



Anales del Instituto de Arte Americano  
e Investigaciones Estéticas "Mario J. Buschiazzo"

## ■ IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DEL PATRIMONIO PRECOLOMBINO CONSTRUIDO CON TIERRA MODELADA

**Luis Fernando Guerrero Baca**

### CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO:

Guerrero Baca, L. F. (2018). Identificación y valoración del patrimonio precolombino construido con tierra modelada. *Anales del IAA*, 48(1), pp. 125-141. Recuperado de: <http://www.iaa.fadu.uba.ar/ojs/index.php/anales/article/view/268/456>

---

*Anales* es una revista periódica arbitrada que surgió en el año 1948 dentro del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas "Mario J. Buschiazzo" (IAA). Publica trabajos originales vinculados a la historia de disciplinas como el urbanismo, la arquitectura y el diseño gráfico e industrial y, preferentemente, referidos a América Latina.

**Contacto: [iaa@fadu.uba.ar](mailto:iaa@fadu.uba.ar)**

\* Esta revista usa Open Journal Systems 2.4.0.0, un *software* libre para la gestión y la publicación de revistas desarrollado, soportado, y libremente distribuido por el Public Knowledge Project bajo Licencia Pública General GNU.

*Anales* is a peer refereed periodical which first appeared in 1948 in the IAA. The journal publishes original papers about the history of disciplines such as urban planning, architecture and graphic and industrial design, preferably related to Latin America.

**Contact: [iaa@fadu.uba.ar](mailto:iaa@fadu.uba.ar)**

\* This journal uses Open Journal Systems 2.4.0.0, which is free software for management and magazine publishing developed, supported, and freely distributed by the Public Knowledge Project under the GNU General Public License.

# IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DEL PATRIMONIO PRECOLOMBINO CONSTRUIDO CON TIERRA MODELADA

## IDENTIFICATION AND ASSESSMENT OF THE PRE-COLUMBIAN HERITAGE BUILT WITH COB

Luis Fernando Guerrero Baca \*

■ ■ ■ El estudio arqueológico de sitios construidos con tierra presenta notables dificultades en lo que se refiere al reconocimiento de los sistemas constructivos ancestrales. Por ello, algunas técnicas nativas han sido confundidas con otras, o simplemente ignoradas. Este es el caso de las estructuras hechas con tierra modelada en estado plástico que son muy abundantes en el orbe, pero que han recibido muy poca atención en comparación con la edificación con adobe, tierra compactada o bajareque. Cuando se encuentran vestigios realizados con tierra modelada, se observan componentes monolíticos muy consolidados y homogéneos en los que no se evidencian rastros de su proceso de manufactura. En el presente texto, se analizan algunos casos en los que el uso de esta importante técnica alcanzó un alto desarrollo tecnológico y en los que no se ha podido reconocer y valorar uno de los sistemas de edificación precolombina más significativos para América Latina debido a la ausencia de estudios especializados.

**PALABRAS CLAVE:** sistemas constructivos, patrimonio arqueológico, conservación, humedad, resistencia.

■ ■ ■ The archaeological study of sites built with earth presents remarkable difficulties in regards to the recognition of ancestral building systems. For this reason, some native techniques have been confused with others, or simply ignored. This is the case of the structures made with earth shaped by hand in plastic condition (cob) that are very abundant around the world, but that have received very little attention in comparison with adobe, rammed earth or wattle and daub building. When ruins made with cob are found, it is possible to observe very consolidated and homogeneous monolithic components, with no traces of their original manufacturing process. This article discusses some cases in which the use of this important technique, not recognized and valued as one of more noteworthy pre-Columbian building systems for Latin America because of the absence of specialized studies, reached a high technological development.

**KEYWORDS:** building systems, archaeological heritage, conservation, moisture, resistance.

\* Posgrado en Ciencias y Artes para el Diseño, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco (UAM-X).

Este artículo es parte de una investigación en proceso, vinculada a las actividades que se realizan en la UAM-X, con base en el convenio firmado en 2012 con la Chaire UNESCO pour la Culture de la Paix "Architectures de terre, cultures constructives et développement durable".

## Introducción

Como se ha documentado en décadas recientes, la construcción con tierra se ejecutó en la mayor parte del continente americano por miles de años bajo múltiples procesos. A pesar de las diversas complicaciones técnicas y metodológicas para reconocer algunos sistemas constructivos y, sobre todo, para fecharlos, se tiene noticia del manejo intensivo de la tierra como material constructivo por más de cuatro milenios en el caso del Perú, Guatemala, Bolivia o el sur de México (Shady, Cáceda, Crispin, Machacuay Romero, Novoa Bellota y Quispe, 2009; Daneels, 2015). Pero es evidente que estos estudios podrían considerarse provisionales puesto que los datos en este campo cambian rápidamente y la información sobre temporalidades y cantidad de sitios documentados se acrecienta día a día.

En el caso de México, los estudios arqueológicos de estructuras de tierra son comparativamente más recientes que los que se han desarrollado en torno a obras hechas con materiales pétreos. Este desfase epistémico en parte es consecuencia de que hasta no hace mucho tiempo se contaba con escasos antecedentes acerca de los componentes constructivos de tierra y sobre los métodos más apropiados para su identificación en contexto. Las excavaciones de este tipo de yacimientos presentan una alta complejidad para poder reconocer vestigios dentro de una intrincada matriz térrea conformada por sedimentos naturales acumulados por movimientos hídricos o eólicos, o por el colapso de etapas de ocupación posterior de las estructuras antiguas (Guerrero, 2016a). Además, los fragmentos encontrados generalmente no están en su posición original, por lo que se forman estratos que pueden incluir secciones de plataformas, enlucidos, muros derruidos, decoraciones, entrepisos y cubiertas colapsadas, sobrepuestas etapa tras etapa. Al tratarse de una materia prima tan semejante en todos los elementos constructivos, resulta difícil registrar el límite entre cada capa (Figura 1).

Esta situación ha provocado que durante la mayoría de los procesos recientes de desarrollo urbano, actividades agrícolas y generación de obras de equipamiento e infraestructura, se hayan alterado o destruido muchas obras antiguas de tierra, por encontrarse mimetizadas con el entorno. La invisibilidad de las estructuras convertidas en “relieves topográficos” ha causado incuantificables pérdidas de conocimientos asociados a las culturas que construyeron con tierra en el pasado.

Esta situación se agrava con la ausencia de referencias escritas u orales de origen precolombino acerca de la edificación con tierra. Los cronistas del siglo XVI que relataban información sobre la forma de vida precolombina, no parecen haberse interesado por este tema. Además, algunos sitios que ellos conocieron ya tenían siglos de haber sido abandonados por sus pobladores originales. Entonces, no se cuenta con fuentes de consulta que permitan identificar los sitios de obtención de la materia prima utilizada para la construcción térrea, los métodos de control de calidad para su selección, las estrategias aplicadas para su estabilización, los procesos de edificación y los medios de conservación periódica que permitieron que las construcciones alcanzaran el altísimo nivel de calidad y durabilidad que caracteriza a la arquitectura de la región.

La tierra se empleó como material constructivo lo mismo en zonas áridas que lluviosas, frías y cálidas, planicies, montañas y playas. Su aplicación se sustentaba en un profundo conocimiento derivado de procesos atávicos de “ensayo y error” que, a partir del aprovechamiento equilibrado de los recursos locales y del manejo racional de la organización del

trabajo, permitieron la trascendencia de los sistemas constructivos que sirvieron para edificar todo tipo de inmuebles. Por otra parte, contrariamente a lo que se suele pensar, las obras de tierra fueron profusamente desarrolladas en regiones de alta sismicidad, como las que se localizan en las costas del Pacífico a lo largo de todo el continente, así como cerca de las fallas de placas tectónicas y regiones volcánicas que caracterizan la geografía del continente americano (Guerrero y Vargas, 2015).

Aunque lo más reconocido y mejor documentado de estas combinaciones constructivas suele ser el componente pétreo, es necesario destacar el hecho de que incluso esta arquitectura no existiría sin el uso de los morteros térreos que potenciaron su resistencia mecánica y la durabilidad de las estructuras, pero sobre todo, el desarrollo de geometrías arquitectónicas imposibles de haberse construido con piedra asentada “en seco” (Vargas, Iwaki y Rubiños, 2011). A su vez, en muchos lugares en los que incluso se contaba con la posibilidad de construir con piedra, las sociedades antiguas optaron por el uso de la tierra debido a que, además de dotar a los espacios de adecuadas condiciones de confort bioclimático a partir de procesos constructivos muy accesibles, la tecnología se depuraba con el aprendizaje de su respuesta ante los terremotos (Figura 2).

Dentro de la variedad de técnicas de construcción con tierra que se ha podido documentar en la región que actualmente comprende América Latina, destaca un sistema sumamente valioso y poco estudiado definido por el uso de tierra modelada *in situ*. Esta cultura constructiva ni siquiera cuenta con un nombre reconocido a nivel iberoamericano y se suele denominar genéricamente con el término inglés *cob*.

Como se detallará posteriormente, la diferencia más notable entre los sistemas constructivos de tierra radica en la humedad necesaria para cambiar su forma natural. Así, para poder realizar la técnica de bajareque o quincha, que como se sabe se caracteriza por el embarado de estructuras de madera o carrizo, el material requiere mucha mayor humedad. En el polo opuesto, para construir muros o plataformas de tierra compactada, el material ha de estar casi seco. En cambio, para realizar adobes, es decir, ladrillos hechos en molde que se secan al sol y posteriormente se utilizan como mampuestos, la tierra no puede estar anegada, pero tampoco demasiado seca porque no conservaría su perfil al desmoldarse.

La técnica que se estudia en el presente texto se sustenta en el uso de tierra con un nivel de humedad ligeramente menor al requerido para hacer adobes, porque el material deberá ser lo suficientemente consistente como para mantener su forma después de amasarse sin requerir de un molde, y ser trabajado conforme se va secando como parte del propio sistema constructivo. En algunos vestigios arqueológicos se han encontrado componentes de tierra modelada *in situ* coexistiendo con paredes de adobe, bajareque, tierra compactada o piedra asentada con tierra. Dicha técnica se empleó para elaborar muros divisorios, alfardas, escalones, cornisas, esculturas o elementos decorativos superficiales. Este es el caso de sitios como La Joya y El Zapotal, en la costa del Golfo de México, el complejo de Kaminaljuyu en Guatemala y Joya de Cerén en El Salvador (Figura 3).

Empero, existen conjuntos en ruinas sorprendentes por su extensión y calidad constructiva que fueron hechos prácticamente en su totalidad con material modelado. Yacimientos patrimoniales tan destacables como Paquimé, en el norte de México, la aldea de Tulum en Chile, las cuevas de La Poma en Argentina y el tramo del *Camino Inca* que atraviesa la actual ciudad de Lima en el Perú, son muestras de la calidad constructiva derivada de la experiencia en la edificación de estas estructuras de tierra apilada en estado plástico.



Figura 1: Núcleo de una de las plataformas del sitio arqueológico de La Joya, Veracruz, en el que se observan con dificultad las superposiciones constructivas. Fuente: Fotografía del autor.



Figura 2: En Joya de Cerén, El Salvador, coexistían técnicas constructivas de bajareque, adobe y tierra modelada, colocadas sobre basamentos de tierra compactada. Fuente: Fotografía del autor.



Anales del IAA #48 (1) - enero / junio de 2018 - (125-141) - ISSN 2362-2024

Figura 3: Localización esquemática de algunos de los sitios referidos en el texto. Fuente: Elaboración propia.

## El proceso constructivo

A partir de la información obtenida de la tradición constructiva de esta técnica que ha podido ser documentada y descrita en regiones de España, Francia, Reino Unido, Nigeria, Togo y Yemen, entre otros países, es posible inferir el proceso empleado durante la época precolombina en el continente americano. En el caso de España, la técnica ha recibido diferentes nombres, entre los que se encuentran el de “pared a mano”, “muro amasado” (Pastor, 2017), “muro chamizo” o “muro *cob*” por influencia inglesa (Rocha y Jové, 2015, p. 97). Su proceso constructivo se describe de la siguiente manera:

La pared a mano consiste en ejecutar muros por amontonamiento de capas de barro sucesivas sobre un zócalo de piedra o canto [...] se utiliza tierra en estado plástico, igual que la masa para hacer adobes, pero sin necesidad de ningún molde o encofrado. Se ejecuta longitudinalmente sin discontinuidad en las hiladas horizontales y cada cierta altura (unos sesenta centímetros) hay que dejar que el muro se seque hasta que adquiera la resistencia necesaria para seguir construyendo en altura. La regularidad plana de sus caras se consigue perfilando la superficie del muro con una pala especial. Esta técnica, muy sencilla de ejecutar, era utilizada fundamentalmente para la construcción de tapias de cercados de patios o corrales, aunque con espesores suficientes se utilizaba también en edificios de viviendas (Rocha y Jové, 2015, p. 97).

En otras tradiciones constructivas, el proceso no se basa en el simple “amontonamiento de capas de barro”, sino en la disposición cuidadosa de elementos prefabricados con formas y dimensiones más o menos constantes, determinadas por un peso y un volumen que resulten viables para ser transportados al punto de colocación en el edificio (Guerrero, 2016b). Estos elementos constructivos suelen tener formas parecidas a esferas, barras cilíndricas o “panes” y se realizan con tierra preferentemente arcillosa a la que se suele agregar fibras como estabilizantes para evitar su agrietamiento al secarse una vez colocados. La tierra se hidrata, se mezcla de manera similar a la que se emplea para hacer adobes o revoques y se deja reposar por algunos días hasta que se consigue una masa homogénea. Luego se toman porciones manejables y se modelan amasijos que se acomodan protegidos del sol directo, para su posterior traslado al área de construcción.

Conforme los constructores van recibiendo los cúmulos de barro en la obra, los arrojan con fuerza hacia las capas inferiores, en las cuales se asientan unos junto a los otros para formar cordones que se ligan por su propia humedad, sin necesidad del uso de mortero de pega. En la medida en que las capas se van secando, se golpean con la mano de tal modo que se pierde para siempre su forma original. Entonces, se convierten en un estrato que se adhiere al resto de la construcción y que conforma muros monolíticos. A veces, estos se diseñan como bloques separados, pero en muchas ocasiones ocupan largos tramos constructivos. Si bien la técnica se usa principalmente para edificar paredes, en algunas regiones sirvió también para conformar entresijos o techos soportados por estructuras de madera.

Aunque parezca un dato menor, es importante llamar la atención acerca de las cualidades que esta técnica ofrece durante el acarreo a la construcción. A diferencia de otros procedimientos como el adobe, el bajareque o la tierra compactada, que requerían de medios adecuados para cargar la materia prima hasta el lugar de construcción, las bolas o amasijos

de tierra en estado plástico pueden ser lanzadas de mano en mano a través de “cadenas humanas” tan largas como sea necesario, con lo que se optimiza la organización del trabajo colectivo. Incluso el propio lanzamiento de estas unidades genera un efecto de amasado y compactación que les confiere la solidez adecuada para su colocación como componentes estructurales de notable resistencia y densidad. Además, durante este traslado se regula y se conserva el nivel de humedad apropiado para su adherencia autónoma (Figura 4). Lógicamente, en edificios de grandes dimensiones, el sistema de esferas lanzadas de mano en mano no resultaba eficiente, por lo que seguramente se optó por realizar amasijos de mayor volumen sobre cestos, esteras u otro tipo de textiles, que permitían su posterior transporte y vertido en la obra.

En la traducción hecha al clásico libro de Paul McHenry (1996) *Adobe and Rammed Earth Buildings*, se utiliza el término de “barro anegado” para describir la técnica con la que se construyó Paquimé en México y Casa Grande en Arizona. Dicho nombre está asociado directamente con el aspecto fundamental que caracteriza a este proceso constructivo, referente al nivel de humedad requerido para poder modelar las capas de tierra. Este factor es determinante para poder edificar estructuras monolíticas de gran tamaño y, como se explicará en la siguiente sección, resulta un dato clave para su posible identificación una vez que los edificios se han convertido en vestigios arqueológicos.

La construcción con tierra modelada tiene dos momentos de densificación, gracias a la cantidad de agua que contiene y a la firmeza que se le confiere después del amasado. En primer lugar, se encuentra el proceso de elaboración y transporte de mano en mano de los cúmulos de tierra y, en segundo lugar, el golpeado de las unidades una vez colocadas en el muro, conforme se apilan y se van secando los estratos. La propia posibilidad de elaboración de amasijos, esferas o “panes” constituye el medio de control de calidad referente a la humedad requerida por el sistema. Una mezcla demasiado seca o demasiado húmeda simplemente no puede ser modelada porque no tiene la consistencia necesaria para conservar su forma. El segundo momento de densificación presenta variantes en las diversas tradiciones locales, pero resulta de gran relevancia para consolidar al sistema. Al ir avanzando por hiladas sobrepuestas, los constructores caminan sobre las capas parcialmente endurecidas y las golpean con la mano o con la ayuda de algún tipo de herramienta, como una pala o un mazo de madera. Así, además de darse uniformidad a las caras laterales, se verifica y corrige su verticalidad y la nivelación de su trazo (Weismann y Bryce, 2010).

El trabajo por hiladas es fundamental puesto que si se apilara demasiado material, las zonas bajas se aplastarían, con lo que se perdería la verticalidad y la uniformidad del espesor de los muros. Dependiendo de la humedad ambiental, la relación granulométrica de la tierra y los tipos de arcillas presentes, las hiladas que conforman los muros pueden adquirir mayor o menor altura. En general, las hiladas rara vez superan los 60 o 70 cm de altura.

Necesariamente, el grosor de los muros estará en función de la altura final de los edificios y del número de pisos con los que contarán. Por ejemplo, en las llamadas “Casas en acantilado” de la sierras del norte de México, edificios de dos niveles de altura, los muros presentan un grosor de entre 30 y 40 cm en sus arranques, mientras que los segundos pisos tienen paredes más delgadas (Figura 5).

Resulta lógico suponer que este sistema constructivo haya tenido su origen en el cambio de escala de los procesos de elaboración alfarera anterior al uso de los tornos. El procedimiento para hacer vasijas que se conoce como técnica de “rodetes” en Sudamérica





Figura 4: Práctica de construcción con esferas de barro modeladas y posteriormente compactadas. XIV Congreso Internacional de Arquitectura en Tierra. Tradición e Innovación. Tlaxco, Tlaxcala, México. Fuente: Fotografía del autor.

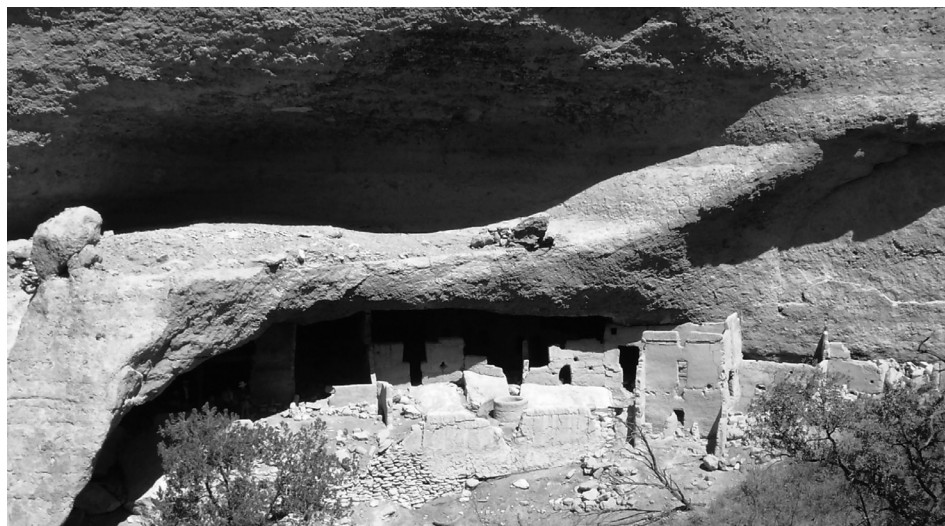


Figura 5: Vestigios de un edificio de tres niveles en la Cueva de Sirupa, Chihuahua, en el norte de México. Fuente: Fotografía del autor.

o “urdido” en España, consiste en la formación con las palmas de las manos de barras o rollos (churros) relativamente delgados sobre una superficie dura, cuyo diámetro depende del grosor deseado para las paredes de los recipientes. Estos cordones de material arcilloso se enciman sucesivamente y quedan adheridos por su propia humedad.

Comúnmente, en la práctica artesanal de la cerámica se hacen rollos largos que se colocan en forma continua configurando una espiral. Otra alternativa ha consistido en hacer barras más cortas que se conectan en sus extremos para formar aros que se acomodan unos sobre los otros y que con una ligera presión de los dedos se aglutinan para formar las paredes de los recipientes. Conforme seca el material, la presión y la fricción en la superficie va borrando el perfil original de los churros hasta que lo hace desaparecer y le otorga la condición tersa que requieren los cuerpos de las vasijas.

Lo mismo sucede con los muros o esculturas hechas con tierra modelada. El material se sobrepone en estado plástico y se modela a mano o con ayuda de herramientas simples conforme va secando y endureciendo. De este modo, los componentes que le dieron origen a las capas se vuelven prácticamente imperceptibles y dan la impresión de tratarse de estructuras monolíticas hechas con molde.

En contraste con esta técnica, se encuentran los sistemas basados en la compactación, los cuales solamente pueden realizarse con tierras escasamente humedecidas. Este proceso implica un reacomodo mecánico de los granos de la tierra a fuerza de golpes constantes. Así, las partículas más finas logran intercalarse entre las medianas, y estas a su vez entre las de mayor tamaño. De este modo, se reduce progresivamente el volumen y el número de los vacíos de la mezcla hasta que se logra una masa densa.

Debido al amortiguamiento que presenta la tierra, los procesos de compactación implican el manejo de capas relativamente delgadas, de manera que la fuerza de las herramientas percutoras se transmita con la mayor intensidad posible hacia los estratos inferiores. Aunque es posible densificar mecánicamente cualquier acumulación de capas superpuestas de tierra, como sucede por ejemplo en la realización de terraplenes o sub-bases de caminos, si el material se contiene dentro de barreras que impidan su desplazamiento horizontal, el efecto de la fuerza axial aplicada se hace más eficiente. Esta es la base de la técnica de construcción de muros de tapia, donde el empleo de un encofrado evita que se disperse el material conforme se golpea (Doat, 1996).

En la construcción de muros de tapia, la propiedad cohesiva de las arcillas se complementa con la combinación entre la compactación mecánica del material y su confinamiento. Una tierra demasiado húmeda y plástica no puede ser compactada adecuadamente, se adhiere al pisón, impide el trabajo y genera alteraciones o deformaciones en las estructuras cuando va secando. Sin embargo, un material demasiado seco tampoco va a funcionar aunque se compacte de modo correcto. Se necesita una proporción de agua suficiente para activar las arcillas y propiciar su acción aglutinante en el sistema (Guerrero, 2007).

Se suele usar material extraído recientemente del terreno para que mantenga su humedad natural (Figura 6). Cuando esta condición no se puede cumplir, es necesario humedecerlo paulatinamente antes de proceder a su compactación capa por capa dentro del encofrado. El porcentaje de agua requerido varía en función de la granulometría de cada tierra y del tipo de arcilla presente (Hoffmann, 2011).

## La problemática de la identificación

Cuando se realiza la excavación de un yacimiento arqueológico y se localizan componentes de bajareque o de adobe, su reconocimiento es relativamente sencillo por la presencia de elementos discontinuos dentro de la matriz térrea. En cambio, los vestigios de estructuras que fueron realizadas con tierra modelada presentan bloques muy consolidados y homogéneos en los que no se advierte su proceso de manufactura a partir de la acumulación y densificación en franjas de esferas o cúmulos.

El hallazgo en algunas zonas arqueológicas de paredes monolíticas con caras notablemente lisas, con gran uniformidad en su grosor y con la apariencia de bloques que parecen haberse realizado a partir de módulos colocados en hiladas superpuestas, llevaron a estudiosos de diversos sitios del continente a inferir erróneamente que esa arquitectura había sido ejecutada con la ayuda de encofrados, bajo la lógica de la tapia. Este ha sido el caso de los destacados edificios que conforman el sistema de las “Casas en acantilado” de la Sierra de Chihuahua, así como en la zona arqueológica de Paquimé, ambos en el norte de México (Figura 7). Por más de medio siglo, se dijo y se escribió en diversos medios que se trataba de obras de tapial (González, 1995; Calderón, 2009; Casado, 2011). Autores que desconocían el manejo de la tierra como material constructivo repitieron de forma acrítica la hipótesis sobre el proceso constructivo que planteó Charles Di Peso (1974) a mediados del siglo XX, que consideraba que los muros “se construían mediante un sistema de cajones. En moldes de madera se vertía lodo sin material orgánico, que era apisonado por los propios constructores” (Cano, 2001, p. 84).

Es evidente que la influencia de los procedimientos de vertido del hormigón de cemento y la falta de información etnográfica local sobre técnicas vernáculas de construcción con tierra modelada hicieron suponer que esa calidad constructiva solo era posible de lograr utilizando encofrados. Del mismo modo, en el museo de sitio de Joya de Cerén, en El Salvador, donde se exhiben secciones de muros de las viviendas que han sido extraídas de las excavaciones, las cédulas señaléticas indican erróneamente que se trata de estructuras de tapia. Igualmente, muchos yacimientos arqueológicos localizados en Perú han sido considerados de manera inexacta de tapia, como se evidencia en diversos informes arqueológicos, tales como los citados en el texto titulado *Ocupación humana de los Valles de Lima (Periodo Intermedio Temprano)* (Vivar, 1998).

Afortunadamente, gracias a estudios comparativos relativamente recientes, ha sido posible argumentar que las características de los bloques con los que se construyeron los conjuntos habitacionales prehispánicos del norte de México (Gamboa, 2001), los de Joya de Cerén en El Salvador, o los casos peruanos antes citados, no requirieron del uso de moldes, sino simplemente de un cuidadoso trabajo de tierra modelada, densificada y alisada. Entre los argumentos que apuntalan esta revisión de información y valoración de la técnica de tierra modelada, destaca en primer lugar el hecho de que los encuentros de muros y las esquinas de estos edificios casi nunca son ortogonales como los que resultarían del uso de encofrados. Incluso, es frecuente encontrar uniones boleadas y hasta muros de planta curva, imposibles de hacer con moldes convencionales (Figura 8).

En segundo lugar, no se evidencian estratos de tierra compactada, huellas de tablas de encofrado en los paños de muros ni tampoco de sus posibles anclajes en el suelo. Por otra parte, cuando se encuentran vestigios derruidos, los bloques no se disgregan como sucede con los restos de tapias antiguas, sino que se desmoronan en grumos consistentes. Además,



Figura 6: En la construcción de muros de tapia, la tierra requiere estar casi seca. Chuquiribamba, Ecuador. Fuente: Fotografía del autor.



Figura 7: Los muros del sitio arqueológico de Paquimé permitieron el desarrollo de edificios de cuatro y cinco niveles, según narran las crónicas de la época colonial. Fuente: Fotografía del autor.

los núcleos de los muros presentan cúmulos amorfos, imposibles de observar en estructuras de tapia porque la falta de humedad del material con el que se construyen y los procesos de compactación impedirían su conformación.

Asimismo, en los patrones de deterioro de los bloques de muros de estos sitios arqueológicos se notan familias de fisuras que responden a la retracción volumétrica de la materia prima. Esto significa que la tierra que usaron los constructores nativos contenía un alto nivel de humedad y que al perderla se redujo el volumen de las piezas, y por eso se agrietaron. Esta patología no suele presentarse en muros de tapia, pues, como se ha repetido a lo largo del texto, su construcción requiere que la materia prima esté notablemente seca, por lo que no se generan retracciones posteriores. Una tierra con altos contenidos de humedad simplemente no se hubiera podido compactar dentro de un encofrado, pues su comportamiento plástico haría que el pisón rebotara y el material solo se reacomodara sin aumentar su densidad. Por último, la aparente modulación que se evidencia a lo largo de los muros obedece simplemente a grietas verticales que se acusan como consecuencia de la retracción volumétrica que se produjo hace siglos durante el proceso de secado de los grandes tramos monolíticos (Figura 9).

Adicionalmente a este cúmulo de información derivada de la observación arquitectónica, estudios realizados recientemente en la Universidad Católica del Perú para el caso de componentes constructivos del Qhapac Ñan que analizaron variables como la capacidad de carga, la resistencia a la flexión, la densidad y el módulo de elasticidad, han confirmado de manera cuantitativa que los sistemas constructivos prehispánicos no se construyeron con la técnica de tapia, sino con tierra modelada en estado plástico (Vargas, Gil, Jonnard y Montoya, 2015).

Se sabe que la tierra compactada se utilizó de manera extensiva desde tiempos remotos para conformar plataformas, rampas o terraplenes. Sin embargo, no se cuenta con evidencias materiales del manejo de tierra con baja humedad para la edificación específica de muros compactados dentro de sistemas de confinamiento. Todo parece indicar que la técnica del tapial realizada con encofrados, agujas, puntales y pisones fue traída a América por los conquistadores españoles y portugueses. En el continente no se ha encontrado este tipo de artefactos, seguramente por la ausencia de herramientas de carpintería necesarias para la elaboración de tablas de gran formato y resistencia.

La construcción con tapiales era plenamente conocida por los militares del siglo XVI, puesto que se empleaba comúnmente desde hace al menos dos milenios en Europa, Asia y el Norte de África para la edificación de murallas, castillos y torres de vigía. Su difusión en medios castrenses obedecía a su velocidad de ejecución y a la posibilidad de utilizar casi cualquier tipo de tierra y muy poca cantidad de agua (Monjo, 1998). Por ello, las primeras obras realizadas por los conquistadores en América Latina incluyeron muros de tapia, como sucedió por ejemplo con gran parte de los monumentos de la actual República Dominicana, realizados entre el siglo XV y principios del XVI. Luego, este sistema se popularizó y se difundió para la edificación de templos, conventos, colegios, haciendas y un número importante de viviendas, cuyos sistemas constructivos han llegado hasta nuestros días como resultado de formas de transferencia tradicional de tecnologías.

En cambio, la falta de continuidad en la aplicación del sistema de edificación con tierra modelada *in situ* a partir de la llegada de la cultura europea, borró la técnica de la historia regional. La mayor parte de la construcción realizada con tierra en América Latina desde el siglo XVI se centró en el uso del adobe, el bajareque y la tapia. Los conocimientos precolombinos de edificación con tierra modelada no trascendieron ni llegaron a nuestros días como



Figura 8: Esquina y encuentro de muros de dos etapas constructivas en los espacios habitacionales del sitio arqueológico de Sirupa, Chihuahua, México. Fuente: Fotografía del autor.



Figura 9: La regularidad con la que se presentan las fisuras verticales de los largos tramos de muro ha hecho pensar erróneamente que se trata de piezas modulares de tapia. Huaca Bellavista, Lima, Perú. Fuente: Fotografía del autor.



Figura 10: En Joya de Cerén, El Salvador, se usó tierra modelada y compactada en algunos muros de carga y refuerzos de componentes de bajareque. Sin embargo, la aldea sucumbió bajo cenizas volcánicas. Fuente: Fotografía del autor.

un legado tradicional. Incluso es posible que la técnica ni siquiera haya sido documentada por estudiosos europeos del período colonial porque no tuvieron oportunidad de observar sus procesos constructivos. Cuando ellos conocieron asentamientos antiguos, algunos ya tenían varios siglos de abandono, como fue el caso de Paquimé y La Joya en México, o bien habían sido cubiertos por la arena del desierto, como sucedió en la Aldea de Tulo en Chile, o sepultados por cenizas volcánicas, como en Joya de Cerén en El Salvador (Figura 10).

## Conclusiones

El estudio de la técnica de construcción con tierra modelada representa un enorme reto porque se carece de fuentes documentales locales que permitan soportar la descripción de su proceso de ejecución. Por otra parte, las evidencias materiales presentes en los sitios arqueológicos construidos con este método no conservan rasgos visibles de su proceso de ejecución. Y como si estas condiciones no fueran suficientemente complejas, la arquitectura vernácula no mantuvo viva la herencia constructiva atávica porque durante la conquista se borró casi por completo la tradición del uso de tierra modelada.

Finalmente, es importante considerar que cuando se desconoce el comportamiento de los sistemas constructivos de tierra, puede resultar difícil de creer que sea posible construir “simplemente apilando bolas de barro”, y más aún, que esas estructuras puedan tener la capacidad de carga necesaria para resistir esfuerzos y para durar siglos:

Aunque no se realizaron pruebas, da la impresión de que el sistema [de tierra anegada] podría no ofrecer la mayor densidad [es decir, la resistencia de compresión] del adobe y de la tierra apisonada con moldes. En Irán este tipo de muros se usa más en muros de jardín que en muros estructurales de edificios. Esto quizá indica la falta de confianza en las cualidades estructurales que inspira este tipo de diseño de muro (McHenry, 1996, p. 124).

Sin embargo, las evidencias arqueológicas muestran que la resistencia de las estructuras es lo suficientemente elevada como para permitir la conformación de muros de edificios de varios niveles. Asimismo, son estructuras viables como muros de contención de empujes de montículos piramidales como los que perviven en diversos yacimientos peruanos, como el Complejo de Maranga, la Huaca Bellavista y algunas secciones del Camino Inca localizadas en la ciudad de Lima (Figura 11).

Actualmente, en nuestro continente se presenta una condición paradójica con relación a las tendencias constructivas consideradas como “ecológicas” y que están asociadas con el movimiento verde y la bioconstrucción. En diversas “comunidades orgánicas” y “eco-aldeas”, desde hace tiempo se ha puesto de moda la construcción con *cob*, como una opción ligada a otras técnicas transferidas desde países nórdicos. El rescate y la puesta al día de los procedimientos constructivos vernáculos que realizan principalmente Inglaterra, Francia, Alemania y Estados Unidos han desarrollado una amplia gama de materiales didácticos impresos o publicaciones en internet en los que esta técnica cobra un lugar preponderante, al lado de la edificación con fardos de paja y sistemas de tierra entramada.



Figura 11: Tramos del Camino Inca colindantes con la Pontificia Universidad Católica del Perú, en Lima. Fuente: Fotografía del autor.



Figura 12: Restos del conjunto habitacional de Sirupa, Chihuahua, en el que se conserva la base de un granero de planta cilíndrica. Fuente: Fotografía del autor.



Evidentemente, esa tendencia ligada a la construcción sostenible es una señal muy positiva del progresivo cambio de paradigma del uso de materiales industrializados, altamente contaminantes y depredadores del medio natural. Sin embargo, sería un gran avance epistémico reconocer que esos procedimientos que se difunden gracias a efectivas estructuras de *marketing*, ofreciéndose como “técnicas alternativas”, en realidad para nuestro continente se trata de los sistemas constructivos “de siempre”.

La identificación y la valoración de las obras locales puede abrir un amplio campo de acción para abonar hacia la independencia tecnológica de la que lastimosamente seguimos siendo presa, incluso tratándose de sistemas constructivos de bajo impacto ambiental. Por esta razón, resulta fundamental que los estudios de los sitios arqueológicos construidos con tierra se desarrollen de manera integral a fin de poder comprender el funcionamiento orgánico de los sistemas constructivos. El análisis aislado de los muros, entresijos y cubiertas que se suele realizar con fines académicos, puede proporcionar datos interesantes, pero siempre serán parciales. Si se evalúa, por ejemplo, la resistencia a la compresión de muestras extraídas de muros, seguramente los resultados serán muy bajos y heterogéneos. Una parte substancial de la resistencia y la durabilidad de los sistemas térreos obedece a la continuidad volumétrica de los componentes edificados, en la que unos muros se conectan con los otros a partir de procesos constructivos unitarios. La condición monolítica del sistema que se analiza en este texto no se centra solamente en la ejecución de cada muro, sino en el conjunto edificado de grupos de espacios habitables, como se observa, por ejemplo, en las vistas aéreas de la Aldea Tulor de Chile, o bien en áreas de depósito como los graneros encontrados en las Cuevas de La Poma en el noroeste argentino. Al igual que el resto de las estructuras referidas, estos importantes sitios manifiestan la interacción de sus muros en una compleja red que sorprende por su diseño, calidad constructiva y grado de conservación.

Resulta imperativo caracterizar los sistemas estructurales a partir de las evidencias arquitectónicas porque son las únicas fuentes de aprendizaje directo con las que actualmente podemos contar. Es por ello por lo que los estudios en torno a esta relevante cultura constructiva son de suma importancia para América Latina. Se trata de una herencia compartida a nivel regional que permitió el desarrollo de estructuras urbanas y rurales complejas, vinculadas de manera armoniosa con el medio natural. Además, es un recurso edilicio que puede servir como fuente de aprendizaje no solamente acerca de la forma en que vivían las comunidades antiguas (Figura 12), sino, y sobre todo, como referente de diseño sostenible para el presente y el futuro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calderón, J. (2009). *Construcción con tierra*. Recuperado de: [www.circuloverde.com.mx/es/cont/habitacional/Construcci\\_n\\_Sustentable\\_Caso\\_de\\_Estudio.shtml](http://www.circuloverde.com.mx/es/cont/habitacional/Construcci_n_Sustentable_Caso_de_Estudio.shtml)
- Cano, O. (2001). Paquimé y las casas acantilado. *Arqueología Mexicana*, X (51), pp. 46-51.
- Casado, D. (2011). *La construcción con tierra cruda. El adobe y la tapia*. Recuperado de: <http://www.sitiosolar.com/la-construccion-con-tierra-cruda-el-adobe-y-la-tapia/>
- Daneels, A. (2015). Los sistemas constructivos de tierra en el México prehispánico. En *Memorias del XV Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra (SIACOT)*, pp. 219-232. Cuenca, Ecuador: PROTERRA-Universidad de Cuenca.

- Di Peso, Ch. (1974). *Casas Grandes. A fallen trading center of the Gran Chichimeca (Vols. 1-3)*. Amerind Foundation Publication No. 9. Flagstaff, Estados Unidos: Northland Press.
- Doat, P. (1996). *Construir con tierra*. Bogotá, Colombia: CRAterre - Fondo Rotatorio Editorial.
- Gamboa, E. (2001). Paquimé y el mundo de la cultura de Casas Grandes. *Arqueología Mexicana*, IX (51), pp. 46, 51.
- González, J. (1995). Paquimé. Casas Grandes. En H. Pereira (Ed.), *Habiterra* (pp. 54-55). Bogotá, Colombia: Escala.
- Guerrero, L. (2007). Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva. *Revista Apuntes*, 20 (2), pp. 182-201.
- Guerrero, L. (2016a). Patrimonio precolombino en América Latina. En M. Correia, C. Neves, L. Guerrero y H. Pereira (Eds.), *Arquitectura de tierra en América Latina*. (pp. 105-106). Lisboa, Portugal: Argumentum.
- Guerrero, L. (2016b). Tierra apilada compactada (TAC) para la edificación sostenible. *Arquitectura y Cultura*, 8, pp. 56-73.
- Guerrero, L. y Vargas, J. (2015). Local seismic culture in Latin America. En M. Correia, P. Lourenço y H. Varum (Eds.), *Seismic retrofitting. Learning from vernacular architecture*. (pp. 61-66). Londres, Reino Unido: Taylor & Francis Group.
- Hoffmann, M. (2011). Tapia. En C. Neves y O. Faria (Eds.), *Técnicas de construção com terra*. (pp. 46-61). Bauru, Brasil: Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (FEB-UNESP)/PROTERRA.
- McHenry, P. (1996). *Adobe. Cómo construir fácilmente*. Ciudad de México, México: Trillas.
- Monjo, J. (1998). La evolución histórica de la arquitectura de tierra en España. En E. Rohmer (Coord.), *Arquitectura de tierra. Encuentros Internacionales Centro de Investigación Navapalos*. (pp. 31-44). Madrid, España: Ministerio de Fomento.
- Pastor, M. (2017). *La construcción con tierra en arqueología. Teoría, método, técnicas y aplicación*. Alicante, España: Universitat D'Alacant.
- Rocha, M. y Jové, F. (2015). *Técnicas de construcción con tierra*. Lisboa, Portugal: Argumentum.
- Shady, R., Cáceda, D., Crispin, A., Machacuy Romero, M., Novoa Bellota, P. y Quispe, E. (2009). *Caral. La civilización más antigua de las Américas. 15 años develando su historia*. Lima, Perú: Zona Arqueológica Caral-Supe/Ministerio de Cultura del Perú.
- Vargas, J., Iwaki, C. y Rubiños, A. (2011). *Evaluación estructural del edificio piramidal La Galería. Proyecto Especial Arqueológico Caral-Supe*. Lima, Perú: Fondo del Embajador EE. UU.
- Vargas, J., Gil, S., Jonnard, F. y Montoya, J. (2015). Camino prehispánico Pando. En *Memorias del Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra (SIACOT)*, (pp. 284-297). Cuenca, Ecuador: PROTERRA-Universidad de Cuenca.
- Vivar, J. (1998). Ocupación humana de los valles de Lima (Período Intermedio Temprano). *BIRA*, 25, pp. 407-451. Recuperado de: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/boletinira/article/viewFile/9794/10204>
- Weismann, A. y Bryce, K. (2010). *Construire en terre facilement. La technique du cob*. Sète, Francia: La Plage.

### Luis Fernando Guerrero Baca

Arquitecto por la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco (UAM-A). Maestro en Restauración Arquitectónica por la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRyM) del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Doctor en Diseño con especialidad en Conservación y Restauración del Patrimonio Construido (UAM-A). Profesor-investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco (UAM-X)). Jefe del Área de Investigación en Conservación y Reutilización del Patrimonio Edificado. Consultor Internacional para el Comité de Patrimonio Mundial de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

Posgrado en Ciencias y Artes para el Diseño, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco  
Calzada del Hueso 1100, Edificio "Q", Coyoacán  
04960 - Ciudad de México, México

luisfg1960@yahoo.es