

CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE TIERRA EN LA CIUDAD PREHISPÁNICA DE LA JOYA, VERACRUZ, MÉXICO

**Annick J. E. Daneels¹, Luis Fernando Guerrero Baca², Rubén Salvador Roux
Gutiérrez³**

¹Instituto de Investigaciones Antropológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria. Del. Coyoacán. C.P. 04510. México D.F.
Tel. (52) 56229574. E-mail: annickdaneels@hotmail.com

²Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.
Calz. Del Hueso 1100, Edif. 24 Piso 1. Col. Villa Quietud, C.P. 04960. México D.F.
Tel. (52) 54837232. E-mail: luisfg1960@yahoo.es

³Universidad Autónoma de Tamaulipas
Centro Universitario Tampico-Madero. AP 1041. México.
Tel. (52) 833228, Ext. 154 y 155. E-mail: rroux@uat.edu.mx

Tema 2: Patrimonio y Conservación.

Palabras clave: sistemas constructivos, arcilla, trópico húmedo

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo exponer algunos resultados acerca de los estudios que se han realizado para identificar los materiales y sistemas constructivos que fueron utilizados en el sitio prehispánico conocido de La Joya, en el estado mexicano de Veracruz. Se trata de los restos de una ciudad que floreció en el primer milenio de la era cristiana y que fue construida enteramente con barro crudo. Este hecho resulta sorprendente debido a las adversas condiciones climáticas para el uso de este material, ya que la región se localiza en una región tropical húmeda, muy cerca de la costa Atlántica. Los datos que se desprendan de esos estudios permitirán avanzar en el conocimiento de las culturas que florecieron en el centro del estado de Veracruz, además de contribuir en la identificación de materiales y sistemas constructivos de origen histórico, que propicien el desarrollo de obras modernas que resulten armónicas con su entorno.

1. INTRODUCCIÓN

El sitio prehispánico conocido con el nombre de La Joya, en el estado mexicano de Veracruz, floreció en el primer milenio de la era cristiana y fue construido enteramente con barro crudo. Su estudio resulta de crucial interés pues, a diferencia de los sitios de tierra que se han explorado y conservado en México, que se emplazaron en regiones predominantemente áridas o semiáridas, La Joya se ubica en pleno trópico húmedo y a escasos tres kilómetros de la zona costera del Golfo de México en una región que presenta precipitaciones pluviales de 2000 a 4500 mm anuales (García, 1970, p. 6-8).

A pesar de sus cualidades arquitectónicas, su dimensión, antigüedad y cercanía a importantes centros de población, el sitio había sido muy poco explorado. El conjunto de edificios monumentales fue registrado por el ingeniero Alberto Escalona Ramos en 1937, quien describía la pirámide principal que dominaba el sitio como un edificio de 30 m de lado y de 20 o 25 m de altura. (Escalona, 1937, p. 1)

Pocos años después de estas labores de registro, desafortunadamente el terreno fue fraccionado y sus dueños, al ver las extraordinarias cualidades de su suelo, decidieron emplearlo para la elaboración de ladrillos.

El nivel de alteración actual del sitio es tan grave que se considera que se conserva menos del cinco por ciento del conjunto, y los elementos que están en pie se encuentran en un precario estado de conservación.



Fig.1. Ladrilleros trabajando en el sitio arqueológico. (Crédito: Luis Guerrero, 2008)

Sin embargo, las exploraciones arqueológicas iniciadas a finales de 2004 en la planicie costera del Centro de Veracruz, con el objetivo de estudiar el desarrollo de sistemas de gobierno estatal en el periodo Clásico mesoamericano, han revelado una riqueza arquitectónica insospechada, que se manifiesta tanto en la mencionada pirámide, como en dos palacios construidos enteramente con barro, siguiendo los cánones de la arquitectura del México Antiguo, y cuya secuencia cubre el primer milenio de nuestra era (Daneels, 2005, 2005c, 2008, 2008a).

Los habitantes originales del sitio desarrollaron una serie de sistemas constructivos en los que combinaban el manejo de adobes, bajareque y tierra compactada, en imponentes estructuras, utilizadas como viviendas, plazas, templos y juegos de pelota, que lograron vencer condiciones climatológicas totalmente adversas para materiales arcillosos crudos. Particularmente relevante es el hecho de que para la protección de las superficies no se emplearon recubrimientos a base de cal y arena, como era tradicional en casi toda Mesoamérica, sino que se utilizó el propio barro crudo. Esta situación plantea una serie de interrogantes acerca de los materiales que se pudieron haber incorporado a la tierra durante los siglos que el sitio estuvo en auge y que evitaron que fuera desintegrada con las intensas lluvias de temporal y fuertes vientos invernales que caracterizan el clima de la región.

Los datos recabados hasta la fecha en el proyecto arqueológico evidencian el uso de distintos tipos de sedimentos (arcillas, limos, arenas) en la construcción, y la presencia de desgrasantes vegetales (como paja picada) especialmente en los revestimientos. La resistencia de los recubrimientos en su época de construcción, comparado con su fragilidad ante la intemperización después de haber sido excavados en la actualidad, sugiere la existencia de sustancias aglutinantes y/o impermeabilizantes de origen orgánico, que se han degradado lentamente a través del tiempo o bruscamente al momento de su exposición a los agentes medioambientales.

Con el objeto de identificar la composición de los materiales constructivos así como de sus posibles consolidantes, como parte del trabajo arqueológico en el sitio, desde 2007 se emprendieron labores de análisis de muestras estructurales (rellenos, adobes y recubrimientos de paredes y pisos) entre las que se encuentran hasta ahora estudios de petrografía, granulometría, difracción de rayos X, fluorescencia de rayos X, microscopía para la identificación de los vestigios botánicos, pruebas mecánicas de compresión, faltando aún los resultados de espectroscopía FTIR y cromatografía.

El trabajo está conformado en dos partes, la arqueológica, que se centra en el estudio de los tipos de construcción y sus características arquitectónicas (secuencia constructiva; tamaño, volumen y configuración de espacios techados; tamaño y forma de los componentes constructivos; sistemas de control de presión interna de rellenos; sistemas de desagües; estrategias de control de humedad del suelo; etc.), y la segunda parte referente al análisis estructural, que busca resolver la interrogante sobre la resistencia del material a las condiciones climáticas del trópico húmedo.

2. UBICACIÓN ESPACIO-TEMPORAL

El sitio prehispánico de La Joya está localizado en el Municipio de Medellín de Bravo, en el estado de Veracruz, en la costa del Golfo de México, en las coordenadas 19°04' N y 96°09' W (UTM 14Q 799850E 2110850N).

Su emplazamiento resultó estratégico en su momento de auge debido a que la ciudad se asentó en la confluencia de los ríos Jamapa y Cotaxtla los cuales generan un acceso controlado a la ciudad. Además, estos recursos fluviales permitían contar con agua perenne para el desarrollo agrícola y la subsistencia de sus habitantes.

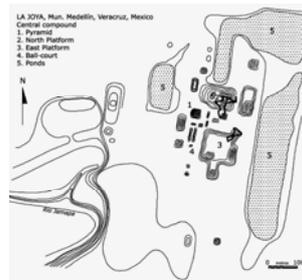


Fig. 2. Plano del sitio de La Joya (Daneels, 2008), integrando el croquis de Escalona (1937) y el levantamiento topográfico de 1988 (Daneels, 1990).

Mediante un sofisticado diseño de drenajes, la población pudo controlar y aprovechar tanto el agua pluvial como las crecidas del río, en un territorio conformado por una extensa planicie. Como la zona es fuertemente lluviosa y por lo tanto propensa a sufrir inundaciones, los pobladores hicieron impresionantes movimientos de tierra de manera que mientras se excavaba el suelo de amplios espacios que servían como reservorios de agua, el material extraído era sabiamente utilizado para edificar templos, palacios, juegos de pelota y grandes plazas ceremoniales, así como una serie de imponentes plataformas sobre las que se desplantaban las estructuras, orientadas consistentemente hacia el norte astronómico casi puro (0 a 6° al E de N).

Sin embargo resulta fundamental aclarar que esta impresionante ciudad no es un caso aislado. Un estudio de largo plazo iniciado por la arqueóloga Daneels en 1981, cubrió un área de 1,200 km² del bajo río Cotaxtla y permitió localizar 132 sitios con arquitectura monumental de tierra, principalmente correspondiente al periodo Clásico, que comparte rasgos compositivos y materiales. (Daneels, 1997, 2002)

Los resultados aquí presentados vienen de un total de diecisiete meses de excavaciones, iniciadas en noviembre de 2004, en dos temporadas de campo auspiciadas por el proyecto DGAPA-PAPIIT/UNAM IN305503, luego durante seis meses y medio por FAMSI y siete meses por Dumbarton Oaks.

3. LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Uno de los edificios que mayor información ha generado acerca de los materiales y sistemas constructivos del sitio es la zona de vivienda de élite que se ha llamado *Plataforma Este*. En ella se excavó hasta la fecha la tercera etapa constructiva, en la que se perciben cuatro remodelaciones, evidentes tanto en los cambios de nivel como en las características de los edificios superiores.

La primera fase (IIIA inferior) consta de una gran unidad residencial sobre un basamento escalonado de dos cuerpos, cuya fachada occidental conforma la esquina sudeste del nivel elevado de la plaza principal. El nivel superior, accesible a través de dos escalones, conduce a la residencia rodeada por un estrecho pasillo.

Aunque parcialmente desmantelado, aplicando el principio de simetría, se puede reconstruir la residencia completa que debió medir 12 x 5.5 m. Sus muros perimetrales y divisorios eran de adobes de 40x80x10 cm, con una altura de por lo menos de 1.68 m. Aunque este dato se ha perdido por la alteración de las ruinas, es posible deducirlo por un segmento de revoque de barro que se halló colapsado en el piso de la habitación, al pie de la base de la pilastra a la que originalmente recubría.

Lo mismo sucede con la reconstrucción hipotética del sistema de cubiertas que parece haber sido de techo plano. Para empezar, la ausencia de huellas de postes en los pisos o en los muros de adobe, o de rastros de escurrimientos de agua de lluvia proveniente de aleros, permiten suponer que el techo no está emparentado con las cubiertas inclinadas de hoja de palma con estructura de madera que son características de las viviendas tradicionales de zonas de trópico húmedo de toda Mesoamérica.

Además, a raíz de que el edificio fue incendiado intencionalmente al colocar pacas de hierbas secas en distintos sectores de la construcción, hallamos encima de los restos quemados los fragmentos del techo colapsado. Este elemento estaba formado por delgados morillos de madera (de 2.5 a 3 cm de diámetro) colocados unos contra otros, y recubiertos por un embarro del mismo grosor, alisado en la superficie exterior. La ausencia de líneas de goteras sugiere que el techo tenía un pretil para drenar el agua hacia la esquina noroeste donde iniciaba un tubo de desagüe al nivel del andador exterior.

Las cubiertas, patios y plazas contaban con el mismo diseño cuidadoso de tuberías de desagüe pluvial hechas de barro cocido. Se trata de secciones ligeramente cónicas de 80 cm de largo, que embonan unas en otras, entrando la parte angosta unos 10 cm en la parte ancha del segmento siguiente, sin que haya evidencia de que hubieran estado unidas por aglutinante alguno. Los segmentos fueron nivelados usando calzas hechas de fragmentos de vasijas rotas, para asegurar la correcta la pendiente de drenaje, antes de recubrir la canalización con la tierra de relleno.



Fig. 3. Tubería de drenaje pluvial de barro cocido. (Crédito: Annick Daneels, 2008)

Este dato es de notable importancia debido a que el empleo de techos planos en México ha sido documentado básicamente para zonas semiáridas donde las cubiertas se protegían de la lluvia mediante la colocación de revoques de cal y arena. Los únicos restos en los que se evidencia el uso de cubiertas planas de tierra sobre estructuras del mismo material se localizan en las regiones áridas del norte del país. Los constructores de La Joya dominaban a tal extremo los materiales de protección de las estructuras térreas que se podían “dar el lujo” de emplear techos planos, a pesar de la existencia de lluvias torrenciales por más de la mitad de cada año.

La distribución espacial de la primera fase de la *Plataforma Este* presenta un vestíbulo de acceso, flanqueado por columnas rectangulares, que da acceso a la sala principal, así como a las dos cuartos contiguas más pequeñas al Norte (la primera de las cuales resultó ser el granero, como lo evidencian cientos de mazorcas de maíz carbonizados

que se localizaron en su interior). Hacia el Sur, existe una habitación lateral que tiene una entrada independiente con una escalinata.

Como ya se explicó, este edificio residencial fue incendiado, y posteriormente las paredes se dismantelaron casi hasta su base, y alrededor de tres cuartas partes de las habitaciones posteriores fueron cortadas para erigir sobre ellas la segunda fase de construcción. Esta primera superposición (Nivel IIIA Superior) aparentemente comparte la misma plataforma de nivel inferior que la antigua, aunque la recubra, y es accesible a través de una escalera de tres escalones.

Tiene un diseño muy similar al anterior, aunque ligeramente más estrecho (11.4 x 4.5 m) y situado más al Oeste. Las principales diferencias con la etapa previa es que una de las columnas que se localizan a la entrada está incorporada al muro, por lo tanto debe designarse más bien como una pilastra encastrada. Además se duplica la sala del Sur que parece haber sido una cocina, lo que se deduce de la presencia de un fogón y residuos de huesos de ave. Las paredes de esta etapa fueron elaboradas con adobes de 30 cm de ancho, y la calidad general de la mano de obra es menor que en el edificio que lo precedió.

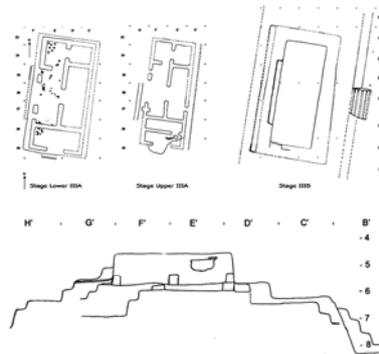


Fig. 4. Planta y corte de la Plataforma Este (Daneels, 2008).

La siguiente superposición (etapa IIIB) representa un cambio completo en la función de la estructura pues se convierte en una plataforma escalonada de tres cuerpos, con casi 4 metros de altura, con una superficie plana en la cumbre, y sin ninguna evidencia de edificio de adobe ni huellas de postes.

La estructura comparte el mismo piso de plaza que las etapas previas, con una escalera de siete escalones a la entrada principal al Oeste, y una escalera estrecha de cinco escalones adosada al cuerpo inferior al Este. El nivel superior sigue exactamente el contorno rectangular de la segunda residencia (Fig. 4). Este edificio permanece como una plataforma en tres niveles después de un aumento en el nivel general de la plataforma, pero sobresaliendo sólo como un volumen de 2.5 m de altura con una escalera principal de cinco escalones al Oeste.

Las siguientes remodelaciones continuaron el patrón de plataforma escalonada de cumbre plana, con una escalera principal al Oeste y escaleras secundarias al Este y al parecer al Norte y del Sur también, aunque su altura por encima del nivel general de la planta de la Plataforma Este se reduce progresivamente (2.4 m, luego de 2 m, luego de 1 m), lo que aparentemente refleja el decrecimiento en la importancia del edificio en la configuración general.

Otro edificio que ha sido cuidadosamente explorado y que revela interesantes datos acerca de los materiales y sistemas constructivos empleados en el sitio es la estructura que se ha denominado Pirámide Principal. Como ya se dijo, esta estructura aparece en el croquis de 1937 de Escalona y se trata de una construcción que ahora

se ha podido fechar dentro del periodo llamado Clásico Tardío en su última etapa constructiva. El inmueble arrancaba del nivel de la plaza sobrealzada correspondiente al periodo Clásico Medio, y que constituye la superficie actual del suelo.

Al estar esta superficie perturbada por las labores de los fabricantes de ladrillo, no ha sido posible encontrar ya vestigios del desplante de la construcción del Clásico Tardío. Solamente se conservaba parte del núcleo de relleno sobre la subestructura, el cual permitió estudiar algunos aspectos de su sistema constructivo el cual resulta sumamente ingenioso.

Para controlar la presión interna, los constructores colocaron grandes bloques de relleno, de aproximadamente 1 m de espesor, y más de 6 m de lado, alternando materiales arcillosos (gleys) con limos arenosos (fluvisols): los primeros le daban solidez y coherencia a la edificación, mientras que los segundos contrarrestaban el efecto de expansión y contracción natural de las arcillas a lo largo del ciclo estacional de lluvias y sequía (Daneels, 2008a). Además, este sistema de construcción permitiría la percolación de la humedad por los rellenos arenosos sin afectar en lo más mínimo la solidez del edificio, a diferencia de lo que hubiera sucedido de haberse utilizado cajones o celdas de adobe, como se hizo en el caso de la pirámide del Sol en Teotihuacán (observación del geólogo Pierre Masson, comunicación personal, 10 de septiembre 2009).

Los vestigios del edificio sacados a la luz en 2008 corresponden a una subestructura de finales del periodo Clásico Temprano (hacia el año 300 d.C.). Los sondeos realizados en la zona oriental desplantada a nivel de superficie actual, permitieron localizar su arranque a escasa profundidad, lo que hizo posible determinar que era un edificio de 45 m x 45 m con escalinatas en los cuatro lados, con una superficie de 2,353 m² y una altura inferida de 14 m. (Daneels, 2008a) A diferencia de la pirámide tardía, ésta no presentó un sistema de rellenos alternos sino que está constituida por un núcleo de arena en la base, recubierto por estratos de limos con evidencia de apisonamiento, aproximadamente a cada metro de espesor. La falta de un sistema de contención interna tiene como efecto un perfil más achatado del edificio, con un ángulo de 40° (comparado con los 57° que presentaba la estructura tardía).



Fig. 5. Vista del lado Oeste de la Pirámide (Créditos: Annick Daneels, 2008)

El volumen constructivo original de la pirámide, a partir de los datos de Escalona, sería de entre 19,000 y 21,700 m³. El total conservado actualmente es de 1,241 m³, es decir, entre 5.7 y 6.5 % del volumen de 1937. Las esquinas noroeste y suroeste de la subestructura están destruidas hasta nivel de suelo estéril, y subsiste sólo el sector central de la fachada oeste, que se encontraba bajo el núcleo conservado de la estructura correspondiente al periodo Clásico Tardío.

Esta fracción de la pirámide tiene una superficie de 128 m² y 8 m de altura en promedio. Se conserva parte de la escalinata con alfardas, restos de los 2 cuerpos inferiores al sur y restos de 6 cuerpos al norte, con un volumen de 374 m³. En el sector

oriental despalmado se conservan 1,810 m², correspondientes a niveles de entre 30 y 80 cm de altura del desplante de la estructura.

4. ESTUDIO DE LOS MATERIALES ESTRUCTURALES

Algunas muestras de los sistemas constructivos que se extrajeron del sitio fueron enviados al Laboratorio de Materiales de la Unidad Académica de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas en Tampico para su análisis granulométrico. Para tal fin, se seleccionaron fragmentos de cinco componentes estructurales: rellenos, adobes, firmes, pisos y revoques de muros.

Se llevaron a cabo pruebas de sedimentación en seco, en húmedo, resistencia a la compresión y módulo de elasticidad a 19 muestras. La selección de este material obedeció al hecho de que a simple vista se podía observar que, a pesar de tratarse de tierra del mismo origen, tanto su granulometría como su proceso de transformación le conferían características singulares.

Los rellenos presentaban una textura más gruesa y se desintegraban con facilidad. Los firmes tenían una consistencia mucho más sólida aunque su composición granulométrica era poco homogénea. Los pisos tenían una textura fina y una coloración ligeramente más clara que los firmes. Los adobes tenían una textura regular y se evidenciaban improntas y restos de fibras vegetales. Los revoques tenían una granulometría sumamente fina y también poseían huellas de material vegetal pero mucho más fino y corto que el presente en los adobes.

Entre los resultados de los estudios realizados se desprende que la tierra utilizada para los rellenos van del tipo SM (Arena limosa con arcilla de baja plasticidad) al tipo CL (Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad), dentro de la clasificación SUCS. Los firmes resultaron ser del tipo CL (Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad) dentro de la clasificación SUCS, mientras la textura de los adobes representa la mayor variación (SM, CL y SC o arena con arcilla). Las pruebas de resistencia a la compresión realizadas a una muestra de adobe (textura SC) dieron una capacidad de carga de 6,26 kgf/cm².

Los fragmentos de piso analizados tuvieron resultados distintos: los pisos exteriores de la Plataforma Este y de la Plataforma Norte, tuvieron una composición y comportamiento que los situó dentro del tipo SM (Arena limosa con arcilla de baja plasticidad). Otro fragmento de piso exterior de la Plataforma Este resultó ser CL (Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad) y el piso del patio de la Plataforma Norte fue del tipo ML (Limos inorgánicos, polvo de rocas ligeramente plásticos). Finalmente, la muestra de revoque que se analizó resultó ser del tipo CL (Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad). Las pruebas de resistencia a la compresión realizadas a fragmentos de piso arrojaron una capacidad de carga de 4,12 kgf/cm² y 4,40 kgf/cm².

Estos datos nos hacen ver que el material con que trabajaron los constructores del sitio en general era notablemente arcilloso lo que le confería una adecuada resistencia y trabajabilidad, sin embargo resultaba sumamente vulnerable ante la presencia de agua acumulada por lo que se tuvieron que diseñar sistemas constructivos que ayudaran al rápido desalojo del agua de lluvia; además nos obligan a inferir el empleo de una substancia consolidante e impermeabilizante de activación periódica que protegía todas las estructuras de la ciudad.

Las plataformas se edificaron con tierra compactada y posteriormente recibían una capa de revoque de limo arcilloso compacto, en promedio de 2 cm de espesor. Hay evidencia de renovación de revoques, ya que comúnmente los edificios tienen 3 a 4

capas superpuestas, variando ligeramente los colores (café claro, café grisáceo, café rojizo y beige). Las superficies exteriores de los revoques tienen generalmente una delgada capa (menos de 2 mm) de limo arenoso claro, que podría representar el residuo de la aplicación en base líquida de un producto con efecto hidrofugante. La buena conservación de las capas de revoque, y su continuidad sobre pisos interiores, muros de cuartos, andadores, taludes de basamentos y escalinatas, indica la efectividad del tratamiento aplicado. A juzgar por la secuencia constructiva, de manera sorprendente la renovación de revoques se hacía en promedio cada 50 años.



Fig. 6. Detalle del revoque de piso exterior: abajo, café grisáceo: firme de piso de limo arenoso con fragmentos de tiestos (2,5 cm espesor), en café claro: revoque de piso de arcilla limosa compacta con paja picada (3.5 cm espesor), franja delgada café amarillento de limo en la superficie de piso (3 mm): posible capa de mantenimiento. (Crédito: Annick Daneels, 2008)

5. CONSIDERACIONES FINALES

La arquitectura de tierra se ha vuelto un tema de investigación en México hasta fechas relativamente recientes. Las acciones dirigidas al patrimonio construido con tierra se asocian a los trabajos llevados a cabo en los años noventa por una organización denominada SICRAT (Seminario Internacional de Conservación y Restauración de Arquitectura de Tierra) que vinculó a los Centros INAH del Norte del país con restauradores del sur de los Estados Unidos. Sin embargo, los trabajos de este grupo se han enfocado hacia las estructuras patrimoniales emplazadas en zonas áridas.

La mayor parte de las ciudades que fueron construidas con tierra en la época prehispánica, se localizan en el altiplano de México, en las zonas desérticas del norte del país o en los áridos valles de Oaxaca. Esto significa que el uso de la tierra ha estado asociado a climas secos.

La investigación desarrollada en La Joya, Veracruz, resulta altamente relevante porque se centra en un campo disciplinar que ha sido muy poco trabajado a escala nacional e internacional: la conservación de estructuras térreas en el trópico húmedo.

Es importante hacer notar que la tradición constructiva con tierra tiene muchos años de haberse perdido en la región del Golfo de México. En un documento realizado a manera de censo económico del estado de Veracruz en 1946 se dice que apenas un poco más del 1% de las viviendas en la entidad en ese entonces eran de adobe, y de esa pequeña fracción el 81.8% se localizaban en “tierra fría” (sobre la vertiente occidental de la Sierra Madre) lo que significa que en la extensa zona del trópico húmedo de la costa ya no se conservaban estructuras de adobe por lo menos para mediados del siglo XX (De la Peña, 1946, p. 240-241).

Sin embargo, la ausencia de monumentos decimonónicos y coloniales hechos con adobe en el centro del estado de Veracruz hace suponer que esta cultura constructiva ya se había olvidado desde hace varios siglos y es probable que esta pérdida incluso

se remonte a fechas anteriores a la llegada de los conquistadores españoles, con los profundos cambios que se dieron en el siglo X, desde la época prehispánica.

Los estudios que aquí se reseñan serán punto de partida de dos líneas de trabajo: la primera que apoye un programa de conservación de sitios arqueológicos, localizados por miles en la costa del Golfo de México entre el Centro-sur de Veracruz y Tabasco, para su apertura al turismo; y la segunda, que fundamente la participación también de áreas del trópico húmedo a redes de investigación que promueven la construcción de tierra como alternativa sustentable viable para solucionar el problema de vivienda.

Es por esto que los datos que se logren rescatar del sitio de La Joya resultan tan relevantes pues nos hablan de una tecnología de clara adaptación al medio natural que se perdió hace siglos y que puede ser una solución a necesidades del futuro tanto en el campo de la conservación patrimonial como de la escasez de vivienda.

Bibliografía

Adams, S. (1983). *Historic Structure Preservation Guide. Wupatki National, Monument*. Washington D.C. (E.U.): National Park Service. US Department of the Interior.

Alba, A. y G. Chiari (1984). Protección y exhibición de estructuras excavadas de adobe. En: Stanley, P. (editor) *La conservación en zonas arqueológicas con particular referencia al área del Mediterráneo*. Roma (Italia): ICCROM.

Daneels, A. (1990). *Exploraciones en el Centro de Veracruz. Quinta temporada. Prospección y levantamiento topográfico en el Centro de Veracruz. Informe General presentado al Consejo de Arqueología*. Archivo Técnico, I.N.A.H. No. Catálogo 29-58, Exp. C/311.42 (D) / 5-18, Legajo 3. México D.F. (México): I.N.A.H.

Daneels, A. (1997). Settlement History in the Lower Cotaxtla Basin. En: Barbara L. and J.P. Arnold. (eds.) *Olmec to Aztec Settlement Patterns in the Ancient Gulf Lowlands* Stark. Tucson (U.S.A.): The University of Arizona Press. p.p. 206-252.

Daneels, A. (2002). *El patrón de asentamiento del periodo Clásico en la cuenca baja del río Cotaxtla, Centro de Veracruz. Un estudio de caso de desarrollo de sociedades complejas en tierras bajas tropicales*. Tesis de Doctorado en Antropología. División de Posgrado de la Facultad de Filosofía y Letras e Instituto de Investigaciones Antropológicas. México D.F. (México): U.N.A.M.

Daneels, A. (2005). *Exploraciones en el Centro de Veracruz. Temporada X. Temporalidad y función de la arquitectura de tierra. Proyecto de investigación. Documento presentado ante el Consejo de Arqueología*. Archivo Técnico I.N.A.H. (México): I.N.A.H.

Daneels, A. (2005a). El Protoclásico en el centro de Veracruz. Una perspectiva desde la cuenca baja del Cotaxtla. En: Vargas E. (ed.) *Arqueología Mexicana. IV Coloquio Pedro Bosch Gimpera, Volumen II: Veracruz, Oaxaca y mayas*, Instituto de Investigaciones Antropológicas. México D.F. (México): U.N.A.M. p.p. 453-488.

Daneels, A. (2005b). La alternativa centroveracruzana en la formación de entidades políticas en el periodo Clásico. En: Wiesheu W. y P. Fournier (Coord.) *Perspectivas de la investigación arqueológica. IV Coloquio de la Maestría en Arqueología*. México D.F. (México): Conaculta I.N.A.H./E.N.A.H. p.p. 131-141

Daneels, A. (2005c). Temporalidad y Función de la Arquitectura de Tierra, 18 noviembre 2004-20 febrero 2005. Informe Técnico Parcial. México D.F. (México): Archivo Técnico I.N.A.H.

Daneels, A. (2008). Monumental Earthen Architecture at La Joya, Veracruz, Mexico. www.famsi.org/reports/07021

Daneels, A. (2008a). *La Joya Pyramid, Central Veracruz, Mexico: Classic Period Earthen Architecture*. Dumbarton Oaks, Trustees of the Harvard University, Washington D.C.
http://www.doaks.org/research/pre_columbian/doaks_pco_project_grant_report_2007.html.

De la Peña, M. (Ed.) (1946). *Veracruz Económico*. Tomo I. Veracruz (México): Gobierno del Estado de Veracruz.

Escalona, A. (1937). *Ruinas de "El Tejar". Informe rendido a Luis Rosado Vega, Director Jefe de la Expedición Científica Mexicana, acerca de diversos trabajos de exploración en las Ruinas arqueológicas de El Tejar, Ver.* Archivo Técnico. Tomo CXIX. Vol. II. México D.F. (México): Instituto Nacional de Antropología e Historia.

French, P. (1986). The problems of *in situ* conservation of mudbrick and mud plaster. En: *In Situ Archaeological Conservation, Proceedings of a Meeting*. Los Angeles (E.U.): Getty Conservation Institute–INAH.

García, E. (1970). Los climas del estado de Veracruz (según el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por la autora). En: *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, No. 41, Serie Botánica 1: 3-42. México D.F. (México): UNAM.

Guerrero, L. (1994). *Arquitectura de Tierra*. Colección CYAD. México D.F. (México): U.A.M.-Azcapotzalco.

Guerrero, L. (2002). Deterioro del patrimonio edificado en adobe. *Diseño y Sociedad*. N° 13. Otoño. México. D.F. (México): U.A.M.-Xochimilco.

Guerrero, L. (Coord.) (2007). *Patrimonio Construido con Tierra*. México D.F. (México): UAM-Xochimilco.

Ohi, K. e I. Gilón. (2000). Los muros de morteros y los materiales para la restauración de la arquitectura de tierra en la zona Casa Blanca. En: *Chalchuapa, Informe de la investigación interdisciplinaria de El Salvador (1995- 2000)*, Kyoto, (Japón): Kyoto University of Foreign Studies.

Warren, J. (1999). *Conservation of earth structures*. Oxford (Inglaterra): Butterworth-Heinemann.
<http://whc.unesco.org/en/activities/21>

Notas

Abreviaciones:

E.N.A.H. Escuela Nacional de Antropología e Historia

I.N.A.H. Instituto Nacional de Antropología e Historia

U.A.M. Universidad Autónoma Metropolitana

U.N.A.M. Universidad Nacional Autónoma de México

Currícula

Annick Daneels, Arqueóloga, Doctora en Historia del Arte y Arqueología por la Universidad de Gante, Bélgica (1987) y Doctora en Antropología por la UNAM, México (2002). Investigadora del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM. A cargo desde 1981 del proyecto arqueológico "Exploraciones en el Centro de Veracruz".

Luis Fernando Guerrero Baca, Arquitecto, Maestro en Restauración Arquitectónica, Doctor en Diseño con Especialidad en Conservación del Patrimonio. Profesor Investigador de la UAM-Xochimilco. México. Coordinador del Comité Científico de Tierra del ICOMOS Mexicano, así como de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Rubén Salvador Roux Gutiérrez, Arquitecto, Doctor en Arquitectura por La Universidad de Sevilla. Profesor de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tampico, México. Líder del Cuerpo Académico de Diseño y Edificación Sustentable de la FADU.