



# Arquitectura en Tierra

Historia y Renovación

XIII CIATTI 2016

Congreso de Arquitectura de Tierra en Cuenca y Villagarcía de Campos 2016.

Coordinadores: Félix Jové Sandoval, José Luis Sáinz Guerra.

ISBN: 978-84-697-4387-4

D.L.: VA 531-2017

Impreso en España

Julio de 2017

Publicación online.

## Para citar este artículo:

GÓMEZ, Francisco Javier; MILETO, Camilla; VEGAS, Fernando; GARCÍA, Lidia. "Procesos patológicos en muros de adobe: panorama general de los mecanismos de degradación del adobe en la arquitectura tradicional española". En: *Arquitectura en tierra. Historia y Renovación. XIII CIATTI. Congreso de arquitectura en tierra en Cuenca y Villagarcía de Campos 2016*. [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2016. Pp. 169-180

URL de la publicación: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>

Este artículo sólo puede ser utilizado para la investigación, la docencia y para fines privados de estudio. Cualquier reproducción parcial o total, redistribución, reventa, préstamo o concesión de licencias, la oferta sistemática o distribución en cualquier otra forma a cualquier persona está expresamente prohibida sin previa autorización por escrito del autor. El editor no se hace responsable de ninguna pérdida, acciones, demandas, procedimientos, costes o daños cualesquiera, causados o surgidos directa o indirectamente del uso de este material.

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

Copyright © Todos los derechos reservados

© de los textos: sus autores.

© de las imágenes: sus autores o sus referencias.

# PROCESOS PATOLÓGICOS EN MUROS DE ADOBE: PANORAMA GENERAL DE LOS MECANISMOS DE DEGRADACIÓN DEL ADOBE EN LA ARQUITECTURA TRADICIONAL ESPAÑOLA

XIII CIATTI 2016. Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra, Tradición e Innovación  
Valladolid

*F. Javier Gómez Patrocinio, \* Arquitecto*  
*Camilla Mileto, Dr. Arquitecto*  
*Fernando Vegas López-Manzanares, Dr. Arquitecto*  
*Lidia García Soriano, Dr. Arquitecto*

*Universitat Politècnica de València*  
*Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio*

*PALABRAS CLAVE: Arquitectura vernácula , adobe, procesos patológicos*

## 1. Introducción

España es uno de de los países europeos con una cultura constructiva más rica en arquitectura de tierra, tanto por el abundante patrimonio existente como por la enorme cantidad de técnicas y variantes que es posible encontrar. Sin embargo, a lo largo del último siglo se ha producido un progresivo abandono de estos sistemas constructivos, que se han ido sustituyendo por nuevos materiales de producción industrial. Como consecuencia, una parte importante de la arquitectura vernácula se ha visto abandonada, demolida o reparada con materiales modernos que no

responden a su comportamiento ni a su carácter. Debido a este progresivo abandono y a los años de exposición a la intemperie, muchas de estas construcciones muestran un amplio abanico de fenómenos de degradación que es necesario identificar y conocer para poder plantear intervenciones que los reviertan y que garanticen la pervivencia de estos edificios.

El objetivo de este trabajo es identificar y estudiar los procesos patológicos más frecuentes en las edificaciones de adobe, una

de las técnicas constructivas en tierra con una mayor presencia en España. Para ello, a partir del análisis detallado de casos de estudio repartidos por todo el territorio nacional, se han establecido una serie de familias de lesiones fácilmente identificables, determinando el modo en el que se manifiestan y recogiendo las principales causas a las que pueden atender.

Antes de abordar el estudio patológico de este material, resulta fundamental comprender que las lesiones observables en un elemento son el efecto visible de mecanismos de degradación más complejos. Mientras que no se actúe sobre las causas que generan estos mecanismos, el proceso de deterioro permanecerá activo y las lesiones continuarán evolucionando. Por tanto, las patologías que muestran los edificios son la manifestación en un momento dado de un mecanismo de transformación que, mientras mantenga sus causas activas, irá desarrollándose hacia lesiones de mayor relevancia (Mileto et al. 2014).

Estos mecanismos de transformación pueden generar dos tipos de patologías: las alteraciones y las degradaciones. Las primeras modifican las características del material, pero lo hacen sin mermar sus propiedades físicas, químicas y mecánicas. Por su parte, las degradaciones sí que llevan aparejado un empeoramiento de estas propiedades. Por tanto, los fenómenos de alteración no requieren la intervención inmediata sobre el edificio, mientras que los procesos de degradación sí que hacen necesario el desarrollo de actuaciones que reviertan sus causas y eviten que éstos sigan avanzando hasta comprometer la supervivencia de la construcción.

## 2. Metodología

Durante el trabajo de campo que ha servido de soporte para este trabajo, los investigadores del grupo de investigación “Investigación, Restauración y Difusión del Patrimonio” del Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia han recopilado más de tres mil cuatrocientas fotos de arquitectura de adobe repartidas entre 205 poblaciones de España.

De esta base de datos se han extraído todas las imágenes que mostraban lesiones en edificios de adobe para su posterior análisis

y clasificación. Con el objeto de registrar y clasificar estas fotografías, se han establecido cuatro familias de mecanismos de degradación que atienden al agente que los desencadena: agentes atmosféricos, biológicos, antrópicos y procesos de fallo estructural. A su vez, cada uno de estos grandes grupos de lesiones se ha subdividido de nuevo atendiendo a sus causas concretas y al modo en que se manifiestan, habiéndose llegado a definir un total de cuarenta tipos de lesiones.

## 3. Lesiones producidas por la acción de agentes atmosféricos

Entre el abanico de factores que pueden ser generadores de lesiones, la exposición directa a los agentes atmosféricos es la principal fuente de degradación en las construcciones realizadas con tierra. De hecho, muchas de las patologías asociadas a otros agentes, como las derivadas de la falta de mantenimiento, resultan peligrosas en la medida en la que privan a los muros de tierra de los elementos destinados a evitar que el agua entre en contacto directo con la masa de tierra. La importancia de estos elementos protectores es tal, que los muros de adobe pueden mantenerse en pie casi indefinidamente mientras las fábricas se encuentren bien protegidas del agua, especialmente en su base y su coronación (AA. VV. 2008).

### 3.1 Mecanismos de degradación en la base del muro

La base de los muros de adobe es una zona crítica para su conservación, especialmente en el caso de muros en contacto directo con el suelo. El agua presente en el terreno puede ascender por capilaridad hacia la masa del muro, incrementando su contenido de humedad y haciendo que el adobe se vaya degradando progresivamente.

En sus etapas iniciales, la ascensión de agua por capilaridad puede producir alteraciones cromáticas en la superficie del muro y modificar sus condiciones higrométricas, provocando la aparición de manchas de humedad. Sin embargo, en los casos en los que estos mecanismos persisten de forma muy prolongada en el tiempo, pueden llegar a producir importantes pérdidas de sección en la base del muro y comprometer su estabilidad.



Figura 1. Pérdida de sección en el arranque de un muro de adobe por ascensión de humedad capilar. 1a: Muro de adobe carente de zócalo en Fuerteventura, Las Palmas. 1b: Muro de adobe con zócalo de mampostería en Poza de la Sal, Burgos. Fuente: Fernando Vegas y Camilla Mileto.

De persistir las condiciones de humedad en la masa de tierra, es posible que el agua existente provoque la migración de sales solubles hacia la superficie del muro y forme los depósitos salinos conocidos como eflorescencias. El riesgo de aparición de estas alteraciones va aumentando notablemente tras el aporte de materiales cementosos en eventuales labores de reparación. En ocasiones, las sales arrastradas por el agua se depositan en una zona superficial en el interior de la masa del muro, formando criptoflorescencias. Este tipo de depósitos resulta más lesivo para las fábricas pues, al acumularse, las sales pueden aumentar de volumen provocando la disgregación superficial de los adobes.

Del mismo modo, la constante presencia de humedad en la base del muro favorece el desarrollo de condiciones óptimas para la proliferación de hongos, mohos y líquenes que irán mermando la cohesión de las caras exteriores del muro y provocando su desintegración.

Independientemente de la aparición de enmohecimientos o criptoflorescencias, la simple saturación de la base del muro produce el reblandecimiento de la masa de tierra, que se debilita y recupera temporalmente su estado plástico original (AA. VV. 2006). De no intervenir para evitar el aporte de agua por capilaridad, la erosión superficial generada

por este humedecimiento se va acumulando, reduciendo la sección del muro en su base y pudiendo producir su derrumbamiento (Figura 1a).

Para impedir la ascensión al muro del agua presente en el terreno, es frecuente la interposición de un zócalo de otro material, como ladrillo o mampostería. En la mayor parte de los casos, esta barrera artificial es capaz de prevenir la aparición de lesiones importantes, mejorando notablemente la resistencia de los muros de adobe frente a la humedad capilar. Sin embargo, en ocasiones el zócalo resulta insuficiente y la humedad del terreno alcanza el arranque del muro de tierra provocando un tipo de lesión muy característica consistente en el desprendimiento de una nítida franja horizontal (Figura 1b).

Aunque la principal fuente de humedad en la base de los muros es el agua contenida en el terreno, ésta puede acceder a la masa de tierra por otros medios. La inclinación del terreno, que puede producir escorrentías contra el edificio, o la propia acción de la lluvia son otros factores a tener en cuenta. En el caso de edificios carentes de zócalo, también se debe considerar el efecto producido por las salpicaduras del agua de lluvia al impactar contra elementos duros e impermeables como los pavimentos cerámicos o las soleras de hormigón. En estos casos, a los daños



Figura 2. Lavado de la coronación de un muro de adobe en Navapalos, Soria. Fuente: Fernando Vegas y Camilla Mileto.

producidos por el aporte de humedad se suma la acción mecánica que producen las gotas al impactar contra el paramento de tierra.

### 3.2 Mecanismos de degradación en la coronación del muro

Tal y como ocurre en el arranque de los muros de adobe, la coronación es una zona muy sensible a la acción de los agentes atmosféricos. Sin embargo, mientras que en la zona inferior de las paredes de tierra la principal fuente de humedad es el agua contenida en el terreno, el aporte en su remate se produce principalmente por efecto de la lluvia. En esta zona de los muros también es posible hallar alteraciones producidas por la presencia prolongada de humedad, como enmohecimientos y alteraciones cromáticas. No obstante, las coronaciones suelen encontrarse bien ventiladas y estas lesiones son menos frecuentes, apareciendo sobre todo en muros orientados a norte y protegidos por un alero prominente. La aparición de eflorescencias y criptoflorescencias puede producirse por efecto del agua de lluvia que, al filtrarse por el extremo superior de un muro desprotegido, arrastra sales solubles hacia la superficie del mismo.

Sin embargo, el perfil patológico que suelen presentar los muros de adobe cuando su coronación se halla desprotegida no acostumbra a ir relacionado con la presencia constante de humedad en su masa, sino con la acción intensa del agua durante periodos

transitorios. El agua de lluvia, al incidir sobre el remate de un muro de adobe, recorre sus paramentos y se filtra en la masa de tierra, desplazándose de modo descendente hasta evaporarse o alcanzar el arranque del mismo.

En ocasiones, el revestimiento de los muros impide la salida hacia el exterior del agua que se filtra por su coronación. En estos casos, la humedad discurre por el interior de las fábricas hacia su arranque y en su recorrido arrastra partículas de tierra, provocando un lavado interno que irá debilitando progresivamente la fábrica de adobe. Cuando el lavado se produce por el interior del muro, éste conserva su integridad volumétrica durante más tiempo. Sin embargo, el desarrollo del mecanismo es menos evidente y puede no ser detectado antes de haber alcanzado un grado de desarrollo importante.

### 3.3 Mecanismos de degradación en el cuerpo y la superficie del muro

Las lesiones que son posibles detectar en el cuerpo del muro a menudo son consecuencia de mecanismos de degradación que han surgido en su base o en su coronación y que han llegado a alcanzar la parte central de la fábrica. Existen no obstante otros factores, como la acción erosiva del viento o la escorrentía del agua de lluvia por la superficie de los paramentos, capaces de generar una serie de daños, que son posibles relacionar de una forma específica con esta zona de los muros.



Figura 3. Erosión superficial de los muros de adobe. 3a: Edificio de adobe con erosión homogénea concentrada en las esquinas. Villada, Palencia. 3b: Erosión de un muro de adobe tomado con mortero de cal en Fuentes de Jiloca, Zaragoza. Fuente: Fernando Vegas y Camilla Mileto.

Cuando los edificios no cuentan con un alero suficientemente prominente, capaz de alejar de las fachadas el agua expulsada de la cubierta, o cuando se encuentran expuestos a la acción simultánea de lluvia y viento, se produce una inevitable escorrentía por sus paramentos exteriores. Este flujo descendente de agua va lavando los distintos elementos que componen las fábricas y genera un mecanismo similar, aunque menos agresivo, al que produce el lavado de la coronación de los muros de adobe.

En sus etapas iniciales, el lavado de las caras exteriores de los muros de adobe afecta fundamentalmente a los elementos de acabado, progresando paulatinamente hacia la superficie del aparejo. Este proceso resulta más evidente cuando dicho revestimiento es un enlucido de tierra, menos resistente a la acción del agua que los acabados de cal y yeso.

Una vez alcanzada la superficie de la fábrica, el aspecto de la erosión y su velocidad de incidencia dependerán de las características del muro y de la composición de adobe y material de agarre. Cuando ambos elementos están compuestos por tierra simple y son de una composición similar, el lavado de la superficie es homogéneo y produce una dilución de las juntas entre las piezas, regularizando el aspecto del muro y dificultando la percepción de su aparejo (Figura 3a). Sin embargo, tam-

bién resulta habitual encontrar muros de adobe en los que las piezas o el mortero que las fija han sido suplementados con materiales conglomerantes como la cal o el yeso. El fraguado incrementa la cohesión del material suplementado, que en estos casos se degrada con mayor lentitud y termina por quedar en un plano adelantado con respecto a los elementos sin suplementar (Figura 3b).

Si bien el agua es la principal causante de lesiones en la arquitectura de tierra, también resulta fundamental destacar la acción del viento como agente erosivo. Al desplazarse, el aire arrastra partículas en suspensión que impactan contra los muros de adobe desgastando la superficie de las zonas más expuestas, como las esquinas (Figura 3a). La acción del viento es un factor especialmente relevante en el caso de edificios carentes de revestimiento y dispuestos de forma aislada en zonas con poco arbolado.

#### 4. Lesiones producidas por causas biológicas

Más allá de los agentes atmosféricos, que son la principal causa de degradación en los edificios de adobe, existe otro grupo de elementos de origen natural con capacidad para producir lesiones en la masa de tierra. En este grupo de lesiones, llamadas de origen biológico, se engloban todas aquellas derivadas la presencia de seres vivos en el



Figura 4. Desarrollo de vegetación en el entorno de un muro de adobe. 3a: Desarrollo de musgos en la coronación de un muro de adobe en Lagunilla de la Vega, Palencia. 3b: Desarrollo de vegetales superiores sobre un muro de adobe y crecimiento de árboles contra él. Godojos, Zaragoza. Fuente: Fernando Vegas y Camilla Mileto.

entorno del edificio, como el desarrollo de vegetación o la acción de animales sobre los elementos constituyentes del muro de adobe.

#### 4.1 Lesiones derivadas de la acción de animales

Las construcciones de adobe y su entorno inmediato son con frecuencia el escenario de la vida de multitud de especies animales cuya actividad tiene un impacto sobre los propios edificios. Estos factores y sus consecuencias son muy variables y dependen del contexto de cada construcción. Por esta razón, no resulta sencillo establecer una clasificación pormenorizada del abanico de mecanismos que pueden darse y de las lesiones que producen.

Sin embargo, resulta habitual encontrar sistemas de pequeñas perforaciones en la fábrica de adobe debidas al asentamiento de colonias de invertebrados, como hormigas o termitas. Del mismo modo, diversas especies de roedores y pequeños mamíferos horadan este tipo de muros con el fin de conformar sus madrigueras (Keefe 2005).

El anidamiento de pájaros en las oquedades del muro también puede derivar en alteraciones y daños en la fábrica. Aunque no es habitual que estos animales perforen los muros para construir sus nidos, la presencia continuada

de aves provoca una acumulación de materia orgánica de desecho que puede incrementar el contenido de humedad en zonas puntuales de la construcción y producir alteraciones en la fábrica como consecuencia de la acidez de sus excrementos.

Por su parte, la actividad y la presencia constante de ganado puede desembocar en multitud de lesiones en los edificios destinados a uso agropecuario. Los daños producidos sobre los muros de adobe por estos animales son múltiples y varían desde la erosión por el roce y los impactos mecánicos hasta los problemas de humedad y alteraciones derivados de la concentración de purines. Además, de acuerdo con Niels White, en ocasiones el ganado puede lamer la superficie de los muros de tierra en busca de sales, generando la disgregación superficial de una banda horizontal de muro dispuesta a la altura de la cabeza de las reses.

#### 4.2 Lesiones derivadas del desarrollo de vegetación

Al estar constituidos por tierra, los muros de adobe resultan muchas veces entornos idóneos para el desarrollo de vegetación, y unas condiciones higrótérmicas adecuadas pueden propiciar la germinación de semillas transportadas por el viento y depositadas sobre las fábricas.

El desarrollo de esta vegetación, que puede variar desde musgos hasta vegetales superiores (Figura 4), es más probable en muros con un alto contenido de humedad. Por esta razón, las bases de muro con problemas de agua capilar, o en las que la presencia de mohos y líquenes incrementa la retención de la humedad, son zonas especialmente sensibles al desarrollo de vegetación. Al crecer, esta vegetación desarrolla un entramado de raíces que se extiende por la masa del muro, fisurándolo y disgregándolo hasta poner en riesgo su integridad.

Sin embargo, la vegetación no solo juega un papel en la degradación de los muros de adobe cuando se desarrolla sobre ellos. El crecimiento de árboles en las proximidades de los edificios puede llegar a erosionar los paramentos de tierra por el reiterado golpeo del ramaje al ser agitado por el viento. Por contrapartida, el arbolado puede ser una barrera eficaz contra la erosión producida por el viento y la lluvia diagonal, y en algunas zonas de España es habitual encontrar cipreses dispuestos muy próximos a las fachadas de adobe orientadas hacia la dirección de las corrientes predominantes.

## **5. Lesiones producidas por causas antrópicas**

Habitualmente se denomina lesiones de origen antrópico a todas aquellas derivadas directa o indirectamente de la acción del ser humano. Se consideran lesiones producidas directamente por la acción humana aquellas en las que el hombre tiene un papel activo en el origen del mecanismo, como es el caso de los actos vandálicos o la instalación de elementos impropios sobre las fábricas originales. Cuando el mecanismo se inicia por omisión humana, como es el caso de los problemas derivados de la falta de mantenimiento, la causa antrópica que lo origina se considera indirecta.

### **5.1 Lesiones producidas por actos vandálicos**

Son consideradas actos vandálicos todas aquellas acciones lesivas para un edificio que son realizadas sobre él sin otro objetivo que el de producir daños a la construcción. Pintadas, acciones mecánicas infundadas y conflagración de elementos son ejemplos de este tipo de acciones, cuyas consecuencias pueden variar desde la simple alteración

del aspecto del edificio hasta la práctica destrucción del mismo. Son particularmente susceptibles de sufrir este tipo de daños las construcciones abandonadas situadas en las proximidades de un centro urbano, donde la facilidad de acceso se combina con el aislamiento del edificio con respecto a las zonas habitadas.

### **5.2 Lesiones producidas por un inadecuado mantenimiento**

Si el riguroso mantenimiento es la mejor garantía para la adecuada conservación de cualquier construcción, éste resulta particularmente necesario en los edificios levantados con paredes de adobe. Este tipo de arquitectura se construye empleando materiales que, para garantizar unas condiciones de durabilidad y confort óptimas, requieren de un mantenimiento riguroso y constante. Tradicionalmente, estos trabajos han formado parte de la vida cotidiana de la sociedad rural y con frecuencia eran realizadas de forma colectiva en cada comunidad, desarrollándose en unas fechas concretas y llevando aparejadas una serie de labores y celebraciones que formaban parte de la identidad cultural de cada población.

Sin embargo, a lo largo de las últimas décadas se ha producido un progresivo abandono de la arquitectura rural y de las técnicas constructivas asociadas a ella. Del mismo modo, la dinámica social y cultural de la que formaban parte ha evolucionado y las tradiciones vinculadas al mantenimiento colectivo de las construcciones han dejado de ser practicadas. Como consecuencia, una gran parte de estos edificios han dejado de recibir el mantenimiento para el que fueron concebidos y han entrado en un proceso de degradación que lleva inevitablemente a la pérdida de los elementos destinados a proteger a los adobes de la acción de la lluvia y el viento.

Con frecuencia, los primeros elementos que desaparecen cuando un edificio queda abandonado son sus carpinterías. Se trata de elementos fáciles de recuperar y que muchas veces acaban reutilizándose o siendo arrancados para su empleo como combustible. La desaparición de las carpinterías permite el acceso de aves al interior de la construcción, desembocando en el abanico de lesiones descritas anteriormente, y propicia el desa-



Figura 5. Lesiones derivadas de un inadecuado mantenimiento. 5a: Erosión de un muro de adobe en una construcción que ha perdido las carpinterías. Grajal de Campos, León. 5b: Pérdida de la cubierta y ruina de un edificio de adobe en Pozuel de Ariza, Zaragoza. Fuente: Fernando Vegas y Camilla Mileto.

rollo de actividades vandálicas que conducirán a nuevos daños en el mismo. Independientemente del posible acceso de agentes patológicos al interior del edificio, la pérdida de las carpinterías suele dejar desprotegido el alféizar de las ventanas, que queda expuesto a la acción de la lluvia y puede desarrollar degradaciones similares a las observadas en la coronación (Figura 5a).

En la arquitectura de tierra, la disposición de un zócalo de piedra o ladrillo y de una cubierta con alero resulta fundamental para garantizar la durabilidad de los muros. Sin embargo, mientras que los zócalos acostumbran a ser piezas muy durables, las cubiertas son uno de los elementos constructivos más sensibles a la falta de mantenimiento. Una simple teja rota o pérdida puede permitir la entrada del agua sobre el vigerío del tejado y, de no repararse, acabará desembocando en la pudrición de una viga o rollizo y en la pérdida parcial o total de la cubierta. Cuando esto ocurre, se desencadena la degradación acelerada de los demás elementos constructivos del edificio, que quedan expuestos a la intemperie (Figura 5b).

Sin embargo, no es necesario que un edificio pierda completamente la cubierta para que se acelere su deterioro, sino que ya la desaparición del alero en una zona concreta puede desembocar en daños remarcables para la construcción. Un alero en mal estado, que no consigue expulsar todo el agua de lluvia lejos

del paramento de la fachada, puede permitir la escorrentía del agua en zonas puntuales del muro generando un tipo de lavado muy característico que deja en la superficie una sucesión de acanaladuras.

Si no es reparado a tiempo, el extremo de la cubierta continuará degradándose hasta caer y dejar desprotegida una parte de la coronación del muro. La rápida degradación que sufren los adobes situados bajo una zona que ha perdido el alero, siendo lavados por la lluvia hasta desaparecer, ponen en evidencia la importancia de la cubierta para la durabilidad de este tipo de arquitectura (Figura 6a).

Pese a no tener una incidencia tan grande sobre la pervivencia global de la edificación, la pérdida por falta de mantenimiento de otros elementos, como los revestimientos, también contribuye a acelerar la degradación de las zonas de muro que quedan al descubierto y comienzan a ser lavadas por el agua de lluvia y erosionadas por el viento (Figura 6b).

### 5.3 Reparaciones inadecuadas y elementos impropios

El desarrollo de labores de mantenimiento no siempre garantiza la buena conservación de las construcciones de adobe y en ocasiones la realización de reparaciones inadecuadas puede desencadenar en nuevos mecanismos de degradación en el edificio.

La reposición de los enlucidos con materiales impermeables, como el cemento o las pinturas plásticas, es una de las malas praxis más extendidas en el mantenimiento de las construcciones de adobe, especialmente cuando estas tareas son llevadas a cabo sin la supervisión de un técnico. Debido a su propia naturaleza, los muros de tierra necesitan intercambiar humedad con el medio que los rodea para mantener unas condiciones higrométricas óptimas. Al recubrirlos con un revestimiento intranspirable, se impide que este intercambio se produzca. El adobe, al quedar aislado del ambiente exterior, va aumentando su contenido de agua hasta quedar saturado, reduciéndose notablemente su resistencia e incrementándose el riesgo de desarrollar lesiones derivadas del exceso de humedad.

Del mismo modo, la instalación de elementos impropios en las fachadas, como conducciones o elementos de alumbrado externo, se hace muchas veces sin respetar el carácter y el decoro de la edificación. Más allá de la propia alteración de la imagen de la construcción, la introducción de estos elementos puede resultar problemática si su instalación se hace de forma poco cuidadosa, rompiendo la fábrica e introduciendo materiales cementosos para su sujeción. Este tipo de intervenciones pueden desembocar en la aparición de eflorescencias o incluso en la fisuración de zonas de la fábrica al alterar el recorrido de transmisión de las cargas.

Igualmente problemática puede resultar la retirada de estos objetos, si no se realiza con precaución. La eliminación de elementos tomados con materiales con una gran capacidad de agarre, como morteros y colas, muchas veces es complicada, y deberá realizarse minimizando la producción de nuevos daños en el muro.

#### 5.4 Acción del fuego

Debido a su naturaleza incombustible, el fuego es un fenómeno que no resulta particularmente agresivo contra los muros realizados en tierra. Sin embargo, en los edificios de adobe es habitual encontrar elementos contruidos con materiales combustibles, como la madera o las fibras vegetales, que en caso de desarrollo de un incendio podrían quedar destruidos poniendo en peligro la estabilidad global de la construcción.

El riesgo de proliferación de incendios se incrementa con la acumulación de residuos en el interior de los edificios y con el acceso a los mismos de agentes vandálicos. Del mismo modo, la vegetación seca y los despojos animales son materiales combustibles que aumentan la carga de fuego potencial en las construcciones. Todos estos factores están vinculados al abandono de las construcciones, por lo que el mantenimiento activo de las mismas es el mecanismo de protección más efectivo.

### 6. Lesiones estructurales

El término lesiones estructurales recoge los efectos de todos los procesos patológicos que no se manifiestan a través de la degradación material de los elementos afectados, sino mediante la deformación global de la estructura que los sufre. Al deformarse, el edificio altera su esquema de distribución de cargas, generando esfuerzos de segundo orden y fisurándose de forma progresiva hasta alcanzar el colapso.

Debido a que las modificaciones en la geometría de las estructuras generan estas sollicitaciones por deformación, con frecuencia la simple intervención sobre las causas que iniciaron los mecanismos no es suficiente para detener el desarrollo del daño. De no actuarse también para neutralizar los esfuerzos de segundo orden, la estructura continuará deformándose debido a su propia excentricidad y las fisuras que manifieste se desarrollarán hasta producir el fallo de la construcción.

De acuerdo con el origen del fallo en el esquema estructural del edificio, este tipo de lesiones se ha clasificado dependiendo de si el mecanismo de degradación ha sido debido a un error en la propia concepción del edificio (Figura 7a), o si por el contrario es consecuencia de modificaciones realizadas posteriormente en la estructura (Figura 7b).

#### 6.1 Mecanismos de degradación debidos a errores en la concepción del edificio

La aparición de fisuras y deformaciones por la definición de esquemas estructurales deficientes durante la construcción del edificio es frecuente y puede desembocar en el desarrollo de multitud de mecanismos de degradación estructural diferentes.



Figura 7. Mecanismos de fallo estructural en construcciones de adobe. 7a: Giro de una fachada por empuje de la cubierta. Santiago de la Puebla, Salamanca. Fuente: Javier Gómez. 7b: Fallo estructural por apertura de un hueco en Lagunilla de la Vega, Palencia. Fuente: Fernando Vegas y Camilla Mileto.

En ocasiones, una distribución irregular de las cargas generadas por la cubierta o los forjados sobre el viguerío que las sostiene o la ausencia de elementos de reparto bajo las cabezas de las vigas puede generar un punzonamiento intenso en un punto concreto del muro de adobe (Vargas 2014). Estas sobrecargas puntuales se manifiestan por la aparición de una fisura sensiblemente vertical que nace en el apoyo de la viga y que desciende en la dirección de transmisión de las cargas, desviándose muchas veces hacia puntos débiles de la estructura como las esquinas superiores de los huecos de fachada.

Del mismo modo, la inevitable degradación de los materiales durante su vida útil produce una caída en su resistencia que obliga al edificio a deformarse para ajustar su estructura al esquema de transmisión de cargas más estable.

Este tipo de lesiones afecta de forma muy clara a los elementos solicitados a tracción induciendo en ellos deformaciones diferidas o incluso haciéndolos fallar. Sin embargo, son especialmente evidentes en el propio terreno que, durante los años siguientes a la construcción del edificio, se va asentando a causa del peso del mismo e introduce sobre él deformaciones y tensiones elevadas que pueden derivar en fisuras de magnitud importante.

## 6.2 Mecanismos de degradación debidos a alteraciones en la estructura

La introducción de modificaciones en los elementos del edificio y en su entorno altera inevitablemente el esquema de transmisión de cargas de su estructura, que sufre pequeños movimientos y deformaciones en las zonas, que verán incrementado o disminuido su estado tensional. Si se realizan sin tener en cuenta sus posibles consecuencias, actuaciones como la realización de sobreelevaciones, la sustitución de las fábricas, o incluso la realización de excavaciones en el entorno de la construcción pueden fisurar o incluso arriesgar la estabilidad de los edificios.

Un caso frecuente es la apertura de nuevos huecos de grandes dimensiones, que introduce esfuerzos de flexión en las fábricas superiores, cosa que los dinteles que salvan el hueco no son siempre capaces de absorber por completo. Al mismo tiempo, la transmisión de las cargas introducidas por el paño superior se concentra en los sectores ciegos que flanquean los vanos, incrementando su estado de tensiones. Estas situaciones tensionales se manifiestan fundamentalmente mediante grietas diagonales abiertas en las esquinas superiores de los huecos o a través de la aparición de fisuras convexas por encima del vano, correspondientes a la formación de un arco de descarga y al descenso del paño situado por debajo de él.

## 7. Conclusiones

Una vez estudiada la documentación fotográfica recopilada, se ha constatado que una parte importante de las construcciones de adobe identificadas se encuentran en una situación de abandono y con frecuencia delatan un estado ruinoso. Este hecho se debe fundamentalmente a dos razones. Por un lado, en muchas zonas de España es habitual cubrir los muros de adobe con revestimientos que los protejan de la acción del agua. En estos casos, las fábricas quedan ocultas mientras el edificio recibe un mantenimiento constante y los adobes sólo se hacen visibles cuando el abandono empieza a degradar los elementos que los recubren.

Por otra parte, la amplia implantación de los materiales industrializados y la intensa actividad constructora de las últimas décadas ha conllevado en muchos casos la destrucción y sustitución de las construcciones de adobe situadas en grandes núcleos urbanos. Como consecuencia, ha sido en las zonas poco pobladas o con dinámicas de crecimiento demográfico negativas en las que este proceso se ha visto más limitado.

Debido a la elevada proporción de construcciones abandonadas que se han documentado, son frecuentes los casos de construcciones arruinadas o en un avanzado estado de degradación. En estos edificios es posible observar que la acción del agua es la principal causante de lesiones de gravedad. Sin embargo, ésta suele empezar a actuar sobre los muros de adobe en los puntos en los que desaparecen los elementos de protección. Por ello, resulta evidente que el mantenimiento continuo es el factor fundamental para la supervivencia de esta arquitectura.

De la coalición de estos dos factores, el frecuente abandono de las construcciones de adobe y la importancia del mantenimiento continuo, se deduce la existencia de una dinámica crítica para su supervivencia. Sin embargo, las tareas necesarias para el adecuado mantenimiento de estos edificios van ligadas a una dinámica social que ha evolucionado enormemente en las últimas décadas. Por ello, surge la cuestión de si es posible recuperar esta tradición constructiva si no se recupera la sociedad a la que respondería. Las perspectivas de supervivencia de la arquitectura de adobe probablemente dependan de esta respuesta.

## Bibliografía

AA. VV. *Adobe Conservation. A Preservation Handbook*. Cornerstones Community Partnerships (editores). Ed. Sunstone Press. Santa Fe, Nuevo México. 2006. EE. UU.

AA. VV. *Terra Incognita. Découvrir & Préserver. Une Europe des Architectures de Terre*. Argumentum | Culture Lab. 2008. Portugal

KEEFE, L. *Earth building. Methods and materials, repair and conservation*. Taylor & Francis Group. Londres | Nueva York. 2005. Reino Unido | Inglaterra

MILETO, Camilla; GARCÍA SORIANO, Lidia; VEGAS LÓPEZ-MANZANARES, Fernando. “Los fenómenos de degradación más comunes en

fábricas de tapia” en *La restauración de la tapia en la Península Ibérica. Criterios, técnicas, resultados y perspectivas*. MILETO, Camilla; VEGAS LÓPEZ-MANZANARES, Fernando (Editores). Ed. Argumentum | Ed. TC Cuadernos. Lisboa | Valencia. 2014. Portugal | España.

VARGAS NEUMANN, Julio. *Fichas para la reparación de viviendas de adobe*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de la República del Perú. 2014. Perú.

WHITE, Niels. “La conservación del cob en Devon”, conferencia dictada durante el seminario *La restauración de la arquitectura de tierra*, Universitat Politècnica de València. Valencia, 13 de noviembre de 2015.

## Citas y notas

\* **F. Javier Gómez Patrocinio**, Arquitecto, Técnico Superior de Investigación, Instituto de Restauración del Patrimonio, Universitat Politècnica de València. Valencia, España.

**Camilla Mileto**, Dr. Arquitecto, Profesora Titular de Universidad, Instituto de Restauración del Patrimonio, Universitat Politècnica de València. Valencia, España.

**Fernando Vegas López-Manzanares**, Dr. Arquitecto, Profesor Titular de Universidad, Instituto de Restauración del Patrimonio, Universitat Politècnica de València. Valencia, España.

**Lidia García Soriano**, Dr. Arquitecto, Técnico Superior de Investigación, Instituto de Restauración del Patrimonio, Universitat Politècnica de València. Valencia, España.

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación “La restauración y rehabilitación de arquitectura tradicional de tierra en la Península Ibérica. Líneas guía y herramientas para una intervención sostenible” (Ref.: BIA2014-55924-R; investigadores principales: Camilla Mileto y Fernando Vegas López-Manzanares).