



Construcción con Tierra

Investigación y Documentación

XI CIATTI 2014

Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos
2014.

Coordinadores: Félix Jové Sandoval, José Luis Sáinz
Guerra.

ISBN: 978-84-606-9543-1

D.L.: VA 758-2015

Impreso en España

Julio de 2015

Publicación online.

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.

TÉCNICAS DE BAJO IMPACTO PARA LA CONSERVACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE ARQUITECTURA PATRIMONIAL DE TIERRA

XI CIATTI 2014. Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra
Cuenca de Campos, Valladolid.

*Francisco Javier Soria López, Dr. Arquitecto. Profesor en
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México D.F.,
México*

*Luis Fernando Guerrero Baca, Dr. Arquitecto. Profesor en
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México D.F.,
México*

*Alma Beatriz García Koch, Arquitecta. Profesora en Universidad
Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México D.F., México*

PALABRAS CLAVE: reintegración, compatibilidad material, sostenibilidad.

1. Introducción

México cuenta con un inmenso patrimonio que fue edificado con tierra en diversas épocas y que, por su valor histórico, estético, simbólico y documental, debe ser conservado con el mayor grado de autenticidad posible. Pero, uno de los problemas de mayor dificultad para su adecuada preservación, se presenta al intervenir obras cuyo diseño, tecnología y materialización obedecen a una lógica temporal y espacial que perdió vigencia al diluirse las estructuras sociales tradicionales a las que estuvieron vinculadas, y que además de sus valores como patrimonio cultural,

tienen el compromiso de continuar su ciclo de vida como espacios útiles y, sobre todo, seguros para los usuarios actuales y futuros.

Desafortunadamente, los procesos de conservación del patrimonio derivados de una práctica cada vez más especializada, se han visto condicionados por factores económicos y técnicos que apuestan básicamente por procesos masificados de construcción e industrialización, y que apuntan hacia el desarrollo y aplicación de componentes de alta tecnología como medios de preservación. Por otro lado, a lo largo de la historia, el centro de atención y los mayores esfuerzos

de conservación patrimonial se han dirigido hacia la protección de los componentes más destacados del medio construido. Los procesos de catalogación, las declaratorias de sitios históricos y hasta la propia Lista del Patrimonio Mundial, ponderan lo “excepcional” como prioridad de salvaguardia. Prevalece una visión “monumentalista” de la preservación y restauración, que lamentablemente ha dejado fuera de su interés a la cultura en su sentido más amplio.

Tanto la extrema sofisticación tecnológica como la visión monumentalista tienen como común denominador el desdén de las culturas constructivas tradicionales, simplemente por no haber sido diseñadas por autores destacados o estar sustentadas en el empleo de materiales lujosos y altamente resistentes.

Venturosamente, en los últimos años, cuando la preocupación por el medio ambiente y los efectos del cambio climático han despertado la conciencia de diversos sectores sociales, toma cada vez más fuerza la exploración de alternativas constructivas asociadas a tecnologías más accesibles, donde la edificación vernácula, surgida del conocimiento del lugar, está jugando un papel preponderante. Este proceso ha sido lento pero resulta altamente prometedor porque evoluciona hacia un genuino interés por estudiar la esencia de las culturas constructivas que por siglos permanecieron en equilibrio con su paisaje.

Pero, a pesar de este importante inicio de cambio de paradigma asociado al ámbito del diseño bioclimático, un proceso que se encuentra en un estado muy incipiente, es la aplicación de los conocimientos constructivos vernáculos en la restauración de monumentos, que de suyo están firmemente anclados en el conocimiento de la naturaleza del lugar. Se trata de una línea de acción que podría permitir, al igual que está sucediendo con la arquitectura ecológica, generar sinergias que conduzcan a una conservación sostenible del patrimonio edificado, y que tienda a disminuir el impacto sobre estos bienes, su medio ambiente y sus valores de autenticidad.

Del mismo modo que se cuestiona la ejecución de obras faraónicas de arquitectura contemporánea, ajenas a su entorno, basadas en el consumo desmedido de

materias primas, el derroche de energía y la generación de toneladas de contaminantes, también es indispensable revisar las obras de preservación de estructuras preexistentes, que en muchas ocasiones no toman en cuenta las condiciones, sociales, económicas

y ecológicas de su emplazamiento. La conservación y aprovechamiento de cualquier estructura preexistente, independientemente de su época de construcción, siempre conllevará un ahorro energético y material. Al final, todos los espacios transformados en el pasado pueden ser dignos de considerarse patrimoniales desde el punto de vista documental, económico o ecológico con lo que además se potencia ante todo, la condición repetida por casi dos siglos de evitar a toda costa la reconstrucción de los inmuebles patrimoniales.

2. Conservación sostenible

Los entornos preexistentes patrimoniales, sean de índole natural o de carácter cultural, presentan condiciones únicas que deben ser reconocidas, valoradas y conservadas con el fin de salvaguardarlas para el disfrute de la sociedad actual y de las generaciones futuras. De hecho, el surgimiento y desarrollo de una conciencia social en torno a la conservación tanto de la naturaleza como del patrimonio, han seguido caminos paralelos.

Del mismo modo que los paisajes naturales, el patrimonio cultural ha sufrido el impacto de las acciones humanas que implicaron diferentes grados de destrucción: guerras, abandono, migraciones, olvido, abuso tecnológico, revoluciones industriales e informáticas, actividades que han dejado en la mayoría de las veces una huella negativa. Justamente, la preocupación ante la pérdida de dichos bienes, comienza a generar una mayor consciencia social sobre la necesidad de preservar los elementos que conforman la memoria colectiva.

Un primer factor que podemos distinguir con cierta claridad es la evolución en lo conceptual de lo que se considera patrimonio “... Desde el sentido estricto que designaba los vestigios más monumentales de las culturas, se ha pasado a una ampliación del concepto con la incorporación de nuevas categorías procedentes, en muchos casos, de sectores no artísticos...”¹ y de allí, poco a poco, a un

cambio de actitud que ha llevado a acciones más amplias e integrales.

Es claro que la conservación más o menos especializada partió en un primer instante de abarcar una realidad patrimonial muy parcializada, surgiendo primero la preocupación por conservar lo “importante”, lo monumental, lo que se consideraba mejor en calidad artística, o más antiguo, etc. Se trataba de un acercamiento que incluso hasta tiempos muy recientes prevalecía, caracterizado por decisiones de élites, de selección de especialistas, es decir, basado en la nominación “por designación”.

Un segundo momento, que implica una clara evolución de lo patrimonial fue el del desarrollo del concepto de “bien cultural”.² Se trataba de una concepción mucho más amplia que no indicaba necesariamente lo más importante, o antiguo, sino que destacaba al objeto material e incluso inmaterial, como creación social representativa de un momento y lugar determinados y que adquiriría sentido (significado cultural) para conglomerados sociales de diferentes escalas.

En el plano específico del medio construido, la idea de contexto o entorno urbano, rural o “paisaje pintoresco”, ponían en claro que el inmueble o lugar aislado no era suficiente, que lo que le daba su verdadero significado como elemento singular era precisamente aquello que lo rodeaba, que lo acompañaba como parte de un espacio más amplio de vida y memoria.

La consideración de los centros y conjuntos históricos y su conservación integral a escala urbana representó, sin duda, un paso más hacia la construcción de una visión sustentable para el patrimonio edificado, como instrumento encaminado a garantizar su uso adecuado para el presente y el futuro por igual.

En las últimas décadas han surgido nuevas propuestas conceptuales y metodológicas que intentan agotar esa realidad compleja: planes de manejo, planeación estratégica de grandes territorios, enfoques sistémicos, administración del patrimonio y, más recientemente, la gestión de paisajes e itinerarios culturales, concepciones totalizadoras, que pretenden abarcar la complejidad de una cultura en su interacción histórica con el territorio que

conforma su espacio de vida.

¿No es esa precisamente la premisa de ambos conceptos de sostenibilidad y conservación patrimonial? ¿No se busca justamente que las futuras generaciones tengan las mismas posibilidad de disfrutar de los recursos y bienes culturales significativos que tenemos nosotros hoy día? Desde luego, con la mayor autenticidad y en las mejores condiciones físicas posibles.

Se requiere por tanto una reflexión dinámica sobre cómo conservar nuestro patrimonio edificado, con el fin de mejorar, los procesos de conservación y transformación que implica la intervención en zonas con estas características. Se hace cada vez más necesaria una visión sostenible de las actividades de conservación del patrimonio edificado.

No basta con intentar preservar lo significativo o aquello que “sí es valioso”: se requiere de una postura cada vez más holista que considere todos los factores involucrados y las complejas relaciones que ello implica, con el fin de crear mejores condiciones de vida para la sociedad presente y futura.

3. Intervenciones sobre el patrimonio de tierra. Hacia una minimización del impacto ambiental

¿Qué tipo de impacto se está generando en la arquitectura patrimonial de tierra y los valores que deben ser preservados? Se dice que hay impacto ambiental cuando una actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser directa, es decir, un impacto físico o tangible (un proyecto de ingeniería, una reestructuración de un edificio) o de carácter indirecto, o sea, una acción o decisión que afectará el entorno en función de su aplicación (un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales).

El presente análisis se realizó como parte de un proyecto de investigación y desarrollo de mayor amplitud encaminado a construir una visión sustentable de la conservación y reutilización del patrimonio edificado a partir del uso de materiales y técnicas de bajo impacto ambiental en diversas escalas. Se pretende

tomar en cuenta tanto el efecto inmediato sobre componentes arquitectónicos de edificios, conjuntos o del paisaje circundante, como aquellos terminan por afectar el entorno natural y cultural.

La observación se concentra en casos y procesos de intervención –en su mayoría localizados en México, pero también algunos en el extranjero– que estuvieron dirigidos hacia la conservación de arquitectura patrimonial de tierra con el fin de describir los principales impactos sobre dos aspectos esenciales: por un lado, la compatibilidad física entre los sistemas empleados y el trabajo mecánico de la estructura original, y por otro, la espacialidad de su configuración, entendida como la relación entre las condiciones de las áreas generadas y sus usuarios. Se parte de la premisa de que tanto el comportamiento estructural como el desarrollo funcional de los espacios rehabilitados, son piezas clave para garantizar la permanencia y por tanto, la sostenibilidad de los valores patrimoniales de los inmuebles históricos.

Se revisó un amplio universo de casos de intervención sobre arquitectura patrimonial construida con tierra y debido a la diversidad tipológica que se presenta, se decidió describir los impactos en función de los componentes intervenidos y las técnicas para su conservación.

Esta búsqueda es consistente con el creciente desarrollo en el campo de la conservación de la arquitectura de tierra del uso de términos vinculados con la idea del bajo impacto como los ya muy conocidos conceptos de “mínima intervención”, “integridad material”, “historicidad”, y “reversibilidad”, asociados al uso de nociones provenientes del campo de la sostenibilidad tales como técnicas “amigables”³ o la diferenciación entre intervenciones “suaves” y “duras” para el rescate de la arquitectura de tierra.⁴

3.1. Técnicas de protección superficial

La arquitectura de tierra es particularmente vulnerable en sus superficies ante agentes climáticos como la humedad ambiental, cambios de temperatura, asoleamiento, lluvia y viento. En ese sentido los impactos sobre el material y su composición se verifican en deterioros como la erosión, el desgaste, la disgregación, pulverización y, en casos

extremos derivados de los anteriores, la ruptura, colapso y pérdida de elementos. Por ello, una de las preocupaciones mayores a lo largo de la historia ha sido la generación de estrategias de protección de los elementos constructivos en su superficie que eviten este tipo de patologías.

Los recubrimientos. Los revoques y las pinturas son, sin lugar a dudas, los principales aliados en la protección superficial de los elementos portantes como muros y bóvedas. Sin embargo, el impacto que puede generar la incorporación de sistemas incompatibles obliga a un riguroso cuidado en su selección y aplicación.

En México los recubrimientos tradicionales se realizaban mediante capas superpuestas de tierra de espesores decrecientes pintados a la cal. En estructuras de mayor importancia los revoques completos se hacían con morteros de cal y arena. Ambos sistemas presentaban una apropiada adherencia a las estructuras de tierra y sobre todo, permitían el adecuado intercambio de aire y vapor de agua de las mismas con el medio ambiente.⁵

Sin embargo, desde hace ya muchas décadas el uso del cemento como material de revoque en muros de adobe ha generado un impacto físico y cultural absolutamente devastador. El cemento por su composición genera superficies impermeables, que al no permitir la circulación del aire, atrapan la humedad dentro del muro y que en casos extremos puede disgregar los componentes de tierra, llevándolos incluso al colapso. Al mismo tiempo, el uso intensivo del cemento ha generado una gran desconfianza en la estabilidad y resistencia de construcciones de adobe, tapia o bajareque, desconociéndose que en realidad es el propio cemento el responsable de las patologías que se presentan.

En ese mismo sentido, las pinturas impermeables (vinílicas, esmaltes e incluso pinturas a la cal adicionadas con cantidades excesivas de polímeros de origen industrial) generan un efecto similar, aunque de menor envergadura que los recubrimientos de cemento.

Ejemplos del abuso en el uso del cemento y sus efectos han sido frecuentes tanto en la arquitectura vernácula como en la monumental

de nuestro país. Iglesias misionales de primer orden como las de Caborca y Ónavas, Sonora, así como Satevó y Chinarras, Chihuahua, han tenido que ser intervenidas recientemente para eliminar los recubrimientos de cemento y mitigar sus efectos en las estructuras. Pero lamentablemente, una buena parte de las viviendas tradicionales de todo México, cotidianamente reciben acciones de mantenimiento a base de cemento por parte de sus habitantes, y de manera aún más grave, incluso por acciones orquestadas por instituciones de gobierno como sucede con los programas denominados “Pueblos Mágicos” en los que se destinan cuantiosos recursos para quitar los “viejos recubrimientos” de las fachadas domésticas de poblados tradicionales para sustituirlas por enlucidos de cemento pigmentados con vivos colores de pinturas vinílicas.

Los revoques a base de cal se consideran idóneos para la conservación de muros de tierra. Sin embargo, en fechas recientes se empieza a cuestionar el hecho de que el uso del hidróxido de calcio, si bien tiene menor impacto que el del cemento, su extracción y fabricación implican un importante efecto sobre el ambiente, por lo que existe una tendencia hacia la limitación en su volumen de aplicación. Esto se consigue mediante la recuperación de las técnicas ancestrales de revocos de tierra sólo protegida con pintura de cal, o bien mediante la inclusión de cantidades moderadas de cal en el propio revoque a fin de estabilizarlo y hacerlo resistente a la humedad y acción mecánica.⁶

Los revestimientos de tierra cruda fueron utilizados desde tiempos remotos, pero han caído en desuso debido a la pérdida de su cultura constructiva, pero son los que menor impacto ambiental generan no sólo en su proceso de fabricación sino por su compatibilidad con la superficie térrea donde se aplican. Sin duda la adecuada elección del suelo y su estabilización son factores a considerar para garantizar una durabilidad prolongada. Ejemplos muy destacados de estos procesos los encontramos en las intervenciones que se han realizado en las Casas en Acatilado de la Sierra Tarahumara, así como las que se desarrollan periódicamente en la zona arqueológica de Paquimé, Chihuahua, sitio inscrito en la Lista de Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Finalmente, vale la pena mencionar el uso de las técnicas de “rajueado” es decir, la incrustación entre las juntas de mortero de trozos de tiestos, tejas o pequeñas piedras conocidas como “rajuelas” que si bien no conforman propiamente un recubrimiento, su restitución en procesos de intervención resulta muy conveniente ya que protegen a los muros de la erosión causada por lluvia, viento o abrasión mecánica.

Capas de sacrificio. Se trata de una técnica de protección superficial aplicada sobre todo en sitios de carácter arqueológico o inmuebles en estado ruinoso. Su objetivo es doble, por un lado proteger el material base, y por otro minimizar el impacto visual y físico sobre el sitio, evitando completamientos o integraciones excesivas que alteren su carácter histórico.

La técnica consiste en colocar capas de material térreo sobre la corona, paños expuestos de muros, o plataformas siguiendo el perfil de la estructura. Se han experimentado diversos materiales adicionados al mortero de tierra como arenas, gravas, resinas, mucílagos, cal, e incluso cemento, buscando dar mayor resistencia al recubrimiento.

Como se mencionó líneas arriba, el empleo de cemento y las resinas han impactado de manera negativa los bienes a proteger, por su incompatibilidad ambiental (sello higrotérmico), llegando a destruir totalmente la estructura que debían proteger. En cambio, las capas que mejor resultado han dado son aquellas hechas a base de tierra arenosa adicionadas con pequeñas proporciones de gravas y cal, ya que desarrollan estratos estables por su alta porosidad y protegen adecuadamente los componentes históricos. Sin embargo, mantienen cierta fragilidad sobre todo bajo condiciones de lluvias intensas, nevadas o cambios extremos de temperatura, las cuales imponen el desarrollo de labores de mantenimiento periódico. Lo anterior puede implicar un impacto en el aspecto económico que no siempre se hace evidente. La toma de decisión de la técnica de protección también debe prever su viabilidad financiera. Sitios arqueológicos como Paquimé y Huápoca, en Chihuahua, Cocóspera en Sonora, San Vicente Ferrer en Baja California y La Joya en Veracruz, entre muchos otros, han sido protegidos con esta técnica.

Consolidación superficial. La aplicación de sustancias para consolidar o aglutinar los elementos térreos mediante la modificación de sus propiedades naturales con el fin de incrementar su resistencia mecánica, cohesión y apariencia. Se pueden distinguir sustancias de origen natural con poca o nula transformación de lo existente, así como sustancias artificiales fabricadas industrialmente.

Hubo una época en la que la incorporación de “tecnología de punta” desarrollada en adhesivos, impermeabilizantes, resinas, acrílicos o polímeros artificiales se consideró como solución para evitar el deterioro de los elementos contruidos con tierra. Substancias como el Paraloid, el Roplex, Daraweld “C”, lodo bituminoso, entre muchos otros, fueron aplicados de manera indiscriminada en especial en los años 70 y 80, con la errónea idea de sellar las superficies para su protección: lógicamente, en pocos años probaron su ineficiencia, al provocar el efecto contrario a consecuencia de la retención de la humedad al interior de los elementos, lo que significó un mayor daño en el largo plazo a los inmuebles patrimoniales.

Más recientemente la aplicación de selladores hidrofugantes que permiten el intercambio de vapor de agua ha probado ser más efectiva y menos invasiva, siempre y cuando se utilice en bajas densidades. Casos como la Huacas de Moche en Perú, Tumacácori, Arizona y La Joya, Veracruz son casos representativos de estos procesos

Por el contrario sustancias naturales como el mucílago de nopal, la caseína, aceites, la clara de huevo, o la cera de abeja entre otras, han demostrado que su impacto físico sobre los elementos térreos existentes es muy bajo. No obstante, resultan menos efectivos en el mediano y largo plazo ante procesos de erosión, absorción de humedad, lo que significa una aplicación mucho más rutinaria que no siempre es posible.

En el caso de las ruinas de la antigua misión de Cocóspera, Sonora durante varias temporadas se aplicaron consolidaciones superficiales de mucílago de nopal que si bien, mantuvieron estables algunos paños de muros, su efecto no superaba los doce meses por lo que no se ha podido frenar la progresiva degradación de este importante inmueble.⁷

El uso de soluciones muy diluidas de agua con cal constituye un punto intermedio entre las resinas artificiales y las sustancias naturales que ha probado incrementar la protección, con poco impacto físico y ambiental, con lo que se amplían los periodos de mantenimiento por más tiempo. Espacios con acabados decorados de sitios arqueológicos como Las Cuarenta Casas en Chihuahua y Cholula en Puebla han recibido intervenciones de consolidación y mantenimiento con agua de cal, mostrando resultados alentadores en su duración.

3.2. Técnicas de protección general

Un segundo tipo de intervenciones encaminadas a conservar las estructuras patrimoniales de tierra busca la protección global de los inmuebles mediante la introducción de estructuras o barreras que los aíslen de las condiciones adversas del entorno. Se pueden analizar tres grandes categorías en este rubro.

Cubiertas integrales. Una de las soluciones que se ha probado para proteger los inmuebles de tierra, sobre todo los de carácter arqueológico, lo constituyen las cubiertas de diferentes dimensiones que son esencialmente autoportantes. Mucho se ha discutido sobre la conveniencia de este tipo de técnicas de protección ya que son, en muchos casos, no sólo físicamente invasivas, sino también de un alto impacto paisajístico, y trastocan en ocasiones el equilibrio de las estructuras patrimoniales con el entorno. Problemas como la incorporación de elementos de cimentación que destruyen partes importantes del bien cultural a conservar, la aceleración del viento y sus efectos sobre las superficies térreas, vibraciones constantes que se transmiten al suelo por columnas que soportan grandes claros, cambios en las condiciones higrotérmicas al interior o bajo la cubierta, entre otros, hacen prever la necesidad de estudiar con detenimiento la vulnerabilidad ambiental de cada sitio.

Existen ejemplos como Cacaxtla en México, Casa Grande en Arizona o Cao Viejo en Perú, en donde, si bien en el corto plazo se lograron reducir los efectos inmediatos y más contundentes de las condiciones climáticas (lluvias torrenciales, cambio de temperaturas extremas) en el mediano y largo plazo el deterioro sobre los elementos patrimoniales

no sólo ha continuado sino incluso se ha incrementado.

Cubiertas parciales. Una parte importante del patrimonio edificado con tierra lo constituyen inmuebles que desde su concepción inicial fueron espacios cubiertos, y que sus programas de rehabilitación hoy día requieren ser nuevamente protegidos por una techumbre, ya sea porque las que se conservan actualmente no cuentan con las condiciones de seguridad o estabilidad necesaria o debido a que por diversas razones, han dejado de existir. La recuperación e integración de cubiertas a las estructuras preexistentes es una solución que minimiza los impactos sobre los bienes culturales.

Por un lado la idea de dar continuidad al tipo de techumbres con sistemas similares o muy cercanos a los tradicionales no sólo permite mantener en buen estado físico, estético y funcional al inmueble, sino también prolongar una tradición constructiva que, como ya se señalaba en la Introducción, su uso prolongado a lo largo del tiempo no la invalida como solución contemporánea. Varios templos y estructuras misionales restauradas en el norte de México y suroeste de Estados Unidos han sido rescatados integrando nuevas cubiertas. Sin embargo, aunque los sistemas empleados resultan plenamente compatibles con las estructuras portantes, en la mayor parte de los casos los criterios se han acercado a la restitución integral, generando confusión en cuanto a los valores de autenticidad que deben ser considerados al intervenir dichas estructuras.

El campo que está cada vez más en desarrollo consiste en el uso de cubiertas más pequeñas (micro-techumbres) que por su peso e inclusión de materiales regionales son capaces de incorporarse sobre los bienes culturales para protegerlos sin representar un riesgo para su estabilidad y disminuyendo el impacto visual y paisajístico del entorno. Se trata la mayoría de las veces de complementar el sistema constructivo similar o, en todo caso, de introducir uno compatible con las características constructivas preexistentes como forma de conservación. Ejemplos exitosos de intervención con una disminución importante del impacto físico y visual sobre el entorno patrimonial los podemos ver en muchos sitios arqueológicos de la Costa Norte del Perú, como Túcume, Ventarrón,

Bosque de Poma, Huacas de Moche o Collud donde se incorporaron cubiertas parciales a base de esterillas de carrizos, soportadas por modernas estructuras de bambú y recubiertas finalmente con tierra.

Re-enterramiento. En el campo de la conservación de sitios arqueológicos, especialmente aquellos que han sido “sacados a la luz” después de procesos de investigación, documentación y catalogación, cada vez más se discute sobre la conveniencia de re-enterrar algunas estructuras especialmente vulnerables de los sitios. Pareciera un contrasentido volver a cubrir aquello que se ha excavado, pero lo cierto es que el mismo proceso de investigación resulta altamente impactante sobre dichos sitios. Se trata de una modificación sustancial de las condiciones de equilibrio que estos lugares han obtenido en ocasiones después de siglos de no haber sido ocupados por el ser humano. Es un hecho cada vez más alarmante que sitios arqueológicos que al momento de su descubrimiento contaban con un destacado nivel de integralidad, en pocas décadas se deterioraron más que en los siglos que permanecieron ocultos.

El re-enterrar después de documentar parece una solución razonable en espera de contar en el futuro con nuevas y mejores herramientas para abrir nuevamente dichos sitios. Una parte importante de la zona arqueológica de Chan Chan se ha perdido para siempre como consecuencia de haber sido en parte excavada y en parte saqueada a lo largo de su historia reciente, motivo por el que el sitio se encuentra inscrito dentro de la Lista del Patrimonio Mundial en Peligro.

3.3. Técnicas de sustitución

Una parte muy importante de la problemática en la conservación material del patrimonio edificado con tierra se deriva de la necesidad de incorporar material nuevo a los elementos existentes que presentan daños importantes o incluso pérdida de sección, masa, unión o continuidad. Estos procesos implican de entrada una rigurosa evaluación del tipo de material a utilizar y su proceso de restauración para considerar su compatibilidad, apariencia, solidez y pertinencia. Dentro de las intervenciones más frecuentes en estos tipos de intervención podemos destacar los siguientes:

Injertos. La incorporación de secciones dañadas o faltantes de elementos constructivos es un práctica muy extendida pero con resultados muy heterogéneos. Los muros y en general apoyos verticales de tierra cruda se pueden ver afectados de manera muy importante en sus dimensiones y sección resistente por efectos de la humedad y erosión tanto en su base o en su corona, al no tener una adecuada protección o continuidad del sistema constructivo. La incorporación de material para “llenar” u “ocupar” dicha sección va más allá de la simple recuperación dimensional y visual, requiere de una adecuada integración al sistema constructivo. Lamentablemente resulta muy frecuente que el tratamiento dado a este tipo de desgaste se lleve a cabo con materiales incompatibles como morteros a base de cemento, e incluso concreto pretendiendo dar “resistencia” y continuidad a los elementos existentes.

Estos recursos siguen aplicándose a pesar de ser altamente impactantes y nocivos para los inmuebles y de alto riesgo en su estabilidad al no recuperar las condiciones de trabajo mecánico necesarios. Además, hay que insistir en el hecho de que el uso de componentes de cemento o concreto son los que mayor impacto negativo ejercen en el entorno, a consecuencia de la cantidad de energía necesaria para su extracción, producción y transportación, las toneladas de CO₂ que genera este proceso y el consumo de recursos naturales no renovables.

Los injertos más compatibles son aquellos que reproducen el material y la técnica existentes o procesos muy similares a ellos. Si bien la sustitución puede considerarse un proceso invasivo tomando en cuenta que muchas veces resulta necesario retirar material sano para garantizar un adecuado “trabado” con la fábrica existente, el impacto de la intervención debe verse en la efectividad del trabajo mecánico y estabilidad en el largo plazo. Como es sabido cuando se presentan grietas profundas o disgregación basal de muros de adobe, algunas piezas tienen que ser retiradas para garantizar un adecuado traslape con los componentes integrados. Algo parecido sucede al intervenir faltantes en muros de tapia en los que suele ser necesario eliminar algunos componentes para permitir el adecuado apisonado de tramos injertados.

Resane e inyección de grietas. El problema

de la aparición de grietas y fisuras en elementos constructivos de tierra va desde los efectos causados por los cambios bruscos de temperatura, hasta las consecuencias devastadoras que puede provocar un sismo, sin dejar de lado posibles causas específicas como hundimientos diferenciales, mala fabricación, problemas en el subsuelo, entre otras.

Durante muchos años se hizo común la práctica de la incorporación de materiales diferentes a los originales como el injerto de piedras o la inyección de morteros muy diluidos de cal y arena, o peor aún de cemento. Incluso las normas técnicas que por más de veinte años manejó la institución encargada de la conservación de inmuebles de propiedad federal del país⁸ especificaban el uso de “mezclas bastardas” de cal, cemento y arena para la inyección de grietas en muros de adobe. Como se ha podido comprobar, la rigidez de estas intervenciones y su falta de adherencia con la tierra no solamente impide conseguir una apropiada transferencia de cargas sino que muchas veces se convierte en una causa de deterioros posteriores porque, en caso de sismos puede actuar como una cuña que separa las estructuras.

La inyección de grietas va encaminada a la recuperación de la resistencia inicial de los muros. Lo que se busca es reparar las fisuras existentes para desaparecer las discontinuidades producidas por éstas. Investigaciones recientes realizadas en estos campos han demostrado que las intervenciones en esta línea que mejores resultados reportan son las que se realizan mediante lechadas (grouts) muy líquidos de tierras arcillosas inyectadas en procesos sucesivos que no solamente rellenan los huecos sino que permiten reconstituir el trabajo estructural de los conjuntos.⁹

3.4. Técnicas de intervención estructural

Un último tipo de intervenciones que se considera adecuado analizar es aquél encaminado a restituir o mejorar las condiciones de estabilidad y trabajo estructural que garantice la conservación del inmueble en toda su integridad física, no sólo por tratarse de un bien patrimonial, sino sobre todo para dar seguridad a sus habitantes u ocupantes. La necesidad de recuperar e incluso incrementar la resistencia de los

elementos estructurales de tierra, sobre todo en el caso de zonas de alta actividad sísmica, ha planteado serios cuestionamientos en el terreno de la protección del patrimonio edificado:

Al amparo de los criterios de las cartas de conservación, se han utilizado los mismos materiales y tecnologías de construcción originales en la conservación. Estas esforzadas intervenciones han resultado insuficientes frente a las fuerzas sísmicas. Así, se ha creado un ciclo repetitivo de conservación versus daño que conlleva a la paulatina desaparición del valor patrimonial y al riesgo de vida.¹⁰

Aunque persiste un debate importante sobre cómo intervenir este patrimonio entre posturas más conservadoras que se basan en las técnicas “originales” encaminadas a restituir la estabilidad perdida y aquellas de nueva concepción que pretenden incluso incrementar el rendimiento de las estructuras dañadas. Se evidencia una preocupación por buscar técnicas de bajo impacto físico, formal y ambiental pero de alta efectividad estructural. Son variadas las técnicas utilizadas que se intentan sintetizar en los siguientes tipos:

Incremento dimensional. Ampliar el tamaño de elementos portantes para garantizar su estabilidad implica muchas veces modificar sustancialmente las características formales de los edificios y por lo tanto conllevan un impacto visual, estético y espacial sobre los mismos. Ha sido una solución muy empleada en bases de muros y columnas y en ocasiones más extremas en toda la altura de los mismos. Esta técnica se ha utilizado históricamente en templos, conventos y murallas y la principal dificultad consiste en la unión entre las diversas etapas para garantizar un trabajo unitario.

Para el caso de la tierra la adherencia o trabado requiere normalmente la introducción de elementos (espigas, dentellones, llaves) de suficiente longitud como para abarcar los espesores de las capas sobrepuestas, pero además, con un ancho suficiente como para que la transferencia de cargas gravitacionales se mantenga en equilibrio.

Este tipo de arriostres a veces se hacen con lajas de piedra pero, como sucede con la costura o recalce de grietas, su rigidez puede

ser causante de fallas ante la eventualidad de sismos o hundimientos diferenciales. En cambio, los mejores resultados se han obtenido con la introducción de componentes de origen vegetal como maderas, carrizos o esterillas de bambú que mantienen una adecuada adherencia superficial sin rigidizar al conjunto. Se han encontrado evidencias arqueológicas del empleo de estos recursos constructivos en sitios como Caral, Chan Chan y las Huacas de Moche en Perú, donde se emplean actualmente como sistemas de consolidación y reforzamiento estructural.

Revestimientos reforzados. En tiempos recientes la incorporación de revoques armados con algún tipo de refuerzo para mejorar la resistencia de elementos estructurales ha probado ser una solución eficiente y de impacto físico y formal moderado. Una primera técnica consiste en agregar material al mortero base para mejorar sus propiedades, donde las fibras, sean de origen natural o incluso sintético, han probado ser efectivas cuando los esfuerzos por absorber son menores (cambios de temperatura, resistencia a la erosión y el desgaste).

Así mismo se han utilizado recubrimientos con mallas de fibras naturales como el yute o cáñamo, plásticas o incluso metálicas en trabajos que requieren mayor demanda mecánica (reparación de muros fisurados, desaplomados o deformados). Los refuerzos de concreto armado con mallas de acero se han descartado por su rigidez y problemas de corrosión, los cuales han provocado efectos negativos en el mediano y largo plazo. Por el contrario las geo-mallas con morteros a base de tierra, cal han resultado más apropiadas. Por un lado las dimensiones de los elementos y espacios se alteran poco, su anclaje sobre una amplia área reparte mejor las cargas y da una mayor resistencia y continuidad a los elementos portantes.

Sin embargo, dado el fuerte impacto ambiental que genera el uso de mallas metálicas o plásticas y sobre todo la afectación irreversible del patrimonio que se produce durante su colocación, se hace necesario estudiar cuidadosamente su empleo, evitando a toda costa su uso indiscriminado. Se trata de un recurso extremo que se está introduciendo de manera experimental en zonas de alto riesgo sísmico como sucede con regiones

peruanas y chilenas en donde se considera como una alternativa de intervención cuya corta experiencia de empleo requiere todavía de una evaluación ante futuros terremotos. En edificios con una alta masividad en los muros, las mallas han tenido que ser ancladas atravesando totalmente las estructuras con lo que, si bien se logra una mayor resistencia, la forma normal de transmisión de cargas de sus componentes se ve alterada al debilitarse su materialidad durante la inserción de los anclajes.

La separación de los anclajes y la flexibilidad de las mallas no deberían sustituir al trabajo natural de las mamposterías de modo que se siga permitiendo su movimiento tanto por vibraciones cotidianas o hundimientos diferenciales, como ante la presencia de terremotos, cuando el exceso de rigidez puede ser un factor de colapso. La arquitectura tradicional de tierra se ha utilizado durante milenios en zonas sísmicas y subsiste en gran medida gracias a la relativa maleabilidad de sus componentes y a las conexiones con otros materiales flexibles como la madera, bambú o carrizos.

Elementos de refuerzo exentos. Cuando las condiciones de trabajo estructural cambian en un edificio o su condición de conservación material es precaria, recurrir a elementos exentos para apoyar o soportar al bien cultural ha sido una opción adecuada. No obstante, es evidente que dichos elementos implican un impacto visual, estético y espacial sobre el inmueble o alguno de sus componentes, pero se mantiene el material, forma y sistema original, buscando cuidar aspectos relacionados con el valor documental y de autenticidad.

Pero, al igual que sucede con otros refuerzos que han sido analizados en el presente texto, una de las condiciones de factibilidad de este tipo de recursos se deriva de la compatibilidad formal, dimensional y material de los apoyos y sobre todo de la permanencia del equilibrio natural para los que los inmuebles fueron diseñados en su origen, así como aquellos a los que se han ido “acostumbrando” las estructuras con el correr de los siglos.

Elementos de refuerzo incorporados. La inserción de estructuras de refuerzo a la arquitectura de tierra es un amplio campo de debate, no sólo en el ámbito de inmuebles

patrimoniales, sino incluso en el diseño y mejoramiento de vivienda contemporánea. Columnas y trabes ahogadas de concreto armado, tensores de acero, madera, bambú y hasta fibra de carbón han sido probados ya sea en contacto directo con el material térreo o mediante materiales de transición como el barro cocido, la piedra o morteros mejorados, entre otros recursos.

Incorporar dentro de los elementos contruidos con tierra existentes resulta casi siempre invasivo, implica destruir o alterar partes importantes de los elementos originales revoques, pintura, muros, cimient, techumbre. Aun en el caso de usar elementos más compatibles en resistencia y comportamiento, como la madera o el bambú, su inclusión puede significar un impacto importante sobre el bien derivado de la subdivisión de la distribución de cargas que generan.

4. Conclusiones

El uso y conservación del patrimonio edificado en general, pero particularmente el construido con tierra sigue siendo labores que requieren una mayor difusión y práctica entre la sociedad en general, pero también en el ámbito profesional en esta materia, ya que en muchos países, como es el caso de México, se trata de una forma cultural, aún viva, para edificar, conservar y mejorar el hábitat.

El riesgo de su pérdida es evidente ya que las nuevas generaciones (incluidos los nuevos arquitectos) conocen cada vez menos las formas tradicionales de construcción, que han probado, a lo largo de su historia, tres cosas fundamentales: su conocimiento y adaptación al entorno donde se edifican, el aprovechamiento de los recursos y tecnologías disponibles para su creación pero también para su mantenimiento y, por supuesto, su capacidad de albergar los usos y formas sociales que dan identidad a cada lugar.

Lo anteriormente expuesto no es otra cosa que una forma de definir a una arquitectura sustentable, es decir, social, económica y materialmente viable. Las formas de preservar e intervenir nuestro patrimonio edificado en tierra requiere poner en la mesa no sólo los conceptos aceptados en el campo de la conservación y restauración

sino también comenzar a integrar criterios y concepciones desde la sustentabilidad que mejoren las condiciones de vida de los usuarios, disminuyan los impactos negativos tanto sobre el patrimonio mismo como sobre el entorno natural en general.

Esta revisión de formas de intervención en inmuebles construidos con tierra considerados patrimoniales hace evidente que existe una preocupación cada vez más importante por aplicar técnicas de construcción que disminuyan su impacto sobre dichos bienes. Se trata de buscar procedimientos cada vez menos invasivos, pero respetuosos del entorno a diferentes escalas (componente, edificio, paisaje) que no comprometan o afecten negativamente la autenticidad de los valores históricos, estéticos, simbólicos y sociales de la arquitectura y su entorno. Simultáneamente la necesidad de darle viabilidad a la conservación de dichos bienes en el largo plazo pasa necesariamente por adoptar nuevos patrones de intervención y mantenimiento que contribuyan a disminuir también la huella ecológica que tiene el entorno construido patrimonial sobre todo de su cuidado, operación y preservación en el largo plazo.

La búsqueda de una “conservación sustentable” del patrimonio edificado en tierra está tendiendo a explorar y aplicar nuevamente materiales y técnicas tradicionales que han probado su efectividad a lo largo de siglos. Se requiere ampliar los procesos de investigación, documentación y difusión de dichos procesos arraigados en el

saber vernáculo como base para la innovación en procesos de intervención de bajo impacto ambiental en materia de conservación patrimonial.

Por otro lado es evidente que la misma “alta tecnología”, ante el surgimiento de esta conciencia ambiental, está tendiendo a utilizar materiales y procedimientos de origen natural cuya aplicación sea lo más directo posible, con el menor proceso de transformación necesaria donde el uso de energía es casi siempre muy intensa y depredadora del medio natural.

En el ámbito de la conservación existe una dualidad, es decir el conocimiento y aplicación de técnicas tradicionales es una actividad largamente practicada (uso de mucílagos naturales, ceras de abeja, resinas naturales, etc) pero también el uso y abuso de sustancias químicas, o de obtención de materiales “originales” que ya no se consiguen en la región son prácticas comunes que generan impactos negativos sobre el entorno en general y sobre el mismo patrimonio.

Se requiere entonces una aplicación de técnicas de intervención que favorezcan el bajo impacto sobre el patrimonio cultural y natural, con el fin de mejorar las condiciones para su conservación en el largo plazo. La arquitectura de tierra se constituye sin duda alguna en uno de los elementos que mejor vinculan y representan la simbiosis entre cultura y naturaleza lo que define la esencia tanto de patrimonio como de sostenibilidad.

Bibliografía

GONZÁLEZ-VARAS, Ignacio, *Conservación de bienes culturales: teoría, historia, principios y normas*, Cátedra, Madrid, 2005.

GUERRERO, Luis, “Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva”, en *Apuntes*, Vol. 20, No. 2, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, pp. 182-201, 2007.

GUERRERO, Luis, “La cal y el patrimonio edificado”, en *La Gaceta del Instituto del Patrimonio Cultural*, No. 12, Abril, Instituto del Patrimonio Cultural, Oaxaca, pp. 18-29, 2008.

GUERRERO, Luis y Soria, Francisco Javier, “Proyecto de restauración y conservación del templo de la Exmisión de Cocóspera, Sonora”, en Sáenz, José Luis y Jové, Félix (Eds.), *La arquitectura construida en tierra. Tradición e innovación*, Universidad de Valladolid, Valladolid, pp. 103-116, 2010.

GUERRERO, Luis; ROUX, Rubén y SORIA, Francisco Javier, "Ventajas constructivas del uso de tierra comprimida y estabilizada con cal en México", en *Palapa* Vol. V-1 No.10, Colima, pp. 45-57, 2011.

GUERRERO, Luis; CORREIA, Mariana y GUILLAUD, Hubert, "Conservación del patrimonio arqueológico construido con tierra en Iberoamérica", en *Apuntes*, Vol. 25, No. 2, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, pp. 210-225, 2012.

JOAQUIN, Paul; GERARD, Christopher; AUGARDE, Charles y CANIVELL, Jacinto, "Damage in historic rammed earth structures: a case study at Ambel, Zaragoza, Spain" en: *digitAR-Revista Digital de Arqueología, Arquitectura e Artes*, No. 1, pp. 32-41, 2013.

Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE), "Patrimonio natural, cultural y paisajístico: claves para la sostenibilidad territorial" Consultado en: <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0554585.pdf>

RIVERO, Lilia (Coord.), *Memoria y lineamientos del taller para la implementación de cubiertas arquitectónicas en contextos arqueológicos*, Fomento Cultural Banamex, México, 2011.

SEDUE, *Especificaciones Generales de Restauración*, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, México D.F., 1981.

SORIA, Francisco Javier; GUERRERO, Luis y ROUX, Rubén, "Alternative earth building techniques and their experimental applications", en Theimer C. y Wilson, Q. (eds.), *Proceedings-EARTH USA 2013*, Adobe in action, Santa Fe, N.M., pp. 406-410, 2013.

VARGAS, Julio; BLONDET, Marcial y CANCINO, Claudia, "Research on the Use of Mud-Based Grouts in the Repair of Structural Cracks in Adobe Walls", en *CD Proceedings. MEDITERRA 2009: 1st Mediterranean Conference on Earth Architecture*, Edicom Edizioni, Monfalcone, 2009.

VARGAS, Julio; BLONDET, Marcial e IWAKI, Carlos, "La intervención del patrimonio edificado en tierra en áreas sísmicas y las cartas de conservación", en *digitAR-Revista Digital de Arqueología, Arquitectura e Artes*, No. 1, pp. 53-61, 2013.

Citas y notas

1. Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE), "Patrimonio natural, cultural y paisajístico: claves para la sostenibilidad territorial" Consultado en: <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0554585.pdf>

2. GONZÁLEZ-VARAS, Ignacio, *Conservación de bienes culturales: teoría, historia, principios y normas*, Cátedra, Madrid, 2005.

3. VARGAS, Julio; BLONDET, Marcial y CANCINO, Claudia, "Research on the Use of Mud-Based Grouts in the Repair of Structural Cracks in Adobe Walls", en *CD Proceedings. MEDITERRA 2009: 1st Mediterranean Conference on Earth Architecture*, Edicom Edizioni, Monfalcone, 2009.

4. JOAQUIN, Paul; GERARD, Christopher; AUGARDE, Charles y CANIVELL, Jacinto, "Damage in historic rammed earth structures: a case study at Ambel, Zaragoza, Spain" en: *digitAR-Revista Digital de Arqueología, Arquitectura e Artes*, No. 1, pp. 32-41, 2013.

5. GUERRERO, Luis; ROUX, Rubén y SORIA, Francisco Javier, "Ventajas constructivas del uso de tierra comprimida y estabilizada con cal en México", en *Palapa* Vol. V-1 No.10, Colima, pp. 45-57, 2011.

6. GUERRERO, Luis; ROUX, Rubén y SORIA, Francisco Javier, "Ventajas constructivas del uso de tierra comprimida y estabilizada con cal en México", en *Palapa* Vol. V-1 No.10, Colima, pp. 45-57, 2011.

7. GUERRERO, Luis y Soria, Francisco Javier, "Proyecto de restauración y conservación del templo de la Exmisión de Cocóspera, Sonora", en Sáenz, José Luis y Jové, Félix (Eds.), *La arquitectura construida en tierra. Tradición e innovación*, Universidad de Valladolid, Valladolid, pp. 103-116, 2010.

8. SEDUE, *Especificaciones Generales de Restauración*, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, México D.F., 1981.

9. VARGAS, 2009, Op. Cit.

10. VARGAS, 2013, Op. Cit.