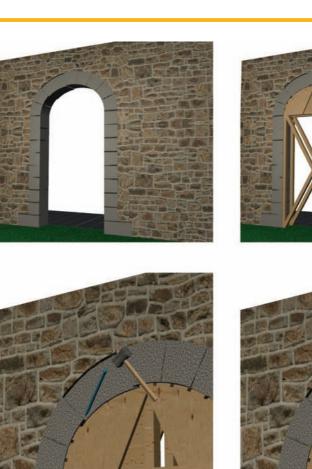
2. Procedimiento operatorio

La metodología de intervención es la misma que se aplicaría

en la construcción de un nuevo arco, y comprendería las fases de construcción de la cimbra, labrado de las dovelas, y colocación de las piezas.

- a) Antes de acometer la reparación del arco, deben definirse las causas que han desencadenado el proceso de fallo. Y en base a las citadas causas, poner en práctica las soluciones que impidan la reaparición del problema.
- b) Una vez que se ha asegurado la estabilidad del muro de carga, se comenzará construyendo la cimbra y sus apeos correspondientes.
- c) Fabricada la cimbra, llega el momento de labrar las dovelas, dibujando a escala las dos proyecciones del arco, a escala natural, sobre una superficie de yeso o mortero.
- d) Y terminadas las dovelas, se presentan sobre la traza de la proyección horizontal del arco. A continuación se sobrepone la cimbra, procediendo a su ajuste en caso de que se detecte alguna irregularidad.
- e) Después llega el momento de efectuar el replanteo y la comprobación de las nuevas dovelas.
- f) Con los materiales preparados, se coloca la cimbra y se ajusta, a fin de garantizar la seguridad de la arquería.
- g) A continuación se extraerán las dovelas dañadas, limpiando las superficies de contacto, y eliminando todo rastro de mortero.
- h) Introducción de las nuevas piezas, y acuñado de las mismas empleando para ello tacos y mazas de madera, hasta situarlas en su posición definitiva.
- i) Seguidamente, se inyectarán y rellenarán las juntas mediante un mortero que contenga cal en su composición.
- j) Por último se descimbrará el arco y se retirarán los apeos.

- No deben emplearse morteros ricos en cemento, ya que en muchos ocasiones sus propiedades mecánicas son superiores incluso a las de las propias dovelas. En este caso, se dificultará el habitual y progresivo ajuste de la fábrica, al tiempo que pueden aparecer tensiones excesivas y localizadas sobre algunas piezas.
- Las cuñas de madera deben disponerse a unos 4 5 cm de las esquinas, a fin de evitar desportillamientos.
- En las operaciones de montaje, sólo se emplearán mazos de madera
- La mayoría de los arcos existentes en los concejos de Cangas del Narcea, Ibias y Degaña son circulares. Sin embargo, las técnicas de montaje descritas serían idénticas para otras tipologías.











1. Descripción del problema

En la adecuación de las plantas bajas de edificios de fábrica de piedra o de ladrillo, en las cuales va a ubicarse un establecimiento comercial o de servicios, suele surgir la necesidad de aumentar la luz de algún hueco, de transformar dos en uno, o de abrir uno nuevo.

Lo mismo sucede en algunas intervenciones de reestructuración, especialmente cuando se producen cambios de uso en construcciones antiguas en las que se precisa una mayor iluminación y ventilación.

Esta operación, aparentemente muy sencilla en proyecto, lleva consigo una cierta complejidad cuando se lleva a cabo en muros sometidos a cargas importantes, cuya consistencia no está asegurada, o en el caso de que se trate de huecos de grandes dimensiones.

En el presente apartado se describirá el procedimiento recomendado para la apertura de huecos en muros de pequeño espesor, empleando dinteles de madera o perfiles metálicos.

2. Procedimiento operatorio

- a) Definida la posición del hueco y calculados los dinteles, como primera medida se descargarán todas las plantas superiores mediante apeos interiores.
- b) Si se trata de huecos de grandes dimensiones, será necesario el empleo de soportes, para lo cual resultará imprescindible la construcción de una pequeña cimentación, con su cajeado previo, compactación del terreno, vertido del hormigón de limpieza, colocación de armaduras sobre separadores, placas de anclaje, etc.
- c) La operación continúa con el cajeado vertical del muro y la colocación de los soportes. Estos elementos (cimentación y pilares) no serán necesarios con huecos de pequeñas dimensiones.
- d) Después se cajea el muro para colocar el perfil o la escuadría correspondiente al dintel del interior de la edificación, incluyendo el acuñado y el retacado del hueco.
- e) Al día siguiente se repite el proceso desde el exterior y, una vez dispuesto el segundo dintel, se atornillará al inicial.
- f) De existir espacio libre entre los dinteles, se rellenará con hormigón fluido mediante un bebedero.
- g) Una vez endurecido, se retirarán las cuñas y se demolerá la fábrica para abrir el hueco. En esta operación no deberían emplearse martillos neumáticos, sino palancas de acero.

3. Recomendaciones

- Dada la responsabilidad que puede entrañar este tipo de actuaciones, debe realizarse una minuciosa inspección de la fábrica objeto de intervención, y de las colindantes.
- · Además de los correspondientes permisos y licencias, en

- previsión de posibles problemas con otros propietarios, conviene levantar acta de las fisuras y grietas, desplomes, etc, que presente la construcción. La colocación de testigos tipo fisurímetros o comparadores siempre ayuda en la toma de datos
- La posición del nuevo hueco es fundamental, por lo que debe elegirse convenientemente. Así, si el propósito de la intervención es aumentar la luz de un vano ya existente, es preferible centrar el nuevo respecto del antiguo; si es posible, se aconseja encajar el nuevo entre dos ya existentes.
- Cuando se trata de crear un nuevo hueco, interesa elegir una posición tal que reciba los menores esfuerzos.

Así, de existir ventanas en la planta superior, debería centrarse respecto de alguna. O mejor, situarlo entre otros huecos para propiciar la formación del arco de descarga. Como ejemplo de lo anterior, en esta edificación de Marcellana, la localización de la puerta entre las dos ventanas sí puede considerarse correcta (figura F13.1).



Figura F13.1

La situación del citado arco de descarga puede adivinarse con claridad sobre el cargadero de madera (figura F13.2).



Figura F13.2

Apertura de huecos en muros de pequeño espesor



1. Descripción del problema

Si en lugar de un paramento de pequeña sección, el muro sobre el que se practicará el hueco tiene un espesor considerable, el procedimiento de intervención es algo más delicado, debido fundamentalmente a la falta de cohesión interna de estos cerramientos.

Este problema, habitual en gran parte de los edificios de nuestro patrimonio, se agudiza en muchas de las construcciones levantadas en la comarca, a causa de la falta de trabazón entre las hojas exterior e interior, así como a la casi total ausencia de aglomerante entre los mampuestos.

2. Procedimiento operatorio

Las primeras fases son comunes a las definidas para el caso de cerramientos de poca sección, descrito en la ficha F - 13 anterior

- a) Como primera medida, se estudiará la posición del hueco y se dimensionarán los dinteles.
- b) Después se descargarán las plantas superiores mediante apeos interiores.
- c) La construcción del hueco propiamente dicha comienza con el cajeado que permitirá el recalce de la cimentación del muro. Esta fase incluye la compactación del terreno subyacente, la colocación del hormigón de limpieza, la disposición de la armadura con sus separadores correspondientes y sus placas de anclaje; y por último el vertido y la compactación del hormigón constituyente de la zapata.
- d) Ejecutada la cimentación, después se rasgará verticalmente el muro y se colocarán los soportes o las jambas, mediante sillares de grandes dimensiones, que garanticen la transmisión de cargas hacia la fundación.
- e) Sigue con el cajeado del muro para colocar el perfil o la pieza de madera que constituirá el dintel correspondiente al interior de la edificación.
 - A continuación se acuñará y retacará el hueco.
- Fraguado el mortero, el proceso se repetirá desde el exterior y, una vez dispuesto el segundo dintel, se conectará al inicial mediante pernos.
- g) Ligeramente por encima de los dinteles, y a distancias comprendidas entre 1.50 - 2.00 m, se realiza una primera serie de perforaciones transversales al muro, en las que se introducirán perfiles UPN 100 - 120 (con las alas hacia arriba), IPN 80 - 100, etc, protegidos frente a la corrosión, y después se retacarán los huecos.
- h) Una vez fraguado el mortero, se efectuará la misma operación en los puntos medios entre los perfiles anteriores.
- Si el interior del muro está disgregado, se inyectará mortero fluido para compactarlo.
- j) Asegurada la estabilidad del cerramiento, se procede después

- a la demolición del tramo de muro comprendido entre las jambas y el dintel.
- k) Por último, si fuese necesario, se dispondrá un encofrado bajo los perfiles y se rellenará el hueco con hormigón fluido mediante un bebedero. Esta operación no será necesaria si se emplean perfiles de ala ancha como cargadero (figura F14.1).



Figura F14.1

3. Recomendaciones

• Todas las indicaciones que se citan en la ficha F - 13 anterior, relativas al estudio previo del muro, el control de la fisuración, la posición del hueco, etc, son extrapolables al caso de muros de medio y gran espesor. Por estas razones, la posición de la puerta en esta agradable vivienda de Uría no se considera la más correcta (Figura F14.2).



Figura F14.2

- Si se utilizan perfiles metálicos como dinteles, interesa presentarlos con una ligera contraflecha (5 %). En este caso, se recomienda calzarlos con un gato hidráulico, para anularla.
- Otra opción válida sería, en primer lugar, introducir los perfiles transversalmente al muro, y recibirlos todos mediante dos vigas metálicas dispuestas una por dentro y otra por fuera del cerramiento, que posteriormente se apuntalarían. De esta forma, las cargas de la fábrica se transmitirían directamente al terreno, y podría realizarse la apertura del hueco bajo el apeo provisional.













Ejecutada la intervención de refuerzo más conveniente, de acuerdo con el tipo de fallo (recalce de la cimentación cuando se trata de asientos diferenciales, atirantado en daños asociados a empujes horizontales de forjados y cubiertas, etc), es el momento de reparar los daños producidas durante el desarrollo de proceso patológico.

Para el caso de lesiones aparecidas sobre los muros de carga, son de aplicación los procedimientos descritos en otras fichas incluidas dentro de este mismo capítulo F - Fábricas.

Sin embargo, cuando las deficiencias se presentan sobre los paramentos interiores, y especialmente sobre las tabiquerías, los sistemas de reparación son mucho más sencillos.

2. Procedimiento operatorio

a) Una vez estabilizado del daño, el primer paso es determinar el material constituyente del soporte (entramado de madera, piedra, ladrillo, yeso o incluso varas entrelazadas - figura F15.1).



Figura F15.1

- b) Al mismo tiempo, se medirá la anchura y profundidad de la fisura o de la grieta, y se verificará si el soporte ha resultado afectado. Para ello, en ocasiones será necesario eliminar previamente el enlucido.
- c) Con anchos de fisura inferiores a 0.5 mm, en muchos casos bastará con retirar el revestimiento a ambos lados de la lesión, en una superficie aproximada de 10 15 cm, limpiar el polvo que haya podido quedar adherido, e introducir una masilla tapagrietas por medio de la espátula. El material de relleno deberá extenderse en varias pasadas perpendiculares al fallo. A continuación se aplicará el nuevo revestimiento, se regularizará la superficie y se procederá al pintado del paramento.
- d1) Si la grieta alcanza 1 mm, es aconsejable eliminar el revestimiento en una anchura de 20 cm, sanear los bordes de la fractura, y aplicar la masilla de reparación.
 - Conviene preparar la grieta en forma de "V" para facilitar la puesta en obra de la pasta, y extenderla también per-

pendicularmente a la lesión, con la espátula y en varias capas si es preciso, para evitar la presencia de bolsas de aire.

d2) A continuación, con la pasta aún fresca, se colocará una malla de fibra de vidrio o polipropileno.

Es importante situarla de acuerdo con las instrucciones de cada fabricante (algunas son autoadhesivas), cuidando especialmente que no quede ni muy abajo (en contacto directo con el soporte), ni demasiado arriba.

En la figura F15.2 se muestra la posición correcta de estas armaduras sintéticas, especialmente preparadas para controlar la fisuración.

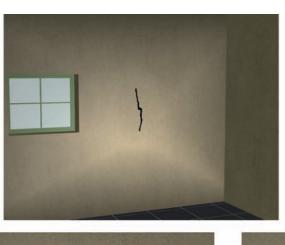


Figura F15.2

- d3) Por último se aplicará el nuevo revestimiento y, transcurrido el tiempo necesario para el secado del producto, la pintura de terminación.
- e1) Para fracturas de mayor anchura, y soportes de fábrica, lo más apropiado es el saneamiento de los labios de la grieta (con el mismo procedimiento descrito anteriormente), y el cosido de la misma mediante varillas de Ø5 dispuestas cada 20 cm aproximadamente, siempre en dirección perpendicular a la grieta, alojadas en rozas previamente practicadas en el soporte, y fijadas con mortero de baja retracción.
- e2) Después se repondrá la carga, igualmente con la espátula, en la misma dirección que los redondos, y completándola con la malla de fibra de material sintético anteriormente citada.
- e3) Por último se efectuará la aplicación del revestimiento, la igualación de la superficie resultante y finalmente la pintura.

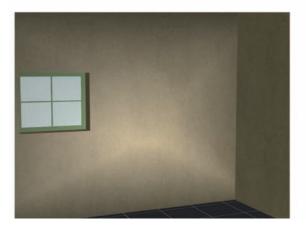
3. Recomendaciones

 Ninguna de estas operaciones exige conocimientos técnicos, materiales especiales, ni complicados medios auxiliares.
 Además, en el mercado existen firmas comerciales que ofrecen el sistema completo, incluyendo las grapas metálicas, las vendas y los morteros de reparación.









Estructuras de madera



INTRODUCCIÓN AL REFUERZO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA

La madera ha sido empleada como material de construcción desde los primeros tiempos de la Humanidad.

Sin embargo, en nuestro país, por diversas razones, durante mucho tiempo su utilización en componentes estructurales se vio reducida en favor del hormigón y del acero. En realidad, prácticamente quedó relegada a las edificaciones tradicionales ubicadas en zonas rurales.

Afortunadamente, en los últimos años la madera ha recuperado el protagonismo que siempre ha tenido en otros países; incluso puede decirse que ciertamente la construcción con madera está de moda.

Las razones que han favorecido este cambio de mentalidad, parten de la visión equilibrada de cuatro aspectos fundamentales: sus elevadas propiedades físico - mecánicas, su casi nulo impacto sobre el medio ambiente, la repercusión social y su sostenibilidad.

En lo que a esta publicación se refiere, se ha considerado fundamental abordar la rehabilitación de las antiguas estructuras tradicionales de este material, para lo cual se ha preparado un capítulo que incluye veinte fichas a lo largo de las cuales se explican las intervenciones más aconsejables para reforzar los entramados horizontales y verticales de las edificaciones tradicionales en las poblaciones de Cangas del Narcea, Ibias y Degaña.

Puesto que el propósito general de la publicación es facilitar la ejecución de los trabajos relacionados con la rehabilitación del Patrimonio Rural, se han tratado de relacionar las técnicas de más fácil puesta en obra, en detrimento de otras más complejas, destinadas a edificaciones de más entidad; y sobre todo, aprovechando las grandes prestaciones que en los últimos años han alcanzado las colas y los adhesivos.

Además, cuando se ha considerado conveniente, se han incluido una serie de recomendaciones de diseño, fundamentales para garantizar la durabilidad de las estructuras de madera, aplicables no sólo en el refuerzo de elementos lesionados, sino también en obra nueva.

Las fichas relativas al refuerzo de las estructuras de madera, son las siguientes:

- 1) Reparación de apoyo en vigas de madera mediante prótesis de madera encolada
- 2) Reparación de lesiones generalizadas en apoyos de vigas de madera
- 3) Reparación de apoyo en vigas de madera mediante prótesis y armaduras
- 4) Refuerzo de vigas mediante jabalconados
- 5) Reparación de vano en vigas de madera mediante prótesis de madera y adhesivo
- 6) Refuerzo de una viga de madera mediante escuadrías del mismo material
- 7) Refuerzo de una viga de madera mediante perfiles o llantones metálicos ocultos

- 8) Refuerzo de una viga de madera mediante perfiles o llantones metálicos vistos
- 9) Apuntalamiento de forjados de madera mediante vigas parteluces
- 10) Refuerzo de viga de madera mediante atirantados
- 11) Construcción de losa de hormigón sobre entramado de madera
- 12) Refuerzo de forjado por conversión en sección mixta madera hormigón
- 13) Reparación de pilares de madera mediante prótesis de madera encolada
- 14) Reparación de pilares de madera mediante dañados por pudrición en el arranque
- 15) Instalación de tirantes metálicos en cubiertas de madera
- **16)** Actuaciones en cubiertas de pares y pontones: doblado y sustitución total.
- 17) Actuaciones en cubiertas de tijeras y cerchas
- 18) Protección por diseño en estructuras de madera
- 19) Tratamientos contra la polilla y la carcoma
- 20) Tratamientos curativos contra las termitas

Cuando la cubierta de una edificación presenta infiltraciones o goteras, el contenido de humedad de sus muros resulta excesivo, o existen fugas en las conducciones de alguna de las instalaciones hidrosanitarias, es frecuente que los elementos de madera en contacto con el agua se vean atacados por organismos xilófagos (hongos de pudrición o insectos). En estos casos, si la parte afectada de la pieza es de poca extensión, suele ser adecuada la sustitución de la zona dañada por prótesis de madera conectadas mediante adhesivos (colas o resinas epoxídicas). El procedimiento se conoce como unión por empalme de caja y espiga.

2. Procedimiento operatorio

- a) Antes de comenzar los trabajos, resulta conveniente definir la especie de madera constituyente de la escuadría (conífera, o frondosa). Este dato es importante con objeto de elegir el tipo de adhesivo más adecuado al tipo de madera. Además, conviene que la prótesis sea también de la misma especie que la pieza original. Una vez conocido este dato, se apeará la viga objeto de reparación, y las viguetas que apoyen en ella.
- b) A continuación se desmontará la pieza a reparar o, si no es posible, se retirarán los elementos existentes en la zona de trabajo (pontones, pavimentos, tableros, etc), de manera que se permita trabajar cómodamente sobre la zona afectada.
- c) Después se eliminará toda la madera degradada, hasta llegar a la zona sana, y se practicará una caja o varias, dependiendo de las dimensiones de la viga a reparar. Cuando se trate de actuaciones en los apoyos, las cajas pueden ser ortogonales o inclinadas, indistintamente.
- d) Se realiza el negativo de la unión en la prótesis, comprobando que todas las piezas se encuentran secas antes de comenzar los trabajos.
 - Para apoyos muy expuestos a la humedad, aplicar previamente un tratamiento protector por autoclave.
 - En caso de que no sea posible encontrar una escuadría de dimensiones similares a la de objeto de reparación, pueden encolarse varias tablas entre sí, hasta conseguir la anchura deseada.
- e) Se aplica el adhesivo con la dosificación y cantidades recomendadas por el fabricante y se mete en presión mediante grapas o sargentos. Es recomendable vigilar las condiciones del aire ambiente dentro del local, puesto que el encolado suele muy sensible a las bajas temperaturas.
- f) Transcurrido el tiempo de fraguado del adhesivo establecido por el fabricante, se desmontan los sargentos.
- g) Seguidamente se recolocarán las viguetas, tableros,

- pavimentos, etc que habían sido retirados previamente a la intervención.
- h) Por último, dos días después de concluido el encolado, ya pueden eliminarse los apeos dispuestos bajo la estructura.

3. Recomendaciones

• Resulta fundamental garantizar que la prótesis de madera que se coloque tenga un contenido de humedad similar a la viga a reparar, y siempre inferior al 18% - 20%. La determinación de este parámetro puede efectuarse de manera rápida y sencilla mediante un xilohigrómetro. Estos equipos se encuentran en la mayor parte de los aserraderos o carpinterías que habitualmente trabajan con madera estructural, pavimentos, etc. En la figura M1.1 se muestran dos de los modelos más habituales.



Figura M1.

• Los encuentros de la viga reparada sobre los muros deberán realizarse siguiendo los criterios de diseño que aparecen en el DB - SE Madera del Código Técnico de la Edificación (CTE), especialmente en lo que respecta a la ventilación de la testa, cuidando que entre esta y la fábrica se mantengan como mínimo 1.5 cm para permitir la circulación del aire. Además, en el apoyo sobre el muro deberá disponerse una pieza de material no absorbente (caucho, neopreno, pizarra, etc), de forma que se evite el contacto viga - muro. La figura M1.2 muestra el mismo detalle que aparece en el CTE relativo a este tipo de encuentro.

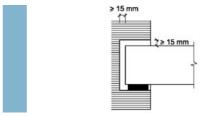
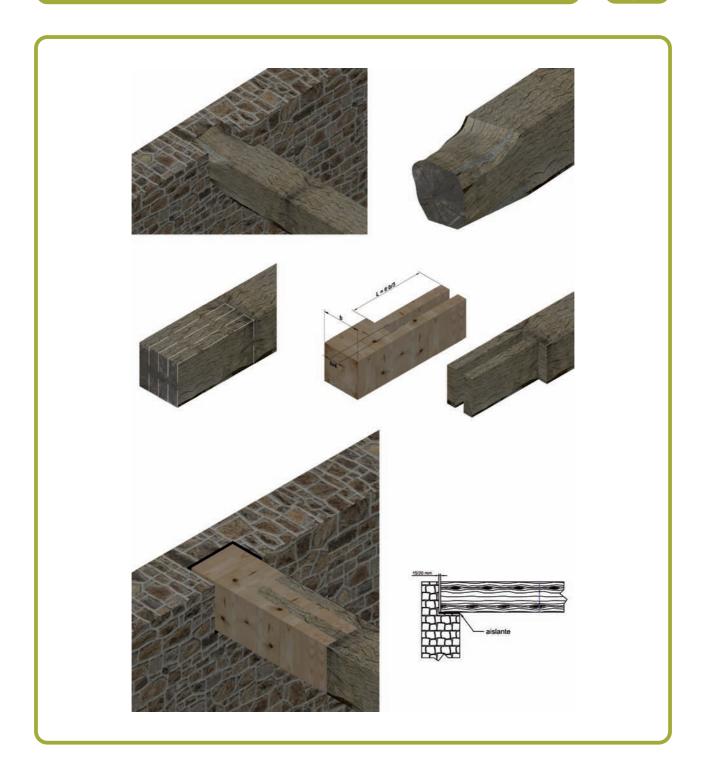


Figura M1.2 (Fuente DB SE - M)



Si la degradación de las testas de las correas, viguetas o pontones es generalizada, la intervención anterior probablemente resulte demasiado compleja y costosa.

Por ello, suele ser más sencillo, económico y rápido, el disponer una carrera o viga paredaña por debajo de los elementos afectados, separada unos 15 - 20 mm de los muros laterales para permitir la ventilación. Dicha viga se apoyará directamente en estos cerramientos, o a través de modillones empotrados en la propia fábrica (figura M2.1).



Figura M2.1

Esta solución se viene empleando desde hace varios siglos para evitar el ataque de las correas o viguetas desde sus apoyos, al tiempo que se consigue mejorar el comportamiento a flexión del forjado, puesto que se reduce ligeramente la longitud de estas piezas.

2. Procedimiento operatorio

- a) La actuación comienza con el apeado de las viguetas, a fin de garantizar la seguridad de los trabajos, seguido del corte de todas las testas de los elementos afectados por la humedad
- b) Inspección visual de la viga paredaña a instalar, para analizar la existencia de nudos de gran tamaño, alabeos, organismos xilófagos, etc., que pudiesen influir en la resistencia mecánica o en la durabilidad de la escuadría colocada.
- c) Replanteo de la viga paredaña, de manera que se garantice el apoyo de todos los pontones o correas sobre el canto superior de la viga. Previamente se habrá verificado que el contenido de humedad de la carrera es inferior al 20%. La comprobación puede realizarse fácilmente mediante un xilohigrómetro (ver figura M1.1 anterior).
- d) Marcado de la posición de los apoyos sobre los muros laterales, o de la situación de los futuros modillones, en su caso

- e) Picado de la fábrica para preparar los citados apoyos. Si el encuentro se efectúa directamente sobre los cerramientos, la ejecución deberá contemplar los requisitos establecidos en el Documento Básico Seguridad Estructural Madera, del CTE, en lo que respecta a garantizar la ventilación de las testas de las vigas y viguetas (ver figura M1.2 anterior).
- f) Si por el contrario se opta por disponer modillones pétreos, entre este y la viga paredaña se interpondrá una pieza de material impermeable (caucho, neopreno, pizarra, etc), de forma que se evite el contacto directo viga - modillón.
- g) Colocación de la carrera, manteniendo una separación de 15 - 20 mm respecto del paramento vertical, para permitir la aireación, y comprobación del correcto asiento de las viguetas sobre la carrera. Teniendo en cuenta la irregularidad de las caras superficiales en muchos elementos de madera, quizás sea necesario emplear cuñas o calzos en algunas piezas.
- h) Retirada de los apeos dispuestos bajo la estructura.

- Como en todos los casos en los que se trate de apoyos o encuentros de piezas de madera con muros de fábrica, deberán vigilarse los detalles constructivos relacionados con la ventilación de la testa, cuidando que entre esta y la fábrica se mantengan como mínimo 1.5 cm para permitir la circulación del aire.
- En ocasiones, si los muros se encuentran cargados de humedad, es importante tratar los elementos de madera próximos a ellos, frente a los futuros ataques por hongos de pudrición v/o insectos.
- La protección debe realizarse mediante autoclave, para las piezas con grandes escuadrías, o por inyección, pulverización o pincelado para las de menores dimensiones. En cuanto a los propios tratamientos, existen fabricantes cuyas formulaciones no emplean productos químicos agresivos al Medio Ambiente, por lo que siempre será más recomendable su utilización.
- A este respecto, recordar que existen especies de muy difficil impregnación (abeto). Debido a ello, no deberán utilizarse maderas de este tipo en situaciones de riesgo por la acción del aqua.
- En todos los casos en los resulte imprescindible reponer o emplear piezas nuevas de madera, es preferible decantarse por madera certificada (FSC ó PEFC), ya que es la única manera de asegurar el cuidado, el mantenimiento y la sostenibilidad de nuestros bosques, al tiempo que se vigila la calidad de los elementos adquiridos.



Reparación de apoyo en vigas de madera mediante prótesis y armaduras

1. Descripción de la lesión

Al igual que sucedía en la ficha M - 2 anterior, las testas de las vigas y viguetas son zonas donde frecuentemente aparecen problemas de ataques de organismos xilófagos, asociados casi siempre a contenidos de humedad superiores al 20%. Con este tipo de daños, otra de las opciones que habitualmente se emplean en la reparación de vigas afectadas por pudriciones en las testas, consiste en sustituir la zona degradada por un mortero de formulación epoxídica, conectado a la viga original a través de barras de refuerzo.

Inicialmente, la armadura empleada solía estar constituida por materiales compuestos (generalmente fibra de vidrio - lo que se conoce como sistema Beta), aunque últimamente se opta por varillas roscadas de acero inoxidable, debido a su superior comportamiento mecánico.

2. Procedimiento operatorio

La metodología de actuación es similar a la descrita en la ficha anterior, aunque ahora ya no es preciso definir la especie de madera, puesto que la prótesis va a estar constituida por una mezcla de resina epoxídica, endurecedor y cargas minerales. Existen firmas comerciales que suministran los componentes predosificados, lo que facilita enormemente la aplicación de esa técnica.

En esencia, la ejecución consiste en:

- a) Apeo de la viga objeto de reparación, y las viguetas que apoyen en ella.
- b) Desmontaje de la pieza a reparar o, si no es posible, retirada de los elementos existentes en la zona de trabajo (pontones, pavimentos, tableros, etc), de manera que se permita trabajar cómodamente sobre la zona afectada.
- c) Eliminación de la zona degradada mediante sierra. Se recomienda que se practique un corte oblicuo, o mejor con perfil dentado, para facilitar la transmisión de los esfuerzos de cortadura.
- d) Apertura de los taladros en la parte sana de la viga, para alojar en ellos las barras de refuerzo.
 - Obviamente, el diámetro de los taladros deberá ser ligeramente superior al de la armadura, para facilitar la posterior penetración del adhesivo. En general, suelen utilizarse taladros de Ø28 mm para varillas de Ø20 mm, o de Ø24 mm para redondos de Ø16 mm, siempre con inclinaciones comprendidas entre los 20° y los 30°.
- e) Limpieza de los taladros con chorro de aire o cepillos, seguido de la introducción de las barras.
- f) Colocación del encofrado, constituido por tableros, chapas o madera aserrada. En este caso puede dejarse visto, o preparado para pintar.
- g) Vertido de la formulación epoxi en el encofrado hasta

- configurar por completo la testa de la viga.
- h) Para los taladros se empleará otro producto más fluido, de manera que se garantice el llenado completo del hueco.
- i) Por último, si la tonalidad del conglomerante resulta demasiado diferente del resto de la viga, con el objeto de disimular la intervención, puede aplicarse un tratamiento superficial sobre la propia resina o sobre las tablas del encofrado, caso de que hayan quedado vistas.

3. Recomendaciones

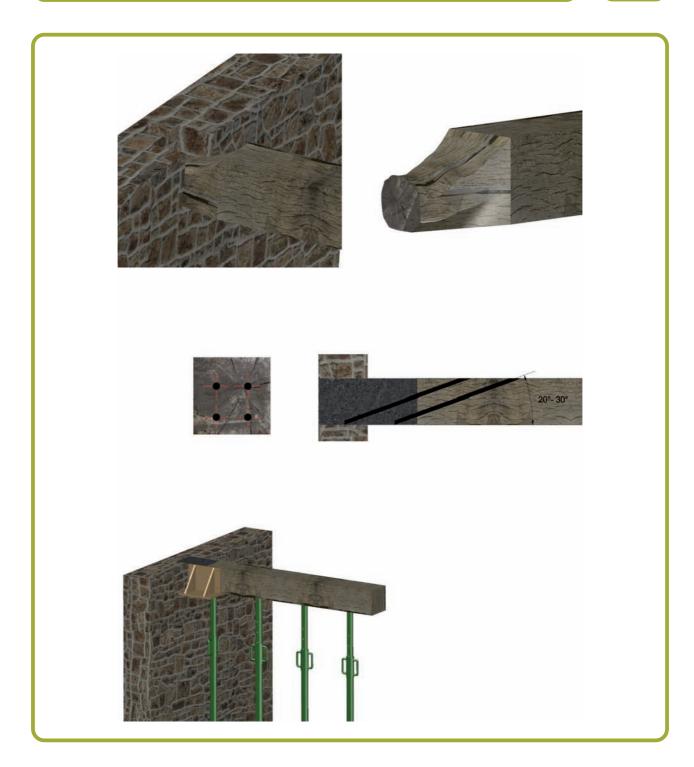
- Si el acceso a la cara superior de la viga resulta demasiado complejo, puede actuarse desde la parte inferior, practicando los taladros desde abajo y hacia arriba; o también desde las caras laterales.
- Con escuadrías no demasiado deterioradas, puede no ser imprescindible ejecutar el corte de la viga, y eliminar la parte degradada mediante azuela. En este caso, la sección perdida se reconstruirá también con resinas y algunas barras de refuerzo, caso de ser necesario.
- En lugar de emplear formulaciones epoxídicas, es factible la utilización de prótesis de madera, conectadas a la viga original a través de armaduras (o incluso sólo mediante colas, caso de que los esfuerzos de tracción sean bajos), dejando una junta de contacto que se rellenará con el adhesivo.

En este caso, serían de aplicación todas las recomendaciones mencionadas en la ficha anterior, especialmente en lo que respecta al contenido de humedad de la madera y al apoyo sobre los muros de carga.

La figura M3.1 permite apreciar una actuación de este tipo sobre uno de los pares de la Casa del Marqués de Sargadelos, en Santa Eulalia de Oscos.



Figura M3.1



Cuando se plantea el refuerzo de vigas debido a deformaciones excesivas, lesiones en el centro del vano, o simplemente por aumentos en la sobrecarga, otra solución también utilizada de modo preventivo en la antigüedad, era la disposición de jabalconados.

La intervención resulta sencilla y estéticamente atractiva (figura M4.1), aunque en ocasiones puede existir una limitación en cuanto a la reducción de la altura útil de la planta en las proximidades de los muros.



Figura M4.1

2. Procedimiento operatorio

- a) Como sucede siempre que se trate de actuaciones sobre elementos estructurales, en primer lugar se realizará el apeado de las vigas, para garantizar la seguridad de las obras.
- b) Inspección visual de las piezas a instalar, con objeto de analizar la existencia de nudos de gran tamaño, alabeos, organismos xilófagos, etc, que pudiesen influir en la resistencia mecánica o en la durabilidad de las escuadrías colocadas
- c) Determinación del contenido de humedad de las piezas mediante un xilohigrómetro (ver figura M1.1 en ficha M - 01 anterior), comprobando que se encuentran por debajo del 20%.
- d) Replanteo de la estructura de refuerzo, teniendo en cuenta que los jabalcones deben disponerse a 45º y, para aprovechar al máximo el material, convendría situar la carrera de manera que se igualasen los momentos en vanos y apovos.

Como ayuda, en el cuadro de la página siguiente se indican dichos puntos, para escuadrías comprendidas entre los 3.50 - 6.00 m de longitud.

De no existir altura suficiente, los jabalcones deberán colocarse más próximos a los muros.

- e) Marcado de la posición sobre los muros laterales, y preparación de los encuentros. También es posible el empleo de modillones para mejorar el apoyo.
- f) Colocación y fijación del refuerzo mediante tornillos autorroscantes específicos para madera (tirafondos). O materializar la unión mediante una espiga practicada en el jabalcón, y una caja en el durmiente de apoyo (figura M4.2).



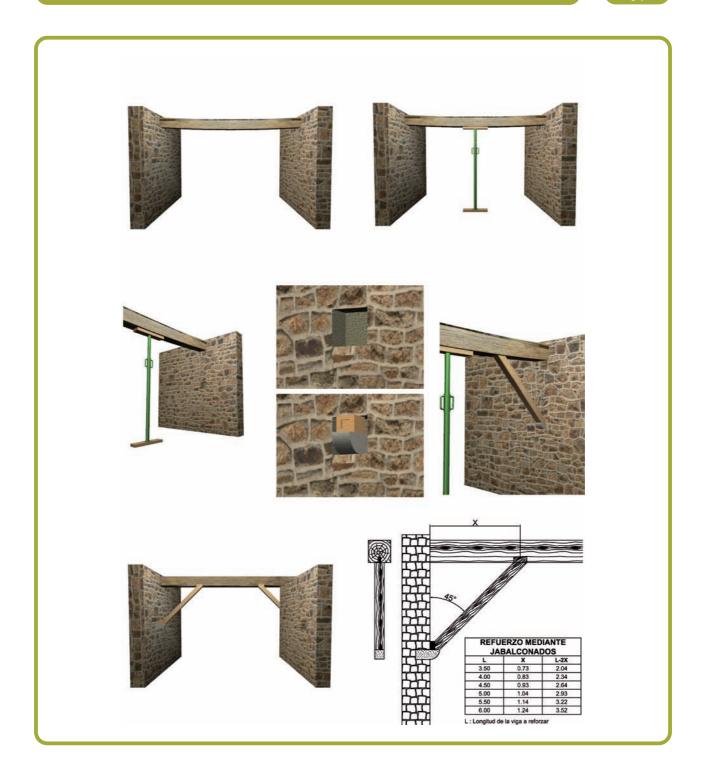
Figura M4.2

g) Por último, retirada de los apeos.

- El apoyo del jabalcón sobre la fábrica resulta imprescindible para garantizar el buen comportamiento del refuerzo. Por eso, el muro debe encontrarse perfectamente seco; y de no estarlo, interponer un taco de madera de sacrificio, o una lámina impermeabilizante entre la testa del jabalcón y el cerramiento.
- Otra opción, o una protección añadida, sería tratar las piezas de madera en contacto con los muros frente a la humedad.
 La protección se aplicará en autoclave, por inyección, pulverización o pincelado dependiendo de la clase de uso.
- Siempre que se trate de vigas o elementos de madera biapoyados, evitar el empleo de vigas en las que existan nudos de gran tamaño en la parte inferior de la pieza (figura M4.3).
 Y si no hay más remedio, dar la vuelta a la escuadría para que la singularidad quede en la zona de compresión.
- En situaciones expuestas, nunca deben emplearse maderas difícilmente impregnables.



Figura M4.3



Se trata también de procesos patológicos asociados a la madera afectada por infiltraciones o goteras desde las cubiertas, pérdidas en las instalaciones hidrosanitarias, o incluso a la presencia de nudos u otro tipo de singularidades que reduzcan la sección resistente de la viga en el centro del vano. Sin embargo, a diferencia de las soluciones anteriores, ahora la intervención resulta mucho más crítica, ya que la zona a reparar se localiza próxima al punto donde los esfuerzos de flexión sobre la viga son máximos. Aquí, las tracciones que se producen en la parte inferior de la escuadría, van a condicionar el diseño de la conexión.

Por ello, las posibilidades de actuación recomendadas se reducen a la unión por empalme oblicuo vertical y a la unión por empalme oblicuo inclinado.

En cualquier caso, siempre resulta más aconsejable la primera opción, ya que con ella se devuelve a la pieza casi la totalidad de su capacidad portante original, garantizando una deformación idéntica a la inicial.

2. Procedimiento operatorio

- a) Antes de comenzar los trabajos, es importante definir la especie de la madera constituyente de la escuadría (castaño, roble, o pino). Este dato es importante con objeto de elegir el tipo de adhesivo más adecuado al tipo de madera. Además, la prótesis deberá ser también de la misma especie que la pieza original.
- b) Una vez conocida la especie, se apeará la viga objeto de reparación, y las viguetas que apoyen en ella.
- c) A continuación se desmontará la escuadría o, si no es posible, se retirarán los elementos existentes en la zona de trabajo (pontones, pavimentos, tableros, etc), de manera que se permita trabajar cómodamente sobre la zona afectada.
- d) Después se eliminará toda la madera degradada por los organismos xilófagos, hasta llegar a la zona sana, y se cortará la escuadría de acuerdo con el tipo de unión proyectada. Para el caso de empalmes oblicuos en la cara, la longitud será de cuatro (4) veces la anchura; y con empalmes oblicuos en el plano vertical, la longitud del corte afectará a una longitud igual a seis (6) veces la anchura de la viga. En la figura M5.1 se muestra un croquis con las dimensiones correctas de las piezas a unir.
- e) Se realiza el negativo de la unión en la prótesis, comprobando que todas las piezas se encuentran secas antes de comenzar los trabajos.
- f) En caso de que no sea posible encontrar una escuadría de dimensiones similares a la objeto de reparación, pueden encolarse a su vez varias tablas, hasta conseguir la anchura deseada.

- g) Se aplica el adhesivo con la dosificación y cantidades recomendadas por el fabricante, y se mete en presión mediante grapas o sargentos. Se recomienda vigilar las condiciones del aire ambiente dentro del local, puesto que el encolado suele muy sensible a las bajas temperaturas.
- h) Transcurrido el tiempo de fraguado del adhesivo establecido por el fabricante, se desmontan los sargentos.
- i) Seguidamente se recolocarán las viguetas, tableros, pavimentos, etc, que habían sido retirados previamente a la intervención
- j) Por último, dos días después de concluido el encolado, ya pueden eliminarse los apeos dispuestos bajo la estructura.

- Es fundamental garantizar que la prótesis de madera que se coloque tenga un contenido de humedad similar a la viga a reparar, y siempre inferior al 18% 20%. La determinación de este parámetro puede efectuarse de manera rápida y sencilla mediante un xilohigrómetro (ver figura M1.1 en ficha M 01). Estos equipos se encuentran en la mayor parte de los aserraderos o carpinterías que habitualmente trabajan con madera estructural, pavimentos, etc.
- Durante el proceso de apeo de la estructura, conviene contraflechar ligeramente la viga objeto de la intervención. De esta manera se asegura la entrada en carga del refuerzo, después de efectuada la reparación.
- En todos los casos se aconseja el empleo de formulaciones epoxídicas como adhesivo, debido a su superior comportamiento mecánico y durabilidad.

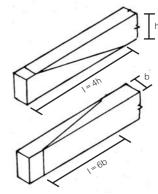


Figura M5.1



Puede suceder que, debido a un incremento en la sobrecarga del forjado, las vigas, viguetas o pontones existentes no tengan la sección suficiente como para soportar los nuevos esfuerzos a los que estará sometida la estructura.

En estos casos, una solución sencilla consiste en adicionar otra sección también de madera y de la misma anchura o superior, conectándola mediante pernos, tirafondos (figura M6.1) o bridas.

También es factible adosar una o dos escuadrías nuevas a la viga original (figura M6.2), con lo que se reduciría ligeramente el momento flector de las viguetas, al acortar su luz de cálculo.



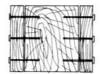


Figura M6.1

Figura M6.2

Este mismo tipo de intervención podría llevarse a cabo sobre piezas que estuviesen dañadas por la acción de organismos xilófagos, o que presentasen algún tipo de fallo relacionado con su capacidad resistente (nudos de gran diámetro en la cara inferior - zona de flexión, desviaciones importantes de la fibra, etc). O incluso en pilares que necesitasen incrementar su sección resistente, reducir su esbeltez, etc.

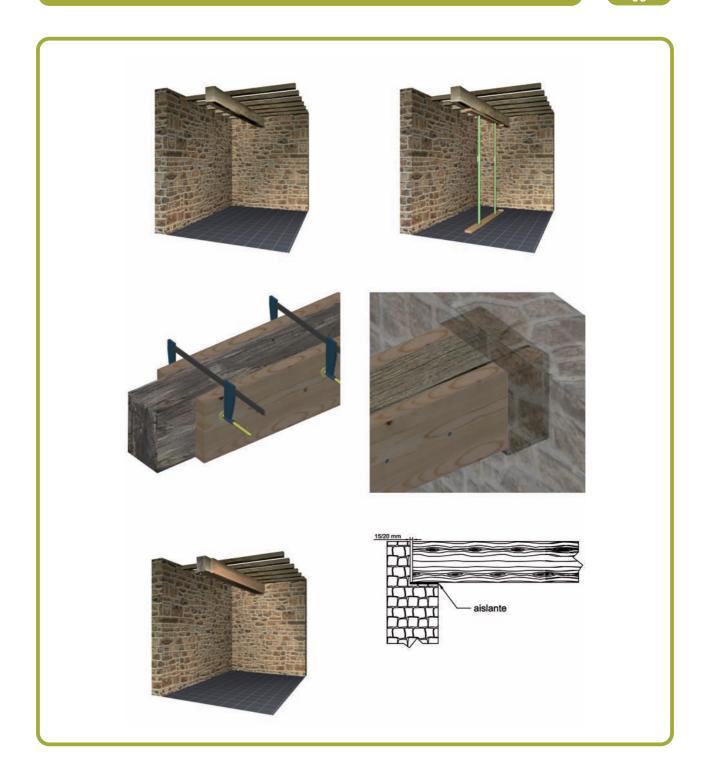
Tanto si se trata de escuadrías sanas como dañadas, el empleo de colas como sistema de conexión sería igualmente factible. A veces también se utilizan adhesivos en combinación con los herrajes, para mejorar el comportamiento mecánico del elemento reforzado.

2. Procedimiento operatorio

- a) En primer lugar se apearán las vigas, viguetas o pontones objeto de refuerzo, dándoles una ligera contraflecha para garantizar la entrada en carga simultánea de la sección original y de la adosada, tras la eliminación del apuntalamiento.
- b) Seguidamente se revisarán visualmente las piezas, saneando y eliminando las zonas degradadas por la acción de los insectos o los hongos de pudrición, hasta alcanzar la zona sana.
- c) Una vez definida la sección útil de las escuadrías, se calcularán las dimensiones de las tablas a adosar, de manera que el elemento resultante sea capaz de soportar la totalidad de las cargas.

- En esta fase quizás sea obligado contratar los servicios de un técnico cualificado en cálculo estructural.
- d) Se fabricarán las tablas de refuerzo, y se adosarán a estas, previa preparación del apoyo sobre los muros, caso de que sea necesario.
- e) Obviamente, de haber optado por el empleo de algún tipo de adhesivo, se habrá aplicado con anterioridad, metiendo en presión las tablas mediante grapas o sargentos.
- f) Una vez ejecutado el refuerzo, y transcurrido el tiempo de fraguado del adhesivo establecido por el fabricante, se desmontará el apeo.

- Emplear siempre escuadrías cuyos contenidos de humedad sean siempre inferiores al 18% 20%.
- Los encuentros de las piezas reparadas sobre los muros deberán realizarse siguiendo los criterios de diseño que figuran en el DB - SE Madera del CTE (ver figura M1.2 correspondiente a la ficha M - 01 anterior).
- Y para apoyos muy expuestos a la humedad, aplicar previamente un tratamiento protector por autoclave.
- Con este tipo de refuerzos, el empleo de escuadrías de la misma especie que las originales no resulta tan importante, pudiendo utilizarse casi cualquier tipo de madera, incluyendo madera laminada encolada, microlaminada, dúos, etc.
- Si la separación entre las viguetas o pontones (intereje) es grande, a veces resulta más sencillo y económico añadir una pieza más por cada nervio. De esta manera se consigue reducir a la mitad la carga por pieza, al tiempo que se ahorran los costes de las fijaciones mecánicas, herrajes y colas.
- En cualquier caso, cuando se trata de elementos de reducida sección que van a quedar vistos, es importante considerar la resistencia a fuego de la estructura.
- A este respecto, el Anejo E del Documento Básico de "Seguridad en caso de incendio" (DB SI del CTE), incluye un procedimiento que permite definir las dimensiones mínimas de las escuadrías que garantizan la resistencia mecánica de la estructura, para diferentes periodos de tiempo, sin pérdida de estabilidad. En relación con lo anteriormente expuesto, aunque debería realizarse siempre un cálculo específico, para exigencias de resistencia a fuego de 30 minutos, el ancho mínimo de la vigueta suele ser siempre mayor o igual a 100 mm, independientemente de que haya sido reforzada.



Cuando la madera de la jácena se encuentra muy deteriorada, puede prescindirse de su colaboración, adicionando perfiles metálicos adosados a la viga, situados en su interior, o alojados en el canto del forjado.

En todos los casos deberá desmontarse el forjado, lo que permitirá ocultar el refuerzo superponiendo perfiles H ó IPE en el espacio ocupado por las cabezas de las viguetas, que a tal efecto se sierran.

Tanto estas como la jácena de madera se cuelgan del perfil a través de pernos (figura M7.1).

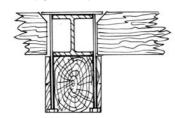


Figura M7.1

Si las viguetas apoyan directamente sobre las vigas metálicas, pueden eliminarse los tirantes, ya que las jácenas no reciben más que su peso propio (figura M7.2).

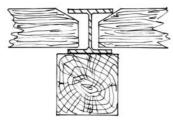


Figura M7.2

Considerando las buenas cualidades de la madera en cuanto a su comportamiento frente al fuego, con este procedimiento protege al refuerzo metálico en caso de incendio.

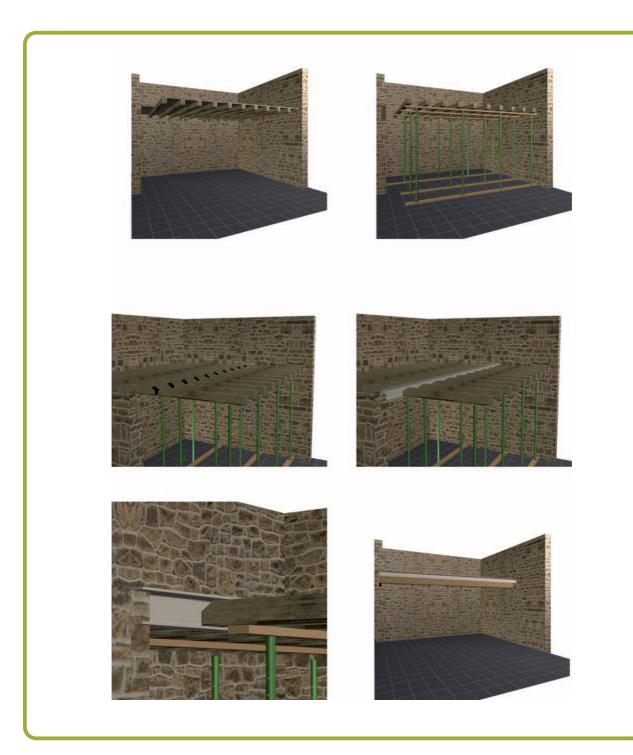
2. Procedimiento operatorio

- a) Puesto que el refuerzo va a quedar oculto, como primera medida, resulta obligado desmontar la totalidad del pavimento, el forjado y las vigas.
- b) Seguidamente se revisarán visualmente las piezas, saneando las zonas degradadas por la acción de los insectos o los hongos de pudrición, hasta alcanzar la zona sana. Aunque las jácenas o pontones de madera no vayan a colaborar, siempre es importante eliminar la posibilidad de que los organismos xilófagos, si existen, afecten al resto de la estructura.
- c) Seguidamente se calcularán los perfiles metálicos, de

- acuerdo con las cargas actuantes, teniendo siempre en cuenta las exigencias de los Documentos Básicos de Seguridad Estructural del CTE o el Eurocódigo 5 (EC5).
- d) Se prepararán los encuentros del refuerzo sobre los muros, previo picado o retirada de los mampuestos o sillares necesarios para alojar las cabezas de los perfiles. El apoyo sobre los muros se realizará a través de durmientes de reparto, preferiblemente en hormigón armado, evitando así la transmisión puntual de la carga a los cerramientos. En esta misma fase se ejecutará también el nuevo apoyo de las vigas de madera originales, ya que ahora quedarán por debajo de su posición inicial.
- e) A continuación se colocarán de nuevo estas vigas de madera y sobre ellas las metálicas. Para estas últimas será necesario aplicar con anterioridad una imprimación que evite la corrosión, así como una capa final de pintura intumescente con objeto de proteger los perfiles en caso de incendio.
- f) Independientemente de lo anterior, es importante que los elementos metálicos vengan del taller con los taladros en las alas necesarios para clavar los tirafondos que sostengan después las vigas de madera originales.
- g) Posteriormente se recolocará el forjado original, cuidando que todas las viguetas y pontones apoyen correctamente sobre el alma de las vigas.
- h) Con las vigas de acero y el alfarje en su posición definitiva, finalmente se instalará el pavimento.

- Es importante definir adecuadamente la protección en caso de incendio de los perfiles metálicos, puesto que el alma quedará siempre expuesta a la acción del fuego.
- De ser necesario, esta protección puede llevarse a cabo con revestimientos de madera, yeso laminado, pinturas intumescentes, etc.

Refuerzo de una viga de madera mediante perfiles o llantones metálicos ocultos



Al igual que el anterior procedimiento de refuerzo, este tipo de intervención se aplica cuando alguna parte de la escuadría de madera ha perdido totalmente su capacidad resistente. Sin embargo, a diferencia de la actuación precedente, existe la opción de no actuar sobre el forjado, adosando directamente los perfiles a ambos lados de las vigas o viguetas, por lo que el refuerzo quedaría visto (figura M8.1).

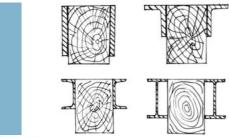


Figura M8.1

Esta circunstancia, evidentemente desfavorable tanto desde el punto de visto estético como de la protección al fuego, hace que este tipo de refuerzos sea recomendable únicamente en espacios no vivideros, como por ejemplo forjados de techo de sótano o algunos bajocubiertas.

2. Procedimiento operatorio

- a) Como en el caso anterior, se apearán y descargarán los elementos a reforzar, dándoles una ligera contraflecha. Así se garantiza la entrada en carga simultánea de la sección completa, una vez que se retire el apuntalamiento.
- b) Seguidamente se revisarán visualmente las piezas, saneando y eliminando las zonas degradadas por la acción de los insectos o los hongos de pudrición, hasta alcanzar la zona sana. Aunque las jácenas o pontones no vayan a colaborar, siempre es importante eliminar la posibilidad de que los organismos xilófagos, si existen, afecten al resto de la estructura.
- c) Después se calcularán los perfiles metálicos, de acuerdo con las cargas actuantes, teniendo siempre en cuenta las exigencias de los Documentos Básicos de Seguridad Estructural del Código Técnico de la Edificación (CTE), o el EC5.
- d) Se prepararán los apoyos del refuerzo sobre los muros, previo picado o retirado de los mampuestos o sillares necesarios para alojar las cabezas de los perfiles. Estos encuentros se realizarán a través de durmientes de reparto, preferiblemente en hormigón armado, evitando así la transmisión puntual de la carga a los cerramientos.
- e) Si se hubiese decidido añadir algún tipo de adhesivo entre

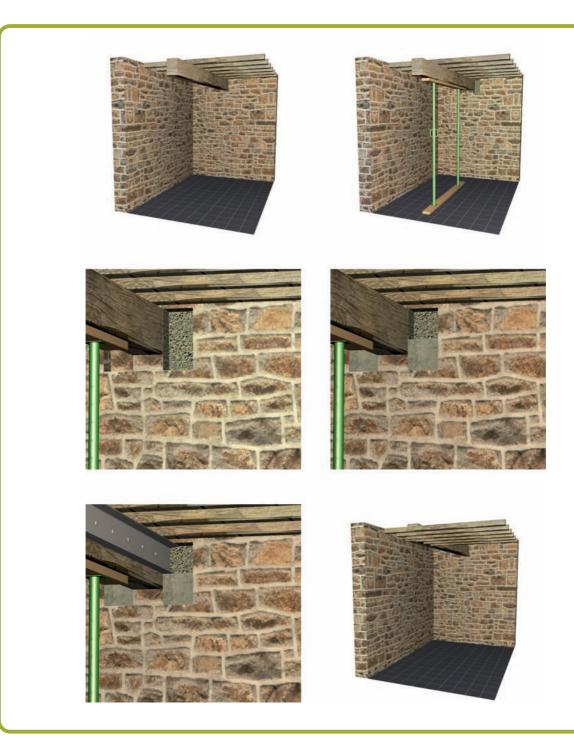
- el perfil y la escuadría, se habría aplicado previamente, con la dosificación y cantidades recomendadas por el fabricante, metiendo en presión los elementos metálicos mediante grapas o sargentos. Se recomienda vigilar las condiciones del aire ambiente dentro del local, puesto que el encolado suele ser muy sensible a las bajas temperaturas.
- f) Existe también la posibilidad de introducir tirafondos o pernos para mejorar la conexión entre los perfiles y las piezas de madera, para lo cual habría sido necesario practicar con anterioridad los taladros en los elementos de acero.
- g) Una vez ejecutado el refuerzo, y transcurrido el tiempo de fraguado del adhesivo establecido por el fabricante, se desmontará el apeo.

- Cuando se trate de refuerzos de este tipo, aplicados a piezas de gran longitud, es muy importante considerar la necesidad de disponer elementos de rigidización que conecten entre sí la parte superior de cada chapa, con objeto de evitar el pandeo del cordón comprimido (figura M8.2).
- Una actuación de este tipo se aplicó en el refuerzo de la cubierta en la Iglesia Mayor de Viveiro, como consecuencia del problema que se planteó al apoyar el pendolón de una las cerchas en el tirante. Se modificó así la forma de trabajo original, y el tirante pasó a actuar como una viga biapoyada sometida a la acción de una carga puntual, lo que provocó su fractura.



Figura M8.2

Refuerzo de una viga de madera mediante perfiles o llantones metálicos vistos



En algunas ocasiones, los forjados de madera o las correas de cubierta pueden presentar deformaciones excesivas o lesiones en el centro del vano, debido tanto al empleo de secciones insuficientes, a la existencia de lesiones, singularidades (figura M9.1) o defectos en la zona de tracción, al aumento de las sobrecargas por levantamiento de tabiques, colocación de nuevos solados más pesados, etc.



Figura M9.1

Con el fin de recuperar la seguridad de la estructura, en estos casos, la disposición de una o dos vigas situadas en dirección transversal al forjado (comúnmente denominadas vigas parteluces), es una intervención muy sencilla y que paralelamente suele aportar muy buenos resultados.

El apoyo de las vigas parteluces se realizará sobre los muros transversales; o en su defecto, sobre pilares intermedios.

2. Procedimiento operatorio

la ficha M - 01 anterior).

- a) Inspección visual de las vigas parteluces a instalar, para analizar la existencia de nudos de gran tamaño, alabeos, presencia de organismos xilófagos, etc, que pudiesen influir en la resistencia mecánica o en la durabilidad de la escuadrá.
- b) Comprobación mediante xilohigrómetro que el contenido de humedad de las vigas a colocar se encuentre por debajo del 20%
- c) Apertura de las cajas en los muros transversales, para apoyar en ellas la(s) viga(s) parteluces. Si el encuentro se efectúa directamente sobre los cerramientos, la ejecución deberá contemplar los requisitos establecidos en el DB SE - Madera del CTE, en lo que respecta a garantizar la ventilación de las testas de las

vigas y viguetas y evitar el contacto con la humedad proveniente del muro sobre el que apoya (ver figura M1.2 de

- d) De ser necesario disponer soportes intermedios, se construirá la zapata correspondiente, o al menos una basa de apoyo de dimensiones tales, que haga la función de cimentación para el nuevo pilar.
- e) Elevación y apeado de las vigas parteluces, verificando que los forjados a intervenir apoyan perfectamente sobre las nuevas escuadrías.
- f) En caso contrario, se dispondrán los calzos o cuñas necesarias para garantizar la transmisión de cargas.
- g) Colocación de los pilares, caso de que sean necesarios, incluyendo una zapata de madera en la testa para evitar el punzonamiento.
- h) Retirada de los apeos dispuestos bajo la estructura.

- Como en todos los casos en los que se trate de apoyos o encuentros de piezas de madera con muros de fábrica, deberán vigilarse los detalles constructivos relacionados con la ventilación de la testa, cuidando que entre esta y la fábrica se mantengan como mínimo 1.5 cm para permitir la circulación del aire, según se cita en el DB SE Madera, del CTE.
- En ocasiones, si los muros se encuentran cargados de humedad, es importante tratar los elementos de madera próximos a ellos, frente a los futuros ataques por hongos de pudrición y/o insectos
- La protección debe realizarse mediante autoclave, para las piezas con grandes escuadrías, o por inyección, pulverización o pincelado para las de menores dimensiones. En cuanto a los propios tratamientos, existen fabricantes cuyas formulaciones no emplean productos químicos agresivos al Medio Ambiente, por lo que siempre será más recomendable su utilización.
- A este respecto, recordar que existen especies de muy dificil impregnación (abeto). Debido a ello, no deberán utilizarse maderas de este tipo en situaciones de riesgo por la acción del aqua.
- En todos los casos en los que resulte imprescindible reponer o emplear piezas nuevas de madera, es preferible decantarse por madera certificada (FSC ó PEFC), ya que es la única manera de asegurar el cuidado, el mantenimiento y la sostenibilidad de nuestros bosques, al tiempo que se garantiza la calidad de los elementos adquiridos.
- El apoyo del pilar sobre la cimentación se realizará siempre interponiendo una basa de al menos 20 cm de altura, construida con materiales no absorbentes, de manera que se evite el ascenso de la humedad capilar.



1. Necesidad del refuerzo

Cuando se precisa el aumento de las características mecánicas de una viga en buen estado, o la mejora de su comportamiento a flexión, puede ser de interés la aplicación de atirantados. Este tipo de soluciones implican siempre un innegable impacto estético, a la vez que reducen significativamente la altura útil del recinto. Sin embargo, se trata de una técnica perfectamente reversible, y que además permite mantener la estructura original del inmueble.

Por otro lado, si la intervención se diseña y ejecuta con esmero, los resultados pueden ser plenamente satisfactorios. Como ejemplo, la figura M10.1 muestra el refuerzo aplicado a los entramados horizontales de la Casa de Cultura de Vegadeo.



Figura M10.1

En la figura M10.2 se observa un detalle del anclaje de uno de los tirantes a la escuadría, correspondiente a este mismo edificio.



Figura M10.2

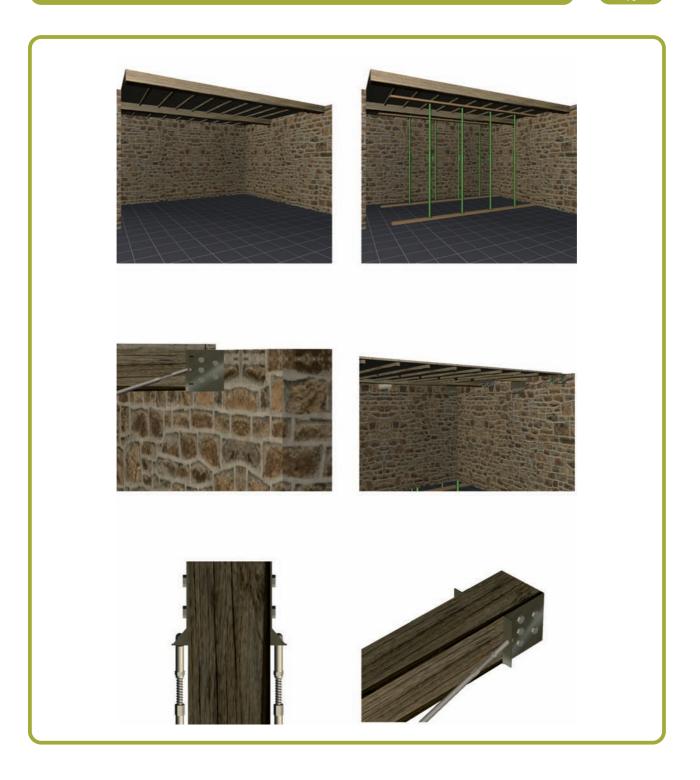
Con el mismo objetivo, actuaciones similares a la descrita pueden aplicarse también a cerchas y formas de cubierta, empleando para ello distanciadores metálicos y cables en la parte inferior de los pares.

2. Procedimiento operatorio

- a) Previamente a la disposición de los elementos metálicos, resulta fundamental examinar visualmente las vigas objeto de refuerzo, con el fin de localizar la presencia de aquellos nudos, fendas, fracturas, o pudriciones en las piezas, que pudiesen afectar a la resistencia mecánica del entramado original.
- b) En la mayor parte de los casos, se tratará de singularidades y defectos próximos a los puntos de anclaje. El procedimiento de reparación consistirá en el saneado de la zona y el relleno o sellado del hueco con formulaciones epoxídicas, rematadas con una capa final de pintura con la misma composición. De esta manera, se garantiza también su buen comportamiento después de la entrada en carga de la estructura, tras la intervención.
- c) A continuación se definirá la sección de los cables, los perfiles metálicos y las fijaciones del refuerzo. En esta fase se precisa muchas veces la colaboración de un técnico especializado en cálculo estructural.
- d) Replanteo de los perfiles, y marcado de los puntos donde se fijarán posteriormente los elementos de anclaje.
- e) Como medida de seguridad, apuntalamiento de la estructura, disponiendo las sopandas necesarias en posiciones tales, que no afecten a la ejecución de las obras.
- f) Apertura de los taladros previos en las vigas, para la introducción de los pernos.
- g) Colocación de los perfiles metálicos, fijaciones y tirantes.
- h) Postesado de los cables hasta la tensión establecida en el cálculo
- i) Retirada del apuntalamiento.

- Para asegurarse de la efectividad de la intervención, tras la entrada en carga de la estructura reforzada, se aconseja la realización de una prueba de carga sobre el forjado.
- Proteger los elementos metálicos frente a la corrosión, tanto la ambiental como la provocada por los ácidos presentes en maderas como el roble y el castaño. Además, en lo que respecta a esta última especie, sus taninos pueden ocasionar coloraciones azul oscuro si entra en contacto la madera con materiales férricos.
- También en relación con los perfiles y cables metálicos, estudiar la necesidad de establecer algún tipo de protección frente al fuego, como por ejemplo, pinturas intumescentes.

Refuerzo de viga de madera mediante atirantados



1. Necesidad del refuerzo

El empleo de hormigón en la reparación o refuerzo de forjados de madera, conlleva siempre un aumento considerable de las cargas permanentes.

Por ello, en principio, sólo debe considerarse, en aquellos casos en los cuales el entramado no es recuperable desde el punto de vista resistente, pero interesa conservarlo por motivos históricos o artísticos. Una de las aplicaciones más habituales de esta técnica es el mantenimiento de forjados de casetones o artesonados.

El procedimiento permite que el entramado sirva de encofrado perdido al hormigón de la placa, y posteriormente queda colgado de ésta.

2. Procedimiento operatorio

- a) Levantamiento del pavimento, tratando de no dañar las tablas, permitiendo así su reutilización posterior. Retirada del relleno, caso de que exista.
- b) Apuntalamiento y nivelación del entramado, dando finalmente una ligera contraflecha. En general, es suficiente con elevaciones del orden de 2 mm / m lineal de forjado. Estas operaciones son fundamentales de cara a recuperar las posibles deformaciones que tenga el entramado, evitando así sobreespesores indeseados del hormigón.
- c) Aplicación de un tratamiento protector sobre las piezas de madera, e inserción posterior de tirafondos o conectores en la cara superior de cada vigueta.

El cálculo exacto del diámetro, separación, y número de conectores necesarios no es sencillo, por lo que debe recurrirse a técnicos especializados.

Sin embargo, dado que el entramado de madera va a quedar sometido exclusivamente a su peso propio, suele ser suficiente con disponer tirafondos de \emptyset 1/4", a razón de dos por metro lineal de vigueta (figura M11.1).

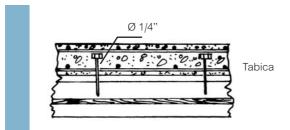


Figura M11.1

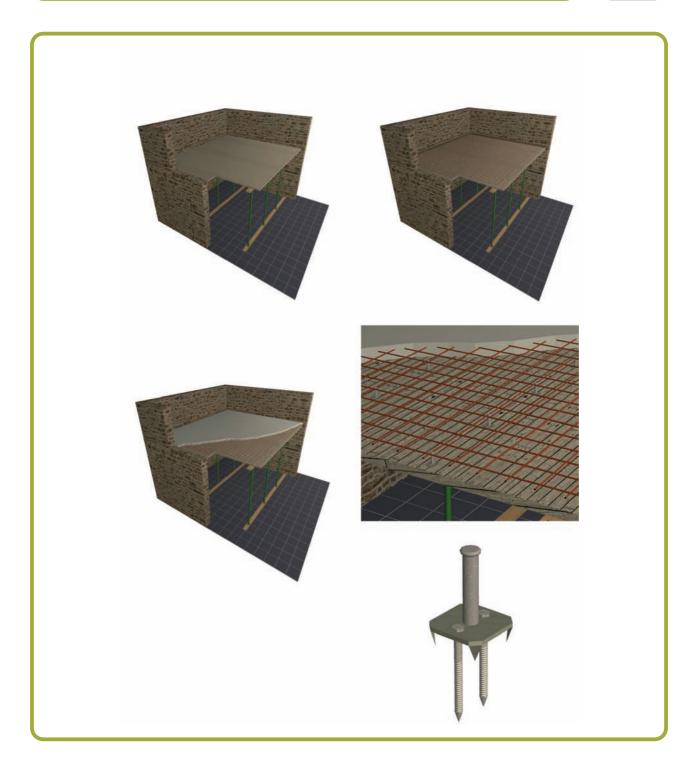
- d) Colocación de una malla de reparto y vertido del hormigón. Habitualmente se emplean hormigones con áridos ligeros, con objeto de reducir el peso propio de la losa, al tiempo que se mejora el aislamiento térmico de la placa. Los espesores habituales del refuerzo se dimensionan para tratar de hacerlos coincidir con la altura de los peldaños, de forma que no afecten al ritmo de subida de las escaleras.
- e) Finalmente se recolocará el pavimento original, pudiendo situarlo directamente pegado sobre la losa, flotante o sobre un enrastrelado.

3. Variantes

- Existe la posibilidad de aligerar todavía más la placa. Para ello, pueden utilizarse bovedillas de poliestireno extruido (EPS), o emplear mortero aglomerado con corcho, o incluso materiales sintéticos. De esta forma se rebaja todavía más el peso y se reducen las pérdidas energéticas a través del forjado.
- En el caso de aumentos en la sobrecarga actuante sobre el forjado, también es posible construir una losa nervada, sustituyendo una de cada tres o cuatro viguetas o pontones, por nervios de hormigón (figura 11.2). Como ventaja adicional, además de un menor peso, se mantiene el nivel del pavimento.



Figura M11.2



1. Necesidades del refuerzo

Cuando se trata de escuadrías de madera en buen estado, cuya capacidad portante o su comportamiento en flexión interesa mejorar, puede interesar el estudio de una sección mixta madera - hormigón, en la que las viguetas hagan las veces de nervio, y la losa de hormigón trabaje como cabeza comprimida. Se consigue así un considerable aumento de las características mecánicas de la sección.

Además, con este tipo de refuerzos, el peso añadido no es excesivo, ya que el espesor de la placa no suele superar los 8 - 10 cm.

Sin embargo, para que el sistema trabaje de manera correcta, las conexiones entre ambos materiales deben diseñarse y calcularse cuidadosamente.

Actualmente, este procedimiento constructivo no sólo se emplea en rehabilitación, sino también en obra nueva (figura M12.1).



Figura M12.1

La razón de ello estriba, por un lado, en el buen comportamiento a flexión de la madera; y por otro, a las menores flechas, a la reducción de las vibraciones y a la mejora del aislamiento acústico, que proporciona la losa de hormigón.

2. Procedimiento operatorio

- a) Inspección visual de las viguetas o pontones, para analizar la existencia de nudos de gran tamaño, alabeos, y organismos xilófagos, que pudiesen influir en la resistencia mecánica o en la durabilidad del forjado.
- b) Levantamiento del pavimento, si existe, así como del relleno, mortero de agarre, rastreles, etc.
- c) Apuntalamiento del entramado, con el objeto de descargarlo, y posterior nivelación del mismo.
- d) Aplicación de un tratamiento protector sobre las piezas de madera
- e) Inserción de tirafondos o conectores en la cara superior de cada vigueta. El cálculo del diámetro, separación, y número

de conectores necesarios no es sencillo, por lo que debe recurrirse a técnicos especializados en refuerzos de este tipo.

Actualmente existen firmas comerciales que suministran diversos modelos de conectores específicos para este tipo de refuerzos, facilitando en muchos casos el dimensionamiento completo del sistema.

- f) Colocación de la armadura electrosoldada de retracción, y vertido del hormigón constituyente de la capa de compresión
- g) Por último se colocará el pavimento. En el caso de emplearse elementos de madera, se recomienda que se disponga paralelamente a las viguetas.

3. Variantes

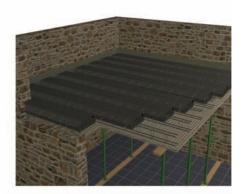
 Existe la posibilidad de sustituir la losa de hormigón, por otra de madera laminada encolada, o cualquier otro derivado estructural de la madera.

En estos casos, deberá analizarse con más cuidado la respuesta del forjado frente al ruido aéreo, así como su resistencia al fuego.

- Además de los conectores metálicos, el encolado de las viguetas favorece enormemente el comportamiento mecánico del sistema, tanto si se emplean losas de hormigón, como si se opta por madera laminada.
- Con sobrecargas elevadas, puede resultar interesante reforzar previamente las escuadrías de madera, insertando platabandas metálicas en los nervios, adheridas mediante formulaciones epoxídicas.













Si existen pilares de madera en contacto directo con el terreno, acumulaciones de agua o residuos orgánicos sobre la basa de apoyo, bajantes adosadas al soporte, etc, con total seguridad, puede afirmarse que antes o después la madera se verá atacada por hongos de pudrición o insectos xilófagos. En aquellos casos en los que el ataque es generalizado, suele resultar mucho más sencillo sustituir el elemento completo. Por el contrario, si los daños son localizados, cuando las dimensiones del soporte son importantes o cuando se trate de piezas de elevado valor arquitectónico o estructural, la solución más adecuada es la restitución de la parte degradada por una prótesis de madera conectada mediante adhesivos (colas o resinas epoxídicas).

En la fotografía M13.1 se muestra una actuación de este tipo sobre un gran pilar de madera de roble perteneciente a un caserío con más de 200 años de antigüedad.



Figura M13.1

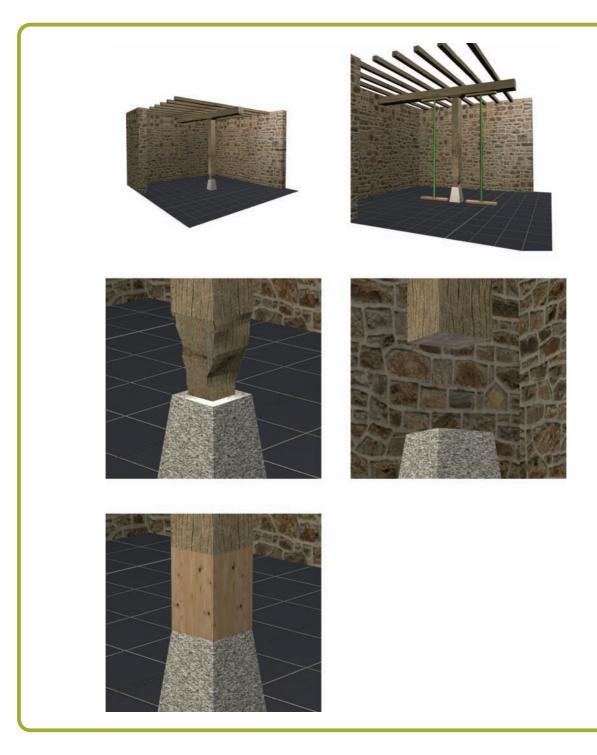
2. Procedimiento operatorio

a) Como en todas las intervenciones en las que vayan a fijarse prótesis de madera, previamente al inicio de los trabajos, es importante definir la especie de madera constituyente de la escuadría (castaño / roble, o pino). Este dato es importante con objeto de elegir el tipo de adhesivo más adecuado al tipo de madera.

Además, cuando sea posible, la prótesis deberá ser también de la misma especie que la pieza original.

- b) Con la prótesis fabricada, se apeará el pilar objeto de reparación, y las vigas que apoyen en él.
- c) A continuación se eliminará toda la madera degradada del soporte, hasta llegar a la zona sana. Si la totalidad de la sección resistente se encuentra dañada, se procederá al serrado de la pieza.
- d) De no existir basa de apoyo, si se encuentra en mal estado, constituida por materiales absorbentes, o si sus dimensiones son reducidas, sustituirla por una acorde con el nivel de exposición. Como mínimo, su altura debe ser superior a 20 cm.
- e) Después se aplicará el adhesivo de acuerdo con la dosificación e instrucciones del fabricante, y se colocará la prótesis, previa comprobación de su contenido de humedad.
- f) Finalmente, concluido el tiempo de fraguado de la cola, se eliminarán los apeos dispuestos bajo la estructura.
- g) Si no es imprescindible sustituir la sección completa, puede analizarse la conveniencia de aplicar sólo resinas epoxi o prótesis de madera de menores dimensiones. Si además fuese necesario introducir barras de acero inoxidable embebidas en resina, conviene que los redondos se dispongan con una cierta inclinación, para favorecer el llenado y la adherencia del compuesto químico.

- Se recuerda la necesidad controlar las condiciones del aire ambiente dentro del recinto, puesto que el encolado suele ser muy sensible a las bajas temperaturas.
- En el Capítulo 11 del DB SE M del CTE, y en la ficha M 18, figuran algunas consideraciones de carácter constructivo, que ayudarán a preservar la estructura de madera por mucho tiempo.
- Siempre que sea posible, emplear madera certificada (sellos FSC, PEFC), puesto que es la mejor manera de garantizar una gestión sostenible de nuestros bosques.
- Si se trata de muros entramados en los que el soporte va a quedar oculto, suele resultar más económico rellenar la parte degradada del pilar con hormigón en masa o fábrica de ladrillo. En estos casos, es importante garantizar el contacto entre el soporte y el material de relleno para asegurar la transmisión de cargas hacia el cimiento.



Existen situaciones en las que el ataque de los hongos de pudrición, o los insectos, se limita a unos pocos centímetros, resulta mucho más sencillo y económico sustituir la madera degradada por una basa de arranque, constituida por materiales pétreos, hormigón armado, o un pie de pilar de acero. En este último caso, existen en el mercado gran cantidad de herrajes que resuelven esta unión, evitando siempre el contacto entre madera y terreno, al tiempo que se favorece la ventilación

La figura M14.1 muestra uno de estos sistemas, aplicado a un pie derecho de sección circular.

Está fabricado en acero galvanizado, con fijaciones de acero inoxidable, para evitar la corrosión tanto por la humedad, como por los taninos de la madera.



Figura M14.1

Todas estas soluciones son igualmente aplicables para aquellos soportes que carezcan de basa de arranque.

2. Procedimiento operatorio

- a) Apeado del pilar objeto de reparación, y de las vigas que apoyen en él.
- b) Eliminación de toda la madera degradada, hasta llegar a la zona sana. En la mayoría de las ocasiones se procederá al serrado completo de la sección. Esta misma metodología será de aplicación para el caso de que no exista basa de apoyo.
- c) De no existir basa de apoyo, si se encuentra en mal estado, constituida por materiales absorbentes, o si sus dimensiones son reducidas, sustituirla por una acorde con el nivel de exposición.
 - Como mínimo, su altura debe ser superior a 20 cm.
- d) Por último, una vez garantizado el aplomado del pilar y el apoyo sobre la cimentación, se eliminarán los apeos dispuestos bajo la estructura.

3. Recomendaciones

- En el Capítulo 11 del DB SE Madera, y en la ficha M 18 figuran algunas consideraciones de carácter constructivo, que ayudarán a preservar la estructura de madera por mucho
- Si se trata de muros entramados en los que el soporte va a quedar oculto, suele resultar más económico rellenar la parte degradada del pilar con hormigón en masa o fábrica de ladrillo. En estos casos, es importante garantizar el contacto entre el soporte y el material de relleno para asegurar la transmisión de cargas hacia el cimiento.
- Cuando el pilar quede al alcance de la lluvia, se recomienda que su sección sea mayor que la de la placa del apoyo, con objeto de evitar la acumulación del agua entre la madera y la chapa.

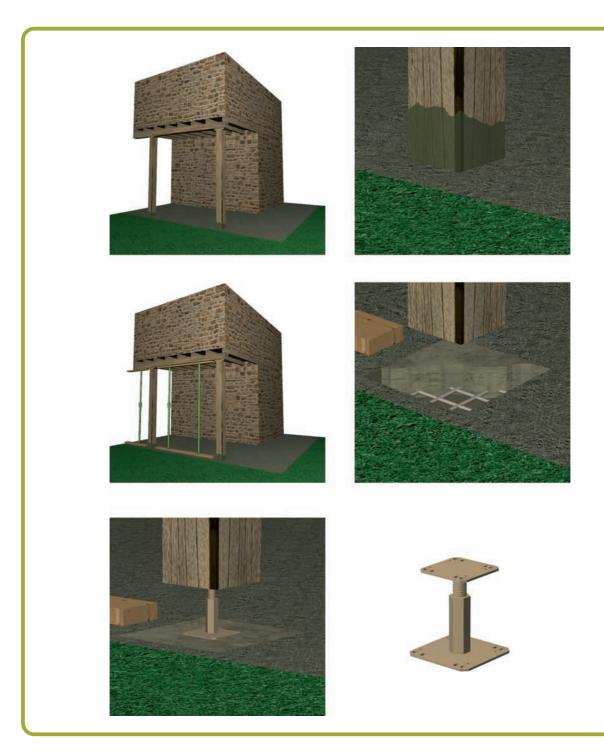
Por ello, ninguno de los diseños de las placas que aparecen en las figuras M14.2 y M14.3 siguientes, se consideran totalmente adecuados.



Figura M14.2



Figura M14.3



La cubierta es el componente estructural del edificio encargado de protegerlo y aislarlo del ambiente exterior.

Desde el punto de vista constructivo, está formada por un cierto número de planos inclinados, denominados faldones o vertientes, encargados de recibir las acciones exteriores (viento, nieve y gravitatorias, si existen), así como su peso propio y las cargas permanentes de los restantes elementos de la cubierta (tableros, rastreles, enlatados, teja, pizarra, etc.).

Estas acciones se transmiten a los pares, cerchas, cuchillos, o arcos, que a su vez los conducen a los entramados o a los muros de carga.

En muchos casos, los empujes horizontales de la cubierta deben ser absorbidos por elementos de directriz lineal, denominados tirantes.

Sin embargo, cuando estos tirantes fallan, se eliminan por razones de espacio, o simplemente porque debido a una falta de conocimientos técnicos, ni siquiera se dispusieron inicialmente, los entramados verticales se ven sometidos a empujes locales de los pares, provocando la aparición de grietas e incluso el desplome del muro. En la figura M15.1 se muestra la fractura de un tirante de una cercha, a causa del apoyo del pendolón.



Figura M15.1

La metodología más adecuada en estos casos sería sustituir la escuadría dañada por una nueva; o lo que es más fácil, disponer unos tirantes de acero. A continuación se describirá el procedimiento de ejecución de esta última solución.

2. Procedimiento operatorio

- a) Disponer pletinas de acero a ambos lados de las testas del tirante original, ancladas al extremo de los pares a través de pernos pasantes.
 - Si es posible, resulta mucho más favorable la colocación de una única pieza que abrace totalmente al par de cubierta.
- b) Colocación de los tirantes, con sus correspondientes tensores, debidamente fijados a las pletinas.
- c) Por último, meter en carga los tirantes por medio de los tensores.

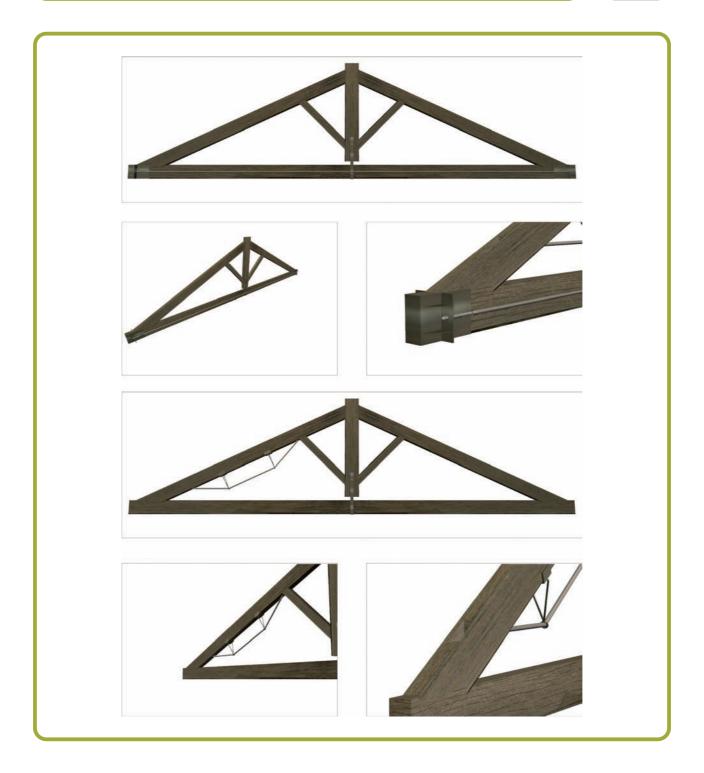
3. Recomendaciones

- No es correcto tratar de recuperar la posición inicial de los faldones o de los pares por medio del tirante, ya que podrían producirse esfuerzos no esperados que provocasen el colapso de la cubierta.
- Por el mismo motivo, tampoco es recomendable modificar la forma de trabajo de la cubierta, rigidizando nudos, o cambiando la dirección de los esfuerzos.
- A veces resulta más conveniente disponer dos tirantes de acero por cada par, con objeto de reducir tensiones sobre los redondos, y centrar los esfuerzos.

La figura M15.2 refleja un refuerzo de este tipo en una cubierta de nueva construcción, correspondiente a un edificio rehabilitado. Como puede apreciarse, la pequeña sección de los elementos metálicos permite liberar el espacio existente bajo los faldones.



Figura M15.2



Cuando alguno o algunos de los pares que constituyen los faldones de cubierta, muestra lesiones debidas a la presencia de organismos xilófagos, fracturas locales, o simplemente debe ser reforzado debido a un aumento de las solicitaciones (sobrecarga de uso, nieve o viento), en general la solución más sencilla suele ser siempre el doblado del elemento afectado mediante la colocación de una nueva escuadría, tratada, y dispuesta al lado de la original.

Si es posible mantener la existente, a veces es interesante aumentar su canto, acoplando debajo otro elemento de madera, y conectando ambos mediante tirafondos.

La conexión entre ambas piezas siempre será más eficaz si se efectúa un encolado previo a la introducción de las fijaciones mecánicas.

Por el contrario, cuando el número de elementos a sustituir es importante, es más recomendable acometer el desmontaje del faldón y la sustitución de la totalidad de las escuadrías lesionadas (figura M16.1).



Figura M16.1

2. Procedimiento operatorio

- a) Previamente a adoptar la decisión de doblar alguno de los pares o pontones de la cubierta, o estimar la sustitución total, debe evaluarse el tipo de fallo y su extensión.
 - A este respecto, la eliminación de la escuadría original sólo debería considerarse en aquellos casos en los que los daños fuesen debidos a hongos de pudrición o insectos, con objeto de que el problema no se transmita al resto de la estructura.
- b) Una vez definido el número de piezas sobre las que debe actuarse, se procederá al apeado del faldón correspondiente, para lo cual suele estar indicada la colocación de una o varias sopandas que descarguen el plano de cubierta. Conviene elevar ligeramente los puntales para permitir la

introducción del nuevo elemento, o la retirada del dañado (figura M16.2).



Figura M16.2

- c) Asegurada la estabilidad de la cubierta, se preparan los taladros en las nuevas escuadrías, se aplica la cola y se disponen en las posiciones estimadas mediante sargentos, en el caso de doblado, o con puntales telescópicos, si se trata de un acoplamiento para aumentar la sección.
- d) Seguidamente se introducen los tirafondos.
- e) Transcurrido el tiempo necesario para el endurecimiento de la cola, se desmonta el apeo, permitiendo que las nuevas escuadrías trabajen conjuntamente con las originales.

- Como en todos los casos en los que se emplea madera maciza, es importante comprobar el contenido de humedad de las nuevas piezas antes de su colocación. La medición puede realizarse rápidamente mediante un xilohigrómetro.
- Si los daños son muy puntuales, cabría la posibilidad de plantearse la eliminación de la zona lesionada, y la adición de una prótesis de madera encolada. Sin embargo, esta solución suele resultar casi siempre más cara y compleja que la sustitución completa de la pieza, por lo que casi siempre se reserva únicamente para escuadrías de grandes dimensiones o con elementos cuya importancia arquitectónica o estructural aconsejan su mantenimiento.
- Algunas especies como el castaño, necesitan de un pretaladro previo, antes de situar los anclajes mecánicos en su posición definitiva.

Actuaciones en cubiertas de pares y pontones: doblado y sustitución total









Por tijera se entiende una tipología de estructura triangulada de cubierta, muy sencilla y primitiva, formada simplemente por dos elementos longitudinales, denominados "pares" que, al igual que en la ficha anterior, también constituyen las aguadas, y un elemento horizontal o tirante que conecta ambos extremos. Esta configuración estructural permite recibir las cargas de la cubierta, a través de las correas, y transmitirlas a los pilares o a los muros de carga. La figura M17.1 muestra la cubierta de tijera que remata una capilla en Penedela (Ibias).



Figura M17.1

Por su parte, la cercha, también conocida como cuchillo o forma, es otro elemento estructural surgido como una evolución del anterior, con el objeto de aumentar la separación entre los apoyos de los pares.

Su construcción es más compleja y, además de los pares y el tirante, exige una serie de piezas intermedias con funciones de apeo, conocidas como parecillos o jabalcones (inclinadas) y pendolón (vertical). En la figura M17.2, los encuentros entre el citado pendolón y los jabalcones, así como el primero con el tirante, se han resuelto mediante un herraje metálico.



Figura M17.2

Tanto las cubiertas de tijera como las de cerchas adolecen de problemas similares, casi siempre relacionados con la acumulación de agua en los nudos.

Ello es debido a que en muchas ocasiones se encuentran expuestos a la acción combinada del agua y el viento, lo que provoca pudriciones en estos encuentros entre piezas.

Las posibles soluciones a los daños que presentan estas estructuras, dependerán de la pieza afectada, pero pueden resumirse en tres: sustitución del tirante por otro de acero, utilización de escuadrías de madera, o refuerzo de nudos.

2. Procedimiento operatorio

- a) En primer lugar, e independientemente del tipo de actuación, se apeará el faldón de cubierta para descargar la tijera o la cercha.
- b) La sustitución del tirante por otro de acero es una operación relativamente sencilla, que únicamente exige una correcta disposición de las placas de retención en los extremos, de forma que intenten abrazar totalmente los extremos de los pares. Después se conectará el tirante, aplicando tensión mediante el tornillo de doble rosca.
- c) La sustitución del tirante por otro de madera se efectuará de forma similar a la anterior. En estas ocasiones, las pletinas de fijación suelen situarse mediante anclajes mecánicos (figura M17.3).



Figura M17.3

d) Finalmente, el refuerzo de los nudos afectados por pudriciones conlleva el empleo de colas e incluso la introducción de barras de acero inoxidable, caso de que existan tracciones importantes, tal y como se indica en la ficha M - 03 anterior.

3. Recomendaciones

• También es posible el atirantado de los pares para aumentar su resistencia a la flexión, sin necesidad de desmontarlos (fotografía M17.4).



Figura M17.4

• Si finalmente se rigidizan los nudos, deberá recalcularse la cercha, al haberse modificado su forma de trabajo.

Actuaciones en cubiertas de tijeras y cerchas



1. Introducción

La madera es uno de los materiales con mejores cualidades físicas y mecánicas para trabajar en construcción, ya que combina una elevada resistencia a la flexión, con un bajo peso específico.

Además, su comportamiento en caso de incendio es más que aceptable, y también proporciona un perfecto aislamiento térmico y un correcto absorbente acústico.

Sin embargo, para garantizar su durabilidad, tal y como ya se ha mencionado en repetidas ocasiones, en primer lugar resulta imprescindible considerar el tipo de madera a emplear, ya que la durabilidad natural y la impregnabilidad son muy diferentes de unas especies a otras.

Y en segundo lugar, debe vigilarse el diseño constructivo del inmueble, su ejecución y la definición del tratamiento protector, de acuerdo con la clase de exposición a la que va estar sometida la edificación.

Así, no necesitará el mismo estudio un pilar de madera situado dentro de una vivienda, que otro oporte situado en una antojana; y mucho menos si la escuadría de madera se va a colocar sumergida parcialmente en un río.

En relación con estas cuestiones, al margen de la aplicación de biocidas, seguidamente se indicarán una serie de detalles constructivos que pueden ayudar a prolongar la vida las estructuras de madera durante mucho más tiempo.

Algunos de ellos ya se han mencionado a lo largo de las fichas anteriores, pero dada su importancia se ha considerado oportuno agruparlas en un apartado independiente.

2. Protección por diseño

- a) Los apoyos de las vigas en los muros estarán siempre ventilados, manteniendo una distancia mínima a los muros de 15 mm, y apoyar la testa de la pieza sobre un material impermeable (pizarra, neopreno, caucho, etc.).
- b) Para evitar pudriciones en los pilares, deben mantenerse al menos a una distancia mínima de 20 cm respecto del suelo, y situarlos sobre una basa de arranque que no permita la retención del agua y su posterior ascenso capilar a través del soporte (ver ficha M - 14 anterior).
- c) En las cubiertas, facilitar la rápida evacuación del agua de lluvia, y disponer tejas o salidas de ventilación para impedir la condensación del vapor de agua.
 - A este respecto, se recuerda la necesidad de emplear láminas impermeabilizantes específicas para madera, y que no forman barrera de vapor.
- d) Evitar que las testas de los elementos portantes queden a la intemperie, disponiendo piezas de remate que sirvan de protección (figura M18.1).
- e) Proteger la cara superior de las piezas expuestas al agua directa mediante albardillas aireadas, corte oblicuo, o similar (f. M18.2).



Figura M18.1



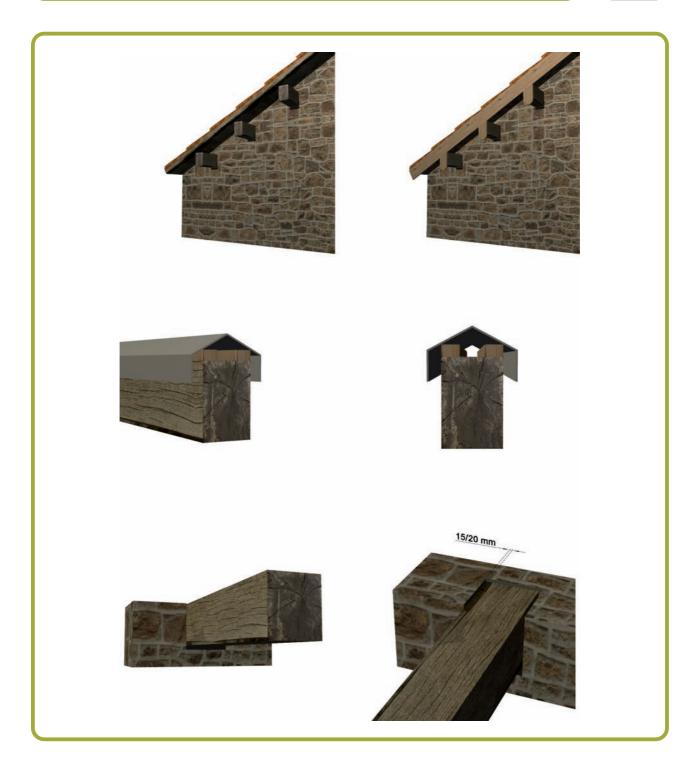
Figura M18.2

- f) En cuanto a las conexiones, recordar que las uniones no deben coartar la libre hinchazón y merma de las piezas, ya que esta es una característica propia de las estructuras de madera.
- g) De emplear herrajes o fijaciones metálicas, cuando se dispongan al exterior, deberán ser de acero inoxidable o galvanizadas.
- h) Las fendas no suelen plantear problemas de resistencia, pero sí se aconseja tratarlas frente a los ataques de insectos, cuando sea necesario.
- i) Estudiar debidamente el arriostramiento longitudinal, y absorber los empujes transversales, para asegurar la estabilidad (figura M18.3).
- j) Con fachadas muy expuestas, evitar el contacto del agua mediante voladizos.
- k) Recordar que el mejor tratamiento protector es siempre un buen diseño.



Figura M18.3





19

1. Descripción de la lesión

En general, los procesos patológicos asociados a estructuras de madera pueden sintetizarse en tres grupos: daños ocasionados por agentes bióticos (insectos xilófagos y hongos de pudrición), lesiones debidas a agentes abióticos (climatológicas, atmosféricos, fuego, etc), y los de origen estructural. Es decir, errores y omisiones cometidos durante alguna de las etapas del proceso edificatorio (diseño, cálculo, construcción y mantenimiento).

Este apartado se refiere exclusivamente al primer grupo, y más concretamente a los daños ocasionados por los insectos, puesto que los hongos precisan siempre un contenido de humedad de la madera superior al 20 %, y por tanto su aparición vendrá siempre vinculada a otro tipo de fallos (infiltraciones desde la cubierta, pérdidas en instalaciones hidrosanitarias, grietas, etc).

Centrándose en los ataques por insectos, los más comunes en nuestra región pueden ser de dos tipos: insectos de ciclo larvario e insectos sociales. Los primeros engloban, entre otros, a las polillas, carcoma pequeña y carcoma grande (capricornio); y los segundos a las termitas.

El tratamiento preventivo / curativo para ambos grupos de organismos es completamente distinto, y por ello se analizarán de forma independiente.

En cualquier caso, el estudio de su ciclo de vida y la descripción detallada de los daños que originan, quedan fuera del presente trabajo, que se centra exclusivamente en los procedimientos que el mercado ofrece para combatir estos ataques.

2. Insectos de ciclo larvario

- a) La principal característica de todos estos insectos es que se alimentan de madera de albura, tanto de coníferas, como de frondosas. Es decir, que los daños suelen ser superficiales, y pocas veces implican la ruina de la pieza. Por ello, la primera medida será sanear la escuadría, eliminando la zona degradada, hasta alcanzar la madera sana. La profundidad del ataque se determinará fácilmente introduciendo un punzón. Este desbastado favorecerá además la penetración del producto protector.
- b) A continuación se evaluará la importancia de la lesión, comprobando si es preciso la seguridad de la estructura mediante procedimientos de cálculo estructural. Esta fase incluye la disposición de apuntalamientos, si se considera necesario
- c) Asegurada la estabilidad de los elementos resistentes, se procederá a la inyección de un biocida en profundidad, tratando de que el líquido penetre lo más posible en la zona de albura
 - Esta fase precisa de la apertura de unos taladros previos,

generalmente a tresbolillo, y desde las caras laterales de la viga, o alineadas si se realizan desde la parte inferior. Se aconseja que la profundidad de los taladros sea aproximadamente de 2/3 de la dimensión máxima de la sección a tratar, y al menos 4 por cada metro lineal de pieza. Para escuadrías de gran tamaño, en las que no sean accesibles todas las caras, las inyecciones se realizarán en dos líneas: En la primera, las perforaciones alcanzarán una profundidad aproximada 4/5 del espesor de la pieza, y en la segunda 2/3. Con esta disposición se tratará de impregnar la mayor parte de la sección. Las recomendaciones de cada fabricante deberán seguirse escrupulosamente.

d) Concluido el tratamiento en profundidad, se realizará después otro superficial, por pincelado o pulverización, sobre la totalidad de las piezas.

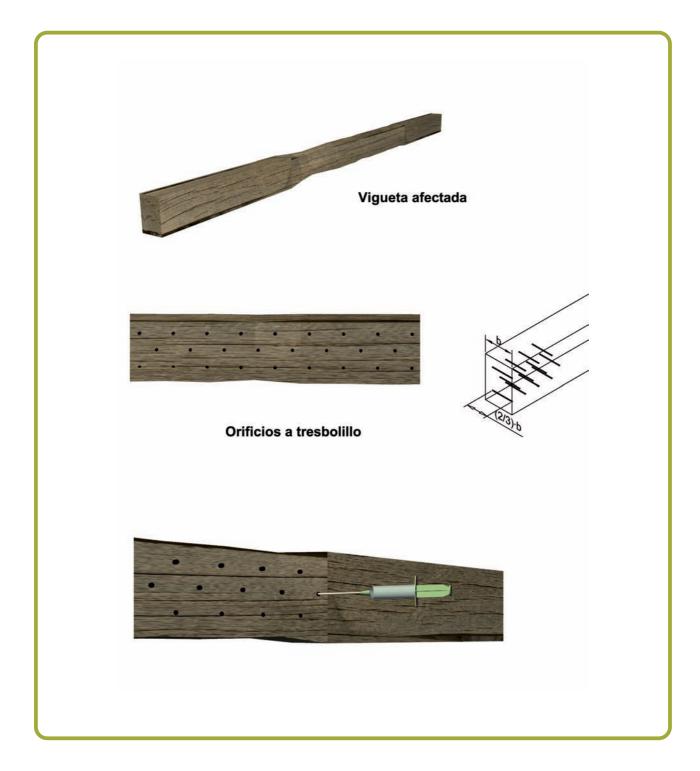
3. Recomendaciones

• Es muy importante definir la especie sobre la que se va a realizar el tratamiento. La norma UNE EN 350 define la permeabilidad de las diferentes especies de madera. La figura M19.1 muestra dos secciones: una con penetración total (izquierda), y otra superficial (a la derecha).



Figura M19.1

- Existen biocidas formulados con compuestos naturales, cuyo uso resulta mucho menos perjudicial para el Medio Ambiente (ver ficha V - 03).
- Si la madera va a quedar muy expuesta a la humedad, el tratamiento en autoclave resulta obligatorio para garantizar su durabilidad.
- Asimismo, en obra nueva, el Apartado 3 "Durabilidad", correspondiente al DB SE Madera del CTE, describe el procedimiento a seguir para definir el protector más adecuado.
- Sin duda, el mejor tratamiento es siempre un buen diseño.
 De ahí que deban cumplirse las prescripciones constructivas detalladas en el Apartado 11 "Ejecución", del mismo DB SE
- Madera, algunas de las cuales se incluyen también en la ficha M - 18 anterior "Protección por diseño en estructuras de madera".



El segundo grupo de insectos que pueden afectar a la madera son las termitas. Estos organismos, de manera similar a lo que sucede con las hormigas, están organizados en colonias perfectamente jerarquizadas, en las que cada individuo desempeña una función concreta. Así, existe una pareja fundadora (la reina y el rey), unos soldados, cuya misión es únicamente proteger el nido, otros individuos reproductores, encargados de aumentar la población de la colonia, y obreros para alimentar a todos los individuos.

La existencia de termitas en el edificio siempre se detectará en piezas de madera con elevados contenidos de humedad. Sin embargo, la colonia se localizará bajo el terreno, de ahí que su eliminación resulte mucho más compleja.

Los daños asociados a la presencia de estos insectos son muy característicos, puesto que perforan la madera en la dirección de las fibras. Estas galerías nunca alcanzan el exterior, para evitar el contacto directo con la luz y preservar al mismo tiempo la humectación de la pieza. A diferencia de los otros insectos xilófagos, el aspecto de la madera atacada no presenta nunca orificios de salida, y puede asimilarse a las hojas de un libro.

En cuanto su tratamiento, los procedimientos más exitosos en la actualidad son los cebos. Precisamente estos sistemas se han diseñado a partir del comportamiento social de estos insectos.

En esencia se fundamentan en el hecho de que para que la colonia prospere, las obreras deben alimentar al resto de los individuos. Por ello, considerando que estos insectos están dotados de una gran inteligencia y organización, el objetivo será envenenar poco a poco a las obreras, para que a su vez transmitan el producto tóxico al resto de la colonia, eliminando así a todos sus miembros.

2. Procedimiento operatorio

- a) Detectada la presencia de estos insectos en el interior de un inmueble, o si se desea controlar su infestación, la primera fase comienza con la colocación alrededor y dentro del edificio, de unos envases denominados "estaciones de control". Los recipientes, enterrados bajo el terreno y con acceso desde la superficie a través de una tapa, contienen pequeñas piezas de madera impregnadas de agua y sustancias que facilitan la detección por las termitas, y permitirán evaluar la importancia y la localización del ataque.
- b) Cuando el número de individuos existentes en alguna de las estaciones se aproxime al centenar, se retirarán las piezas ya atacadas, y se sustituirán por celulosa empapada en el biocida

De esta manera las obreras alimentarán al resto de la

colonia con la sustancia tóxica, lo que impedirá que los restantes miembros puedan determinar el origen del veneno. En la figura M20.1 se muestra un cebo con varios cientos de termitas en su interior.



Figura M20.1

- c) Es importante realizar un seguimiento periódico, de manera que se sustituyan los cebos a medida que se vayan consumiendo, hasta extinguir totalmente la colonia.
- d) El tratamiento deberá prolongarse dos o tres años, de manera que se garantice la durabilidad del tratamiento.

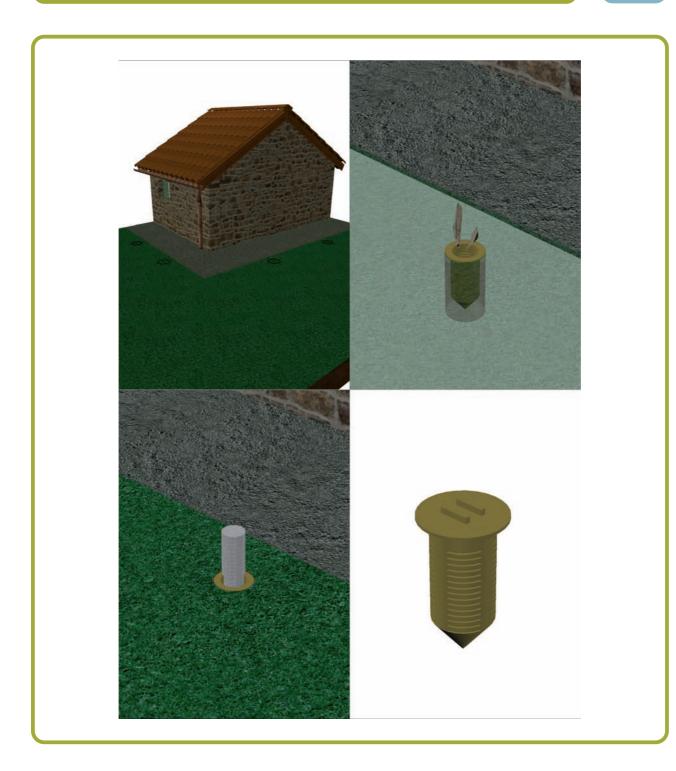
3. Recomendaciones

- Estos insectos precisan para su desarrollo de contenidos altos de humedad en la madera. De ahí la importancia de considerar las medidas constructivas relacionadas con la protección por diseño (ver ficha M -18 anterior).
- Las termitas son extraordinariamente inteligentes, y ante cualquier duda, rechazarán el cebo. Por eso es preciso manipular con cuidado las muestras de madera o celulosa, lo que exigirá la utilización de guantes (figura M20.2), agua sin contaminar, etc. Es aconsejable contactar con empresas especializadas, al menos hasta comprobar la erradicación de la colonia



Figura M20.2

 Como tratamiento preventivo existen en el mercado láminas o geotextiles ya impregnados en biocida, para situar bajo la solera o la cimentación, evitándose así el peligro del ataque inicial.



Habitabilidad



INTRODUCCIÓN A LA HABITABILIDAD

1. Justificación

La Ley de Ordenación de la Edificación (LOE), en su Artículo 3. "Requisitos básicos de la edificación", promulgaba la necesidad de que los edificios deberían proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de forma que cubriesen los requisitos básicos relativos a la funcionalidad, la seguridad y la habitabilidad. Y todo ello con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente.

De ahí que, una vez expuestas las fichas correspondientes a los requisitos básicos de la seguridad estructural, dedicamos las presentes a satisfacer los requisitos básicos de la habitabilidad.

2. Intervenciones tendentes a mejorar la habitabilidad

En base a los procesos patológicos que presentan las edificaciones que nos ocupan, debidos a las particularidades constructivas y de los materiales componentes, se proponen intervenciones relativas a mejorar la estanqueidad de las cubiertas, los aislamientos, la carpintería exterior, las instalaciones y los pavimentos.

3. Fichas para mejorar los aislamientos

Este apartado incluye:

- 1) Mejora del aislamiento térmico de forjados de madera por el intradós
- 2) Mejora del aislamiento térmico de forjados de madera por el extradós
- 3) Mejora del aislamiento térmico de cubiertas de madera por el extadós
- 4) Mejora del aislamiento térmico de cubiertas de madera por el intradós.
- 5) Mejora del aislamiento térmico de fachadas por el exterior
- 6) Mejora del aislamiento térmico de fachadas por el interior
- 7) Mejora del aislamiento acústico frente al ruido aéreo en forjados y cubiertas
- 8) Mejora del aislamiento acústico en fachadas y particiones exteriores con ventanas dobles

4. Fichas para mejorar las carpinterías exteriores

A este grupo corresponden las siguientes intervenciones:

- 1) Mejora del aislamiento nuevas ventanas con doble / triple acristalamiento
- 2) Mejora del aislamiento de las carpinterías exteriores con ventanas dobles
- 3) Recomendaciones respecto de los tratamientos de madera al exterior

5. Fichas para mejorar los pavimentos

Por último, se tendría:

- 1) Instalación de una tarima sobre rastreles
- 2) Instalación de tarima sobre forjados con falta de planeidad
- 3) Instalación de tarima o parquet flotante
- 4) Ejecución de paramentos pétreos.

6. Fichas para mejorar la estanqueidad de las cubiertas

Se proponen las siguientes fichas:

- 1) Sustitución puntual de placas de pizarra
- 2) Resolución del encuentro entre faldones: cumbrera
- 3) Resolución del encuentro entre faldones: limatesas
- 4) Resolución del encuentro entre faldones: limahoyas
- 5) Resolución del encuentro entre un faldón y una fachada
- 6) Resolución del encuentro lateral entre un faldón y una paramento vertical (I)
- 7) Resolución del encuentro lateral entre un faldón y una paramento vertical (II)
- 8) Resolución del encuentro entre el borde inferior de un faldón y una fachada
- 9) Resolución del encuentro entre un faldón y elementos salientes
- 10) Cubiertas con cambios de pendiente
- 11) Apertura de huecos para ventanas de tejado
- 12) Ejecución de una cubierta con aislamiento térmico e impermeabilización
- 13) Colocación de la pizarra
- 14) Puesta en obra de cubiertas de teja

Como es bien sabido, cuando existe una diferencia de temperatura apreciable entre dos locales separados por un paramento vertical u horizontal, siempre se produce una transmisión de calor de la estancia con mayor temperatura, hacia la más fría.

Por otra parte, el aire caliente es más ligero que el frío; de ahí que los humos procedentes de la combustión de una chimenea asciendan rápidamente hacia el exterior, a través de los conductos de evacuación.

Este proceso físico explica que, antiguamente, muchas habitaciones de viviendas ubicadas en el ámbito rural se situasen encima de las cuadras, con el objeto de calefactarse gracias al calor desprendido por los animales.

Sin embargo, en ocasiones, este flujo de calor debe reducirse al mínimo. Tal es el caso, por ejemplo, de las habitaciones situadas debajo de desvanes, almacenes, secaderos, etc.

A este respecto, la madera puede considerarse como un buen material aislante, ciertamente con características muy superiores al hormigón o al acero. Sin embargo, con edificaciones antiguas, donde suelen presentarse amplias juntas entre las tablas, las pérdidas energéticas son casi siempre elevadas. En estos casos, para tratar de mantener una temperatura agradable en el recinto vividero, limitando al mismo tiempo el gasto del combustible de calefacción, resulta fundamental aislar térmicamente el forjado.

La operación, que obviamente deberá ejecutarse sin desmontar la tabiquería, no es compleja, y puede acometerse de dos formas distintas: disponiendo el aislamiento térmico bajo el pavimento, o actuando por debajo de las viguetas.

2. Aislamiento bajo el pavimento

Cuando se trate de pavimentos de madera situados sobre rastreles, la intervención resulta muy sencilla. El procedimiento sería el siguiente:

- a) Levantar el pavimento, limpiar el soporte y disponer el material aislante entre los rastreles. A este respecto, los productos sintéticos, generalmente en forma de paneles, necesitarán cortarse para encajarlos entre los listones de
 - Este tipo de materiales, la mayor parte de los cuales se obtienen a partir del petróleo, incluiría por ejemplo las placas rígidas de poliuretano (PUR), de poliestireno expandido (EPS) o extruido (XPS), etc.
- b) Si el aislamiento está constituido por lanas minerales (menos agresivas para el Medio Ambiente que los anteriores), se colocarán igualmente entre los rastreles, cuidando que la barrera de vapor que llevan incorporada en una de sus caras, quede en contacto con el forjado, a fin de impedir

- el desarrollo de condensaciones en el interior de la manta.
- c) Desde hace tiempo han aparecido otros productos que, además de sus excelentes propiedades aislantes, favorecen la conservación del Medio Ambiente. Entre todos ellos cabe destacar el corcho en placa o a granel, seguido de la celulosa, el lino, fibras derivadas de la madera, lana de oveja tratada para evitar olores y el desarrollo de hongos e insectos, etc. Su puesta en obra es más sencilla incluso que las anteriores, garantizando un llenado completo del espacio entre rastreles. La figura A1.1 muestra la colocación de corcho granulado sobre un forjado.

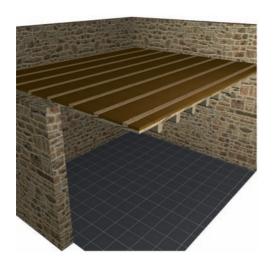


- Aunque la espuma de poliuretano aplicada in situ es un producto de elevadas prestaciones, no debe emplearse nunca directamente proyectada sobre piezas de madera, ya que su rigidez impide acompañar los hinchamientos y mermas propios de los materiales leñosos, favoreciendo su pudrición en caso de penetración de agua.
- Independientemente de sus cualidades como aislamientos térmicos, tanto los productos de naturaleza fibrosa (lanas minerales, lino, celulosa, etc.), como los granulares, o las placas de corcho, también son muy utilizados como absorbentes acústicos, por lo que su empleo resulta todavía más aconsejable.
- Se recuerda que el corcho, además de ser un producto 100 % natural, posee una baja densidad, es impermeable, elástico, con una gran durabilidad y elevada resistencia al fuego. En resumen, que puede considerarse como el material idóneo para este tipo de aplicaciones.











Aislante

1. Actuación desde el intradós del forjado

En aquellas ocasiones en las que se trate de pavimentos de calidad o en buen estado, para evitar desmontar o eliminar el solado, tanto si se trata de piezas de madera o cerámicas, siempre es posible actuar por debajo el forjado, disponiendo un falso techo de fibras, yeso laminado o escayola, y situando el aislamiento térmico sobre las placas.

Este tipo de intervenciones conllevan varias ventajas adicionales, entre las que cabe destacar la rapidez y facilidad de la ejecución, la reducción de los ruidos transmitidos por el aire (ruido aéreo) e incluso de pisadas o golpes (ruido de impacto), y la posibilidad de constituir un espacio por donde pueden discurrir las instalaciones eléctricas, de fontanería, saneamiento.

Por el contrario, la colocación del aislamiento térmico debajo del forjado de piso presenta dos inconvenientes importantes, como son la pérdida de altura útil, y en muchos casos la obligación de ocultar total o parcialmente los elementos estructurales.

Esta complicación resulta especialmente relevante cuando se trata de escuadrías o piezas de calidad y que por tanto se desea mantener a la vista.

Sin embargo, tal y como se hace constar en la ficha correspondiente al aislamiento térmico de faldones de cubierta, considerando algunas medidas correctoras, estas complicaciones pueden reducirse de manera significativa.

Procedimiento operatorio

- a) Antes de comenzar los trabajos, se revisará la parte inferior del forjado, para comprobar la ausencia de organismos xilófagos, humedades, grietas, fendas, etc.
- b) A continuación se limpiarán las superficies, y se aplicará un protector a los elementos de madera, caso de considerarse necesario.
- c) Si se prevé la situación de alguna instalación, se estudiará su posición relativa bajo el forjado, de manera que no dificulte la colocación de las fijaciones, y se dispondrán los redes de iluminación, cableado, tubería, etc, que se consideren en cada caso.
- d) Situadas las instalaciones, se marcará el nivel definitivo al que quedará enrasado el falso techo.
- e1) Si se opta por utilizar placas de fibras o yeso laminado, se fijarán los perfiles perimetrales, con su banda antivibraciones correspondiente.
- e2) En estos casos, se replantearán las líneas de fijación de los perfiles principales, elementos de cuelgue y perfiles secundarios.
- e3) Una vez que se haya decidido la posición definitiva de los elementos que constituyen el sistema, se fijarán los cuel-

- gues, a continuación los perfiles principales, previamente cortados a las longitudes adecuadas, y por último se conectarán los perfiles secundarios a los principales a través de los anclajes correspondientes.
- e4) Por último se colocarán las placas de fibras o las piezas de yeso laminado, manteniendo las juntas de dilatación indicadas por cada fabricante, y se extenderán sobre ellas las mantas del aislamiento térmico definido en el proyecto.
- f) Si por el contrario se decide utilizar placas de escayola, el procedimiento es muy similar, aunque sustituyendo las fijaciones mecánicas por tiras de esparto, ancladas a los forjados con clavos (si se trata de elementos de madera), o picando la bovedilla, caso de que el forjado sea de hormigón o cerámico.
- g) Terminada la colocación de las placas, será el momento de insuflar el material aislante a través de un taladro practicado en la placa.
- h) Tanto en uno como en otro caso, el paso final será aplicar la pintura de terminación. A este respecto, al tratarse de soportes absorbentes, se aconseja una capa previa de imprimación, que servirá para sellar los poros del material.

- Como siempre que se trate de estructuras o pavimentos de madera, evitar la utilización de espuma de poliuretano ya que, entre otros problemas, afecta directamente al comportamiento higroscópico de los componentes de madera, y favorecerá su pudrición, caso de que se produzcan infiltraciones.
- En los cuartos húmedos (baños y cocinas) utilizar materiales o perfiles resistentes a la corrosión.
- Se recuerda que la utilización de placas de fibras, yeso laminado o escayola bajo los forjados de madera sirve además como protección en caso de incendio.
- Los falsos techos de escayola son muy sensibles a las deformaciones del soporte, lo que se traduce en la aparición de fracturas o grietas sobre las placas. Por ello, con forjados de poco espesor o sometidos a elevadas sobrecargas, es conveniente decantarse por sistemas de yeso laminado, y reducir la distancia entre juntas.
- En cualquier caso, en el mercado existen bandas adhesivas o pastas especiales que, tanto como tratamiento curativo como preventivo, solucionan cualquier defecto de este tipo.















1. Pérdidas energéticas desde la cubierta

A la vista de lo anteriormente expuesto, parece evidente que las mayores pérdidas energéticas se producirán casi siempre a través de los faldones de cubierta, ya que las diferencias de temperatura entre el exterior y el interior serán en este caso más importantes.

Por otra parte, también suele resultar habitual que el aislamiento térmico de los faldones sea reducido, lo que contribuye significativamente a agravar el proceso anterior.

Evidentemente, el problema se agudiza en aquellos tejados constituidos simplemente por un enlatado que sirve de soporte a la cubrición de piezas cerámicas o pizarra.

Con este tipo de cerramientos, al igual que sucede con los forjados de piso, la solución pasa por mejorar su aislamiento térmico. Y de la misma manera, esta intervención puede ejecutarse levantando la cubrición, o por debajo de los faldones. A continuación se describirá la primera opción, mientras que la actuación por el interior se abordará en la ficha A - 04 siguiente.

Procedimiento operatorio

- a) En primer lugar, se levantarán las tejas o la pizarra, hasta alcanzar el soporte.
- b) Seguidamente se revisará el estado en que se encuentran los elementos de madera, eliminando aquellas que presenten fracturas, deformaciones excesivas, ataques por los hongos de pudrición o los insectos xilófagos, etc.
- c) Si se trata de una cubierta dispuesta sobre rastreles, el aislamiento térmico puede colocarse directamente entre estos listones.
- c1) En caso de que el material aislante pueda resultar afectado por la humedad (lanas y fibras minerales, celulosa, etc), será necesario protegerlo superiormente con una lámina impermeable específica para madera, e inferiormente con una barrera de vapor.
- c2) Por último se recolocará la teja o la pizarra previamente desmontada.
- d) Cuando se trata de una cubierta dispuesta sobre tableros, y el aislamiento térmico tiene resistencia mecánica suficiente, se situará directamente sobre este soporte; y después la cubrición.

También cabe la opción de retirar las tablas, y emplear un panel sandwich compuesto por un tablero hidrófugo, el aislamiento térmico y el acabado interior, que puede estar constituido por una placa de yeso laminado, madera, etc. En la figura A3.1 se muestra uno de estos sistemas que, en este caso particular, emplea una placa de corcho expandido como aislamiento.



Figura A3.1

3 Pecomendaciones

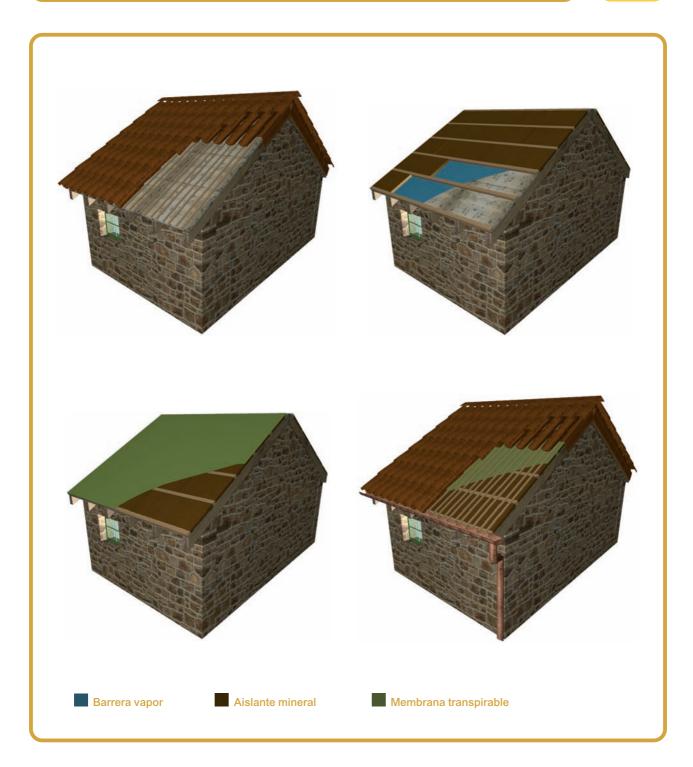
• Siempre es más aconsejable ejecutar un doble enrastrelado, disponiendo una lámina impermeabilizante específica para madera sobre el aislamiento térmico, una barrera de vapor, y fijando la cubrición a un tablero situado sobre la segunda línea de rastreles, o a los propios rastreles, si no están demasiado espaciados.

En cualquier caso, este sistema permite una mayor protección frente a infiltraciones, y una perfecta ventilación del faldón soporte.

- Vigilar la posición de la barrera de vapor, especialmente si viene incorporada en aislamientos térmicos de naturaleza fibrosa, y colocarla siempre según las instrucciones de los fabricantes.
- Recordar la disposición de elementos de ventilación, en aquellos casos en los que se desarrollen actividades domésticas en el bajo cubierta.
- La espuma de poliuretano no debe emplearse nunca directamente proyectada sobre los elementos de madera, ya que afecta al comportamiento higroscópico del material. Por tanto, intervenciones como la que aparece en la figura A3.2 deberían siempre evitarse.



Figura A3.2



1. Necesidad de actuar bajo el faldór

Si la cubierta se encuentra en buen estado, y no presenta infiltraciones, goteras, lesiones o defectos de consideración, en ocasiones quizás no resulte rentable acometer el desmontaje de la misma para situar el aislamiento térmico por el exterior.

Cuando las dificultades de esta actuación sean importantes, o el coste de la misma se considere excesivo, la única opción factible es la disposición del material desde el interior del faldón.

En ocasiones, este tipo de intervención puede ejecutarse de manera idéntica a la descrita en la colocación de aislamientos bajo el forjado (ver ficha A - 02 correspondiente a este mismo apartado), quedando el entramado de cubierta totalmente oculto bajo las placas que soportan los materiales aislantes

Sin embargo, existen viviendas en las que la calidad o la estética de sus vigas, pares o cabios constituyentes de los faldones es tal, que la propiedad considera fundamental mantenerlos vistos.

Para estos casos existe una solución realmente sencilla y, de ejecutarse con esmero, los resultados serán sin duda más que aceptables.

2. Procedimiento operatorio

- a) Antes de comenzar los trabajos, se revisará la cubierta, con objeto de corregir todas aquellas entradas de agua o humedades de condensación, que puedan afectar al material aislante.
- b) Después se limpiará el intradós del forjado de cubierta, hasta dejar el entrevigado totalmente libre de obstáculos y suciedad.
- c) Posteriormente se analizará el estado en que se encuentran los elementos de madera, de manera que se garantice la ausencia de fracturas, deformaciones excesivas, ataques por organismos xilófagos, etc, a las piezas de madera.
- d) Una vez que se haya asegurado la estabilidad y la estanqueidad del cerramiento superior, se replanteará la colocación de las instalaciones de electricidad y fontanería, que puedan discurrir bajo el faldón, colocando el cableado o las tuberías en su posición definitiva.
- e) Después, sobre los laterales de los pares o los pontones que soportan la cubierta, se clavarán unos pequeños listones de madera. Estas piezas se encargarán de recibir las tablas o los paneles sobre los que se colocará el material aislante. Considerar si, según el tipo de aislamiento, es necesario situar previamente una barrera de vapor. En la figura A4.1 se muestra una actuación de este tipo,

previamente a la puesta en obra del aislamiento.



Figura A4.

f) Tras la colocación del tablero, se practicará un taladro de dimensiones tales que permita la inserción del conducto a través del cual se insuflará el material aislante.

Evidentemente, en este tipo de actuaciones suele emplearse corcho a granel o celulosa, de manera que se garantice el llenado del entrevigado, sin afectar al comportamiento ni a la durabilidad de la madera.

La figura A4.2 permite apreciar el aspecto definitivo de una actuación de este tipo, antes de rematar la obra.



Figura A4.2

g) Por último se aplicará la pintura a los paneles, previo tratamiento de las juntas entre placas.

- Evitar la utilización de espuma de poliuretano como aislamiento térmico, ya que, además de afectar a las propiedades físicas de la madera, favorecerá su pudrición, caso de que se produzcan infiltraciones.
- Suele ser recomendable aplicar algún tratamiento protector a la madera antes de colocar las placas, en previsión de posibles ataques de insectos, y siempre para nutrir la madera.



1. Rehabilitación de fachadas

Después de la cubierta, los siguientes paramentos a través de los cuales se producen mayores pérdidas energéticas, son las fachadas.

Sin embargo, muchos de estos cerramientos están constituidos por gruesos muros de fábrica de piedra de dos o tres hojas, correctamente trabadas con mortero, y que incluso disponen de aislamientos térmicos a base de fibras vegetales, derivados de la madera, paja, etc. Este tipo de fachadas presenta un comportamiento térmico más que aceptable.

Por el contrario, otras veces se trata de edificios con cerramientos de poco espesor, y carentes de aislamiento. En estos casos, la solución consiste en situar el aislante por el exterior del paramento. Así, además de no perder espacio interior, se resuelven casi todos los problemas de puentes térmicos que puedan desarrollarse en las fachadas.

La intervención no es compleja desde el punto de vista técnico, aunque exige la resolución de numerosos puntos singulares (huecos de ventanas y vierteaguas, puertas, estructuras vistas, aleros y cornisas, etc).

La figura A5.1 muestra un detalle de una vivienda sobre la que se está ejecutando este tipo de actuación. Como puede apreciarse, emplea un panel de fibras vegetales como aislamiento térmico, combinada con una placa de corcho en la parte inferior.



Figura A5.1

2. Procedimiento operatorio

- a) En primer lugar se procederá a la limpieza y saneado de la fachada, retirando las pinturas, los revestimientos, aplacados, etc. Es decir, todos aquellos elementos que dificulten la fijación del aislamiento térmico sobre el soporte.
- b) A continuación se dispondrá el material aislante sobre la fachada, de acuerdo con las instrucciones de cada fabricante. En este punto, pueden presentarse dos variantes:
- b1) De emplear placas aislantes de productos sintéticos tipo poliuretano (PUR), poliestireno expandido (EPS) o extruido (XPS), etc, habida cuenta de su baja transpirabilidad y

reducida absorción de agua, deberán situarse sobre rastreles, de manera que exista una cámara de aire ventilada entre el aislamiento y la fachada. Por el contrario, caso de emplear materiales aislantes de naturaleza orgánica, más saludables y sostenibles, podrán fijarse directamente al cerramiento, utilizar soluciones tipo fachada ventilada, o incluso combinaciones de ambas. La figura A5.2 muestra una solución de este tipo, muy habituales en Bioconstrucción.



Figura A5.2

- b2) Si se opta por los paneles de fibras vegetales, corcho aglomerado o revocos especiales, su óptimo comportamiento higrotérmico permite en muchos casos la fijación directa a la fachada.
- c) Tanto en uno como en otro caso, la intervención se completará con la aplicación de un mortero de acabado, preferiblemente que contenga cal en su formulación, previa colocación de una malla de fibra para evitar los descuelgues de la pasta. Si no están pigmentados en masa, se rematará con una pintura al silicato.

- Habida cuenta de la gran variedad de materiales, productos y sistemas existentes en el mercado, antes de diseñar la solución de aislamiento, resulta fundamental seguir las indicaciones de puesta en obra de los fabricantes.
- Tampoco se aconseja la utilización de espuma de poliuretano aplicada directamente sobre las fachadas ya que, entre otros problemas, reduce la transpirabilidad de los cerramientos.
- Es preferible el empleo de productos orgánicos (fibras vegetales, corcho, etc.), debido tanto a sus cualidades como aislantes térmicos y absorbentes acústicos como también, por supuesto, su inigualable respeto por el Medio Ambiente.
- En estos casos, analizar siempre la necesidad de situar barreras contra el vapor.









Aislante mineral

Malla de fibra

Mortero enlucido

1. Necesidad de aislar térmicamente

Evidentemente, la solución anterior (ver ficha A - 05), conlleva siempre la aplicación de un mortero de terminación sobre la fachada, por lo que estas actuaciones suelen reservarse para cerramientos exteriores en mal estado, vivienda nueva, o las que ya disponían de este tipo de acabado.

Por el contrario, cuando se desea mantener el aspecto exterior de la fábrica vista, o en edificios protegidos, la única opción viable para mejorar el comportamiento térmico de los cerramientos, especialmente si su espesor es reducido, implica la colocación del aislamiento térmico por el interior de los cerramientos.

Las ventajas que conlleva esta intervención son varias, y entre ellas puede destacarse su facilidad de puesta en obra, la posibilidad de efectuar actuaciones parciales, modificando sólo las estancias que interese, y permitiendo corregir los defectos de planimetría, desplomes, terminación, del muro soporte. Por otra parte, no exige medios auxiliares complejos, y puede aplicarse a todo tipo de fachadas, independientemente de su nivel de protección.

Además, entre los múltiples materiales aislantes, de escoger un producto orgánico, actuará igualmente como regulador de la humedad ambiental, y favorecerá el aislamiento acústico del recinto.

Por el contrario, su ejecución ciertamente reduce de forma significativa el espacio interior.

Esta circunstancia se acentúa cuando, además del aislamiento térmico, se opta por una calefacción de muro radiante (ver ficha I - 08 correspondiente al apartado de "Instalaciones").

Procedimiento operatorio

- a) Como primera medida se eliminarán todos los aplacados, revestimientos, pinturas, etc, que se encuentren sobre los paramentos interiores de fachada.
- b) A continuación se revisará la fábrica, reparando y sellando con mortero o cosiendo todas aquellas lesiones, grietas y fisuras que presenten los cerramientos, incluyendo dinteles y apoyos de elementos estructurales.
 - En esta fase se comprobará también la ejecución de la fábrica, garantizando que el asiento y el aparejo de las piezas es correcto.
- c) A veces, antes de la colocación del aislamiento térmico, es necesario disponer previamente un tablero de fibra - yeso, cartón - yeso o similar, o incluso un mortero de regularización por el interior de la fachada.
- d1) Si el soporte se encuentra en buen estado, puede anclarse directamente el material aislante al paramento. La mayor parte de los productos admiten la fijación mediante adhesivos, tirafondos, grapas, rosetas, etc.

- d2) De ser necesarios rastreles, tanto si se emplean perfiles metálicos, como de madera, se colocarán previamente a la disposición del aislante térmico, aplomados para garantizar su nivelación y verticalidad, y con los dispositivos antivibración correspondientes.
- d3) Determinados productos (fibras de celulosa, corcho en bruto, etc), permiten su puesta en obra después de fijados los paneles, garantizando el llenado completo del hueco. La figura A6.1 muestra una intervención de este tipo.



Figura A6.1

e) Otros sistemas admiten la aplicación de morteros o revocos directamente sobre los paneles aislantes, aunque lo más habitual es colocar un tablero igualmente de fibra - yeso, yeso laminado, o cartón - yeso, y sobre él la pintura.

3. Recomendaciones

- Considerando la variedad de materiales, productos y sistemas existentes en el mercado, antes de diseñar la solución de aislamiento, es importante seguir las indicaciones de los fabricantes.
- Evitar la fijación de paneles sintéticos en el interior las fachadas ya que, entre otros problemas, reduce la transpirabilidad de los cerramientos.

Son preferibles los productos minerales u orgánicos (fibras vegetales, celulosa, corcho, vidrio celular, etc), tanto por sus cualidades como aislantes térmicos, como absorbentes acústicos.

- De utilizar rastreles y paneles, analizar la conveniencia de colocar los dispositivos de aislamiento frente a vibraciones.
- Replantear las instalaciones previamente a la colocación del aislamiento.
- Y vigilar la presencia de roedores en el interior de la cámara.



1. Introducción al problema del ruido

Como es bien sabido, los ruidos que se registran en las viviendas pueden tener su origen en perturbaciones desarrolladas en el aire (voz humana, por ejemplo), o en los materiales constituyentes de la edificación (pisadas sobre el pavimento, golpes en los cerramientos, caída de objetos, etc.). Los primeros se denominan ruidos aéreos, y los segundos ruidos de impacto. Aunque en obra nueva el tratamiento de ambos fenómenos es radicalmente diferente, en rehabilitación existen bastantes similitudes.

Así, en general, puede afirmarse que la reducción del ruido aéreo y la reverberación se consigue mediante la disposición de absorbentes. Es decir, materiales porosos que contienen gran cantidad de cavidades comunicadas entre sí y con el exterior.

Sin embargo, el ruido de impacto necesita aumentar la masa del elemento constructivo, o absorber las vibraciones, para evitar la transmisión de la perturbación. Se deduce entonces que, en el caso de forjados de madera, la baja densidad de sus componentes estructurales, incida de manera negativa en su comportamiento acústico.

Independientemente de lo anterior, las posibilidades de ejecutar actuaciones que mejoren el comportamiento acústico de viviendas unifamiliares ya construidas son limitadas. De ahí que, para favorecer la comprensión de esta clase de procesos, se haya considerado oportuno abordar de manera conjunta las actuaciones orientadas a aumentar el aislamiento acústico de los cerramientos, independientemente de si se trata de ruidos aéreos o ruidos de impacto.

Sin embargo, dado que existen notables diferencias entre las medidas a realizar sobre los cerramientos verticales, y las aconsejables sobre los componentes horizontales, en esta primera ficha se abordarán las posibilidades de reducir la transmisión del ruido a través de los forjados y cubiertas; y en las siguientes se hará lo propio con las fachadas y tabiquerías.

En ambos casos, como inmediatamente se verá, las intervenciones son similares a las indicadas para aumentar el aislamiento térmico de los cerramientos.

2. Procedimiento operatorio

El propósito de este tipo de actuaciones no es otro que incorporar al forjado algún tipo de material absorbente acústico. En el caso de elementos horizontales, la obra puede realizarse levantando el pavimento o por debajo del forjado.

Dado que la segunda opción coincide plenamente con la colocación del aislamiento térmico sobre falsos techos, a continuación se comentará únicamente la actuación sobre el forjado.

- a) En primer lugar se levantará el pavimento, de manera que pueda accederse al tablero soporte.
- b) Después se dispondrá un conjunto de tablas entre las cuales se extenderá o se inyectará el material aislante. Estas mismas tablas servirán de soporte al nuevo pavimento (figura A7.1).

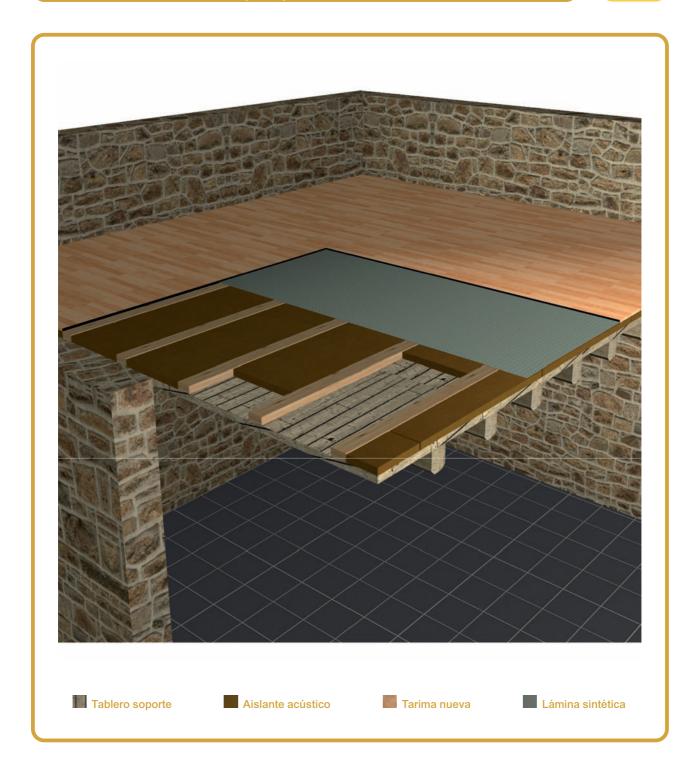


Figura A7.1

- Si se contempla la instalación de cableado eléctrico, o conducciones hidrosanitarias, es importante colocarlas en esta misma fase.
- d) Después se extenderá el absorbente acústico (corcho a granel, fibras minerales, lana de roca, etc). En la figura A7.2 se muestra un relleno realizado con fibra celulosa tratada con sales de Borax.
- e) Por último se colocará el nuevo pavimento. A ser posible, se realizará un suelo flotante sobre mantas o paneles elásticos de fibras minerales, disponiendo además una junta entre el solado y los muros y tabiques perimetrales.



Figura A7.2



1. El ruido a través de fachadas y tabiques

En general, las medidas correctoras habitualmente aplicadas para mejorar el comportamiento acústico de los cerramientos verticales, suelen estar orientadas a evitar las vibraciones, aumentar el aislamiento de los paramentos, y garantizar la estanqueidad al paso del aire.

En este sentido, los elementos constructivos que constituyen las fachadas, especialmente si se trata de fábricas de piedra de cierto espesor, son suficientemente pesados como para garantizar un buen aislamiento a ruido aéreo.

Se deduce entonces que los problemas asociados a la transmisión del sonido a través de estos cerramientos, no guarden relación con sus materiales componentes, sino más bien con los huecos abiertos en ellas.

Por el contrario, es frecuente que las tabiquerías, mucho más esbeltas y ligeras, sí puedan presentar deficiencias de aislamiento acústico.

En cualquier caso, ambos tipos de cerramientos son susceptibles de mejorar su comportamiento frente al ruido. Las soluciones constructivas más empleadas en la actualidad son los trasdosados de yeso laminado, fibra - yeso, o similar, previa interposición de mantas de fibras orgánicas o minerales, corcho, etc.

2. Procedimiento operatorio

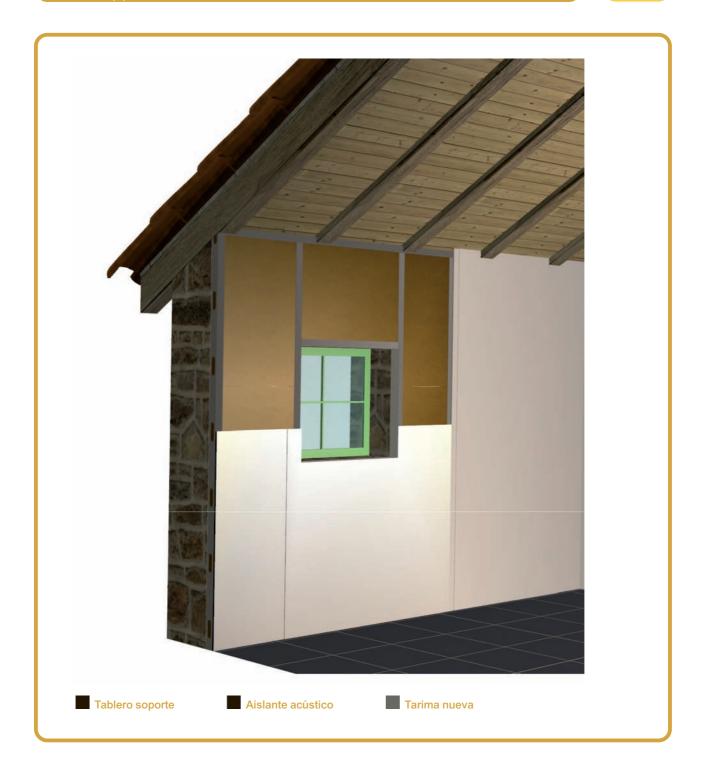
- a) En primer lugar se limpiará el soporte, para garantizar la fijación del material aislante, caso de que no venga incorporado al trasdosado.
- b) A continuación se revisará la fábrica, reparando y sellando con mortero todas aquellas grietas y fisuras que presenten los cerramientos, para asegurar su estanqueidad al paso del aire y del agua.
- c) Al igual que sucedía con los aislantes térmicos, si el cerramiento presenta defectos de planitud, puede ser necesario disponer previamente un tablero de fibra - yeso, cartón - yeso o similar, o incluso un mortero de regularización, para facilitar la puesta en obra de las mantas o paneles.
- d1) A continuación se fijará el material aislante al paramento mediante adhesivos, tirafondos, grapas, rosetas, etc., y previa colocación de la barrera de vapor.
- d2) De ser necesarios rastreles, tanto si se emplean perfiles metálicos, como de madera, se colocarán previamente a la disposición del aislante térmico, aplomados correctamente, garantizando su verticalidad, y con las juntas antivibración correspondientes entre solados y techos. La figura A8.1 muestra la colocación de una manta de lana de oveja entre rastreles.



Figura A8.1

e) Otros sistemas admiten la aplicación de morteros o revocos directamente sobre los paneles aislantes, aunque lo más habitual es colocar un tablero de yeso laminado, fibrayeso o cartón - yeso, con las juntas antivibración, y después la pintura.

- Puesto que la transmisión de ruido en las fachadas se produce fundamentalmente a través de los huecos, la mejor manera de aumentar el aislamiento acústico de estos cerramientos será garantizar la hermeticidad de las ventanas.
- Otra opción viable, especialmente cuando se trata de muros de gran espesor, y que además contribuye a reducir las pérdidas energéticas, es la colocación de puertas y ventanas dobles.
- Se recuerda que las cajas de persiana son los puntos más débiles del cerramiento, por lo que será mejor evitar su colocación, sustituyéndolas por contraventanas, cortinas, etc.
- Tanto en fachadas y cubiertas, como en los forjados, deberá prestarse especial atención a la instalación de las tuberías de saneamiento y de abastecimiento de agua. Se aconseja emplear materiales de calidad, disponer las fijaciones a las distancias correctas, emplear manguitos y elementos elásticos en los pasos a través de forjados y muros, cuidar las pendientes para evitar velocidades excesivas del fluido que puedan originar ruidos y vibraciones, etc.
- Puesto que el aumento de la masa del paramento siempre es una cualidad a tener en cuenta, será preferible elegir materiales o sistemas con la mayor densidad posible. De ahí que los aislamientos de fibra de madera sean siempre aconsejables para este tipo de intervenciones.
- Estudiar la conveniencia de disponer barreras de vapor, según el tipo de aislante empleado.



1. Problema planteado

En aquellos casos en los que las ventanas existentes presentan problemas de falta de estanqueidad al aire y/o al agua, fallos de aislamiento acústico, etc, debido al mal estado de las secciones de madera, a la baja calidad de los vidrios (figura V1.1), o a defectos en el sellado, la mejor solución siempre es sustituir las carpinterías originales, por otras más modernas, dotadas de doble o incluso triple acristalamiento.



Figura V1.1

Asimismo, se recuerda que el comportamiento acústico de una ventana mejora sustancialmente con la densidad del vidrio empleado.

Además, la separación entre las dos láminas es un parámetro fundamental a considerar, requiriéndose habitualmente una distancia máxima de 25 mm para obtener buenos resultados. En la figura V1.2 se muestra una sección de un moderno perfil mixto, de aluminio y madera laminada, con sus correspondientes juntas de estanqueidad.



Figura V1.2

En la presente ficha se describirá el procedimiento habitual de sustitución de las carpinterías que se encuentran en mal estado. Se ha supuesto que no se aprovechará el marco original para fijar el nuevo sobre él, ya que esta práctica, aunque simplifica el trabajo de montaje, implica una evidente reducción de la superficie acristalada.

2 Procedimiento operatorio

 a) El proceso comienza con el desmontaje de la ventana original.

- b) Si existe premarco, comprobar la presencia de ataques de organismos xilófagos, hongos de pudrición, roturas, etc. En caso de duda, retirar también el premarco, y sustituirlo por otro de madera tratado frente a la humedad y los insectos.
- c) Presentación del nuevo marco y marcado de la situación de las fijaciones mecánicas.
- d) Después se retira el marco y se realizan los taladros en sus posiciones definitivas.
- e) Colocación de la nueva carpintería por medio de sargentos, aplomado de los perfiles y disposición de la tornillería correctamente anclada.
- f) Inyección del marco con espuma para garantizar la estanqueidad. Previamente conviene humedecer las superficies para facilitar la expansión del producto y con ello el relleno del hueco.
- g) Finalmente se rematará el paramento vertical con mortero o yeso, y se colocará la hoja sobre los herrajes. En la figura V1.3 se muestra una moderna ventana de madera maciza y doble acristalamiento, con la instalación finalizada.



Figura V1.3

- Respecto a los materiales, se recuerda que la madera de castaño, si se garantiza un secado correcto, aporta una probada estabilidad dimensional, y una elevada durabilidad, al tiempo que ofrece gran resistencia frente a las ataques de organismos xilófagos.
- En la comarca y otras poblaciones cercanas, existen carpinterías con amplia experiencia en la fabricación de ventanas de madera, con materiales de calidad, garantía de secado, y diseños de probada eficacia.
- Con exposiciones importantes a ruido aéreo, para evitar problemas de resonancia, el espesor de los vidrios dobles debería ser diferente.

1. Problema planteado

Si la carpintería original se encuentra en buen estado, y el tipo de fachada lo permite, otra opción perfectamente viable puede ser la instalación de dobles ventanas.

En esencia se trataría simplemente de mantener las hojas existentes, e instalar una nueva ventana, separada de la anterior, de manera que una abra hacia afuera y la otra hacia dentro (figura V2.1).



Figura V2.1

La solución proporciona unos índices de aislamiento acústico y térmico realmente eficaces, ya que de esta manera, la carpintería asegura una perfecta desolidarización de los elementos, evitándose los molestos problemas derivados de posibles resonancias entre los vidrios.

Además, la nueva ventana, que cerrará completamente el vano, siempre servirá para corregir los defectos de estanqueidad que pueda presentar la original.

Este tipo de actuaciones pueden acometerse prácticamente en cualquier tipo de fachada, pero suelen funcionar mejor cuanto mayor sea el espesor del muro. De ahí que se aconseje siempre para las edificaciones de paredes de carga.

Asimismo, indicar que otra posibilidad sería colocar una contraventana (figura V2.2), aunque en este caso los resultados de esta intervención resultan sensiblemente inferiores a la anterior.



Figura V2 2

2. Procedimiento operatorio

El sistema de colocación es exactamente el mismo que el descrito para el caso de sustitución de la ventana, con la única salvedad que ahora será necesario cajear el cerramiento para introducir el nuevo marco.

- Como es lógico, conviene que la nueva carpintería disponga de doble acristalamiento.
- El comportamiento de la doble ventana es muy similar, tanto si la nueva carpintería se sitúa en la parte exterior, como en la interior. Téngase en cuenta que las edificaciones rurales de la comarca, presentan indistintamente ambos tipos de huecos. A modo de ejemplo, la figura V2.1 anterior muestra la carpintería original situada a haces interiores, mientras que en la V2.3 se encuentra a haces exteriores.



Figura V2.3

- No debe confundirse la doble ventana, con el doble vidriado, también conocido como sobre - vidriado. Esta última solución consiste en colocar directamente sobre la ventana existente, un marco suplementario. Este procedimiento, además de que nunca resuelve los problemas relativos a la falta de estanqueidad perimetral de la carpintería existente, tampoco se recomienda en casos de sobrecargas elevadas, y nunca es aconsejable sobre vidrios dobles.
- Insistir en que las contraventanas también contribuyen a reducir las ondas de presión provenientes del exterior, así como a evitar las pérdidas energéticas. Sin embargo, su rendimiento es muy inferior al proporcionado por una buena carpintería dotada de doble acristalamiento. Y muy inferior a la doble ventana.
- En cuanto a los materiales, recordar que sin duda la madera, siempre y cuando sea de calidad y presente un contenido de humedad adecuado, es siempre más aconsejable que el PVC, e incluso que el aluminio, a pesar de que evidentemente exige un mínimo mantenimiento.

Recomendaciones respecto de los tratamientos protectores para la madera

1. Sobre la necesidad de protección

La preocupación por la durabilidad de la madera data desde muy antiguo. En este sentido, resulta sin duda paradójico que las actuales especificaciones relacionadas con el diseño constructivo (ventilación de las testas en contacto con los muros, separación del terreno de los arranques de los soportes para evitar las humedades de capilaridad, etc), ya eran conocidas y puestas en práctica hace ya varios siglos.

Además, se consideraban otros parámetros, como la utilización exclusivamente del duramen de especies con resistencia natural a los ataques de organismos xilófagos (castaño, roble); y sobre todo, se tenía en cuenta la época de tala.

Sin embargo, en los últimos años, la rapidez del proceso de fabricación y construcción de las edificaciones actuales, ha obligado a la utilización de maderas de menor calidad, y más propensas a sufrir procesos de degradación por los organismos xilófagos. De ahí que se hiciese necesario introducir productos y tratamientos que mejorasen la durabilidad de las maderas existentes hoy en día, más sensibles a los ataques de agentes bióticos y abióticos.

Centrándose en la comarca, y concretamente en su dura climatología, resulta obvio que en principio toda la madera nueva debería ser tratada, puesto que la higroscopía propia del material, los movimientos provocados por los cambios humedad / sequedad, y la acción de los agentes meteorológicos, siempre afectarán, en mayor o menor grado, a las piezas expuestas al exterior. En la figura V3.1 se muestra un precioso pajar ubicado en la localidad de Valdebueyes, con el característico color grisáceo que adquiere la madera expuesta a la acción de los rayos ultravioleta.



Figura V3.1

A continuación se analizará brevemente el empleo de aquellos productos que mejoran la durabilidad de la madera, prestando especial atención a aquellos empleados en Bioconstrucción.

Es decir, aquellos constituidos exclusivamente por componentes inocuos, y compatibles con la salud y el medio ambiente.

2. La protección con productos naturales

De lo anteriormente expuesto se deduce que resulta imprescindible utilizar productos que se adapten a las específicas características físicas de la madera.

Por ello, los tratamientos elaborados a partir de aceites y resinas vegetales de origen natural, con su facilidad de penetración, transpirabilidad y gran elasticidad, nutren y cuidan la madera, al mismo tiempo que no afectan al comportamiento propio del material.

La figura V3.2 permite apreciar la diferencia entre varias tablas expuestas al exterior (izquierda), frente a otras tratadas con diversos productos protectores (derecha).



Figura V3.2

En cuanto a su composición, todos ellos son extraídos de materias primas renovables, son biodegradables e inocuos para el ser humano. En general, están constituidos por un ligante que aglutina los elementos, un disolvente que permita la penetración, cargas para dar consistencia, pigmentos para conseguir el color adecuado y diversos aditivos, que variarán según la naturaleza y el tipo de producto.

En la página siguiente se han resumido algunos de los compuestos naturales más empleados en Bioconstrucción.

Hoy día se dispone de una amplia gama de tratamientos de todo tipo, de muy fácil aplicación, algunos de los cuales se han consignado también en la página siguiente.

Finalmente, recordar que, además de los beneficios medioambientales y para la salud, su aplicación es mucho más sencilla, ya que no se precisa el lijado o decapado de la superficie.

Como contrapartida, son más caros que los productos convencionales, aunque no cabe duda que su rendimiento es también muy superior.

COMPONENTES DE LOS TRATAMIENTOS NATURALES	
LIGANTES	Látex naturalAceites vegetalesCeras naturalesResinas vegetales
DISOLVENTES	 Agua Aceite de cítricos Aceite de trementina Isoalifáticos Alcohol
PIGMENTOS	· Óxidos de metal · Minerales
OTROS	 Sales bóricas Aceites etéricos Acido silícico Jabón de cera de abejas

PRODUCTOS NATURALES EMPLEADOS EN EL TRATAMIENTO DE LA MADERA	
PROTECTORES	FungicidasInsecticidasUltravioletaResinas vegetales
ACEITES	· Nutrientes · Colorantes · Etc.
LASURES Y BARNICES	· Interiores · Exteriores Mobiliario
CERAS	· Carpinterías · Suelos · Mobiliario
OTROS	LacasGoma lacaDecapantesColasEtc.

1. Pavimentos de madera

A excepción de baños, aseos y cocinas, la mayor parte de los pavimentos de madera de edificaciones tradicionales, se ejecutan mediante el empleo de tarima de madera, dispuesta generalmente sobre rastreles.

Este es el sistema habitualmente empleado en las viviendas rurales de la comarca donde además es frecuente encontrar madera de castaño como material constituyente del solado. Seguidamente se describirá el sencillo procedimiento de instalación de un pavimento de estas características, suponiendo que el forjado soporte se encuentra en buen estado y presenta una correcta planitud.

2. Procedimiento operatorio

a) Antes de iniciar la puesta en obra, se comprobará que el contenido de humedad del soporte es la adecuada. A este respecto, se recomienda que en caso de que se trate de bases de mortero, su contenido de humedad ronde el 2.5 - 3 %. La medición de este parámetro puede hacerse directamente con el xilohigrómetro, previo clavado de dos puntas de acero ((figura P1.1), o de forma más precisa, con el procedimiento CM (figura P1.2).



Figura P1.1



Figura P1.2

- b) La ejecución propiamente dicha comienza con la colocación de los rastreles, empezando por el perímetro de la habitación, y separados unos 10 cm para proporcionar una superficie de apoyo a todo tipo de dimensiones de tablas. En cuanto al material constituyente de los rastreles, puede emplearse cualquier tipo de conífera o incluso castaño, merced a su garantizada durabilidad. Las únicas condiciones que se exigen es que su contenido de humedad sea inferior al 18 %, y se encuentren libres de ataques de hongos de pudrición e insectos xilófagos. La fijación del rastrel al soporte puede hacerse con yeso negro, morteros, adhesivos e incluso tacos. Es aconsejable emplear puntas de hierro, dispuestas cada 30 - 40 cm, para garantizar un buen agarre del rastrel en el mortero. Entre el forjado y el rastrel deberá existir un espacio de 20 mm de espesor, como mínimo
- c) Por último se colocará la tarima.



Figura P1.

- Se insiste en que el control de la humedad del soporte es fundamental para evitar problemas asociados al desarrollo de hongos de pudrición, capaces de degradar totalmente los elementos de madera. La figura P1.3 muestra un pavimento completamente afectado por estos organismos.
- En locales húmedos, con mala ventilación, o donde puedan producirse vertidos accidentales de agua, se aconseja un tratamiento en profundidad para los rastreles.
- Se admite el relleno completo con mortero del espacio entre rastreles, especialmente si se emplean largos desiguales de tarima. De esta forma, los ruidos y crujidos de las tablas, inevitables en este tipo de suelos, se reducen de manera significativa.
- Otra opción también aconsejable es rellenar los huecos con placas de materiales sintéticos, corcho a granel, láminas de espumas sintéticas, etc, como aislamientos térmico y acústico.

1. Pavimentos de madera

El especial comportamiento de la madera frente a cargas de larga duración (como por ejemplo el peso propio de los elementos constructivos), hace que las deformaciones aumenten a lo largo del tiempo, aunque la carga se mantenga constante. Esta característica, inherente al propio material, es lo que técnicamente se conoce como comportamiento visco-elástico de la madera.

De forma más sencilla, en lo que a los pavimentos se refiere, esta afirmación significa que, por ejemplo, los pontones y las vigas de madera existentes en edificaciones de una cierta antigüedad, puedan presentar flechas ciertamente importantes después de muchos años de su puesta en obra, sin que en realidad se haya producido un incremento de la cargas. De ahí que en ocasiones, en intervenciones de rehabilitación, la colocación de un nuevo pavimento encima del forjado original, exija previamente una nivelación de los rastreles. A continuación se comentará el tratamiento más adecuado para abordar la instalación de un solado de tarima sobre un foriado con flechas de consideración.

2. Procedimiento operatorio

a) En primer lugar, a pesar de que, por regla general, la presencia de deformaciones en los componentes resistentes de madera de edificaciones antiguas, no implica un problema de seguridad, es importante efectuar una inspección visual profunda del forjado, analizando la existencia de fendas, síntomas de roturas por flexión, nudos, organismos xilófagos, etc, que puedan influir en la resistencia mecánicas de las piezas.

Como muestra, la figura P2.1 permite apreciar las evidentes deformaciones de un forjado. Como puede comprobarse, las flechas son especialmente críticas cuando coinciden con alguna singularidad en la cara inferior de las piezas.



Figura P2 1

- b) También se comprobará que el contenido de humedad de las escuadrías es la adecuada, con valores inferiores al 18 20 %.
- c) Verificado el estado del forjado, la colocación del pavimento exige la puesta en obra de los rastreles, con sus correspondientes calzos de diferentes alturas, de manera que se permita su nivelación, independientemente de la falta de planitud del soporte. Todo lo dicho en la ficha anterior (P - 01) respecto al enrrastrelado (materiales, exigencias, colocación, etc), se aplica también en esta ocasión.
- d) Situados y nivelados los rastreles, es el momento de poner en obra el aislamiento térmico, acústico, las instalaciones de fontanería o eléctricas que se hayan previsto. En la figura P2.2 puede apreciarse el trazado de la red eléctrica, aprovechando el espacio libre proporcionado por los rastreles. En este caso concreto, a continuación podría verterse corcho a granel, por ejemplo, para favorecer el comportamiento térmico y acústico del forjado.



igura P2.2

 e) Por último se colocará la tarima constituyente del pavimento, mediante clavazón.

- Tanto en este caso, como en el anterior, la separación entre rastreles suele estar comprendida entre los 25 35 cm, para tablas de espesor inferior a 22 mm; y de 35 45 cm, con tarima de grosor superior a 23 mm. Habitualmente se orientan paralelamente a la dimensión menor del recinto, siempre en sentido perpendicular a las tablas.
- En lo que a la fijación de las tablas se refiere, cada pieza deberá quedar clavada como mínimo por dos puntas de hierro.
- A este respecto, cuando se emplean tarimas de largos desiguales, es frecuente que las testas de algunas no coincidan con el rastrel, quedando entonces parcialmente en vuelo, lo que generalmente se traduce en ruidos o roces que incluso pueden llegar a resultar molestos.

Pavimentos flotantes

Para dar cumplimiento a las exigencias sobre aislamiento acústico de los forjados, tanto si se trata de estructuras de madera, como de hormigón o incluso acero, la mejora del comportamiento frente al ruido de impacto o las vibraciones, suele efectuarse mediante el empleo de solados flotantes. En esencia se trata de desolidarizar el pavimento del forjado, interponiendo un material que se encargue de absorber las ondas de presión sonora.

Independientemente de lo anterior, este tipo de suelos presentan la ventaja de que pueden colocarse sobre cualquier soporte, sin necesidad de retirar el existente, lo que conlleva un valioso ahorro de costes, tiempo y molestias a la propiedad. Además, el sistema de unión por ranura y lengüeta que habitualmente disponen las tablas, evita el uso de clavos, y en algunos casos incluso de adhesivos, lo que simplifica enormemente su montaje.

Por todo ello, en la actualidad, el pavimento flotante es sin duda el revestimiento pisable más utilizado, tanto si se trata de rehabilitación, como de obra nueva.

En la presente ficha se describirá la puesta en obra de un solado flotante de madera maciza, aunque el procedimiento de colocación puede hacerse extensivo a los modernos parqués multicapas y a los pavimentos sintéticos.

2. Procedimiento operatorio

- a) Como siempre que se trata de solados de madera, previamente a la instalación de las lamas, se comprobará que el contenido de humedad del soporte es la adecuada. Se recuerda que cuando se trate de bases de mortero, su contenido de humedad no podrá superar el 2.5 3 %. En este caso, la medición debe hacerse de manera especialmente rigurosa, puesto que los problemas que pueden derivarse de una posible absorción de agua por parte de las tablas, no suelen admitir otra solución que la retirada de las tablas afectadas por el agua (cambios volumétricos, alabeos, curvaturas, aparición de organismos xilófagos, etc), y su sustitución por otras idénticas.
- b) También se verificará la planitud y la limpieza del soporte. Según se ha comentado con anterioridad, se admite que el pavimento anterior sirva de soporte al nuevo, siempre y cuando se cumplan las exigencias mencionadas relativas a nivelación, contenido de humedad, etc.
- c) Después, sobre la totalidad de la superficie a pavimentar, se extenderá una lámina, generalmente de espuma de polietileno. En sentido perpendicular a las tablas. Los espesores pueden variar entre 3 - 7 mm, según los casos.
- d) La colocación de las lamas comienza paralelamente al lado mayor, con la ranura hacia la pared, y las testas encoladas.

e) Las hiladas sucesivas se dispondrán, ya con los cantos también encolados, hasta la pared opuesta, manteniendo una junta de al menos 10 mm para permitir el hinchazón de la madera. La holgura quedará oculta bajo el rodapié.

3. Recomendaciones

- Para reducir aún más la posibilidad de que aparezcan procesos patológicos asociados a la humedad del soporte, previamente a la colocación de la espuma de polietileno, se aconseja extender una barrera de vapor, solapada al menos 20 cm, de tal manera que se eleve en todo el perímetro, y quede oculta después tras el rodapié.
- Evitar el empleo de maderas nerviosas, con coeficientes de contracción radial y tangencial muy diferentes. En estas condiciones, la higroscopía del material provocará hinchamientos en las épocas de humedad ambiental elevada, y mermas en caso contrario. Y dado que las tablas suelen encolarse por los cantos, la acumulación de la reducción dimensional, favorecerá la aparición de separaciones y holguras importantes en el pavimento.

Estas contracciones volumétricas son especialmente evidentes en los periodos de uso continuo de la calefacción (figura P3.1).



Figura P3.

- Debe respetarse siempre el tiempo abierto de utilización del adhesivo.
- Nunca se rellenarán totalmente las ranuras y las lengüetas con el producto. Este error encarecería la puesta en obra, y favorecería la aparición de rebosamientos en las juntas, tanto por la cara inferior, como en la superior, lo que podría provocar la adhesión de las tablas al soporte.

Pavimentos de piedra

La piedra natural ha sido el primer material empleado por el hombre para ejecutar pavimentos, tanto en el interior de las edificaciones, como en las vías públicas, debido especialmente a características tales como su elevada resistencia a la abrasión y a los agentes meteorológicos, reducida absorción de agua, durabilidad, etc.

Entre las diferentes clases de rocas habitualmente utilizadas como solado, sin duda la pizarra es una de las más demandadas, máxime en el occidente asturiano (figura P4.1).



Figura P4.1

Sin embargo, el paso del tiempo, las acciones exteriores (mecánicas y térmicas), combinadas con la reducida absorción de agua, y por ende su poca adherencia con los antiguos morteros de cemento, hace que sea relativamente frecuente detectar piezas o paños más grandes de pizarra dañados o desprendidos.

En esta ficha se describirán las operaciones que se incluyen en la ejecución de la unidad de obra correspondiente a un pavimento rígido de losas de pizarra, apto para cargas de baja intensidad, dispuesto directamente sobre el terreno.

2. Procedimiento operatorio

- a) Antes de comenzar, debería analizarse si el material elegido es adecuado a cada situación y exposición concreta. Factores tales como la resbaladicidad, la resistencia frente a ataques químicos y manchas, a las acciones mecánicas, a los impactos y a la abrasión, deberán considerarse a la hora de elegir el tipo de solado.
- b) La puesta en obra propiamente dicha comienza con la preparación de la explanada, excavando si es necesario hasta alcanzar la cota prevista. Esta fase comprende también su compactación y nivelación, con las pendientes adecuadas para evacuar el agua, caso de que se trate de un solado exterior.
- c) Sobre ella se extenderá la subbase, de aproximadamente

- 10 20 cm de espesor, compuesta por áridos naturales, gravas o arenas.
- Con explanadas realizadas sobre buenos firmes y cuando no existe agua próxima, esta capa puede no ser necesaria.
- d) Sigue con la colocación de la capa base, confeccionada con grava, zahorra, hormigón en masa o mortero. Su espesor varía entre los 5 - 20 cm, dependiendo de las cargas previstas.
- e) En situaciones en las que pueden preverse ascensos de humedad capilar, es aconsejable disponer una lámina de polietileno.
 - Evidentemente, con pavimentos situados en el exterior, esta lámina no debe colocarse.
- f) Sobre la base se extenderá la capa de regularización, constituida por 10 cm de mortero de cemento, correctamente nivelada. Suele utilizarse el tipo M -15, con dosificaciones 1:3, o 1:1/4:3, en el caso de que se opte por adicionar cal.
 - La inclusión de armadura de reparto puede ser necesaria en casos de esfuerzos elevados.
- g) Después se extenderá el mortero de agarre, de 3 cm espesor aproximado. En caso de emplear adhesivos, el grosor será el recomendado por el fabricante.
- h) Por último se colocarán las placas de pizarra, y se realizará el relleno de las juntas con lechada de rejunteo, cuando sea necesario.

- Previamente a comenzar los trabajos, estudiar la necesidad de disponer las instalaciones eléctricas, calefacción, agua, sistemas de drenaje, etc.
- En general, los pavimentos pétreos son muy adecuados para utilizarlos en combinación con la calefacción por suelo radiante.
- Respecto a la capa de base, con fuertes variaciones térmicas, es conveniente situar juntas de dilatación perimetrales, y siempre que los lados superen los 5 m de longitud.
- También es necesario colocar juntas en los encuentros con elementos rígidos, como arquetas de registro, pilares, etc.
- Los adhesivos para las placas pueden ser lechadas de cemento o morteros - cola. Sin embargo, los segundos son más aconsejables para la pizarra, debido a su reducida capacidad de absorción de agua.
- Con ciertos usos, considerar la posibilidad de actuar sobre la superficie de algunas pizarras, con objeto de reducir su resbaladicidad natural.
- En caso de pavimentos flexibles y para sistemas de colocación con las piezas de canto ("chapacuña"), garantizar que las juntas queden rellenas en toda la altura.

La durabilidad de la pizarra frente a la acción de los agentes atmosféricos (lluvia, viento, nieve y rayos solares), es sin duda una de sus principales virtudes.

Además, si se emplean piezas de grueso espesor, aunque su carga permanente sea verdaderamente elevada, también es cierto que ofrecen una considerable resistencia mecánica. La figura T1.1 muestra el detalle correspondiente a una cubierta rematada con este tipo de pizarra (denominada técnicamente pizarra texturizada o graduada), muy común en las antiguas construcciones de la comarca.



Figura T1.1

Por el contrario, la resistencia a flexión de las piezas de pequeño espesor es más limitada, como por ejemplo las que protegen una de las limas de esta edificación de Omente (figura T1.2).



Figura T1.2

De ahí que en las placas más delgadas puedan aparecer roturas durante su colocación, en la ejecución de trabajos de mantenimiento o simplemente por impactos posteriores. A continuación se describirá el procedimiento habitual de reparación puntual para piezas de pizarra fracturadas.

2. Procedimiento operatorio

 a) Lo más habitual es que las pizarras estén fijadas al tablero soporte mediante clavos de acero galvanizado, aunque en las más antiguas todavía pueden encontrarse fijaciones de madera (figura T1.3).



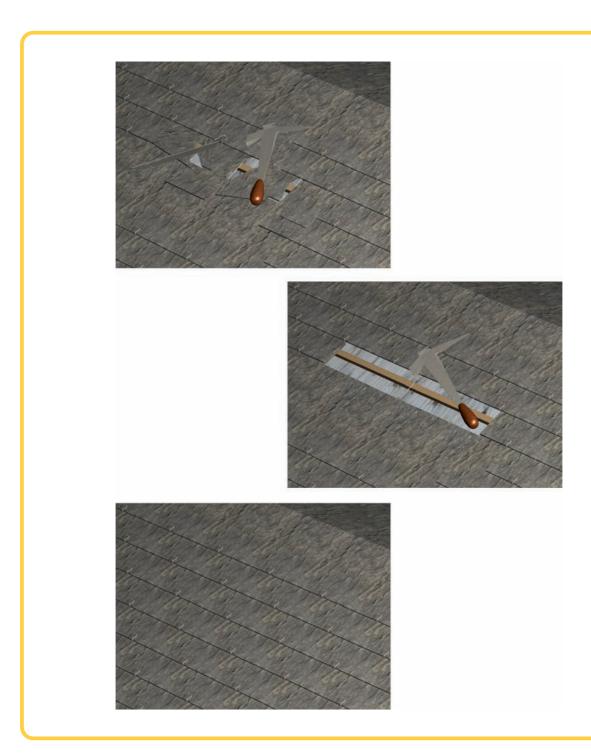
Figura T1.

Con la ayuda de un desgarrador y un martillo de pizarrero, se cortará el anclaje de la placa a sustituir. Para ello se introducirá la herramienta de corte debajo de la pizarra dañada, hasta engancharla en el clavo, y seguidamente se le dará un golpe con el martillo hacia abajo, en la dirección de la pendiente del faldón. De esta forma se conseguirá extraer o cortar cada una de las fijaciones.

Obviamente, si el intradós del faldón es accesible, también podrá cortarse el anclaje desde la parte inferior, pero nunca golpearlo.

- b) A continuación se retirará la pieza objeto de sustitución.
- c) Después se introducirá un gancho para pizarra en la junta inferior de la pieza original, hasta que quede bien nivelada.
- d) Finalmente se colocará la nueva placa de pizarra en el lugar de la dañada, asegurando su fijación por medio del gancho.

- Es importante no hacer nunca palanca con el desgarrador, para evitar daños a otras piezas próximas.
- Existen multitud de colores y formas diferentes de pizarra. Por eso, es aconsejable tratar de emplear piezas de tipología igual o similar a las existentes, con objeto regularizar el aspecto del faldón.
- Puesto que los ganchos siempre van a quedar vistos, deberán utilizarse elementos de cobre, acero inoxidable, o galvanizados, que garanticen su durabilidad.



La variedad y la riqueza de las construcciones tradicionales de los concejos de Cangas del Narcea, Ibias y Degaña, han permitido el desarrollo de distintas posibilidades para solucionar el encuentro superior entre faldones. Es decir, la construcción de la cumbrera.

La primera forma de resolver esta compleja arista se conoce popularmente como "cruceiro".

Se trata sin duda del procedimiento que implica una mayor complejidad de ejecución, ya que exige gran precisión en el corte de las placas, y en el sellado de las juntas discontinuas. Por el contrario, su estética es realmente atractiva, tal y como puede comprobarse en la figura T2.1, correspondiente a una cubierta de Sisterna.



Figura T2.1

En la segunda, denominada "peine", una de las piezas, generalmente la más expuesta a los vientos dominantes, sobrepasa a la contigua. El encuentro entre ambas se cubre posteriormente con mortero (figura T2.2).



Figura T2.2

También existe la posibilidad de emplear placas de pizarra, piezas especiales, o tejas, para cubrir el encuentro entre los faldones.

Este es posiblemente el sistema más sencillo de realizar, y quizás el que menos problemas presenta en cuanto a la protección frente al agua, a la sustitución de piezas deterioradas, ejecución de trabajos de mantenimiento, etc.

Últimamente comienzan a verse remates "en media luna". En esencia se trata de un sistema similar al de junta simple, sellada con mástico, previa disposición de una placa chapa galvanizada o similar para proteger la arista (figura T2.3).



Figura T2 3

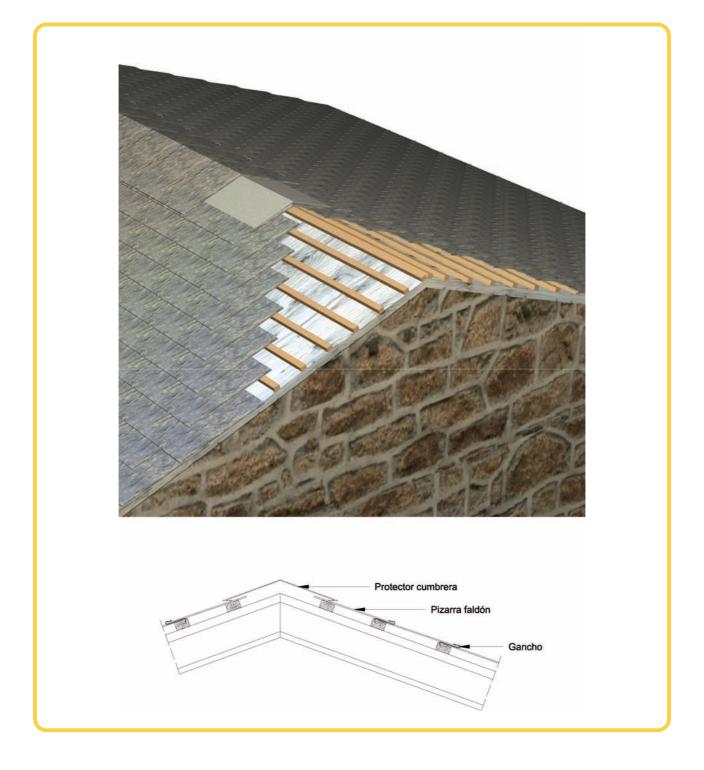
El sistema que a continuación se describe puede considerarse aplicable a cualquiera de ellos (e incluso también en los encuentros laterales entre faldones), garantizando siempre la estanqueidad de la arista, independientemente de que el soporte esté impermeabilizado.

2. Procedimiento operatorio

- a) Si se desea mantener la pendiente, previamente, sobre el extremo de cada uno de los faldones que forman la cumbrera, quizás sea necesario clavar una madera del grosor necesario, y tratada contra la humedad en profundidad.
- b) En cada faldón, cortar las plazas de pizarra que formarán la arista, de manera que la junta quede perfectamente a tope.
- c) Proteger la junta con una lámina impermeabilizante sintética adhesiva, un geotextil o incluso zinc, galvanizada, etc, prolongándola al menos 10 cm por cada uno de los faldones. El tapajuntas se fijará según el tipo de material.
- d) Por último se cubrirá la impermeabilización con mortero y placas de pizarra, mediante alguno de los sistemas descritos anteriormente. La figura T2.4 muestra este detalle realizado en una vivienda de la localidad de Marentes.



Figura T2.4



La pizarra es uno de los materiales de cerramiento más duradero, con probadas cualidades de incombustibilidad e impermeabilidad.

Sin embargo, al igual que sucede con las tejas de arcilla cocida, las acciones de los agentes meteorológicos sobre las cubiertas, aceleran el envejecimiento de sus elementos de protección, además de provocar dilataciones y contracciones en las piezas.

Estos fenómenos físicos y químicos, se traducen en fracturas en las lajas o en las tejas, desplazamientos y movimientos relativos entre las piezas, despegues o desprendimientos, etc. Y con ello, en la aparición de humedades.

De todos los puntos singulares que forman parte de una cubierta, los elementos más susceptibles de sufrir este tipo de procesos patológicos, son las intersecciones entre faldones contiguos, denominadas limas. Si el ángulo que forman dichos faldones es exterior, se hablará de limatesa (o "aguilón" en algunas poblaciones de la comarca); y si es interior, limahoya. Las figuras T3.1 y T3.2 muestran los problemas que presentan las limatesas correspondientes a dos cubiertas de pizarra.



Figura T3.1



Figura T3.2

La primera de ellas se remata con el sistema de "peine" (con las lajas del faldón expuesto a los vientos dominantes, dispuestas por encima del adyacente), mientras que en la se-

gunda se había previsto una protección mediante teja curva, que debió desprenderse a causa del viento.

Al igual que sucede con la ejecución de cumbreras, el empleo de tejas curvas o lajas de pizarra para proteger la arista, es sin duda el procedimiento más sencillo de poner en obra, y también el que permite llevar a cabo con más facilidad los trabajos de mantenimiento y conservación.

El sistema propuesto a continuación, muy similar al descrito para el remate de cumbreras, permite realizar la protección frente al agua de estos elementos, independientemente de que el tablero soporte disponga o no de impermeabilización.

Procedimiento operatorio

- a) Si se ha decidido utilizar tejas o lajas sobre la limatesa, en cada faldón se cortarán las placas de pizarra que constituyen esta arista, de forma que la junta quede perfectamente a tope
- b) Cubrir la junta con una l\u00e1mina impermeabilizante sint\u00e9tica adhesiva, o de zinc, galvanizada, aluminio plisado o similar, prolong\u00e1ndola al menos 10 cm sobre cada uno de los faldones
 - El tapajuntas se fijará según la composición del material.
- c) Por último se cubrirá la impermeabilización con tejas o placas de pizarra.

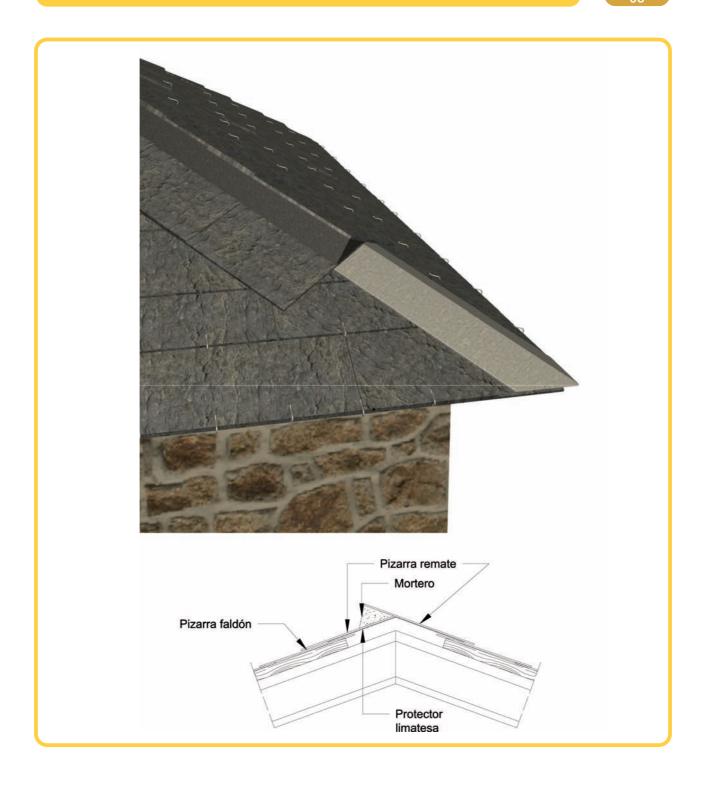
La figura T3.3 muestra una limatesa de una cubierta correspondiente a una edificación del agradable pueblo de Uria, realizada con este último material.



Figura T3.3

d) De optar por el remate en forma de "peine", la única diferencia radicaría en que se sustituiría la cubrición de tejas o pizarras situadas exactamente sobre el vértice, por lajas que volarían por encima de la arista, siempre orientadas correctamente en la dirección perpendicular a los vientos más fuertes en la zona.

Y finalmente, se cubriría con mortero la parte de impermeabilización que quedase vista, para evitar su despegue por el viento, prolongar su durabilidad y de paso, ocultar la intervención.



1. Descripción de la lesión

La tipología constructiva de las cubiertas de la comarca, se caracteriza por grandes tejados de pizarra con pendientes suaves, que permiten realizar perfectamente la transición entre planos. En la figura T4.1 se observa la cubierta de "Casa Piroca", donde puede apreciarse la manera en que se ha resuelto el cambio de aguada en esta bonita vivienda de la localidad del El Bao.



Figura T4.1

Sin embargo, bien por que se trate de obras de ampliación, de modificaciones justificadas al anexionar inmuebles próximos, o porque sencillamente se ha optado por otro tipo de solución arqutectónica, en ocasiones, las construcciones tradicionales con tejados de pizarra, cuentan también con limayohas para recoger el agua de faldones adyacentes.

En estos casos, al igual que sucede con las cubiertas rematadas con tejas de arcilla cocida, e incluso con las de hormigón, las acciones de los agentes meteorológicos sobre los tejados, degradan los elementos de cubrición, así como el resto de los elementos que forman parte del tejado, incluyendo las limas

Cuando la limahoya se encuentra al descubierto, el método más utilizado en la actualidad para resolver la intersección de faldones, es utilizando láminas impermeabilizantes o metálicas (cobre, zinc, etc.), solapadas por la cubrición de pizarra. Su procedimiento de puesta en obra se describe a continuación.

2 Procedimiento operatorio

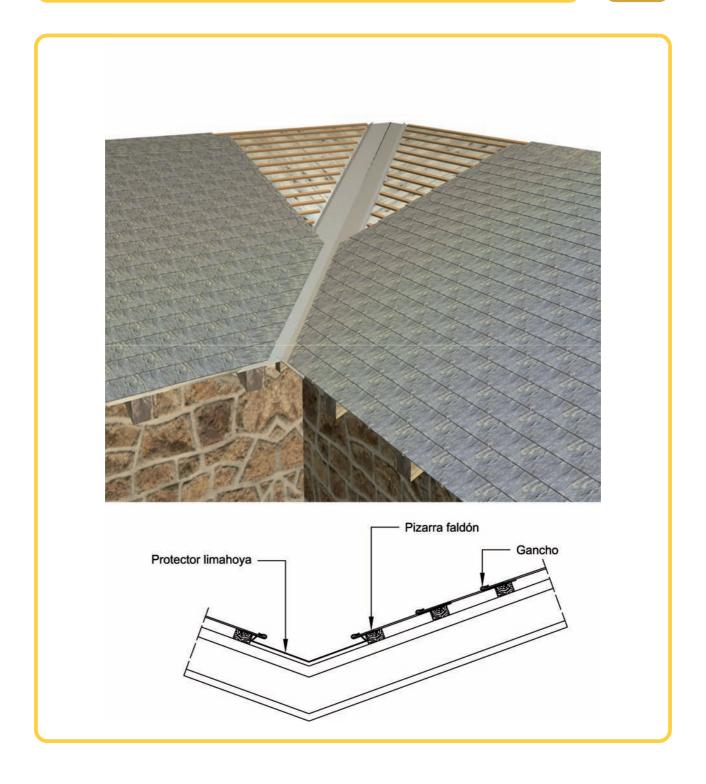
- a) Se recomienda comenzar impermeabilizando el tablero constituyente de la limahoya, mediante una lámina transpirable específica para madera.
- b) Cubrir la junta con una lámina impermeabilizante sintética adhesiva, o de zinc, galvanizada, aluminio plisado o similar, prolongándola al menos 10 cm sobre cada uno de los faldones.
 - El tapajuntas se fijará según la composición del material.

- c) Los siguientes tramos de chapa se instalarán sucesivamente sobre el anterior, manteniendo un solape mínimo de 20 cm.
- d) Los encuentros entre piezas se sellarán mediante cordones de mástico de poliuretano o similar.
 - Es importante no emplear nunca fijaciones mecánicas, de manera que se permita la libre contracción / dilatación térmica de la limahoya en su sentido longitudinal.
- e) Terminada la instalación de las piezas de chapa, es el momento de colocar las placas de pizarra, a ambos lados del canalón, garantizando siempre un solape mínimo de 10 cm sobre la limahoya, para asegurar el vertido del agua. La figura T4.2 corresponde a un cuidado tejado de pizarra correspondiente a una vivienda de El Viñal. Como puede apreciarse, en este caso se han empleado limahoyas de chapa metálica.



Figura 14..

- Con viviendas tradicionales, dada la variedad de formas, pendientes y superficies de los faldones, no existe uniformidad sobre las anchuras definidas para las limahoyas. Sin embargo, es aconsejable que las piezas de chapa no sean inferiores a los 45 cm, y terminen en un engatillado, para evitar la penetración del agua cuando descienda con mucho caudal.
- Con la pizarra colocada y solapada al menos 10 cm sobre la limahoya, la anchura de esta debe ser tal que permita los trabajos habituales de limpieza y mantenimiento.
- Si se desea mantener el borde de la pizarra perfectamente regular y paralelo a la dirección de la arista, puede disponerse una cuerda desde el punto superior de la limahoya, hasta el inferior, para definir la arista de corte. Y después, eliminar las partes de pizarra sobrantes con una sierra eléctrica que cuente de hoja de diamante, convenientemente refrigerada para asegurar su durabilidad, una guillotina, o incluso el martillo de pizarrero.



1. Descripción de la lesión

Cuando se trata de cubiertas inclinadas, no cabe ninguna duda que los puntos a través de los cuales se producen las principales entradas de agua, son los encuentros con paramentos verticales, elementos salientes y ventanas de tejado. Afortunadamente, hoy en día se dispone de materiales, productos químicos y piezas especiales, que resuelven perfectamente cualquier tipo de situación que pueda plantearse. Además, tanto las normativas de aplicación al caso de cubiertas inclinadas (Norma Tecnológica de la Edificación - Cubiertas. Tejados, y el Documento Básico - Habitabilidad Salubridad del CTE), como los reglamentos redactados por las diferentes asociaciones de fabricantes de tejas y pizarras, incluyen en sus textos los procedimientos de actuación y detalles constructivos que solucionan perfectamente los puntos singulares habituales de estos cerramientos.

Uno de los más conflictivos es siempre el encuentro entre el borde superior del faldón y un paramento vertical. Esta zona es proclive a la disolución de los materiales constituyentes de la fachada por el agua, a la acumulación de residuos, y penetración de la lluvia por gravedad, provocando humedades en los muros y pudriciones en las testas de los elementos de madera que reciben la cubierta.

Generalmente, en el ámbito rural, lo más habitual es realizar el encuentro mediante la introducción de las lajas de pizarra en el muro, tal y como aparece en la figura T5.1, correspondiente a una edificación del cuidado pueblo de Uría.



Figura T5.

Sin embargo, caso de que se produjesen movimientos diferenciales entre el faldón de cubierta y el muro de carga, o desplazamientos relativos de las placas como consecuencia de dilataciones térmicas, el agua, combinada con el viento, podría penetrar en el interior de los cerramientos, provocando humedades en las viviendas.

Como muestra, la figura T5.2 permite apreciar la gran cantidad de aqua que atraviesa este tejadillo de la localidad de Marentes.



Figura T5.2

Afortunadamente, los gruesos espesores de los fachadas en las construcciones tradicionales, y el considerable empotramiento de las placas de pizarra, dificultan mucho la penetración de la humedad hacia el interior de los muros.

En cualquier caso, el sistema descrito a continuación, que cumple las especificaciones de la Parte 1 del DB - HS, permite materializar correctamente este tipo de encuentros.

2. Procedimiento operatorio

- a) Si la constitución de la fachada lo permite, se practicará en este paramento un corte de 5 cm de profundidad, paralela al faldón, y a una distancia aproximada de 25 cm, medidos desde su cubrición de pizarra.
- b) Después se introducirá en la roza una lámina impermeabilizante sintética tipo caucho, PVC, etc, un babero metálico de zinc, aluminio plisado o similar, de forma que cubra las lajas que rematan la cubierta, prolongándose al menos 10 cmsobre ellas, contabilizados desde el encuentro.
- c) Por último la roza se rematará con mortero y se sellará con un mástico de poliuretano o cualquier producto de este tipo, para garantizar la estanqueidad. La figura T5.3 reproduce el detalle explicativo que incluye el CTE para resolver este punto singular.

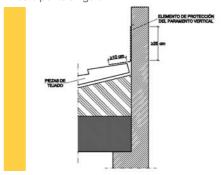
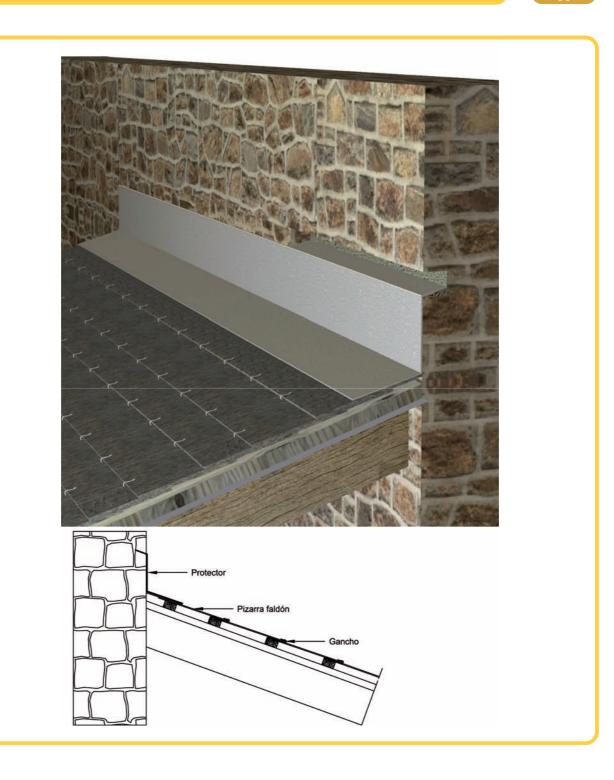


Figura T5.3 (Fuente: DB - HS)



Otro de los puntos singulares que suelen presentar más problemas asociados a infiltraciones de agua, es el encuentro del borde lateral del faldón, con un paramento vertical.

Como en el caso anterior (ver ficha T - 05), en esta zona de la cubierta son frecuentes las degradaciones de los componentes del muro debido al gran poder de disolución de las aguas puras, como las de lluvia, así como la acumulación de materia orgánica, que permite el desarrollo de especies vegetales, hongos o musgos, capaces de acelerar el envejecimiento de los materiales, y con ello favorecer la penetración del agua hacia el interior de la vivienda.

La figura T6.1 permite comprobar estas afirmaciones en un encuentro de este tipo correspondiente a una edificación de



Además, con este tipo de encuentros, a veces se combina la acción del agua con la aparición de fisuras debidas a empujes de los faldones del tejado, tanto por la incidencia de las cargas y sobrecargas de la cubierta, como por acciones térmicas, lo que agrava aún más el problema.

El procedimiento descrito a continuación es muy similar al anterior y, al igual que este, coincide con el que figura en la Parte 1 de DB - HS, incluida en el Código Técnico de la Edificación.

2. Procedimiento operatorio

- a) Si la constitución de la fachada lo permite, se practicará en este paramento una roza de 5 cm de profundidad, paralela al faldón, y a una distancia aproximada de 25 cm, medidos desde su cubrición de pizarra.
- b) Después, introducir en la roza una lámina impermeabilizante sintética de caucho, un babero de zinc o de aluminio plisado, de forma que cubra las placas de pizarra que rematan la cubierta, prolongándose al menos 10 cm sobre ellas. En caso de que la opción de la roza no sea factible,

- la única opción es retirar algunos de los mampuestos, y preparar un asiento que facilite la introducción de la membrana
- c) Por último, la roza se rematará con un mortero de cal, másticos de poliuretano o similar, para garantizar el sellado.

- En todos los casos en los que las láminas impermeabilizantes vayan a quedar directamente expuestas al exterior, debe tenerse en cuenta que la acción de los rayos ultravioleta provocará un rápido envejecimiento de la membrana. De ahí que se aconseje la utilización de materiales sintéticos de calidad (caucho, PVC con protección UV, por ejemplo), como constituyente de la impermeabilización.
- También es factible el empleo de baberos metálicos, aunque en este caso resulta mucho más difícil disponerlo sobre la superficie irregular de la pizarra.
- Otra posibilidad sería la colocación de un babero de protección sobre la lámina, o incluso piezas de pizarra, de forma que se evite la incidencia de los rayos solares sobre el imper-
- La solución que se muestra en la figura T6.2, perteneciente a una vivienda de El Bao, bastante habitual en la comarca, no es del todo correcta, ya que el agua que discurre sobre la chapa metálica, se introduce bajo la pizarra y, si los solapes entre las placas son muy estrictos, podría alcanzar el tablero de madera soporte, favoreciendo con ello el desarrollo de los hongos de pudrición.



Sin embargo, en el caso que se muestra en la imagen, la proximidad del alero reduce significativamente la incidencia del agua de lluvia sobre la fachada, con lo que el éxito de esta solución, para esta construcción en concreto, parece garantizado.



Resolución del encuentro entre el borde lateral del faldón y una fachada (II)

1. Descripción de la intervención

Es frecuente encontrarse con edificaciones donde los encuentros de los faldones de cubierta con los paramentos verticales, se han cubierto totalmente con piezas de pizarra.

En las figuras T7.1 y T7.2 se muestran dos tejados en los que se ha optado por esta clase de revestimiento para cubrir los paramentos laterales de dos buhardillones en las localidades de Sisterna y Marentes, respectivamente.



Figura 17.1



Figura T7.2

Con este tipo de solución constructiva, ya no es necesario realizar la apertura de la roza, siendo esta la única diferencia respecto del tratamiento anterior.

Sin embargo, para su ejecución se exige que todavía no se hayan colocado la mayor parte de las tejas próximas al encuentro con el cerramiento.

2. Procedimiento operatorio

- a) Si el paramento vertical tiene una superficie demasiado irregular, conviene revestirla y nivelarla mediante un mortero que incluya cal en su composición.
- Sobre la primera hilada de pizarra se dispondrá una lámina impermeabilizante sintética, tipo caucho o similar, o un babero metálico. La pieza se fijará al paramento vertical,

- y se solapará al menos 15 cm por encima de las lajas.
- c) Después se colocarán las sucesivas hiladas de placas, hasta completar el faldón.
- d) Finalmente se cubrirá el paramento vertical con pizarra, fijando los anclajes al soporte.

En la figura T7.3 se muestra un detalle da la colocación correspondiente a la figura T7.2 anterior.



Figura T7.3

- Siempre que las láminas impermeabilizantes vayan a quedar directamente expuestas al exterior, debe tenerse en cuenta que la acción de los rayos ultravioleta provocará un rápido envejecimiento de la membrana. De ahí que se necesario utilizar materiales sintéticos de calidad (caucho, PVC con protección UV, por ejemplo), y sobre todo, baberos metálicos de zinc, aluminio plisado o acero galvanizado.
- En la arista que constituye el encuentro faldón paramento vertical, es frecuente que se acumulen residuos y materia orgánica. Por tanto, es aconsejable realizar un mantenimiento periódico, para garantizar la durabilidad de la impermeabilización constituyente del refuerzo de estanqueidad.
- La instalación de pizarra sobre una cubierta siempre es un trabajo más difícil que si se emplease tejas cerámicas o de hormigón, y conviene encomendarlo a especialistas.

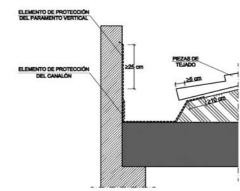


El diseño del remate entre el borde inferior de un faldón de cubierta, y una fachada, es otro de los encuentros que, si no es ejecutado correctamente, causa importantes problemas de humedades en el interior de las viviendas, debido a la cantidad de agua que suele recoger el faldón.

Evidentemente, el motivo de ello radica en que toda el agua recibida por la cubierta, desciende por gravedad sobre la cubrición, precisamente hacia su borde inferior, que es exactamente donde se encuentra el muro de carga.

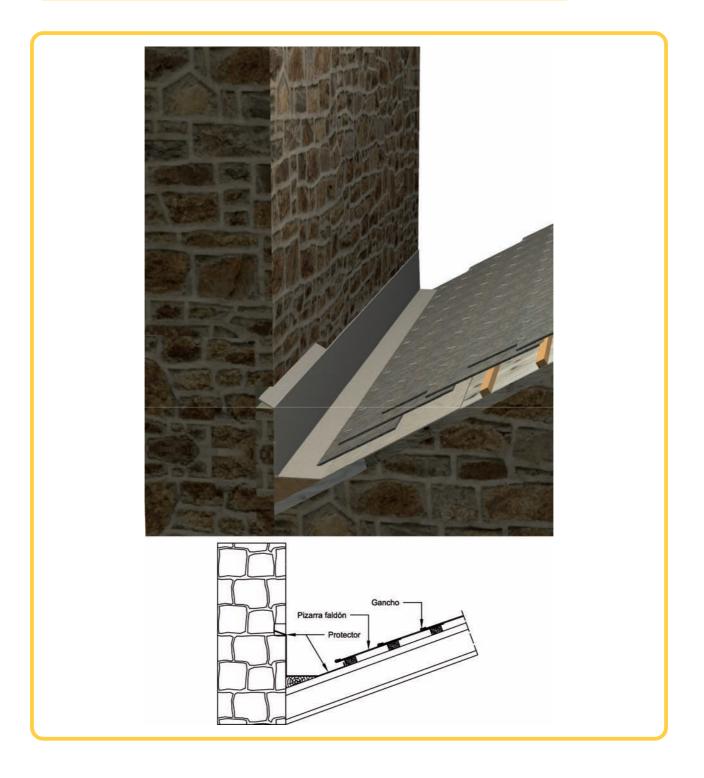
El diseño de este punto singular, que también se incluye en el Documento Básico - Habitabilidad Salubridad del CTE, coincide básicamente con el correspondiente a la realización de canalones ocultos o pesebrones.

- a) En primer lugar se limpiará la superficie del faldón y el muro, en la zona donde se materializará el encuentro.
- b) A continuación se dispondrá un canalón, con una pendiente mínima del 1%, en la arista de unión entre el faldón y el muro. Dicho canalón puede confeccionarse con cualquier material impermeable. Si es metálico, deberá contar con protección frente a la corrosión, y prever sus posibles dilataciones. Sus dimensiones serán tales que recojan la totalidad del agua que discurre por el faldón, así como la que pueda recibir de otras cubiertas y facha-
- c) Después se practicará una roza en el paramento vertical, al menos a 25 cm. medidos desde el borde superior del canalón.
- d) Seguidamente se colocará un babero impermeable o metálico (zinc, acero galvanizado, cobre, etc), de tal forma que su borde superior se introduzca en la roza, y el inferior se solape con el canalón anterior, para conducir el agua de la fachada hacia el mismo.
- e) Bajo la primera hilada de placas de pizarra se introducirán al menos 15 cm de otro babero metálico o de cualquier material impermeable, solapándolo también con el canalón, de forma similar a lo que se había hecho con el muro de carga.
 - Para esta operación, si se trata de un tejado ya construido, quizás sea necesario levantar ligeramente el perfil de apoyo de la primera hilada de pizarra. El vuelo de las placas sobre el canalón será al menos de 5 cm, y no impedirá su mantenimiento y limpieza.
- f) Por último la roza se rematará con un mortero de cal, másticos de poliuretano o similar, para garantizar el sellado. En la figura T8.1 se reproduce el detalle explicativo que incluye el CTE para resolver este punto singular.



- Es importante no hacer nunca palanca para levantar las placas de pizarra, con objeto de evitar daños a otras piezas próximas.
- En todo tipo de encuentros, si el muro y el faldón de cubierta corresponden a edificaciones pertenecientes a propietarios diferentes, ambos vecinos deben consensuar la tipología v el diseño del detalle constructivo, antes de ejecutar cualquier intervención.
- A veces, si la afluencia de agua es reducida, suele prescindirse del canalón, sustituyéndolo por un babero de material impermeable o metálico. Sin embargo, estas soluciones no son del todo correctas, ya que el agua puede colarse por debajo de las placas de pizarra, alcanzando el tablero de cubierta (figura T8.2), lo que podría provocar su pudrición, caso de no haberse protegido con una lámina impermeable.





1. Descripción de la lesión

La estanqueidad de las uniones entre los faldones de cubierta con los elementos salientes tales como chimeneas, o conductos de ventilación de baños y cocinas, son otros de los puntos singulares donde más atención debe prestarse a su diseño y ejecución. De no ser así, la penetración por gravedad del agua hacia el interior de la vivienda, está asegurada.

La figura T9.1 muestra la preparación del tratamiento de protección frente al agua, en la cubierta de la Casa del Marco, en Villarquille, en Los Oscos, durante su rehabilitación como ecomuseo.



Figura T9.1

La causa de esta dificultad de ejecución reside en que, a pesar de sus pequeñas dimensiones, las tuberías salientes aglutinan tres tipos de encuentros diferentes: El faldón con el borde superior, con el borde inferior y con el borde lateral de la chimenea. Por tanto, el objeto del remate será tratar de que el agua que discurre sobre el tejado hacia la chimenea, se desvie lateralmente a la misma.

El procedimiento descrito a continuación, que resuelve los tres encuentros descritos, cumple las especificaciones que figuran en la Parte 1 del DB - HS, para este tipo de elementos.

2. Procedimiento operatorio

- a) Con el conducto saliente terminado, pero antes de colocar su cubrición de lajas o mortero, se practicará una roza sobre su perímetro. Dicha roza estará situada al menos a 25 cm, medidos desde la superficie del faldón, incluyendo el material de cubrición.
- b) En la parte superior del conducto, se dispondrá una lámina impermeable sintética o un babero metálico con 15 cm de anchura mínimo, hasta la roza. Se fijará sobre la chimenea y al faldón, de manera que impida la afluencia del agua. Se constituye así una especie de canalón, que recogerá las aguas de la cubierta, antes de contactar con la chimenea.

- Es importante que el solape con el faldón sea como mínimo de 20 cm para que quede cubierto en su totalidad por la pizarra.
- c) El borde superior de la impermeabilización se protegerá con un perfil metálico, introducido en la roza abierta en la chimenea, recibido con mortero, y posteriormente se sellará con mástico.
- d) Después se colocará la pizarra sobre el faldón, solapando las lajas sobre el canalón unos 5 cm.
- e) Puesto que este encuentro es crítico, conviene proteger la zona con una capa más de impermeabilizante (figura T9.2).



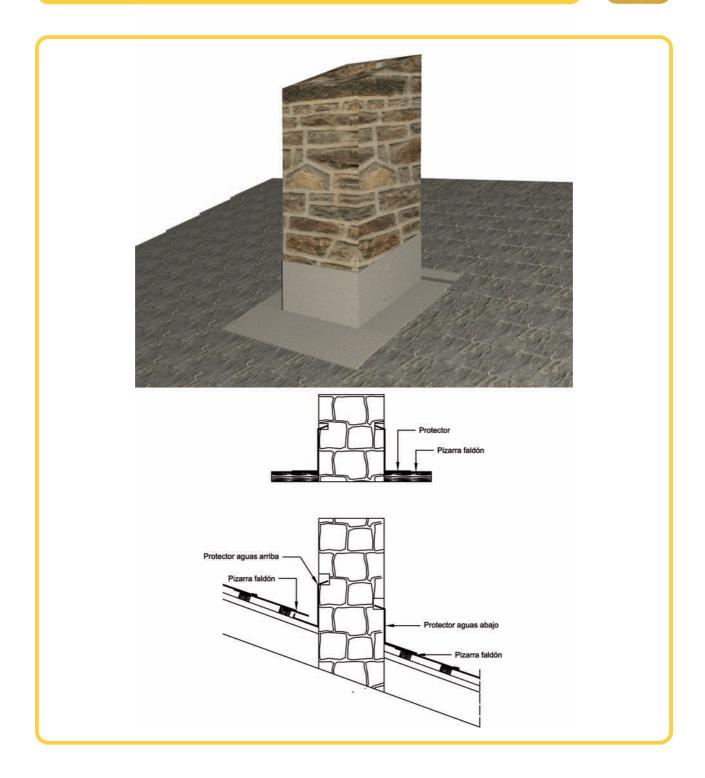
Figura T9.2

- f) En cuanto al borde inferior, se tratará de manera idéntica a la especificada en la ficha correspondiente al encuentro del borde superior de un faldón con un paramento vertical.
- g) A continuación se impermeabilizarán los paramentos laterales, solapando el borde superior al menos 10 cm sobre ellos. Y por último se cubrirá la chimenea con pizarra (figura T9.3) o morteros que contengan cal en su composición.



Figura T9.3

- Cuidar el diseño de las cubiertas, vigilando que las chimeneas y cualquier elemento saliente no se sitúen nunca en las limahoyas.
- Con conductos circulares, se aconseja utilizar impermeabilizantes líquidos de base poliuretano y/ o cubrejuntas para tubos.



1. Descripción de la lesión

Los encuentros entre faldones de cubierta que poseen pendientes distintas, deben realizarse con precisión, puesto que en estas aristas se rompe la continuidad del tejado. De ahí que convenga analizarlas de la misma forma que se hace con otros puntos singulares.

Los tejados de pizarra de la comarca, por regla general, realizan la transición entre pendientes de forma suave, evitando la formación de aristas, empleando para ello lajas de dimensiones variables.

De esta manera ya no es necesario utilizar piezas especiales para poder garantizar la estanqueidad.

La figura T10.1 muestra una cuidada edificación de la localidad de Andeo, en la que puede apreciarse el ligero cambio de angulación de su tejado.



Figura T10.1

Sin embargo, aunque este tipo de detalle constructivo no figura expresamente en la normativa vigente, cuando el cambio de pendiente es más acusado, lo habitual es emplear membranas impermeables adhesivas como refuerzo del encuentro, dispuestas por debajo de la hilada de pizarras superiores, y solapadas sobre las inferiores. De esta manera se evitará la penetración del agua, incluso en situaciones de lluvia combinada con fuertes vientos.

Procedimiento operatorio

- a) Antes de colocar la lámina impermeable, deberán haberse fijado correctamente todas las placas de pizarra del faldón inferior
 - Si es posible, convendría nivelar la superficie de las lajas, con el fin de garantizar el sellado y la hermeticidad de la impermeabilización.
- b) A continuación se situará esta lámina, solapada al menos 15 cm sobre la última hilada de pizarra, y adherida bajo faldón superior. Caso de tratarse de un tejado sobre rastreles, el borde puede fijarse al listón superior.

- c) Finalmente se colocarán las placas de pizarra del faldón superior sobre la membrana.
 - La figura T10.2 muestra una cubierta de este tipo, correspondiente a una edificación ubicada en la localidad de Llanelo. Como puede apreciarse, si los fuertes vientos incidiesen sobre la fachada lateral izquierda, posiblemente hubiese que analizar este tipo de solución para resolver el cambio de pendiente.

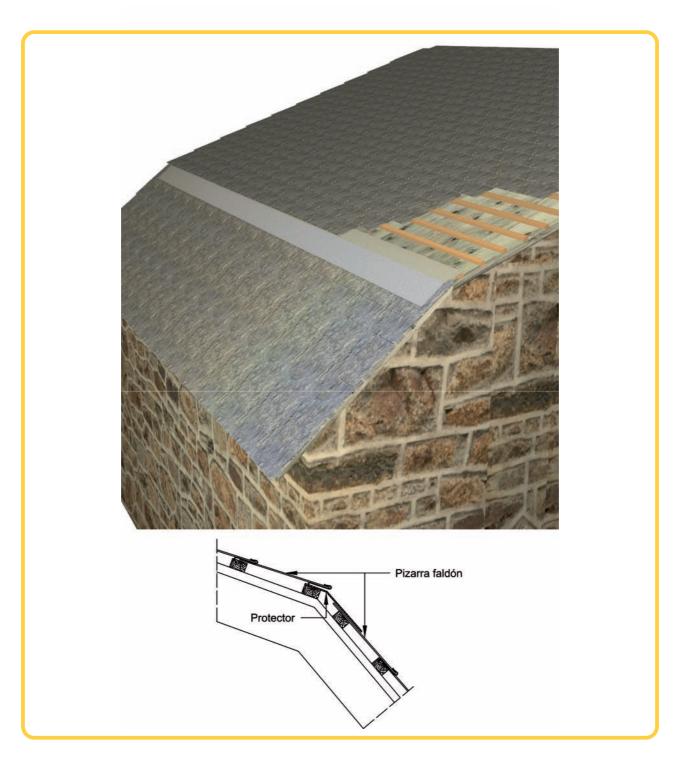


Figura T10.2

3. Recomendaciones

Puede que la lámina quede ligeramente expuesta al exterior. En este caso, emplear materiales de probaba durabilidad, como por ejemplo caucho sintético, PVC con protección frente a UV, etc.





Cuando se trata de construcciones rurales, es relativamente frecuente que los espacios situados inmediatamente debajo de los faldones de la cubierta, no cuenten con la iluminación o la ventilación adecuadas para permitir su uso como zonas habitables. En estas ocasiones, una solución relativamente sencilla sería instalar una ventana de tejado (figura T11.1).



Figura T11.1

En aquellos casos en los que las dimensiones de la carpintería son tales que permiten su colocación entre los cabios (figura T11.2), la intervención carece de complicaciones, y únicamente deberá prestarse atención a la estanqueidad del hueco.



Figura T11.2

Sin embargo, cuando sea preciso cortar o eliminar alguno de los elementos que soportan la cubierta, se hace necesario estudiar previamente la ejecución de la obra.

En esta ficha se abordarán ambos supuestos, cuidando en los dos casos la protección frente al agua de la nueva carpintería ventana de tejado.

2. Procedimiento operatorio

a1) Si la ventana puede instalarse entre los elementos estructurales, solo hará falta levantar las placas de pizarra, y abrir el hueco en el soporte, con las dimensiones correctas para fijar el marco.

a2) Si fuese necesario cortar algún elemento, se comprobará mediante cálculo que las escuadrías situadas a ambos lados del cabio eliminado, son capaces de soportar las cargas. Si su sección resistente fuese insuficiente, deberán instalar unos nuevos cabios, y sobre ellos apoyar el brochal que soportará la cubierta (figura T11.3).

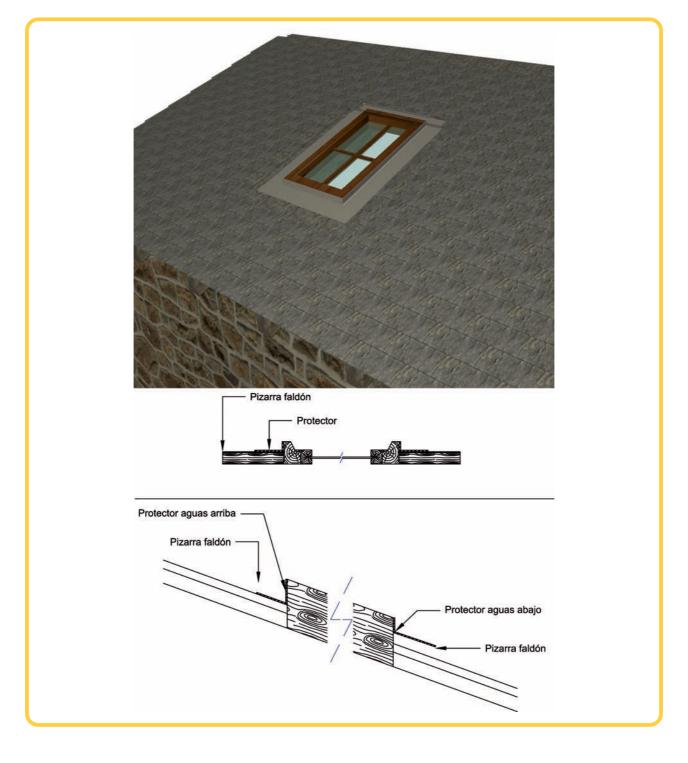


Figura T11.3

Con la estabilidad estructural asegurada, se abrirá el hueco en el forjado, previa retirada de las tejas de cubrición.

- b) A continuación, fijar el marco al tablero de la cubierta, de acuerdo con el sistema recomendado por el fabricante de la ventana. Para ello suele ser necesario desmontar previamente la hoja que recibe el acristalamiento. Comprobar después el asiento y la nivelación del marco.
- c) Las ventanas actuales incorporan piezas de materiales impermeabilizantes, bituminosos o sintéticos, que garantizan el sellado de la junta existente entre el marco y el tablero soporte. Se instalarán según las indicaciones correspondientes a cada material.
- d) Recolocar las placas de pizarra previamente retiradas hasta llegar al marco de la carpintería.
- e) Situar un babero de material impermeable o metálico, solapado como mínimo 10 cm sobre las lajas de pizarra, fijándolo para que no sea levantado por el viento. Es habitual que la propia carpintería venga con dicho babero incorporado.
- f) Por último, recolocar la hoja de la ventana.

- Si el tablero soporte del tejado está impermeabilizado, comprobar la compatibilidad del material de la lámina, con el constituyente del babero incorporado a la ventana de tejado.
- Recordar que, al igual que sucedía con las chimeneas, las ventanas de tejado conllevan la necesidad de resolver tres tipos de encuentros diferentes: el del marco superior con el faldón, el marco inferior con el faldón, y los laterales.



1. Planteamiento del problema

Hoy en día, la reducción de la demanda energética es uno de los parámetros más importantes que deben tenerse en cuenta en el diseño de las nuevas edificaciones; y por supuesto, también en las intervenciones de rehabilitación.

A este respecto, los gruesos muros de fábrica de piedra con que se levantaban las viviendas populares, suelen proporcionar un aceptable aislamiento térmico.

Por el contrario, en la comarca, las cubiertas de las mismas construcciones, formadas por un conjunto de tablas sobre las que se fijaban mecánicamente las lajas de pizarra, favorecían las pérdidas de calor a través del cerramiento superior. En estos casos, si se desea alcanzar las exigencias de confort que se consiguen en las edificaciones actuales, no cabe duda de que será necesario actuar sobre la cubierta.

A continuación se describirá el proceso de ejecución de una cubierta completa, a partir de su estructura, en la que se ha controlado especialmente la protección contra el agua y la reducción de las pérdidas energéticas.

Respecto al diseño, se ha optado por un tejado de doble enrrastrelado, con objeto de definir el procedimiento de montaje más complejo y eficiente de las cubiertas inclinadas modernas.

2. Procedimiento operatorio

- a) Se comenzará desmontando la cubrición de pizarra, almacenando a pie de obra las lajas retiradas para su posterior utilización
- Después se analizarán visualmente los elementos estructurales, eliminando aquellas piezas que presenten elevados índices de pudrición, fracturas o degradación por insectos xilófagos.
- c) Para las restantes, se estudiará la aplicación de algún tratamiento protector o de refuerzo.
 - A este respecto, puede emplearse alguna de las técnicas habitualmente empleadas en estructuras de madera, varias de las cuales se han descrito en las fichas precedentes, o cualquier otra que figure en la bibliografía especializada.
- d) Garantizada la estabilidad estructural, se colocará el tablero soporte, y sobre él una barrera de vapor, para evitar las condensaciones.
- e) Encima de la barrera de vapor se clavarán unos listones, tratados en profundidad contra la humedad. El canto de los mismos debe permitir la colocación entre ellos del aislamiento térmico, más 2 cm para la formación posterior de la cámara.
- f) Inmediatamente después se colocará el aislamiento térmico en el hueco dejado a tal fin por los rastreles. Si es necesario, el aislamiento térmico se protegerá con una lámina transpirable, impermeable al agua y al viento.

- g) Sobre los listones se clavará un panel hidrofugado. Se constituye así una cámara de aire de 2 cm de espesor sobre la barrera de vapor.
- h) Después se protegerá el panel con una lámina impermeabilizante específica para madera, (figura T12.1), vigilando el remate de todos los puntos singulares (elementos salientes, ventanas de tejado, etc).



Figura T12.1

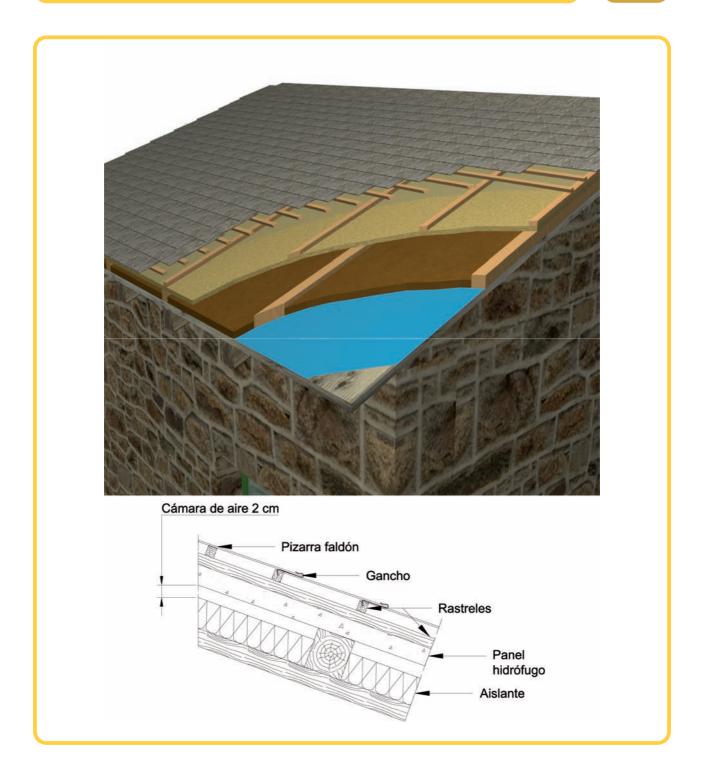
i) Sobre ella se clavarán los rastreles, en la dirección de la pendiente del faldón (figura T12.2).



Figura T12.2

- j) Perpendicularmente a la anterior, se fijará la segunda línea de rastreles.
- k) Por último se colocará la pizarra o la teja, vigilando los solapes, las limas, la cumbrera, etc.

- Este mismo procedimiento puede emplearse en el diseño de cubiertas para viviendas de nueva construcción.
- Con aislamientos térmicos sintéticos, la colocación de barreras de vapor no es necesaria.
- En el mercado existen paneles sandwich con núcleo de poliestireno extruído, corcho en placa, fibras de madera, etc. que simplifican enormemente la construcción de la cubierta.



1. La pizarra como terminación

Después de la puesta en obra de los nuevos faldones del tejado, o cuando la cubrición original se encuentra tan deteriorada que no cabe otra opción que su sustitución completa (figura T13.1), llega el momento de la colocación de la teja o de la pizarra.



Figura T13.1

La elección de uno u otro material suele ir directamente ligada al tipo de construcción habitual en la zona donde se ubique la edificación, a su estilo arquitectónico y a la normativa urbanística correspondiente.

A este respecto, la utilización de teja es más frecuente en la capital y en las poblaciones próximas del concejo de Cangas del Narcea, mientras que la pizarra es empleada masivamente en Ibias y en Degaña, así como en buena parte de los núcleos rurales limítrofes con el primer concejo.

A continuación se describirá el procedimiento habitual para la colocación de este material, y en la siguiente ficha se hará lo propio con las tejas de arcilla cocida o mortero.

En ambos casos se ha supuesto que el soporte está constituido por tableros o un entablado continuo, y se dispone ya de impermeabilización.

Procedimiento operatorio

a) Previamente, se recomienda fijar una cantonera de resalto a lo largo del alero. La disposición de esta pieza, generalmente de madera tratada en profundidad frente a la humedad, no es imprescindible, pero facilita el montaje y la nivelación de la primera hilada de placas (figura T13.2).



Figura T13.2

- b) En los tejados modernos de pizarra, es habitual el empleo de goterones, cubrejuntas y perfiles de material metálico (cobre, aluminio lacado, etc) en el perímetro. Si se opta por esta solución, se situarán justo después de la fase anterior, y sobre la impermeabilización.
- Ahora es el momento de comenzar la colocación de la hilada inicial, con un vuelo mínimo de 5 cm sobre el perfil de resalto.
- d) Lo habitual es que la pizarra se corte a medida al legar a la obra. Para ello suele utilizarse un martillo de pizarrero, quillotinas o sierras especiales.
- e) Replanteada la pieza, a continuación se perforarán los agujeros. En esta fase, lo más frecuente es utilizar el martillo y un punzón, golpeando poco a poco el reverso de la pizarra, para crear un rebaje en la superficie que permita rehundir la cabeza del clavo, y así nivelarla respecto de la superficie de la placa (figura T13.3). De esta manera no se romperán las siguientes piezas constituyentes de las hiladas de solape.



Figura T13.3

f) En cuanto a su fijación, originalmente se empleaban clavos de madera, más adelante puntas de acero, y hoy día lo más frecuente son los clavos y ganchos de acero galvanizado, reservándose los de acero inoxidable y cobre sólo para obras muy especiales en las que se requiera una mayor durabilidad.

- La colocación de la pizarra siempre es un trabajo difícil, que conviene encomendarse a especialistas.
- Vigilar las condiciones de seguridad puesto que tanto la pizarra como el soporte suelen ser bastante resbaladizos.
- Tratar convenientemente todos los puntos singulares (cumbrera, aguilones, limahoyas, encuentros con paramentos y elementos salientes, etc), tal y como se ha descrito en las fichas correspondientes, o con cualquier otro procedimiento que garantice la estanqueidad de la cubierta.



1. Las cubiertas de teia

Si se opta por emplear teja cerámica o de hormigón como terminación, el procedimiento varía ligeramente con respecto a la pizarra.

En esta ficha se abordará la ejecución completa de una cubierta de teja sobre faldones continuos de madera. Al igual que en el caso anterior, también se ha supuesto que bajo los rastreles existe una lámina impermeabilizante transpirable, específica para soportes de madera.

2. Procedimiento operatorio

- a) Con el tablero ya protegido frente a la humedad, comienza la colocación de los rastreles. A este respecto, su puesta en obra vendrá definida por el tipo de teja elegida. Así:
 - Con teja curva, los rastreles suelen situarse paralelamente a la línea de máxima pendiente del faldón, quedando la teja canal directamente apoyada sobre ellos, pero garantizando siempre un paso de agua mínimo de 30 mm.
 - Con tejas mixtas y planas, los rastreles se dispondrán perpendicularmente a la línea de máxima pendiente, distanciados de manera que permitan el correcto replanteo de la cubierta, acorde con las dimensiones de las tejas. Se recuerda que la separación del rastrel del alero y el siguiente es diferente a la del resto, a fin de tener en cuenta el vuelo mínimo de 5 cm.

En la figura T14.1 se muestra la colocación de un doble rastrelado sobre el faldón.



Figura T14.1

- b) Una vez que se ha replanteado y terminado el soporte, se tratarán debidamente todos los puntos singulares (chimeneas, lucernarios, ventanas de tejado, etc), a excepción generalmente de los encuentros con elementos salientes, que se realizarán después de la puesta en obra de teja.
- c) Con los rastreles en su posición definitiva, y debidamente fijados al soporte, comienzo la colocación de la teja, que será diferente según se trate de tejas curvas o mixtas y planas:
 - Para tejas curvas, empezando por el alero, se colocarán

las tejas canal, orientándolas con la parte ancha hacia la cumbrera, quedando todas ellas fijadas individualmente sólo en su extremo superior.

- Para tejas mixtas o planas, colocar primero la pieza de remate lateral a lo largo de todo el borde, y continuar con las que configuran el alero, solapándolas adecuadamente gracias al sistema de encaje longitudinal. Después se seguirá con las tejas de la primera línea vertical, desde el alero hacia la cumbrera (figura T14.2).



Figura T14.2

d) Por último se rematarán los puntos singulares restantes.

- Estimar las condiciones de seguridad que la teja y sobre todo el soporte pueden ser bastante resbaladizos.
- Se aconseja que los rastreles tengan una adecuada estabilidad mecánica y dimensional, su contenido de humedad esté comprendido entre el 9 % 12 %, y cuente además de una durabilidad natural o adquirida mediante tratamientos previos. La madera de castaño resulta especialmente adecuada para este tipo de usos.
- Tratar convenientemente todos los puntos singulares (cumbrera, limahoyas, lucernarios, encuentros con paramentos y elementos salientes, etc). En la página siguiente se incluyen algunos de los detalles constructivos más habituales en este tipo de cubiertas.
- En cada caso, estudiar la necesidad de disponer tejas de ventilación, para evitar la formación de condensaciones.
- La colocación de las tejas en los aleros, limahoyas, cumbrera, etc, es crítica, y siempre deben fijarse la totalidad de las piezas, bien sobre el rastrel, o directamente sobre el soporte.
 Para ello existen diversos tipos de mortero, anclajes mecánicos y materiales sintéticos, que permiten solucionar estos remates de manera adecuada.





Instalaciones



1

Es frecuente que muchas de las construcciones tradicionales de nuestro Patrimonio Rural, no cuenten con las instalaciones hidrosanitarias adecuadas a los tiempos actuales, a pesar de que el diseño del trazado, el cálculo de los diámetros correctos y la colocación de las tuberías que constituyen la red interior de evacuación de aguas fecales y residuales, no presenta demasiadas dificultades.

Pero sin duda es todavía más habitual que las mismas edificaciones no dispongan de una red interior de suministro eléctrico que asegure la ausencia de problemas tales como sobretensiones, fallos de suministros, cortocircuitos, etc. Y tampoco que dispongan con algún sistema de calefacción en todas las estancias habitables.

En este sentido, suele darse el caso que sólo la cocina y las estancias situadas sobre este recinto, cuenten únicamente con el calor generado a través de la combustión de la madera, bien sea directamente a través del forjado, o a través de los conductos de la chimenea.

Hoy día la situación ha mejorado sustancialmente, y por ello, cuando se abordan proyectos de rehabilitación de edificaciones tradicionales, suele incluirse también algún elemento que distribuya el calor producido por las calderas o estufas, a todas o a gran parte de las estancias.

Actualmente, los sistemas que aúnan un mayor confort térmico dentro de las viviendas, repartiendo de manera uniforme la temperatura, con un ahorro de energía significativo, son sin duda las instalaciones por tubo radiante (suelo o muro) y las estufas acumuladoras cerámicas.

De acuerdo con estas premisas, las fichas que se han preparado relacionadas con las instalaciones son:

- 1) Recomendaciones respecto al trazado de la red de abastecimiento interior
- 2) Instalaciones de fontanería: red interior de evacuación
- 3) Instalaciones de fontanería: colocación de inodoros
- 4) Instalaciones de fontanería: colocación del plato de ducha
- 5) Instalaciones de fontanería: depuración y vertido
- 6) Ejecución de instalaciones eléctricas mediante tubos empotrados
- 7) Instalación de una calefacción por suelo radiante
- 8) Instalación de una calefacción por muro radiante

1. Problema planteado

Cuando se trata de recuperar antiguas construcciones, para adecuarlas a las condiciones de uso actuales, una de las partidas que generalmente deben acometerse, es la renovación de la instalación de abastecimiento de agua.

En esta ficha se enumerarán las condiciones básicas que debe reunir la red interior.

2. Consideraciones

- a) El trazado de la red debe ser tal que se garantice, en la medida de lo posible, el servicio continuo, evitando los embolsamientos de aire.
- b) Por ello, cuando se prevean interrupciones superiores a 1 hora/día, se recomienda la colocación de un depósito con capacidad para la dotación diaria.
- c) Evidentemente, no se admitirá nunca la posibilidad de contaminación por contacto directo entre la red de abastecimiento y la de saneamiento.
- d) Se aconseja que se diseñe de manera que la instalación sea accesible, con el fin de facilitar los trabajos de mantenimiento y las reparaciones.
- e) Asimismo, debería permitir la posibilidad de vaciado de la red, por tramos.
- f) El rango habitual de presiones residuales en los aparatos sanitarios deberá estar comprendido entre los 10 - 50 m.c.a. (100 - 500 Pa), de tal manera que se permita un correcto suministro de agua, al tiempo que se evitan ruidos y vibraciones, así como posibles daños a la instalación.
- g) Sin embargo, cuando se trata de calentadores de gas, la presión mínima suele ser de 15 m.c.a. (150 Pa).
- h) La presión máxima en cualquier punto de la instalación, nunca podrá superar los 0.5 MPa.
- i) Es muy importante impedir el golpe de ariete.
- j) Y también las humedades de condensación.
- k) La distancia mínima entre la red de abastecimiento y las instalaciones eléctricas deberá ser superior a los 30 cm.
- Para evitar problemas de corrosión por la formación de pares galvánicos, en las tuberías mixtas acero - cobre, se dispondrá siempre el acero antes que el cobre, según el sentido de la circulación del agua. Y en la unión, un manguito electrolítico.
- II) Antes de dar de paso la instalación, es importante efectuar una prueba de estanqueidad, de manera que los materiales empleados soporten una presión mínima de trabajo de 15 kg/cm2 (1.5 Mpa).
- m) Si en una instalación se precisa distinguir las tuberías de agua potable, de las restantes, la tubería de agua apta para el consumo se pintará en color verde oscuro, independientemente de si se trata de agua fría o caliente.

- n) Siempre que sea posible, se aconseja emplear dispositivos de ahorro de agua en lavabos y cisternas.
- ñ) En cuanto a los materiales metálicos utilizados en tuberías, los más habituales son el acero y el cobre.
- o) Sin embargo, poco a poco se imponen los plásticos, como el cloruro de polivinilo (PVC), el polietileno (PE), polibutileno (PB), el polipropileno (PP) y las tuberías multicapa. Desde el punto de vista medioambiental, interesan el PE, PB y PP. Además, sus propiedades mecánicas suelen ser superiores al PVC.
- En ningún caso se mantendrán las tuberías plásticas expuestas al sol directo durante largos periodos de tiempo.
- q) Sea cual sea el material elegido, recordar que cada uno exige sistemas de unión específicos (soldadura, manguitos, colas, termofusión, rácores de compresión, etc). Con tuberías plásticas, es habitual que los fabricantes más solventes suministren el procedimiento de conexión adecuado para cada caso.
- r) La separación entre tuberías de agua y gas será como mínimo de 3 cm.
- s) Y entre las de agua fría y agua caliente (A.C.S.), de 4 cm, pero siempre se colocará la segunda por encima de la primera.
- t) És conveniente disponer válvulas antirretorno antes del equipo de tratamiento de agua (si existe), en las derivaciones no destinadas a consumo doméstico (riego, agua caliente, calefacción, etc), después de los contadores y en la base de las columnas.
- u) En la instalación de A.C.S. es importante el empleo de elementos dilatadores cada 25 m como máximo.
- v) Y calorifugar todos los tramos de tuberías y depósitos.
- w) Además, se colocarán purgadores al final de cada columna de ida, en lugar de fácil acceso y con salida de desagüe.
- x) La temperatura mínima de almacenamiento de A.C.S. estará comprendida entre 55°C 70°C .
 - La temperatura mínima de distribución será de 50°C.
- y) Los pasos de tabiques y forjados se realizarán mediante manguitos específicos.

1. Descripción de la intervención

En general, el diseño del trazado, el cálculo de los diámetros correctos y la colocación de las tuberías que constituyen este tipo de redes, no presenta demasiadas dificultades.

Sin embargo, no puede olvidarse que las descargas son siempre intermitentes, el flujo trabaja en régimen turbulento, prácticamente nunca a sección llena, y casi siempre por gravedad.

De otra parte, este conjunto de aguas llevan en suspensión residuos sólidos y materia orgánica, que somete a las conducciones a una serie de esfuerzos importantes, además de poder llegar incluso a atacar la composición del propio material constituyente de las tuberías.

Por todo ello, es muy importante evacuar lo antes posible las aguas residuales y fecales, fuera de la edificación.

Con objeto de garantizar el correcto funcionamiento del sistema durante un largo periodo de tiempo, así como evitar pérdidas de agua que puedan afectar a la durabilidad de los componentes estructurales de madera, conviene recordar algunas cuestiones.

A continuación se incluyen una serie de factores a tener en cuenta a la hora de definir el trazado, el dimesionamiento y la fijación de las tuberías que forman parte de la red interior de evacuación de las viviendas rurales actuales.

No se incluyen aquí los tratamientos que deben realizarse a estas aguas, previamente a su vertido a la red municipal, si existe, o al terreno.

2. Consideraciones

- a) Elegir siempre el trazado más recto y sencillo, y que implique el menor número de codos, cambios de sentido y conexiones, para evitar cambios bruscos de la velocidad del fluido, y con ello las deposiciones y las incrustaciones de materia orgánica sobre las paredes de las tuberías.
- b) Asimismo, estudiar cuidadosamente el emplazamiento de los cuartos húmedos (baños y cocinas), para alinear las bajantes, evitar disponer desagües enfrentados acometiendo a una tubería común y reducir la distancia entre el bote sifónico y la bajante para que no supere los 2,0 m.
- c) Cuando sea necesario atravesar algún elemento constructivo para situar las conducciones, en ningún caso se perforarán, cortarán o se reducirá la sección resistente de correas, pontones, vigas o pilares, así como los muros de carga. Es muy importante evitar recorridos que incidan en la seguridad y en la durabilidad de la estructura.

Y que en la medida de lo posible, tampoco afecten excesivamente a la estética de las preciosas construcciones rurales. La figura I2.1 muestra una intervención poco afortunada en una población del concejo de Ibias.



Figura I 2.1

- d) La pendiente de la red de pequeña evacuación estará comprendida entre el 2% 4%, y al acometer el bote sifónico, su longitud no excederá de los 2,5 m.
- e) Pero si los aparatos disponen de sifón individual, la pendiente será del 2,5% - 5%, y su distancia a la bajante menor a 4,0 m. Se exceptúan bañeras y duchas, cuya inclinación no superará el 10%.
- f) Las uniones entre desagües y bajantes tendrán la mayor inclinación posible, superior a 45°.
- g) Para los colectores colgados, la pendiente será como mínimo del 1%, se fijarán a las distancias previstas por el fabricante, y dispondrán de registros para facilitar su mantenimiento y limpieza.
- h) Si son enterrados, su pendiente mínima será del 2%, y se colocarán arquetas de registro a distancias inferiores a 15 m.
- i) Las bajantes contarán con ventilación primaria o, en su defecto, con válvulas de aireación.
- j) Los cuartos húmedos interiores dispondrán de conductos de ventilación que aseguren la renovación del aire. Si es necesario, instalar un extractor estático para dar salida a aire viciado, como en este inmueble de Valdeferreiros (figura 12.2).



Figura I 2.2

k) Estudiar bien los empalmes y conexiones entre materiales distintos, y utilizar tuberías de polietileno y polipropileno, cuando sea posible.

En ocasiones, la rehabilitación de antiguas edificaciones, o la ampliación de su superficie, implica la renovación de los antiguos cuartos de baño o aseos, o incluso la instalación de unos nuevos en zonas donde inicialmente no existía este tipo de equipamientos.

Estas actuaciones son frecuentes cuando se trata de proyectos que conllevan el cambio de uso de la construcción original, pasando a utilizarla como vivienda.

A continuación se explicará el procedimiento habitual de colocación de inodoros con cisterna para viviendas unifamiliares, en el supuesto de que el inmueble cuente ya con red de abastecimiento y de saneamiento de aguas.

2. Procedimiento operatorio

- a) Si se trata de una sustitución del inodoro existente, se comenzará por su desmontaje. Para ello se cortará el suministro de agua fría, lo que permitirá vaciar la cisterna y sacar todo el agua de las tuberías.
- b) Corte de la tubería del rebosadero.
- c) Para permitir la utilización de los restantes aparatos mientras se acometen las obras, al final del tramo cortado se dispondrá una llave de compuerta, o simplemente un tapón roscado.
- d) Desmontar los anclajes de la cisterna al paramento vertical, desatornillar el tubo de descarga y las fijaciones de la primera a la taza.
- e) Ahora ya puede retirarse la cisterna.
- f) Vaciar el sifón mediante la introducción de paños absorbentes, o una escobilla.
- g) Desmontar o romper la pieza de salida de la taza, que la conecta con el tubo de desagüe, evitando dañar esta conducción, puesto que su reparación sería mucho más compleja.
- h) Desatornillar las fijaciones de la taza al soporte, o picar las juntas en caso de que se haya fijado con mortero.
- i) Si el nuevo inodoro va a instalarse en el mismo sitio que el anterior, presentarlo y comprobar si es factible la conexión entre la nueva pipa y el tubo de desagüe existente. En caso contrario, será necesario disponer manguetones de acoplamiento.
- j) Si la ubicación es diferente, o cuando se trata de instalar uno nuevo, recordar las recomendaciones que figuran en la ficha I - 02, relativas a las pendientes, distancias máximas a la bajante, y vigilar la ubicación de las nuevas tuberías, con objeto de no cortar ningún elemento estructural.
- k) Una vez retirado el inodoro original, comienza la colocación del nuevo. El primer paso consistirá en montar el sifón, con sus arandelas y juntas correspondientes, la válvula de

- flotador y la palanca de la cisterna. En este paso deberán seguirse fielmente las instrucciones de cada fabricante.
- Insertar la pipa de conexión dentro del manguetón de desagüe y presentar la taza, nivelarla y atornillarla al soporte.
 Sellar el encuentro con el solado, empleando para ello másticos de poliuretano, siliconas, o incluso morteros.
- II) Presentar la cisterna, marcar la posición de las fijaciones en el paramento vertical, y realizar los taladros.
- m) Fijar la cisterna al paramento y a la taza.
- n) Prolongar el tubo de alimentación a la cisterna, y conectarla a la válvula de flotador mediante un rácor de grifo.
- ñ) Finalmente, montar el tubo del rebosadero, conectándolo también a la cisterna.

- Distribuir cada uno de los aparatos en el baño con una cierta lógica, teniendo en cuenta factores como el acceso, la superficie batida por la puerta, la estética y la funcionalidad.
- Y si de dispone de ventana, el inodoro suele situarse lo más próximo posible al hueco.
- Comprobar la estanqueidad de las uniones, estudiar la localización de las conducciones, para evitar pérdidas que puedan provocar pudriciones en los elementos de madera, y prever registros para solucionar futuros atascos (figura I3.1).



Figura 13.

- Para las tuberías, emplear materiales ecológicos, como el polietileno o el polipropileno.
- Aunque el diámetro adecuado del manguetón para este tipo de equipos suele ser Ø100 mm, es aconsejable emplear Ø110 mm, con objeto de evitar obstrucciones en la instalación.
- En general, fijar bien las tuberías para reducir en lo posible el ruido al accionar los aparatos.

Al igual que en el caso anterior, suele ser frecuente que el proyecto de rehabilitación de una construcción rural, incluya la instalación de nuevos baños, o al menos la renovación de los existentes.

Actualmente, en este tipo de actuaciones, la colocación de bañeras se ha reducido considerablemente, en favor del plato de ducha. Y en especial en aquellas construcciones en las que existe una limitación de espacio.

Sin embargo, la puesta en obra de ambos equipos es muy similar, al menos en lo que a las conexiones se refiere.

En cualquier caso, la presente ficha describirá las distintas operaciones que deben realizarse para colocar un plato de ducha

De la misma forma que en la ficha anterior, se ha supuesto que la edificación cuenta ya con red de abastecimiento y de saneamiento de aguas.

2. Procedimiento operatorio

- a) Previamente a fijar o colocar cualquier elemento de la instalación, deberá estudiarse cuidadosamente el trazado que seguirá la tubería de evacuación, con objeto de garantizar las inclinaciones que aseguren el vertido de las aguas residuales.
 - A este respecto, se recuerda que la pendiente debe estar comprendida entre 2.5 % 10 %, lo que en ocasiones obligará a construir una base de obra para elevar el plato.
- b) Presentado el plato, y elegida su posición final, el proceso comienza conectando la salida del desagüe al sifón, sellándola correctamente para evitar pérdidas. Si fuese necesario practicar algún hueco en muros de carga o forjados, comprobar primero que las rozas o taladros no afectan a ningún elemento resistente. La figura I4.1 refleja los daños provocados a una vigueta, durante la instalación de un plato de ducha.



Figura I 4 1

- c) Asentar firmemente el sifón, empotrándolo en el soporte.
- d) Colocar el plato en su posición definitiva, nivelándolo correctamente. Algunos equipos disponen de patas regulables que facilitan mucho esta operación.
- e) Fijar el plato al soporte, de acuerdo con las instrucciones de cada fabricante.
- f) Por último, realizar la conexión del tubo de desagüe con el sumidero.

- Si el plato se sitúa elevado, dimensionar la altura de colocación para crear un escalón que haga más cómoda la entrada, y prever un acceso al sifón para facilitar su limpieza.
- Como siempre, antes de rematar los trabajos, verificar la estanqueidad de las uniones, para evitar pérdidas que puedan provocar pudriciones en los elementos de madera (figura 14.2).



Figura I 4.

- Para las tuberías, emplear materiales ecológicos, como el polietileno o el polipropileno.
- Con objeto de reducir al máximo el ruido aéreo o de impacto, en cuanto a las bajantes que recogen las aguas residuales y fecales tanto de inodoros, como de duchas o bañeras, interesa siempre utilizar fijaciones situadas próximas a las embocaduras o copas, y una abrazadera en el tramo intermedio.
- Asimismo, es importante separar las tuberías de los paramentos verticales. De esta forma, además de facilitar las reparaciones, se evitan posibles problemas asociados a condensaciones sobre los conductos.
- Y prever collarines o juntas en los pasos de forjados, como medida preventiva contra la transmisión de ruidos y vibraciones.
- Caso de tratarse de platos de ducha de obra, será imprescindible acometer previamente la impermeabilización del soporte.

En nuestro país, como en el resto de Europa, es frecuente que las pequeñas poblaciones de las zonas rurales carezcan de una red de alcantarillado, que permita conducir las aguas residuales y fecales a la estación de depuración, previamente a su vertido al terreno, a los cauces fluviales o al mar.

La misma situación se plantea en las poblaciones de Cangas del Narcea, Ibias y Degaña, donde únicamente los grandes núcleos urbanos cuentan con instalaciones de saneamiento capaces de tratar el agua que recoge la red municipal.

Para el resto de las viviendas que no disponen de una red pública de alcantarillado, la solución pasa siempre por instalar una fosa séptica.

En esencia, este dispositivo consta de dos cámaras separadas. En la primera se realiza una digestión anaerobia (con mínimo o nulo aporte de oxígeno), que filtra y disgrega la materia sólida, mientras que en la segunda, comunicada con el exterior (proceso aerobio), se efectúa la destrucción de los bacilos peligrosos. Este proceso combinado posibilita la depuración biológica, y el vertido posterior del agua ya tratada, denominado efluente, que por lo general puede realizarse directamente al terreno.

Hoy día la práctica totalidad de las fosas sépticas que se instalan son prefabricadas, construidas con materiales plásticos o mediante resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio. De ahí que, como inmediatamente se comprobará, su puesta en obra carezca de dificultad técnica.

Sin embargo, el problema puede plantearse aguas abajo de la fosa, cuando las características del terreno sean tales que dificulten o incluso impidan la absorción del efluente. En estos casos.

las soluciones habitualmente empleadas pasan por la construcción de depósitos de recogida, zanjas o pozos filtrantes, o lechos de arena.

2. Procedimiento operatorio

- a) Elegido un emplazamiento de fácil acceso para permitir el mantenimiento, y cercano al punto de salida de las aguas residuales, con objeto de evitar posibles atascos en la tubería, se excavará el terreno hasta una profundidad tal que la parte superior del tanque quede aproximadamente a 50 - 60 cm de la superficie. Las dimensiones de la excavación dependerán del tamaño de la fosa.
- b) Nivelar el fondo. Tanto con terrenos rocosos, como en suelos de resistencia baja, extender una capa de hormigón armado de 10 cm de espesor.
- c) Muchos fabricantes aconsejan colocar encima una cama de arena de 10 15 cm de espesor sobre la losa.
- d) Introducir la fosa séptica en la excavación.

- e) Rellenar los compartimentos de la fosa hasta un tercio de su capacidad, para garantizar su asiento.
- f) Una vez nivelado, realizar las conexiones de las tuberías.
- g) Finalmente, rellenar el perímetro de la excavación con grava o arena fina, al tiempo que se efectúa el llenado de la fosa para contrarrestar la presión sobre las paredes del depósito.

- Antes de realizar la excavación, es fundamental comprobar el tipo de terreno sobre el que va a verterse el efluente, ya que con suelos arcillosos será imposible conseguir su absorción. En estos casos, será necesario disponer zanjas filtrantes, pozos filtrantes, lechos de arena o depósitos de recogida de aguas. En la página contigua se han esquematizado las secciones habituales para este tipo de soluciones.
- En cuanto a la ubicación, recordar que estos dispositivos cuentan con tuberías de ventilación para dar salida al gas metano, CO2, etc, producidos durante el proceso anaerobio, y otros fluidos generados en la oxidación biológica. Por ello deben alejarlos de la vivienda, y tener en cuenta la dirección de los vientos dominantes.
- Y situarla a más de 3 metros de distancia de cualquier paso de vehículos, a más de 30 m de pozos utilizados como abastecimiento, y como mínimo a 15 m de cualquier curso de agua.
- Con objeto de reducir al máximo el ruido aéreo o de impacto, en cuanto a las bajantes que recogen las aguas residuales y fecales tanto de inodoros, como de duchas o bañeras, interesa siempre utilizar fijaciones situadas próximas a las embocaduras o copas, y una abrazadera en el tramo intermedio.
- Para establecimientos tales como bares, restaurantes, escuelas y hoteles, es conveniente situar un separador de grasas antes de la fosa.
- El diámetro del colector será el aconsejado por el fabricante, pero nunca inferior a Ø100 mm, con tramos rectos y pendiente superior al 2%.
- Sellar herméticamente todos los tubos para evitar pérdidas y malos olores.
- Dotar a la instalación de una arqueta de registro hermética y de fácil acceso antes de la fosa, y otra después para comprobar periódicamente el tipo de vertido.
- Los lodos producidos durante el proceso aerobio deberían ser retirados periódicamente por una empresa especializada.
- Sopesar la posibilidad de instalar dispositivos de reutilización del efluente. Actualmente pueden conseguirse ahorros en el consumo doméstico de hasta el 30%.

1. Problema planteado

Como es lógico, un gran número de las construcciones rurales antiguas, no cuentan con instalaciones eléctricas adecuadas a las nuevas exigencias actuales, siendo especialmente relevantes aquellos casos en los que no existe protección frente a sobretensiones, o fallos similares capaces de ocasionar problemas de suministro, accidentes e incluso incendios. A la hora de llevar a cabo la instalación eléctrica en una

intervención de rehabilitación, es necesario definir previamente cual será el sistema a emplear, ya que, en función de este, las canalizaciones eléctricas tendrán que respetar, según normativa, una serie de requisitos. En esta ficha se relacionarán las directrices más importantes a considerar en la ejecución de una instalación eléctrica mediante la utilización de tubos en montaje fijo empotrado.

2. Consideraciones

- a) Con este tipo de canalizaciones, los tubos a emplear podrán ser rígidos, curvables o flexibles (más utilizados), para su colocación en muros, tabiques, falsos techos, y en general, en cualquier hueco de la construcción.
- b) Tendrán una característica mínima de resistencia a la compresión 2 (grado Ligera), una resistencia al impacto 2 (grado Ligera) y no servir de propagador de la llama. Los fabricados en polipropileno (PP) son los más utilizados en Bioconstrucción
- c) En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa, por lo que se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.
- d) Las conducciones se dispondrán de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Para ello se instalarán las cajas necesarias que permitan tal verificación (figura 16.1).



- En caso de que sean metálicas, estarán protegidas frente a la corrosión.
- e) Asimismo, las canalizaciones no se situarán por debajo de otras conducciones que puedan dar lugar a condensaciones.
- f) Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de su colocación, disponiendo para ello de cajas de empalme o derivación necesarias.
- g) Se evitarán cambios de dirección frecuentes, o de pequeño radio de curvatura, y su trazado se hará siguiendo líneas verticales y horizontales, o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- h) Los conductores a utilizar podrían ser del tipo H07V-K, mínimo exigido para el cableado interior de viviendas, (conductores de 450/750 V de tensión de aislamiento y aislamiento de PVC, flexibles).
- No obstante y para dar mayor seguridad a la instalación, se recomienda el empleo de los nuevos tipos de conductores de alta seguridad (AS), que aportan una mayor protección al no ser propagadores del incendio, y con emisión de humos y opacidad reducida H07Z1-K (conductores de la misma tensión nominal que los anteriores con aislamiento de poliolefina termoplástica, flexibles).
- i) En la identificación de los conductores, se seguirá el código de colores normalizado: azul para el conductor neutro; marrón, negro o gris para las fases; y verde - amarillo para el conductor de protección o tierra.
- i) Los empalmes o uniones de los conductores en las cajas siempre se realizarán utilizando bornes de conexión. En la página contigua se incluye un croquis explicativo sobre el que se han esquematizado todas estas indicaciones.
- k) Respecto a la puesta a tierra, si la vivienda va a ser objeto de algún tipo de recalce o de excavación próxima a su cimentación para la instalación de una red de drenaje perimetral, puede aprovecharse a situarla en una conducción enterrada de cable desnudo que abarque el perímetro de la edificación.
 - Sobre esa malla se añadirán las picas verticales, y una arqueta para acceder al mallado.
- l) En caso contrario, la mejor opción será clavar una pica en el terreno con su arqueta de registro. Desde ahí, hasta el cuadro de protección eléctrica de la vivienda, irá en una conducción enterrada entubada. De esta manera se permitirá su conexión a la pica el cable de tierra (verde amarillo), para poder llevarla hasta el cuadro.

Introducción

Actualmente, los sistemas que aúnan un mayor confort térmico dentro de las viviendas, repartiendo de manera uniforme la temperatura, con un ahorro de energía significativo, son sin duda las instalaciones que emplean tubo radiante.

En esencia se trata de una tubería de material plástico, colocada bajo el pavimento, en cuyo interior circula agua a baja temperatura (35°C - 45°C). Se consigue así que el propio suelo se convierta en emisor del calor, por lo que la distribución de la temperatura dentro del recinto será más uniforme. Y todo ello con un consumo energético muy reducido.

Como inmediatamente se comprobará, una de las características principales del sistema desde el punto de vista del aprovechamiento del espacio interior, reside en la ausencia de radiadores.

Por lo tanto, este tipo de calefacción hace innecesaria la apertura de rozas y perforaciones a través de los paramentos verticales y forjados, lo que supone un evidente ahorro de espacio, al tiempo que se genera un ambiente más atractivo desde el punto de vista estético.

Asimismo, indicar que los materiales que componen estos sistemas mejoran el comportamiento de los forjados frente a ruidos de impacto.

2. Procedimiento operatorio

- a) Comprobada la nivelación del soporte sobre el que van a situarse las placas, se procede a una limpieza en profundidad de su superficie.
- b) Después se aplicará una imprimación que facilite la adhesión de las placas de aislamiento.
 - Dicha imprimación no es necesaria cuando las placas se disponen directamente sobre forjado.
 - Sin embargo, caso de que el recinto a calefactar se encuentre sobre el terreno natural, sótanos o espacios a la intemperie, se recomienda la colocación de un film de polietileno a lo largo de toda la superficie del forjado, como barrera antihumedad.
 - El film deberá solapar los cerramientos verticales.
- c) Fijar perimetralmente la banda encargada de absorber las dilataciones térmicas, cuidando que el babero quede sobre la superficie soporte.
- d) Colocación de las aislamiento térmico, generalmente constituidas por placas de materiales sintéticos tipo poliestireno expandido (EPS), extruido (XPS), etc, machihembradas o solapadas, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- e) Distribución de la tubería. Es importante vigilar los radios de curvatura, de manera que no se impida el movimiento del fluido.
- f) Situados los tubos, es el momento de verter el mortero,

generalmente autonivelante, lo que ayudará a distribuirlo homogéneamente por toda la superficie. La figura I7.1 muestra esta fase, previamente a la puesta en obra del mortero



Figura I 7.1

g)Por último se colocará el pavimento. A este respecto se recuerda que la sensación térmica que transmiten los solados de madera no suele alcanzar la calidez que se consigue con pavimentos cerámicos, morteros, etc.

- Para las tuberías, puede emplearse polibutileno como material constituyente, ya que a sus elevadas características físico mecánicas, hay que añadir sus ventajas desde el punto de vista medioambiental.
- En general, estudiar la necesidad de disponer una capa antioxígeno para reducir los problemas cuando se combinan tubos de plástico y materiales corrosibles en la instalación. El polietileno reticulado tiene una cierta permeabilidad al oxígeno, por lo que con esta barrera se consigue eliminar al 100% los poros existentes.
- Utilizar morteros ecológicos, fácilmente disponibles en el mercado, y añadir aditivo a la composición.
- Con ello se mejorar su fluencia, para que envuelva completamente los tubos, eliminando las burbujas de aire que puedan formarse, y que dificultarían la transmisión del calor.
- El espesor total de estos sistemas oscila entre los 8 10 cm, incluyendo el pavimento, por lo que pueden colocarse en la mayor parte de las edificaciones, sin reducir la altura útil de sus recintos
- Existen fabricantes que ofrecen sistemas de puesta en obra totalmente en seco, y que por tanto no necesitan mortero de relleno. Aunque su rendimiento es ligeramente inferior, reducen significativamente el peso sobre el forjado y el tiempo de ejecución de la obra.
- De acuerdo con los preceptos de la Bioconstrucción, no es recomendable la distribución de las tuberías bajo las camas.

1 Introducción

Cuando, por cualquier motivo, no interese actuar sobre el forjado (bien porque el pavimento se encuentre en perfecto estado, por las importantes deformaciones que presenten las viguetas, o debido a la limitada altura útil, por ejemplo), o cuando se disponga de suficiente superficie en planta, siempre cabe la posibilidad de instalar una calefacción por muro radiante.

En esencia, se trata de un sistema similar al suelo radiante, pero en el que las tuberías se fijan a los paramentos verticales. Aunque ambos son muy similares, algunos expertos consideran que el muro radiante aporta una sensación térmica superior incluso al anterior.

Asimismo, indicar que este tipo de instalaciones son adecuadas tanto para calefacción como para refrigeración, por lo que son aconsejables en zonas de clima extremo, caluroso en verano, y muy frío en invierno.

2. Procedimiento operatorio

- a) Previamente a instalar las tuberías, sobre el paramento vertical deberá haberse colocado un aislamiento térmico adecuado y suficiente para evitar las pérdidas caloríficas a través del cerramiento.
- b) Dependiendo del material utilizado (placas de vidrio celular, paneles de fibras vegetales, corcho, etc), las tuberías podrán disponerse directamente ancladas a los paneles (figura 18.1), o necesitarán la ejecución de un soporte de fábrica.



Figura I 8 1

La figura I8.2 refleja la construcción de una hoja de ladrillo hueco (que servirá después como soporte al tubo radiante), delante de un aislamiento de placa de corcho, sobre bloques de termoarcilla.



Figura L8 2

c) Después se fijarán los tubos sobre el soporte. La flexibilidad de los mismos permite su disposición sobre planos con aristas, superficies curvas, etc (figura 18.3).



Figura I 8.

d) Finalmente se proyectará el revestimiento, generalmente morteros de yeso.

- El sistema es también apto para situarlo bajo el forjado de techo, aunque evidentemente, en este caso, esta disposición serviría para calefactar la planta superior, y su rendimiento sería bastante más bajo.
- Tanto el muro como el suelo radiante, funcionan con bajas temperaturas del fluido caloportador, por lo que resultan idóneos para combinarlos con sistemas de generación de calor mediante energías renovables, estufas acumuladoras de ladrillo refractario, bombas de calor, etc.

Acoplamiento: Unión de dos piezas por sus caras laterales, con el objeto de obtener otra de mayor sección.

Abiótico: Agente no vivo que afecta en mayor o menor medida al material, alterando sus características. Los más habituales son la humedad, el fuego, los rayos ultravioleta.

Albardilla: Pieza de remate colocada en la coronación de los paramentos verticales que se encuentran al exterior, con el fin de evitar que el agua se cuele por la parte superior.

Albura: Parte correspondiente al tronco del árbol, que se encuentra debajo de la corteza, en la que se encuentran los anillos de crecimiento más recientes. Por regla general, es más clara, menos densa y contiene más humedad que el duramen.

Alfarje: Forjado de madera formado por un tablero dispuesto sobre viguetas. Generalmente se aplica a techos en los que sus piezas se han tallado de forma más o menos artística.

Batache: Excavación que se ejecuta bajo los cimientos o los muros, mediante pequeños tramos alternados, de forma que se reduzca el peligro de fallo para la propia excavación o para los edificios colindantes. También se aplica en el desmontaje de muros de carga.

Biótico: En lo que respecta a la madera, organismo que afecta en mayor o menor medida al material, alterando sus características. Entre ellos se incluyen las bacterias, los hongos, y los insectos.

Bórax: Nombre comercial por el que se conoce a la sal de Boro. Se trata de un producto natural con numerosas aplicaciones, entre las que destacan la manufacturas de vidrios, fabricación de de pinturas, soldaduras, tratamientos para la madera, desoxidante y como ingrediente en algunos abonos.

Cabio: También conocido como parecillo o cabrio, es un elemento de directriz longitudinal que, apoyado en las correas, se encarga de recibir el tablero de la cubierta.

Capitel: Parte superior y de mayor sección de un pilar, soporte o columna, que sirve para conectar y transmitir las cargas que reciben las vigas, losas, etc. También se conoce como zapata o durmiente.

Cargadero: Elemento horizontal que cubre un vano, y que al mismo tiempo puede soportar la parte de cerramiento situado encima. También se conoce como dintel.

Cercha: También denominada cuchillo, armadura o forma, es el elemento triangulado encargado de recibir a través de las correas, las cargas que gravitan sobre la cubierta, y de transmitirlas a los muros de carga, a los soportes, o incluso en ocasiones, a las vigas longitudinales. Constan de pares, elementos lineales inclinados que forman las aguadas, varias piezas intermedias (pendolones, tornapuntas y tirantillos), y de un tirante horizontal dispuesto en la parte inferior.

Cimentación: Conjunto de elementos resistentes cuya misión es repartir de manera homogénea las cargas que recibe de los pilares o muros de carga, garantizando que los asientos sean compatibles con la deformabilidad de la estructura. Cuando se sitúan entre la cota 0 - 3 m se denominan cimentaciones superficiales o directas; y a partir de la cota - 6 m, cimentaciones profundas. Igualmente conocida como fundación.

Compresión: Esfuerzo a que está sometido un elemento cuando se aplican dos fuerzas, cada una da las cuales actúa en direcciones opuestas, produciendo su acortamiento. Dicho acortamiento puede ser permanente o no dependiendo de la intensidad de la fuerza y de la naturaleza del material.

Correa: Elemento de directriz recta, paralelo a la cumbrera, que se apoya en los pares, y se encarga de recibir los cabios. Cumbrera: Arista superior de una cubierta, constituida por la intersección de dos faldones de tejado.

Dintel: Elemento horizontal que cubre un vano, y que al mismo tiempo puede soportar la parte de cerramiento situado encima. También se conoce como cargadero.

Duramen: Parte más antigua del árbol, correspondiente a la zona central del troncol, compuesta por células muerta. Su color suele ser más oscuro y posee una mayor durabilidad natural.

Durmiente: Elemento horizontal situado en el interior de un muro, encargado de recibir y repartir uniformemente las cargas que recibe de las vigas, sobre el cerramiento. Puede aplicarse también a pilares o columnas, en cuyo caso se denomina

capitel o zapata.

Enfoscado: Capa de mortero empleada para revestir una pared o un muro.

Enlucido: Capa de yeso, estuco u otro tipo de paste que se aplica a las paredes como revestimiento.

Ensamble: Unión de dos piezas por sus testas, con objeto de conseguir otra de mayor longitud.

Escuadría: Pieza prismática de madera, de sección recta cuadrada o rectangular.

Esbeltez: A efectos prácticos, la esbeltez puede estimarse como la relación entre la altura del elemento y la menor dimensión de su sección transversal. Es decir, que para el caso de muros de carga, la esbeltez podría deducirse como el cociente entre la altura del tramo de muro considerado y la anchura del mismo.

Fábrica: Elemento constructivo constituida por un conjunto de mampuestos o ladrillos, convenientemente trabados, con capacidad de soportar esfuerzos, o simplemente de cerramiento.

Faldón: Cada unos de los planos, con mayor o menor pendiente, que constituye una cubierta.

Flexión: Deformación que presenta un elemento estructural dispuesto generalmente en el plano vertical o inclinado, cuando las fuerzas actúan en perpendicularmente a su eje longitudinal

Fisurímetro: Instrumento de medición de aperturas y cierres de grietas, habitualmente de apreciación milimétrica, constituido por dos placas graduadas de un material rígido, que se fijan al soporte, a un lado y a otro de la fractura.

Fundación: Ver "Cimentación".

Higroscopía: Capacidad de algunas sustancias, entre las que se encuentra la madera, de absorber o ceder humedad directamente del aire ambiente.

Jácena: Ver "viga".

Jamba: Cada uno de los dos elementos verticales que sostienen el dintel de un hueco.

Jabalcón: Componente estructural, dispuesto entre dos elementos, uno horizontal (viga, vigueta, pontón, etc), y otro vertical (pilar o muro de carga), formando un cierto ángulo. Generalmente se emplea para reducir las deformaciones de uno o de los dos elementos entre los que se sitúa. También se conoce como tornapunta.

Limahoya: Arista formada por la intersección de dos planos de una cubierta, formando un ángulo tal que permite recoger las aguas que reciben los faldones.

Limatesa: Arista formada por la intersección de dos planos de una cubierta, de forma que separa las aguas de lluvia, dirigiéndolas hacia cada uno de los faldones.

Machón: Elemento estructural constituido por un paño ciego de obra de fábrica.

Mampostería: Obra de fábrica ejecutada con mampuestos, generalmente aparejados de forma irregular.

Mampuesto: Elemento de piedra de forma tosca y manejable a mano. Se utiliza para la realización de muros tanto portantes como de cerramiento. En el primer caso, siempre será necesario el empleo de morteros que rellenen los huecos creados por las imperfecciones, de forma que se repartan bien las cargas entre todas las piezas.

Mechinal: Abertura practicada en un muro. Puede tener diversos usos, como por ejemplo servir de apoyo a las vigas, facilitar la colocación de los andamios, permitir la salida del agua a través del paramento, retirar los escombros de la cámara de aire antes de enlecharla, etc.

Mortero: Se trata de mezclas plásticas obtenidas a partir de un aglomerante, arena y agua. Se emplean fundamentalmente para aparejar las piedras (mampuestos o sillares), o los ladrillos que integran las obras de fábrica, así como revestimiento mediante enlucidos o revocos.

Mortero bastardo: Se conoce como bastardo o mixto al mortero compuesto por dos aglomerantes. Los más habituales son yeso y cal, y cemento y cal. Un mayor porcentaje de cemento implicará más resistencia a corto plazo, mientras que el aumento de la cantidad de cal facilitará la trabajabilidad, al tiempo que reducirá la fisuración.

Muro: Paramento vertical generalmente ejecutado mediante elementos de albañilería. Puede tener misiones exclusivamente de cerramiento, o también resistentes, en cuyo caso se denominan de carga. Pared.

Pandeo: Fenómeno de inestabilidad que puede darse en elementos esbeltos sometidos a compresión, y que se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes transversales a la dirección de aplicación de la fuerza.

Par: Cada una de las escuadrías dispuestas en el plano inclinado, y paralelas a la línea de máxima pendiente del faldón de la cubierta. Se encargan de recibir la carga transmitida por las correas.

Pared: Ver "muro".

Pendolón: Pieza de la armadura de cubierta, colocada en posición vertical, que conecta el vértice superior con los pares y/o con la hilera, y cuelga por su punto medio al tirante, sin apoyarse en él, pudiendo al mismo tiempo dar apoyo a los

jabalcones o tornapuntas.

Perpiaño: Piedra o sillar que atraviesa el muro, con objeto de coserlo y darle estabilidad.

Recalce: Intervención que consiste en la reparación o el refuerzo de la cimentación de una edificación existente.

Reloj comparador: Instrumento de medición de dimensiones, habitualmente de apreciación centésima de milímetro, que se utiliza para comparar cotas mediante la medición indirecta del desplazamiento que registra un palpador, cuando el aparato se encuentra fijado a un soporte.

Revoco: Revestimiento contínuo exterior de mortero de agua, arena y cal o cemento, que se aplica, en una o más capas, a un paramento previamente enfoscado.

Sillar o sillarejo: Piezas de piedra con sus aristas bien definidas y forma mas o menos paralepípeda, regularmente trabajadas y manejables a mano. Se disponen en obra en aparejos de igual altura.

Soga: La mayor dimensión de un ladrillo, sillar o cualquier pieza ortoédrica.

Tirante: Elemento de directriz lineal, encargado de soportar esfuerzos de tracción.

Tizón: Dimensión media de un ladrillo, sillar o cualquier pieza ortoédrica, normalmente la mitad de la soga.

Tornapunta: Componente estructural, dispuesto entre dos elementos, uno horizontal (viga, vigueta, pontón, etc), y otro vertical (pilar o muro de carga), formando un cierto ángulo. Generalmente se emplea para reducir las deformaciones de uno o de los dos elementos entre los que se sitúa. También se conoce como jabalcón.

Tracción: Esfuerzo a que está sometido un elemento cuando se aplican dos fuerzas, cada una da las cuales actúa en direcciones opuestas. El efecto producido por una tracción suele ser casi siempre un alargamiento, que puede ser permanente o no dependiendo de la intensidad de la fuerza y de la naturaleza del material.

Sopanda: Elemento generalmente de madera, dispuesto horizontalmente, empleado en el apeo de forjados con el fin de repartir las cargas hacia los propios puntales (si se coloca en la cabeza de estos), o al terreno (si se sitúa en la base).

Venda: Malla generalmente de material sintético (fibra de vidrio o polipropileno), empleada como tratamiento curativo en la reparación de fisuras y grietas, y como tratamiento preventivo al puentear los encuentros entre materiales de distinto comportamiento.

Viga: Jácena. Elemento resistente longitudinal que trabaja principalmente a flexión, encargado de soportar las viguetas del forjado, incluso otras vigas de menor dimensión. En este caso suele denominarse cargadero.

Vigueta: Elemento resistente longitudinal que trabaja principalmente a flexión, diseñado para soportar las cargas en forjados de pisos o cubiertas.

Viscoelasticidad: Comportamiento que presentan algunos materiales, entre los que se encuentra la madera, capaces de mostrar al mismo tiempo propiedades viscosas (tipo fluido) y elásticas (es decir, que recuperan su forma original al cesar la aplicación de la fuerza), cuando sufren algún tipo de deformación.

Xilófago: Que se alimenta de madera. En Construcción se aplica tanto a los insectos (polillas, carcomas, termitas, etc), como a los hongos de pudrición.

Zapata: Capitel, o parte superior y de mayor sección de un pilar, soporte o columna, que sirve para conectar y transmitir las cargas que reciben las vigas, losas, etc.

Zapata de cimentación: Elemento estructural encargado de repartir al terreno los esfuerzos transmitidos por los pilares o los muros de carga. Las primeras se denominan zapatas aisladas; y las segundas, zapatas corridas.

GENERAL

- "Soluciones constructivas para la rehabilitación de viviendas de alta montaña"; VV. AA. Ed. Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (Barcelona, 1985)
- "Patología y técnicas de intervención. Elementos estructurales"; VV. AA. Ed. Munilla Lería (Madrid, 1998)
- "Código Técnico de la Edificación" (2009)

RECALCES

"Diseño, cálculo y construcción de cimentaciones y recalces"; Lozano Apolo, G., Lozano Martínez - Luengas, A. - Ed. Consultores Técnicos de Construcción, S.L. (Gijón, 2000)

ESTRUCTURAS DE FÁBRICA

- "Il consolidamento murario"; Cigni, G. Edizioni Kappa (Roma, 1978)
- "Dissesti statici delle strutture edilizie"; Mastrodicassa, S. Edizioni Hoepli (Roma, 1993)
- "Curso de rehabilitación"; VV. AA. Ed. COAM (Madrid, 1995)
- "Reestructuración de edificios de muros de carga"; Lozano Apolo, G., Lozano Martínez Luengas, A. Ed. Consultores Técnicos de Construcción, S.L. (Gijón, 1996)
- "Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos"; VV. AA. Ed. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona (Barcelona, 1997)

ESTRUCTURAS DE MADERA

- "Reestructuración en madera"; Lozano Apolo, G., Lozano Martínez Luengas, A. Ed. Consultores Técnicos de Construcción, S.L. (Gijón, 1995)
- "Restauración de la madera"; Lozano Apolo, G., Lozano Martínez Luengas, A. Ed. FLC del Principado de Asturias (Oviedo, 2000)
- "Rehabilitación de estructuras de madera"; Arriaga Martitegui, F. et al Ed. AITIM (Madrid, 2002)
- "Diseño y cálculo de estructuras de madera"; Arriaga Martitegui, F. Ed. AITIM (Madrid, 2003)
- "Master en ingeniería de la madera estructural"; Director Guaita Fernández, M. (Lugo, 2009 2010)
- "Construcción de estructuras de madera"; Basterra Otero, A. Ed. COACYLE / Universidad de Valladolid (Valladolid, 2010)

INSTALACIONES

- "Evacuación de aguas residuales en edificios"; Soriano Rull, A. Ed Marcombo (Barcelona, 2007)
- "Manual de instalaciones de fontanería y saneamiento"; Martín Sánchez, F. AMV Ediciones (Madrid, 2008)
- "RITE 2007: Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios" Ed. Técnica (Madrid, 2009)

PARTICIONES

- "Carpintería. Puertas, ventanas y escaleras de madera"; Peraza Sánchez, E. Ed. AITIM (Madrid, 2000)
- "Soluciones de acristalamiento y cerramiento acristalado" Ed. IDAE (Madrid, 2008)











