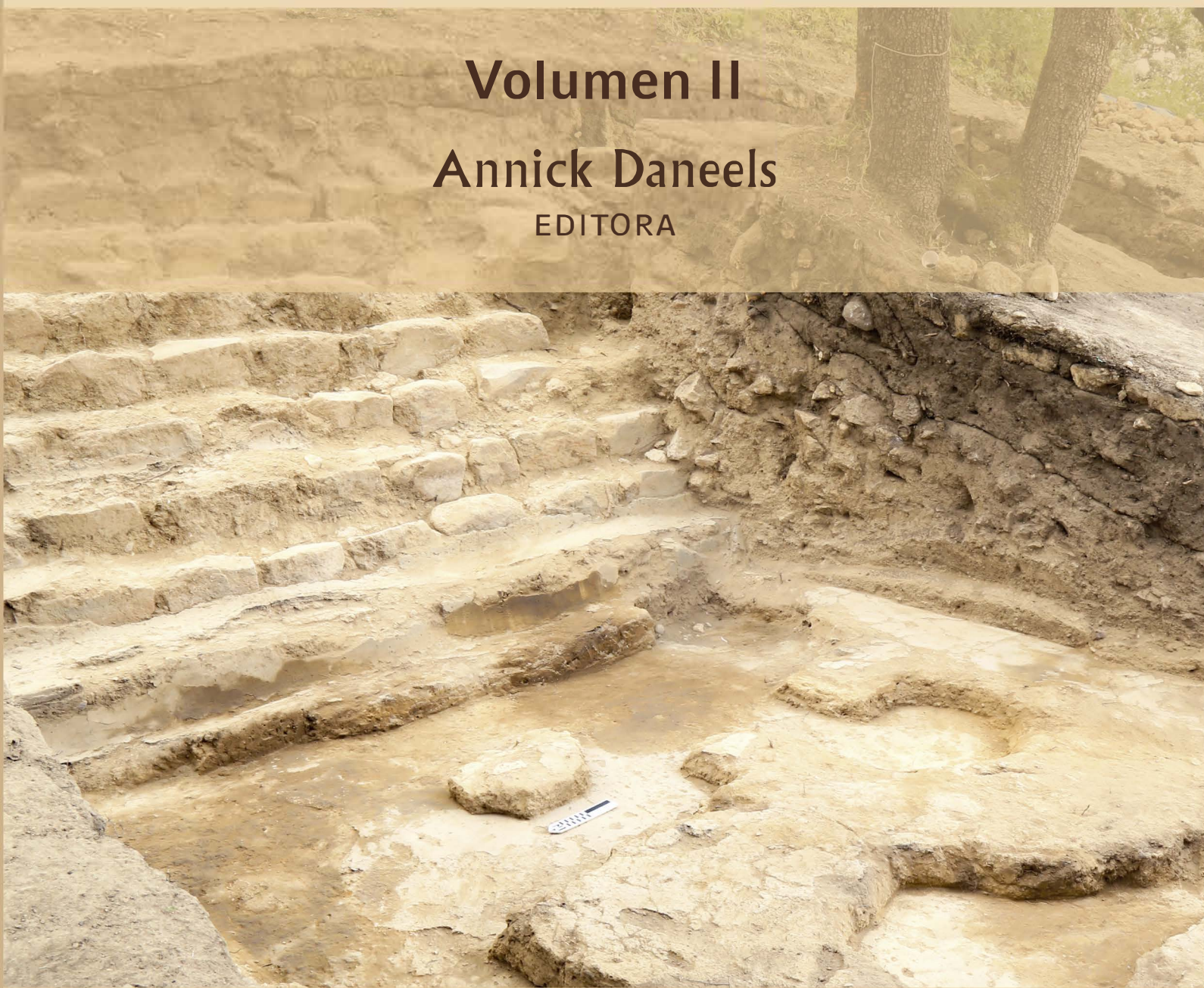


ARQUITECTURA MESOAMERICANA DE TIERRA

Volumen II

Annick Daneels

EDITORA



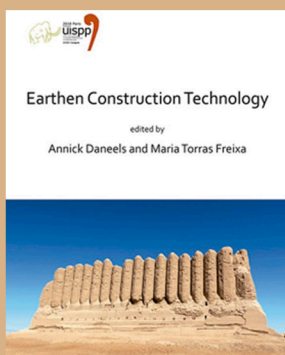
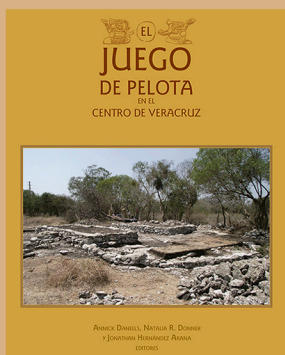
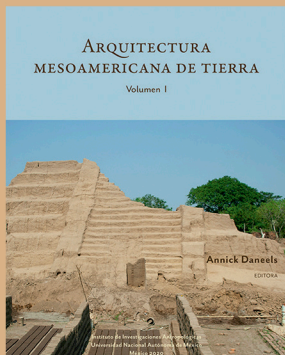
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MÉXICO 2021

Arquitectura mesoamericana de tierra. Volumen II

Éste es el segundo volumen de una serie dedicada a la arquitectura mesoamericana de tierra. En este tomo participan también arqueólogas y arqueólogos mexicanos y extranjeros cuyo interés académico en el tema los ha enfrentado a la complejidad de entender estos sistemas de construcción de los pueblos prehispánicos y al mismo tiempo, el reto que implica la preservación de los edificios que excavaron. En el primer volumen encontramos textos bastante descriptivos y acotados a sitios individuales; en contraste, los trabajos ahora presentados nos muestran un enfoque más activo y dialógico hacia el desarrollo de un sistema de trabajo consensuado e interdisciplinario para la excavación y preservación de construcciones de tierra en Mesoamérica. Si bien los autores parten de su experiencia en un sitio, abordan su evidencia desde el entorno regional y las relaciones culturales inmediatas y remotas: qué implicaciones tiene la selección de ciertas técnicas constructivas en la organización social; cómo pueden los estudios de los materiales constructivos aportar a la comprensión de redes de abastecimiento, al conocimiento de propiedades mecánicas o a la resolución de problemas estructurales; cómo pueden ciertas formas de edificar representar tradiciones constructivas y transferencias tecnológicas a nivel regional e interregional, más allá de las cualidades inherentes a los sedimentos y suelos locales que siempre serán la materia prima. Tales reflexiones sólo son posibles debido al creciente interés en la arquitectura de tierra, fenómeno observado desde hace unas décadas en la arqueología a nivel mundial, y que recientemente se manifiesta con investigaciones sólidas en sitios de Mesoamérica.



OTRAS PUBLICACIONES DE LA EDITORA



Annick Daneels (Gante, Bélgica), formada en historia del arte y arqueología en la Universidad de Gante y en antropología en la Universidad Nacional Autónoma de México, es desde 1998 investigadora del Instituto de Investigaciones Antropológicas de esta última institución, distinguida con el nivel II del Sistema Nacional de Investigadores. Lleva desde 1981 una investigación sobre la historia prehispánica en el centro de Veracruz, en la cuenca baja del Jamapa-Cotaxtla. Desde 2004, las excavaciones que lleva a cabo en el sitio de La Joya le han llevado a definir como línea de investigación principal la arquitectura monumental de tierra en Mesoamérica, misma que aborda tanto desde las vertientes sociopolíticas y simbólicas, como de la tecnología de los sistemas constructivos. De ella se derivan varias de sus publicaciones, nacionales e internacionales.

ARQUITECTURA MESOAMERICANA DE TIERRA

Volumen II

Annick Daneels

EDITORA



Instituto de Investigaciones Antropológicas
Universidad Nacional Autónoma de México
México 2021

Catalogación en la publicación UNAM. Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información

Nombres: Daneels, Annick, editor.

Título: Arquitectura mesoamericana de tierra. Volumen II / Annick Daneels, editora.

Descripción: Primera edición. | México : Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, 2021.

Identificadores: LIBRUNAM 2038123 (impreso) | LIBRUNAM 2083544 (libro electrónico) | ISBN 9786073052009 (volumen II) (impreso). | ISBN 9786073051491 (volumen II) (libro electrónico). **Temas:** Arquitectura indígena – México -- Conservación y restauración. | Arquitectura indígena -- América Central -- Conservación y restauración. | Construcción de tierra -- México -- Conservación y restauración. | Construcción de tierra -- América Central -- Conservación y restauración.

Clasificación: LCC F1219.3.A6.A767 2021 (impreso) | LCC F1219.3A6 (libro electrónico) | DDC 972.01—dc23

Arquitectura mesoamericana de tierra. Volumen II

Annick Daneels, editora

Universidad Nacional Autónoma de México

Primera edición: 2021

Término de la edición: noviembre 2021

ISBN Obra Completa: 978-607-30-2050-3

ISBN Volumen II (versión impresa): 978-607-30-5200-9

ISBN Volumen II (versión digital): 978-607-30-5149-1

© D. R. 2021 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, Coyoacán, Ciudad de México, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas
www.iiia.unam.mx

Agradecemos el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) al proyecto CB2015-254328 “Identificación de una tecnología prehispánica de construcción con tierra cruda” para la presente publicación.

Portada: Imagen: escalinata principal de la fachada oeste de la Pirámide Cerro Grande (S. Kabata, 5 de agosto de 2016, Proyecto Arqueológico Tlalancaleca, Puebla). Diseño de Ada Ligia Torres Maldonado con apoyo de Alejandro Mendoza Conde.

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

Toda reproducción de imágenes de monumentos arqueológicos, históricos y artísticos y zonas de dichos monumentos está regulada por la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas y su reglamento, por lo que el permiso correspondiente se debe tramitar ante el Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Las imágenes ubicadas en las páginas: 29, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 42, 43, 44, 45, 47, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 76, 77, 78, 92, 94, 98, 101, 102, 103, 105, 106, 108, 128, 146, 149, 153, 156, 157, 161, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 260, 261, 262, 263, 265, 266, 267, 269, 270, 271 e imagen de portada del libro son reproducciones autorizadas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia. SECRETARÍA DE CULTURA.-INAH.-MEX.

Esta obra está en disposición bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



Derechos reservados conforme a la ley

Hecho en México | *Made in México*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

La arquitectura de tierra en Mesoamérica: una línea de investigación 11

ARQUITECTURA DE TIERRA DEL FORMATIVO TERMINAL EN EL VALLE DEL BAJO RÍO VERDE, OAXACA, MÉXICO

Arthur A. Joyce, Charles D. Frederick y Sarah B. Barber 27

LA ARQUITECTURA DE TLALANCALECA, PUEBLA. DEFINIENDO LA TRADICIÓN CONSTRUCTIVA DEL FORMATIVO EN EL CENTRO DE MÉXICO

Julieta M. López Juárez, Shigeru Kabata y Tatsuya Murakami 55

MONTÍCULOS DE TIERRA Y CENTROS POLÍTICOS: EL ASCENSO Y LA CAÍDA DEL REINO DE IZAPA, CHIAPAS, MÉXICO

Robert M. Rosenswig 89

REVISIÓN DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN LAS PRIMERAS FASES DEL DESARROLLO URBANO DE TEOTIHUACAN

Maria Torras Freixa 117

LOS ADOBES DE LA GRAN PIRÁMIDE DE CHOLULA: UNA MIRADA DESDE LA CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Nora Ariadna Pérez Castellanos 143

LA ARQUITECTURA DE TIERRA DURANTE LOS PERIODOS PRECLÁSICO Y CLÁSICO EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA CHALCHUAPA, EL SALVADOR

Shione Shibata 169

LA ACRÓPOLIS DEL SITIO ARQUEOLÓGICO SAN ANDRÉS, ARQUITECTURA DE TIERRA DEL PERIODO CLÁSICO EN EL VALLE DE ZAPOTITÁN, EL SALVADOR

Óscar Antonio Camacho Mayorga 197

ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA FRONTERA SURESTE MAYA: SAN ANDRÉS EN EL VALLE DE ZAPOTITÁN, EL SALVADOR

Akira Ichikawa y Juan Manuel Guerra 213

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y CONSERVACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE COMALCALCO, TABASCO, MÉXICO <i>Ricardo Armijo Torres y Miriam Judith Gallegos Gómora</i>	247
RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS PREHISPÁNICAS EN LOS PARQUES ARQUEOLÓGICOS DE TAZUMAL Y CASA BLANCA, CHALCHUAPA, EL SALVADOR <i>Shione Shibata</i>	275
CONSERVACIÓN DE ARQUITECTURA DE TIERRA EN SAN ANDRÉS, EL SALVADOR <i>Akira Ichikawa</i>	319

INTRODUCCIÓN

LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN MESOAMÉRICA: UNA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Este segundo volumen de *Arquitectura de tierra* es el resultado de un enlace cada vez más formal de investigadores trabajando en sitios de tierra del ámbito mesoamericano. Arqueólogos y otros especialistas, interesados específicamente en su arquitectura, sus sistemas constructivos y su tecnología, aplican métodos cada vez más avanzados para entender la organización sociopolítica de las sociedades que la erigieron. A la fecha, ya es posible hablar de la consolidación de una línea de investigación, cuando menos para México, ya que Centroamérica lleva una delantera significativa.

En esta introducción, se presenta a manera de ensayo bibliográfico el panorama en México y los avances más sobresalientes a nivel mundial sobre este tema, logrados desde la redacción del volumen anterior, cuya versión final se entregó en 2014 (pero cuya publicación se retrasó por una serie de vicisitudes editoriales y administrativas). Esto permitirá poner en perspectiva cuál es la relevancia de las contribuciones presentadas ahora en el volumen presente.

La importancia de la investigación arqueológica se ha reflejado en una mayor participación en colectivos nacionales e internacionales interesados en la arquitectura de tierra como patrimonio cultural y como alternativa de construcción moderna. En los numerosos congresos temáticos, poco a poco se empieza a ver un diálogo entre los arquitectos, restauradores e ingenieros que trabajan desde los preceptos normativos modernos, los maestros artesanos poseedores de conocimientos tradicionales vernáculos y los arqueólogos que van revelando con su trabajo las técnicas y los sistemas constructivos que fueron olvidados con el paso del tiempo.

LA INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA

Hasta finales del siglo pasado, los esfuerzos de investigación sobre arquitectura de tierra en Mesoamérica estaban aislados y sus contribuciones fueron de bajo impacto. Los trabajos pioneros en el área olmeca (La Venta y San Lorenzo), zapoteca (San José Mogote) y el Altiplano Central (Cholula y Xochitécatl-Cacaxtla) quedaron opacados por la importancia de los hallazgos asociados (esculturas, pinturas murales, ...). Se prestó muy poca atención a la ubicuidad de la tierra como elemento constructivo, ante la aparente importancia de la piedra que, muchas veces, sólo fungía como recubrimiento (Teotihuacan, Cholula, ...) o en

otros casos, sólo era una estrategia de preservación de los arqueólogos a cargo del sitio (Tula, Cuicuilco, Cacaxtla...).

Esta situación contrasta con los adelantos alcanzados en muchas otras partes del mundo. Por una parte, está el norte de México y sur de Estados Unidos, donde la arquitectura de tierra ganó sus cartas de nobleza con la declaración de patrimonio mundial del Cahokia Mounds State Historic Site (en 1982), Taos Pueblo (en 1992), Paquimé (en 1998) y más recientemente del Camino Real de Tierra Adentro (2010), que va de la Ciudad de México a Santa Fe, Nuevo México. Particularmente el noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos han sido objeto de reuniones sistemáticas del TICRAT (Taller Internacional de Conservación y Restauración de Arquitectura de Tierra) organizadas anualmente desde 1995 por el Instituto Nacional de Antropología e Historia de México en colaboración con el National Park Service y la ONG Cornerstones Community Partnerships de Estados Unidos; no obstante, éstos enfocan principalmente la capacitación de personal especializado para la intervención de sitios históricos antes que arqueológicos. En la investigación arqueológica sobresalen los trabajos en el área de la cultura Casas Grandes (en torno a Paquimé) y las casas acantilado en la sierra entre Chihuahua y Sonora hasta el sur de Durango, llevados a cabo por investigadores del INAH (J. L. Punzo, E. Gamboa, actualmente en colaboración con la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez – Y. Kita) y de estadounidenses (ver Punzo 2011, 2016, Minnis y Whalen 2015, Kita 2018); para el área misisipiana, hay también interés específico en la arquitectura de los *Moundbuilders* (ver Sherwood y Kidder 2011, Balthus 2016 para una revisión reciente).

En Centroamérica, Guatemala y El Salvador destacan por la temprana valoración de su patrimonio de tierra. Kaminaljuyú y Zaculeu (desde la década de 1950) y Takalik Abaj (desde 2002) son objeto de investigación e intervención permanente (Arroyo 2017, Álvarez y Juárez 2017, Schieber y Orrego 2011, Orrego, comunicación personal julio 2017); además, muchos otros sitios están bajo estudio (p. ej. Naranjos) o en proceso de apertura al público (San Andrés Semetabaj). En El Salvador, la atención se centra en dos áreas: la de Chalchuapa, con los sitios de El Trapiche, Casa Blanca y Tazumal, y el valle de Zapotitán con San Andrés y Joya de Cerén; de varios de ellos se hablará ampliamente en este volumen.

En Sudamérica, Perú sigue llevando la delantera con las investigaciones en la costa; hay dos grandes áreas de intervención arqueológica asociada a programas interdisciplinarios de conservación sistemática desde 1970: la costa norte, con los sitios moche y wari (siguiendo la trayectoria iniciada por el Proyecto de las Huacas del Sol y de la Luna, Morales 2020) y el área de Lima, centrado en torno a Pachacamac con proyectos gubernamentales (Pozzi 2014) y de universidades extranjeras (Colonna y Eeckhout 2018, Ghezzi y Salcedo 2018).

En Europa, el estudio de arquitectura de tierra arqueológica, particularmente en las áreas mediterráneas y mediorientales, ha consolidado un importante grupo de investigación, lo que se refleja en las contribuciones publicadas de congresos especializados sobre técnicas particulares: tierra cortada, tierra apisonada, adobe y bajareque; incluye avances en los métodos de registro, análisis e identificación de las técnicas constructivas (Chazelles en prensa, Chazelles

INTRODUCCIÓN

y Klein 2003, Chazelles *et al.* 2007, 2011 y en prensa). La madurez de estos estudios se refleja en la publicación de libros de síntesis en formato de manuales (Pastor 2017).

LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

Fuera de las investigaciones específicamente arqueológicas, la arquitectura de tierra en general, como patrimonio cultural y alternativa sustentable de construcción, sigue siendo promovida por organismos como el ISCEAH (International Scientific Committee on Earthen Architectural Heritage) del ICOMOS con los congresos Terra, programados en 2022 en Santa Fe, Nuevo México, y en 2024 en Cuenca, Ecuador. Serán las decimotercera y decimocuarta reuniones de una serie iniciada en 1972, en Yazdh, Irán. El CRATERRE de la Escuela Nacional Superior de Grenoble, en Francia, y el Getty Conservation Institute en Los Ángeles, EUA, continúan desde la década de 1980 con sus programas de arquitectura de tierra, aunque la organización intergubernamental ICCROM (Centro Internacional para el estudio de la preservación y restauración de la propiedad cultural), con sede en Roma, Italia, lo suspendió en 2008 y el programa WHEAP de la UNESCO, iniciado en 2007, concluyó en 2017. Siguen vigentes los Seminarios Iberoamericanos de Arquitectura y Construcción con Tierra (SIACOT) organizados por la Red Iberoamericana PROTERRA (www.redproterra.org), que a partir de 2019 (cuando tuvo lugar en la Ciudad de Oaxaca) se hace de manera bienal en vez de anual. Esta organización publicó el libro *Arquitectura de tierra en América Latina*, que sintetiza los conocimientos sobre el tema en 22 países, desde México a Chile (Correia *et al.* 2016). Esta publicación representa el complemento de la publicación *Terra Europae* publicada un poco antes, desarrollada en el marco del proyecto *Terra [in]cognita – Earthen Architecture in Europe research project* 2009-2011 (Correia *et al.* 2011). Earth USA es otro evento bienal organizado por Adobe in Action, una ONG de Nuevo México (www.adobeinaction.org), que agrupa arquitectos, ingenieros, constructores, restauradores y arqueólogos especializados en la arquitectura de tierra. Algunos otros colectivos activos en arquitectura de tierra son: en Alemania, Dachverband Lehm E.V. (www.dachverband-lehm.de); en España, Arquiterra (www.arquiterra.org) y Grupo Tierra de la Universidad de Valladolid (www.uva.es/grupotierra); en Gran Bretaña, Earth Building UK and Ireland (ebuki.co), en la que tiene una papel importante la arqueóloga Louise Cook (University of York); en la India, Auroville Earth Institute (www.earth-auroville.com); en Japón hay dos instancias con proyectos de arquitectura de tierra, el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural de Tokio y el World Heritage Studies de la Universidad de Tsukuba; en Francia, Réseau Terre (<https://reseauterre.hypotheses.org/>), más consultado por arqueólogos, y Les Terreux Armoricaïns (<https://webmaster50050.wixsite.com/terreux-armoricaïns/le-collectif>), más orientado a la normativa de construcción moderna. El Ministerio de Transición Ecológica de Francia inició desde 2015 el programa PACTE (*programme d'action pour la qualité de la construction et la transition énergétique*) con el objetivo de bajar el CO2 en la construcción, el cual llevó a la creación en 2018 de la Confédération de la construction en terre crue (CCTC) y la formaliza-

ción en septiembre 2021 del *Projet National Terre*. Incluso existe un sitio web concentrador que reporta las actividades y publicaciones de 45 países: <https://eartharchitecture.org/>. Todas estas organizaciones señalan la importancia y el interés por la arquitectura de tierra en distintos niveles de desarrollo y ambientes, social, académico, gubernamental y empresarial.

IMPLICACIONES SOCIOPOLÍTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN EN TIERRA

En la arqueología, el estudio de la arquitectura siempre ha sido relevante por las inferencias que permite hacer sobre aspectos sociales, económicos, políticos y simbólicos de la sociedad que la erigió. Desde el marco procesual, el análisis de las dimensiones y complejidad constructiva de las edificaciones provee evidencia de muchos aspectos de la interacción social como el grado de centralización política, la organización y sustento de la mano de obra para la obtención y procesamiento de la materia prima, así como el grado de especialización que requiere la realización de los distintos sistemas constructivos. A su vez, la arquitectura refleja la lógica del diseño urbano que define las áreas de acceso, tránsito, asamblea y menor o mayor restricción, así como de las redes de circulación regionales. Además, desde un marco más cognitivo, la traza misma de las ciudades es la expresión física de la estructura de la sociedad, incluso, la ubicación y orientación de los edificios reflejan conceptos de cosmovisión.

La mayoría de los autores del presente volumen abordan la relación entre sistemas constructivos y organización social. Joyce y sus coautores trabajan en la acrópolis monumental de un sitio del final del Formativo tardío en la costa de Oaxaca. Estiman que los sistemas constructivos son los mismos que los identificados en los pueblos agrícolas circundantes, de lo que infieren que la población agrícola proporcionó tanto los conocimientos como la mano de obra. Debido a ello, consideran que la monumentalidad se obtiene más por acreción que por la introducción de estrategias arquitectónicamente más complejas. Esto contrasta con la interpretación que proponen otros autores para sitios contemporáneos o posteriores, por ejemplo, Robles y coautores (en el volumen anterior) en Cholula, López y coautores en Tlalancaleca, e Ichikawa y Guerra en San Andrés (en este volumen). A partir de la variabilidad de tamaño de los adobes usados en el relleno de los edificios monumentales, infieren que los bloques estaban elaborados por distintos grupos o comunidades, usando su materia prima local y dimensiones tradicionales. Para la construcción de rellenos, esta variabilidad no se considera de relevancia, ya que la diferencia en tamaño quedaba compensada por el mayor o menor uso de argamasa de lodo.

Sin embargo, hasta la fecha, los adobes cronológicamente más tempranos se reportan únicamente en edificios mayores o de residencia de las élites, no en las casas modestas, lo que sugiere una especialización en el modo de construcción, la cual no se requería para la vivienda doméstica. Este último tipo de vivienda usa generalmente el bajareque o la tierra modelada (Guerrero 2018), que son sistemas constructivos que resultan más económicos y expeditos para equipos del tamaño de una familia nuclear o extensa. Es posible que la aparente ausencia de adobes se deba a la falta de excavaciones en la periferia habitacional de los

INTRODUCCIÓN

sitios tempranos, pero cuando menos en el caso de San José Mogote, las residencias modestas tempranas carecen de ellos. Otro aspecto es la manufactura. Los adobes más tempranos en Mesoamérica, igual que en el resto del mundo, son hechos a mano, sin molde, muchas veces de forma cónica o planoconvexa. Solo a partir de 700 aC aparece el adobe rectangular, un posible invento del área olmeca (Daneels 2018). Esta innovación es relevante, porque indica que se desarrolló el concepto básico de la arquitectura moderna de la unidad estandarizada de construcción (ahora de ladrillo o bloc de cemento), por su utilidad para lograr aparejos regulares y sólidos y un avance rápido de una obra monumental. La producción en masa de adobes regulares facilitó la previsión de programas de construcción mayores, realizado por grupos que no están necesariamente involucrados en la obra misma. Tal circunstancia permite inferir una organización con base en un sistema de abastecimiento (por tributo o comercio), independiente de la obra misma. Esto contrasta con las técnicas de bajareque y tierra modelada, donde las mezclas de lodo se van produciendo conforme las necesidades a pie de obra, y requieren periodos de descanso en lo que van fraguando los segmentos frescos.

A todos los niveles, la innovación del adobe rectangular representa un hito en la profesionalización de la construcción y, hasta ahora, se asocia con el surgimiento de sistemas complejos de organización sociopolítica. A diferencia de las técnicas de bajareque y tierra modelada, que fueron inventadas de manera independiente en muchos momentos y lugares del mundo, el adobe parece haber sido una de estas invenciones, como la agricultura, la escritura y el Estado, que emergieron en unos pocos lugares y contextos sociopolíticos y que después adoptaron otras culturas. Esto ya se está proponiendo para el Viejo Mundo, con un probable origen entre el Cercano y el Medio Oriente y su posterior distribución en el Mediterráneo, en contextos neolíticos tardíos asociados con los inicios de la cerámica (Chazelles 2011, Sauvage 2011). En el caso de América, la evidencia a la fecha sugiere la invención en el área olmeca, con su posterior popularización en Mesoamérica y su posible transferencia tecnológica a Sudamérica (Daneels 2018). En muchos informes de excavación, los adobes no se describen con la suficiente precisión como para evaluar si fueron hechos en algún tipo de molde, condición indispensable para verificar la intención de una producción estandarizada. Robles (2007), Shibata (este volumen) e Ichikawa y Guerra (este volumen), son los que presentan cuadros de mediciones de adobes que permiten evaluar la regularidad de los tamaños. En sociedades neolíticas como las mesoamericanas, la fabricación de moldes de madera (tan ubicuos en el resto de mundo) es problemática debido a la ausencia de herramientas de metal para hacer tablas. Un estudio previo propone que es posible hacer adobes regulares en moldes cavados en la tierra (Daneels y Piña 2019), pero en este volumen, López en Tlalancaleca e Ichikawa y Guerra en San Andrés presentan por primera vez evidencia de huellas de desmolde que sugieren la existencia de marcos de madera.

Otro aspecto de los adobes es su uso. El más temprano fue en los rellenos de plataformas que sirven de basamento para levantar edificios. El caso más antiguo se reporta en el valle de Oaxaca, fase donde se usan adobes planoconvexos para hacer celdas que se rellenan con tierra. La tradición de hacer celdas constructivas para contener rellenos de tierra continúa en el Altiplano Central de México, ya con adobes rectangulares, como se reporta para el Pre-

clásico superior y Clásico temprano en Tlalancaleca, Cholula y Teotihuacan (este volumen). En el Preclásico medio ya se usaban en La Venta, Tabasco, para hacer rellenos masivos de adobes mampuestos con mortero. Esta estrategia al parecer no continuó en el Golfo, donde sitios del Clásico tienen rellenos reestructurados (Daneels *et al.* 2018a), pero son comunes en Cholula y en Teotihuacan (Robles *et al.* 2020, Torras, este volumen).

Curiosamente, tales rellenos masivos de adobe aparecen en San Andrés, El Salvador, como una innovación en el Clásico tardío (Ichikawa, este volumen, Camacho, este volumen). Ambos autores los relacionan con la adopción del adobe rectangular desde la zona de Chalchuapa, al oeste, donde su uso está atestiguado desde el Clásico temprano. Por otro lado, en Kaminaljuyú, Guatemala, se reportan adobes durante el Clásico tardío, después de la fase caracterizada por la construcción en talud-tablero considerada una influencia de Teotihuacan. Esta observación aporta a la larga discusión referente a la influencia o presencia de Teotihuacan en este último sitio, basado en la presencia, entre 350-550 dC, de arquitectura talud tablero en la acrópolis del sitio. La ausencia de adobes para celdas de rellenos, tan típicos de Teotihuacan, se interpreta como evidencia de que Kaminaljuyú imitó el estilo teotihuacano, más no su técnica. Sin embargo, algunos autores han propuesto que este estilo estuvo asociado a un cambio en el tipo de argamasa, donde la carga de piedrín (grava fina) se reemplazó por pómez (de allí llamado pumedrín), siguiendo una receta del famoso “concreto teotihuacano”, mezcla de pómez molida y arcilla (Houston *et al.* 2003). Lo cierto es que generalmente las argamasas de Guatemala y El Salvador tienen un importante componente de pómez o de gravilla volcánica, así que la evidencia arquitectónica sugiere una tradición constructiva local.

LOS ANÁLISIS APLICABLES A LA ARQUITECTURA DE TIERRA

Durante mucho tiempo se ha realizado un protocolo de estudios estándar a las muestras de construcción (Guillaud 2008). Por una parte, definen las propiedades mecánicas y físicas: textura, granulometría, clasificación de suelos, límites de Atterberg, porosidad y resistencia mecánica. Por otra parte, la composición del sedimento se analiza por petrografía de láminas delgadas, la determinación química elemental por Fluorescencia de Rayos X (FRX) y la definición de las arcillas por Difracción de Rayos X (DRX) en fracción fina orientada. Sólo recientemente se ha empezado a aplicar análisis más sofisticados para entender la resistencia del material constructivo, que ha permitido que muchos edificios sobrevivan hasta hoy, un éxito que no se explica directamente con base en los análisis convencionales. Hay tres vertientes que se están desarrollando al mismo tiempo: una dirigida a la composición mineral, que evalúa en particular el papel de la fracción fina total: no sólo las arcillas (cristalina) sino también las fracciones semi-cristalinas y amorfas; otra que se centra en la identificación de los aditivos orgánicos que se usaron para estabilizar la tierra; y la tercera, el estudio micromorfológico en láminas delgadas para identificar el origen del material parental y los procesos de manufactura.

INTRODUCCIÓN

Pérez aborda la primera línea en este volumen con base en muestras de la pirámide de Cholula. Complementa el estudio convencional con análisis por Microscopía Electrónica de Barrido en muestra completa y FTIR, PIXE, Colorimetría en fracción fina orientada, a la que adicionalmente aplica Resonancia Magnética Nuclear en Estado Sólido (MAS-NMR) y Termogravimetría y Térmico Diferencial (TSA-DSC), lo que permite inferir cambios de fases cristalinas y ayuda a identificar las fases amorfas. Sus resultados le sugieren que los alófanos, un tipo de amorfo, por sus características estables y su tamaño muy pequeño, ayudaron a compactar los adobes, un factor que hasta la fecha no se había tomado en cuenta. En Tlalancaleca (López *et al.* este volumen) se trabaja según un protocolo muy similar.

El estudio de los aditivos orgánicos se orienta a los análisis de química orgánica, buscando identificar los añadidos intencionales útiles para la estabilización de la tierra. CRATERRE ha investigado este tema a profundidad, y publicó una evaluación de las propiedades de los aditivos poliméricos naturales usados en la arquitectura vernácula mundial (Vissac *et al.* 2017). Esta ha sido la vertiente más desarrollada por el proyecto iniciado en La Joya, Veracruz, y actualmente llevado a un ambicioso estudio comparativo a nivel de Mesoamérica en el marco de los proyectos PAPIIT IN400816 y CONACyT CB2015-254328, contrastando extractos de residuos orgánicos de muestras constructivas (adobes, repello y pisos) de sitios de trópico húmedo (La Joya, Ver.; Chak Pet, Tam.; La Blanca, Guatemala; Chalchuapa, Casa Blanca, Tazumal y San Andrés, El Salvador) y de zonas semiáridas en Mesoamérica (Teotihuacan, EdoMex; Loma de Piriticuaro, Piaitícuro, La Casita y Tres Mezquites, Mich.; Buenavista, Zac.; Tlalancaleca, Pue.). En La Joya se observaron residuos de hidrocarburos que se interpretaron como derivados de petróleo, disponible en afloramientos cercanos que fueron utilizados desde la antigüedad (Daneels *et al.* 2018b, Daneels *et al.* 2020). La aplicación de emulsión asfáltica, o de bitumen diluido en aceite, en adobes y capas de sacrificio experimentales resultaron ser muy eficientes a partir de concentraciones tan bajas como de 1%, para estabilizar la tierra, evitar su agrietamiento y dar resistencia a la intemperie del trópico húmedo, además de servir como fungicida, herbicida y repelente de insectos (Daneels y Kita 2018).

Los análisis hechos con cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-EM) en modo scan y en modo SIM identificaron biomarcadores específicos de petróleo, y su origen común con bitúmenes arqueológicos se comprobó mediante estudios de Espectrometría de Masas de Relaciones Isotópicas (IRMS) de carbono (Daneels *et al.* 2016). En los demás sitios no se verificó este tipo de aditivo, salvo en Tamaulipas, donde también existen afloramientos usados desde el Preclásico (Daneels *et al.* 2020).

La tercera vertiente que parece muy prometedora es la micromorfología de láminas delgadas aplicada en rellenos y en muestras constructivas. La primera es más afín a los análisis convencionales de pedogenética, bien desarrollados ya en la geoarqueología, y permite identificar el origen de la materia prima, así como las condiciones medioambientales previas a su extracción y después de su uso como relleno constructivo. Este tema se analizó en una tesis de maestría bajo la dirección de S. Sedov, e incluye muestras de La Joya, Ver. y Tres Mezquites, Mich. (García 2020).

El segundo tipo de análisis, aplicado a muestras constructivas, tiene como objetivo identificar el modo de manufactura y distinguir tapia de adobe, tierra modelada o tierra cortada, así como los distintos tipos de argamasas y repellos, de acuerdo con las microcapas, la forma de los poros y la orientación de las partículas. Esta línea está en pleno desarrollo en Europa, particularmente Francia (C. Cammas, M. Onfray, F. Watteau) y España (M. M. Bergada, M. Mateu), también en Inglaterra (R. McPhail - *EARTH-Institute of Archaeology: Earthen Archaeology: Research, Theory and History*, www.ucl.ac.uk/mud, hasta 2012). En América, la figura principal es la de P. Goldberg, (colaborador de R. McPhail), quien analizó las primeras muestras de micromorfología en el proyecto de Joyce *et al.* (en este volumen). Ahora, en colaboración con M. Mateu (Mateu y Daneels 2020), J. Piña (2021) realizó su tesis sobre muestras de La Joya, Ver. y H. Fernández, analiza las de Buena Vista, Zac.

LOS RETOS DE LA CONSERVACIÓN

La arquitectura de tierra representa un reto particular para su preservación, conservación y restauración. Con base en los principios de reversibilidad de la Carta de Venecia, es casi imposible dejar expuestas las superficies originales sin algún tipo de intervención (aunque sea un techado), por lo que generalmente se opta por el reenterramiento (Armijo y Gallegos, este volumen) o la capa de sacrificio, que puede tener varias alternativas. Una consiste en recubrir el original con geotela y aplicar una capa de mezcla terrosa lo más parecida posible a la original siguiendo los contornos de vestigio (siguiendo las recomendaciones de la Carta de Nara); este ha sido el caso en sectores de Teotihuacan (Sarabia, comunicación personal, 22 marzo 2019) y en La Joya (Daneels *et al.* 2014). La otra es encapsular el original con paredes del mismo tipo de aparejo, dejando un espacio libre entre el original y la reconstrucción que se rellena con sedimento cernido y estable que sirve de protección; esta estrategia se usa en Estados Unidos (<https://www.nps.gov/peco/learn/historyculture/preservation.htm>) y en el edificio de La Campana en San Andrés (Ichikawa, este volumen) y Tazumal (Shibata, este volumen). Cuando las estructuras están incompletas por el deterioro, es necesario restituir volúmenes para dar estabilidad estructural, usando materiales afines y dejando evidencia de la intervención, para posibilitar su retiro si fuera necesario (Ichikawa, este volumen, Armijo y Gallegos, este volumen).

Sólo en el caso de decoraciones superficiales, como relieves y pintura mural, se ha considerado necesario intervenir las superficies originales, con material afín: argamasas de cal, barro y pómez, como en San Andrés y Teotihuacan, o mezclas de cal con cargas de concha triturada en Comalcalco. Ya se descartó el uso de aditivos como el cemento, que estuvo de moda en 1940 a 1990, aunque en algunos sitios aún se use (p. ej. Takalik Abaj, M. Orrego, comunicación personal, julio 2017). Generalmente se promueve la estabilización con cal, aunque no haya sido usada en la arquitectura del sitio (Ichikawa, este volumen). Esta estrategia no resultó en el caso de La Joya, probablemente por la presencia de los hidrocarburos, cuerpos grasos contenidos en la tierra que no dejaba fraguar la tierra con la cal (Daneels y

INTRODUCCIÓN

Kita 2018, Laurent Coquemont, comunicación personal, octubre 2016). El uso de silicatos (como el TEOS o el TOT) o acrílicos (como el Paraloid B72) ya tampoco se acostumbra, debido a que a mediano plazo provoca exfoliación de las superficies originales por los cambios de humedad de los núcleos. Se siguen usando en las pinturas murales de los sitios de la costa norte de Perú (Uceda y Morales 2010: 109-199, Morales 2020: 169), donde funcionan por las condiciones muy particulares de escasa variabilidad de humedad y temperatura. Los techos de lámina o de materiales percederos se siguen usando en Cacaxtla, Kaminaljuyú y Joya de Cerén, pero el monitoreo ha revelado que crean microclimas y túneles de viento que llegan provocar la erosión de las superficies y a desestabilizar el núcleo (Guerrero 2020).

APORTACIÓN DEL VOLUMEN

Por lo tanto, en comparación con el primer volumen, cuyo tenor era todavía muy descriptivo, las contribuciones de este segundo volumen muestran la madurez de la reflexión sobre la arquitectura de tierra en Mesoamérica, desde su significado social y político en la antigüedad, hasta su excepcional valor testimonial como una tecnología constructiva sofisticada y eficiente, de la que queda aún mucho por aprender. Los esfuerzos de conservación y los programas experimentales de reproducción de la tecnología están aportando información valiosa tanto para revalorar este patrimonio como para recuperar los conocimientos de los antiguos constructores en la arquitectura moderna.

ANNICK DANEELS

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, JOSUÉ Y DANIEL JUÁREZ

- 2017 La arquitectura en barro y los trabajos de conservación, *Galería 56*: 78-83. https://issuu.com/mariflorsolis1/docs/revista_galeria_56_ (consulta: 28 de abril de 2019).

ARROYO, BÁRBARA

- 2017 El sitio de Kaminaljuyú, *Galería 56*: 12-21. https://issuu.com/mariflorsolis1/docs/revista_galeria_56_ (consulta: 28 de abril 2019).

BALTHUS, MELISSA, R.

- 2016 Building Power: Earthen Monuments in the Construction of Elite Identities in Pre-Columbian North America, Annick Daneels (ed.), *Monumental Earthen Architecture in Early Societies. Technology and Power Display. Proceedings of the XVII UISPP World Congress (1-7 September, Burgos, Spain), Volume 2/Session B3*, Archaeopress, Oxford: 1-12. <https://www.archaeopress.com>.

com/ArchaeopressShop/Public/download.asp?id=%7B387345AC-1F2C-4634-A00A-F1B27AEE42D8%7D (consulta: 28 de abril de 2019).

CHAZELLES, CLAIRE-ANNE DE

- 2011 La construction en brique crue moulée dans les pays de la Méditerranée, du Néolithique à l'époque romaine. Réflexions sur la question du moulage de la terre, Claire A. de Chazelle *et al.* (eds.), *Les cultures constructives de la brique crue. Échanges transdisciplinaires, 3. Actes du colloque international, Toulouse, 16-17 mai 2008*, Éditions de l'Espérou, École d'architecture du Languedoc-Roussillon, Montpellier: 153-164. https://www.academia.edu/9875123/La_construction_en_brique_crue_moulée_dans_les_pays_de_la_Méditerranée_du_Néolithique_a_l'époque_romaine. Réflexions_sur_la_question_du_moulage_de_la_terre [consulta: 8 de agosto de 2019].

CHAZELLES, CLAIRE-ANNE DE (ED.)

- En prensa *Terre crue: constructions en torchis et autres techniques de garnissage et de finition. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 4*. Actes de la table-ronde de Lattes 23-25 novembre 2016, Éditions de l'Espérou, Montpellier.

CHAZELLES, CLAIRE-ANNE DE Y ALAIN KLEIN (EDS.)

- 2003 *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue. 1. Terre modelée, découpée ou coffrée. Matériaux et modes de mise en œuvre*. Actes de la table-ronde de Montpellier, 17-18 novembre 2001, Éditions de l'Espérou, École d'architecture du Languedoc-Roussillon, Montpellier.

CHAZELLES, CLAIRE-ANNE DE, HUBERT GUILLAUD Y ALAIN KLEIN (EDS.)

- 2007 *Les constructions en terre massive: pisé et bauge. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 2*. Actes de la table-ronde de Villefontaine, 28-29 mai 2005, Éditions de l'Espérou, École d'architecture du Languedoc-Roussillon, Montpellier.

CHAZELLES, CLAIRE-ANNE DE, ALAIN KLEIN Y NELLY POUSTHOMIS (EDS.)

- 2011 *Les cultures constructives de la brique crue. Échanges transdisciplinaires, 3*. Actes du colloque international, Toulouse, 16-17 mai 2008, Éditions de l'Espérou, École d'architecture du Languedoc-Roussillon, Montpellier.

CHAZELLES, CLAIRE-ANNE, ÉMILIE LÉAL Y PAUL DEVILLERS (EDS.)

- En prensa *Architecture et construction en terre crue. Approches historiques, sociologiques, économiques. Échanges transdisciplinaires, 5*. Actes de la table-ronde internationale, Montpellier, 23-24 octobre 2019, Éditions de l'Espérou, École d'architecture du Languedoc-Roussillon, Montpellier.

COLONNA-PRETI, KUSI Y PETER ECKHOUT

- 2018 Descubrimientos de nuevas pinturas murales en Pachacamac, Perú. Un reto para la conservación de la arquitectura de tierra, Thierry Joffroy, Hubert Guillaud y Chamsia Sadozaï (coords.), *Terra Lyon 2016: actes/proceedings/actas: versión en ligne/online version/versión en línea*, CRAterre:

INTRODUCCIÓN

Villefontaine, formato electrónico, 12 pgs. https://craterre.hypotheses.org/files/2018/05/TERRA-2016_Th-2_Art-105_Colonna-Preti.pdf (consulta: 28 de abril de 2019).

CORREIA, MARIANA, LETIZIA DIPASQUALE Y SAVERIO MECCA (EDS.)

2011 *TERRA EUROPAE. Earthen Architecture in the European Union*, Edizioni ETS, Pisa.

CORREIA, MARIANA, CELIA NEVES, LUIS FERNANDO GUERRERO BACA Y

HUGO PEREIRA GIGOGNE (EDS.)

2016 *Arquitectura de Tierra en América Latina*, Argumentum/Proterra, Lisboa.

DANEELS, ANNICK

2018 La arquitectura de tierra de Mesoamérica: un patrimonio precolombino que requiere revaloración, *Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas* 48 (2): 143-156. www.iaa.fadu.uba.ar/ojs/index.php/anales/article/view/.../html_213 (consulta: 28 de abril de 2019).

DANEELS, ANNICK, LUIS GUERRERO, YUKO KITA, GIOVANNA LIBEROTTI Y DAVID PIÑA

2014 Conservación de edificios prehispánicos de tierra cruda en la costa de Veracruz, Olimpia Nigli, Lizeth A. Cervantes Reyes y Pastor A. Sánchez Cruz (eds.), *México, Restauración y protección del patrimonio cultural*, vol. I, Serie Esempi di Architettura (EDA) no. 26, Editorial Aracne, Roma: 109-129.

DANEELS, ANNICK Y YUKO KITA

2018 Derivados de petróleo para estabilizar cubiertas de sacrificio de arquitectura prehispánica, José L. Sáinz Guerra, Félix Jové y Luis F. Guerrero Baca (coords.), *Arquitectura en tierra. Tecnología sostenible y reutilización patrimonial*. Cátedra Juan de Villanueva, Universidad de Valladolid, Valladolid: 267-268. <https://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2018mexico/20XIVCIATTI2017.pdf> (consulta: 28 de abril de 2019).

DANEELS, ANNICK, MICHAEL LOVE Y ESTEBAN ÁVALOS BELTRÁN

2018a Control de presión interna de rellenos en basamentos de la Mesoamérica prehispánica, Celia Neves, Zazanda Salcedo Gutiérrez y Obede Borges Faria (eds.), *18 SIACOT Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra "Tierra, cultura, hábitat resiliente y desarrollo sostenible": Memorias*, Universidad de San Carlos-Centro de Investigaciones e Ingeniería/PRO-TERRA, La Antigua: 36-45. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31796/1/documento.pdf> (consulta: 22 de abril de 2021).

DANEELS, ANNICK Y JUAN SALVADOR PIÑA GUIDO

2019 Adobes prehispánicos fabricados en hoyo: un caso de la costa del Golfo de México, Juan I. del Cuero Ruiz-Funes, Valeria M. Méndez Pineda y Santiago Huerta (eds.), *Tercer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*, volumen I, Instituto Juan de Herrera, Madrid: 267-276.

DANEELS ANNICK, ALFONSO ROMO DE VIVAR, PEDRO MORALES PUENTE, ARELI LINARES PUENTE
2016 Identificación de estabilizantes en la arquitectura de tierra prehispánica en el Golfo de México, Celia Neves (ed.), *Memorias (recurso electrónico) del 16° Seminario de Arquitectura y Construcción con Tierra: Tierra y agua, selva y ciudad*, PROTERRA/Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte/ Universidad Nacional de Asunción/Centro de Desarrollo, Hábitat y Medio Ambiente, Asunción. https://www.researchgate.net/publication/310749936_Identificacion_de_estabilizantes_en_la_arquitectura_de_tierra_prehispanica_en_el_Golfo_de_Mexico_Annick_Daneels_Alfonso_Romo_de_Vivar_Alfonso_Romo_de_Vivar_y_Areli_Linares/link/5835baf708ae9a955344d253/download (consulta: 16 de marzo de 2020).

DANEELS, ANNICK, ALFONSO ROMO DE VIVAR-ROMO, LAURA CHÁVEZ-GONZÁLEZ, MARISOL REYES-LEZAMA, EVERARDO TAPIA-MENDOZA, MAYRA LEÓN-ALVARADO, EDITH CIENFUEGOS-ALVARADO, FRANCISCO JAVIER OTERO-TRUJANO
2020 Bitumen-stabilized earthen architecture: the case of the archaeological site of La Joya, on the Mexican Gulf Coast, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 34, Part A. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102619>.

DANEELS, ANNICK, ALFONSO ROMO DE VIVAR-ROMO, ARELI LINARES-JURADO, MARISOL REYES-LEZAMA, EVERARDO TAPIA-MENDOZA, PEDRO MORALES-PUENTE, EDITH CIENFUEGOS-ALVARADO, FRANCISCO JAVIER OTERO-TRUJANO
2018b Chemical Analysis of Bitumen Paint on Classic Period Central Veracruz Ceramics, Mexico, *Journal of Archaeological Science Reports* 17: 657–666.

GARCÍA ZEFERINO, THANIA ALEJANDRA
2020 El suelo como fuente de materia prima en la arquitectura de tierra de Mesoamérica Antigua, tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 132.248.9.195/ptd2020/enero/0799528/Index.html (consulta: 22 de abril de 2021).

GHEZZI, IVÁN Y LUIS E. SALCEDO (EDS.)
2018 *La cooperación científica francesa en Latinoamérica. Avances recientes en datación y arqueometría en los Andes* (Série Actes et mémoires 45), Instituto Francés de Estudios Andinos/Plural Editores, Lima/La Paz.

GUERRERO BACA, LUIS FERNANDO
2018 Identificación y valoración del patrimonio precolombino construido con tierra modelada, *Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas* 48 (1): 125-141.
2020 Sistemas constructivos, medio ambiente y preservación del patrimonio arqueológico de tierra, Annick Daneels (ed.), *Arquitectura mesoamericana de tierra*, volumen 1, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad nacional Autónoma de México, México: 415-433.

INTRODUCCIÓN

GUILLAUD, HUBERT

- 2008 Characterization of Earthen Materials, Erica Avrami, Hubert Guillaud y Mary Hardy (eds.), *Terra Literature Review. An Overview of Research in Earthen Architecture Conservation*, The Getty Conservation Institute, Los Ángeles: 21-31. https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/terra_lit_review.pdf (consulta: 16 de marzo de 2020).

HOUSTON, STEPHEN D., ZACHARY NELSON, CARLOS CHIRIBOGA Y ELLEN SPENSLEY

- 2003 The Acropolis of Kaminaljuyú, Guatemala: Recovering a “Lost Excavation”, *Mayab* 16: 49-64

KITA, YUKO

- 2018 Transformación cultural y tradiciones constructivas de tierra en el norte de México: una reseña, Yuko Kita (coord.), *Tradiciones constructivas de tierra y su pertinencia actual*, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez: 87-99. <http://elibros.uacj.mx/omp/index.php/publicaciones/catalog/view/131/114/777-1> (consulta: 28 de abril de 2019).

MINNIS, PAUL E. Y MICHAEL E. WHALEN

- 2015 *Ancient Paquimé and the Casas Grandes World*, University of Arizona Press, Tucson.

MATEU, MARTA Y ANNICK DANEELS

- 2020 La micromorfología aplicada al estudio del patrimonio construido en tierra. *Gremium* 7 (3) número especial 2: 10-23

MORALES GAMARRA, RICARDO

- 2020 Conservación y monitoreo en arquitectura pre-inca de tierra: Huacas de Moche, Perú, Francisco Vidargas (ed.), *Aproximaciones a una metodología en planes de conservación de sitios patrimonio mundial*, Secretaría de Cultura, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, 152-172. https://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/libro%3A783 (consulta: 22 de abril de 2021).

PASTOR QUILES, MARÍA

- 2017 *La construcción con tierra en Arqueología. Teoría, método y aplicación*, Universidad de Alicante, Alicante.

PIÑA GUIDO, JUAN SALVADOR

- 2021 La micromorfología como herramienta para el análisis tecnológico de la arquitectura de tierra. Estudio de caso de muestras constructivas de La Joya, Veracruz, México, tesis, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

POZZI ESCOT, DENISE, COMPILADORA

- 2014 *Pachacamac: conservación en arquitectura de tierra*, Ministerio de la Cultura, Lima. http://pachacamac.cultura.pe/sites/default/files/pachacamac_conservacion_en_arquitectura_de_tierra_-_denise_pozzi-escot_compiladora.pdf (consulta: 27 de abril de 2019).

PUNZO DÍAZ, JOSÉ LUIS

- 2011 Construyendo, morando y pensando: los habitantes de las casas en acantilado de la Sierra Madre Occidental, en Durango, Stanislaw Ivanizewski y Silvina Vigliani (coords.), *Identidad, paisaje y patrimonio*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Escuela Nacional de Antropología e Historia, Dirección de Estudios Históricos, Dirección de Estudios Arqueológicos, México. 341-354. <https://www.enah.edu.mx/publicaciones/contenido.php?ID=68> (consulta: 28 de abril de 2019).
- 2016 Revisando la arquitectura chalchihuiteña en el valle de Guadiana, Durango. El caso del sitio arqueológico de la Ferrería, *Cuiculco* 67: 293-314.

ROBLES SALMERÓN, MARÍA AMPARO

- 2007 Motivación y cambio culturales: los orígenes de la gran pirámide de Cholula, tesis, Universidad de las Américas, Puebla, Cholula, México.

ROBLES, MARÍA AMPARO, GABRIELA URUÑUELA Y PATRICIA PLUNKET

- 2020 Ingeniería en tierra e inversión energética en la primera versión monumental de la Gran Pirámide de Cholula, Annick Daneels (ed.), *Arquitectura mesoamericana de tierra, volumen 1*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 68-120. http://ru.ia.unam.mx:8080/jspui/bitstream/10684/137/3/ARQMESTIERRA_2020_DIG.pdf (consulta: 22 de abril de 2021).

SAUVAGE, MARTIN

- 2011 L'architecture de brique crue en Méditerranée, Claire A. de Chazelle, Alain Klein y Nelly Pousthomis (eds.), *Les cultures constructives de la brique crue. Échanges transdisciplinaires, 3. Actes du colloque international, Toulouse, 16-17 mai 2008*, Éditions de l'Espérou, École d'architecture du Languedoc-Roussillon, Montpellier: 89-100. https://www.academia.edu/24744530/_L_architecture_de_brique_crue_en_M%C3%A9sopotamie_dans_C.A._de_Chazelles_et_al._Les_cultures_constructives_de_la_brique_crue._Troisi%C3%A8mes_%C3%A9changes_transdisciplinaires_sur_les_constructions_en_terre_crue_Montpellier_%C3%89d._de_l_Esp%C3%A9rou_2011_p._89-100 (consulta: 28 de abril de 2019).

SHERWOOD, SARAH C. Y TRISTRAM R. KIDDER

- 2011 The DaVincis of dirt: Geoarchaeological perspectives on Native American mound building in the Mississippi River basin. *Journal of Anthropological Archaeology* 30: 69-87.

INTRODUCCIÓN

SCHIEBER DE LAVARREDA, CHRISTA Y MIGUEL ORREGO CORZO

- 2011 Avances de la última década 2002-2010: investigación y conservación del patrimonio cultural y natural en Tak'alik Ab'aj, Patricia del Águila Flores y Olga Lidia Xicaré Méndez (eds.), *Antropología e Historia de Guatemala, Anuario de la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural*, Ministerio de Cultura y Deportes, Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural, Guatemala: 89-130.

UCEDA, SANTIAGO Y RICARDO MORALES GAMARRA

- 2010 *Moche: pasado y presente. Patronato Huacas del Valle de Moche*, Fondo Contravalor Perú Francia y Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo/Lima.

VISSAC, AURÉLIE, ANN BOURGES, DAVID GANDREAU, ROMAIN ANGER Y LAETITIA FONTAINE

- 2017 *Argiles et biopolymères*, CRAterre, Villefontaine.

ARQUITECTURA DE TIERRA DEL FORMATIVO TERMINAL EN EL VALLE DEL BAJO DEL RÍO VERDE, OAXACA, MÉXICO

Arthur A. Joyce*
Charles D. Frederick**
Sarah B. Barber***

INTRODUCCIÓN

El centro ceremonial de Río Viejo en el valle del bajo río Verde consistía en dos complejos arquitectónicos monumentales construidos con tierra. Las excavaciones llevadas a cabo en estructuras arquitectónicas correspondientes al Formativo terminal han revelado el uso de múltiples formas constructivas de arquitectura de tierra. Éstas incluyen cinco tipos de relleno de tierra y tres tipos de muros de contención, así como el uso de bajareque para la construcción de paredes. Los tipos de relleno de tierra incluyen: 1) relleno en capas, con tres subtipos delineados, 2) relleno de bloques de adobe de varios tamaños y a veces ladrillos cocidos colocados en intervalos irregulares y rodeados por sedimento no consolidado, 3) relleno que conforma un arreglo más formal de adobe y, ocasionalmente, de ladrillos cocidos, estabilizado con argamasa calcárea, 4) relleno de tierra apisonado y 5) relleno no consolidado que probablemente fue depositado a través de cargas de canasta. Los muros de contención estaban hechos de tierra apisonada, adobe y aluvión fino cortado en bloques. El análisis de la micromorfología de los diferentes tipos de arquitectura de tierra provee detalles acerca de su construcción y variabilidad composicional. Todos los tipos de arquitectura de tierra identificados se han encontrado en edificios públicos en el centro urbano de Río Viejo, mientras que comunidades periféricas sólo demuestran algunos de ellos. Proponemos que esto sugiere que la construcción de edificios públicos en Río Viejo incorporaba a trabajadores de múltiples comunidades.

* Department of Anthropology, University of Colorado, Boulder

** Department of Geography and the Environment, The University of Texas at Austin, Consulting Geoarchaeologist, Dublin, Texas

***Department of Anthropology, University of Central Florida, Orlando

EL SITIO DE RÍO VIEJO

El primer centro urbano en la costa pacífica de Oaxaca fue Río Viejo, ubicado en la planicie aluvial del valle bajo del río del mismo nombre (figura 1). Durante el Formativo terminal (150 aC-250 dC), la ciudad abarcaba aproximadamente 225 ha con una población estimada de 8 500 habitantes (Joyce 2010, 2013, Joyce y Forde 2014). Para esta época, Río Viejo era también la sede política regional y la evidencia sugiere que sus líderes fueron capaces de movilizar mano de obra, tanto de la ciudad como de las comunidades circundantes, para construir edificios públicos monumentales (Joyce y Barber 2011, 2015, Joyce *et al.* 2013). El centro ceremonial de Río Viejo consistía en dos complejos arquitectónicos monumentales construidos con tierra (figura 2). El complejo más temprano es el Montículo 9-Estructura 4, que probablemente se empezó a construir en la última parte del Formativo tardío (400-150 aC). El complejo se fue ampliando paulatinamente durante subsiguientes episodios constructivos a lo largo del Formativo terminal temprano (150 aC-100 dC, Joyce 1991: 392-393, Salazar y López 2015). Hacia el final de Formativo terminal temprano, el centro ceremonial se movió hacia el Montículo 1, ubicado a 600 m al oeste del Montículo 9. La acrópolis del Montículo 1 sirvió como el centro ceremonial de la urbe por un tiempo relativamente breve, quizá sólo unas décadas, antes de ser ritualmente clausurada y abandonada alrededor de 250 dC (Joyce y Barber 2015, Joyce *et al.* 2016).

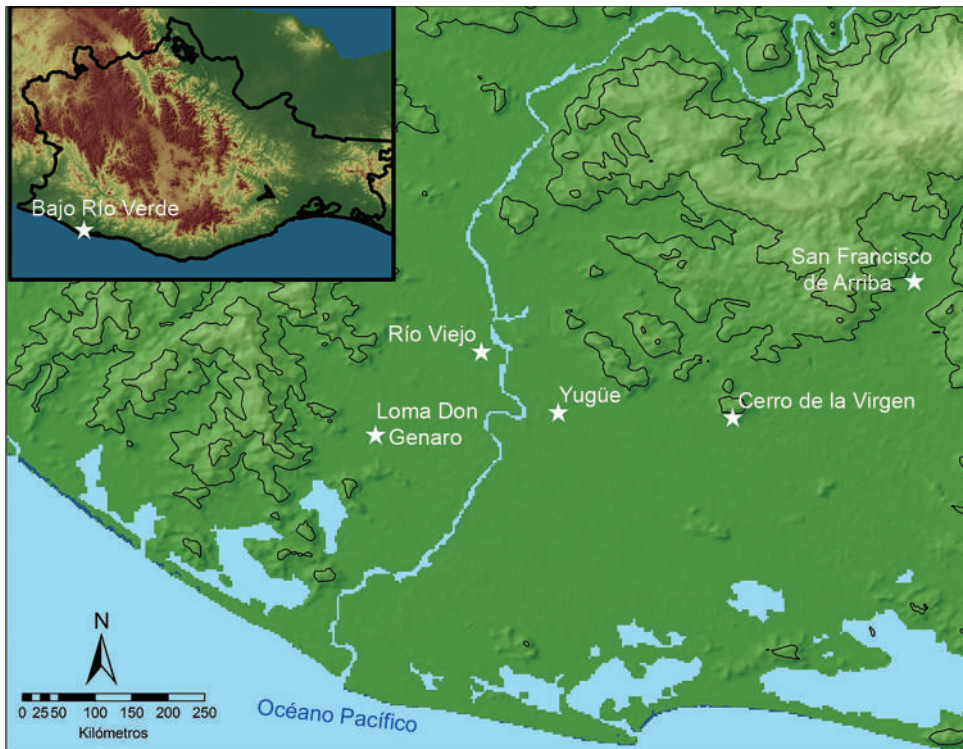


Figura 1. Mapa del valle del bajo río Verde con los sitios mencionados en el texto (S. Barber).

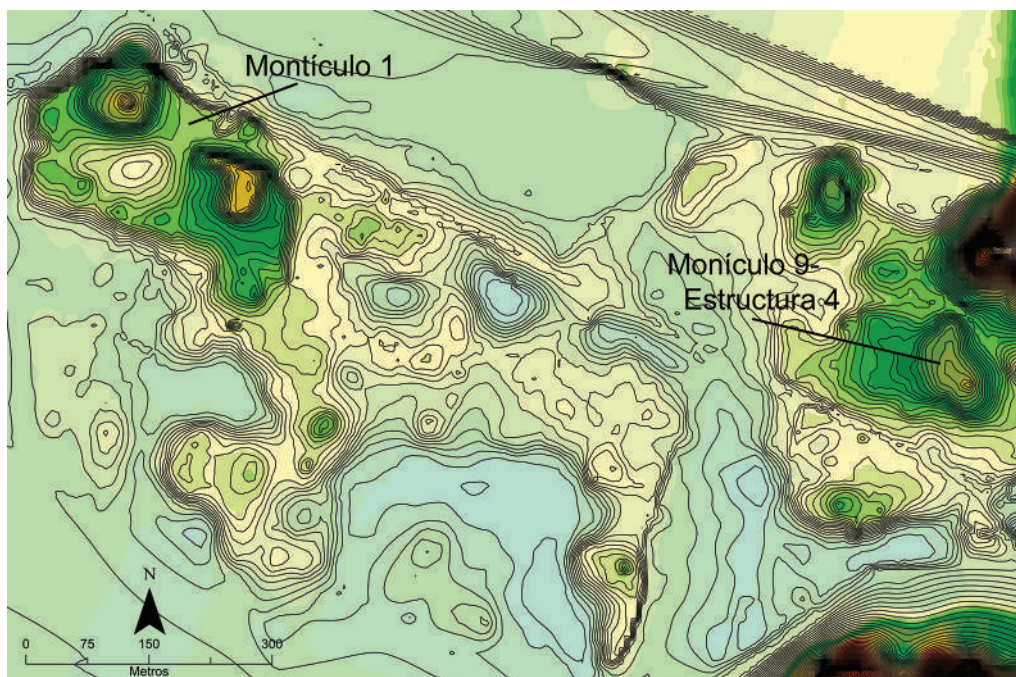


Figura 2. Mitad oriental de Río Viejo con la acrópolis (Montículo 1) y el Montículo 9-Estructura 4 (S. Barber).

El material utilizado en la construcción de los monumentos arquitectónicos de tierra en Río Viejo provenían principalmente de la planicie aluvial del bajo río Verde. Éste es uno de los ríos más grandes de la costa pacífica de Mesoamérica en términos del área de su cuenca de drenaje y del volumen de su descarga (Tamayo 1964). La fuente del río se ubica en las montañas que rodean los valles de Oaxaca y de Nochixtlán. De allí, el río baja desde las tierras altas y, a aproximadamente 25 km al norte del océano Pacífico, emerge en una ancha planicie aluvial. El valle del bajo río Verde tiene un clima caliente y húmedo con temperaturas promedio de entre 25° y 28°C y un promedio de entre 1 000 y 2 000 mm anuales de precipitación cerca del nivel del mar (Rodríguez *et al.* 1989). Los sedimentos que se encuentran en la planicie aluvial van desde arenas localizadas en los cauces abandonados del río, hasta depósitos aluviales que incluyen limo, migajón limoso y arcilla limosa (Mueller 1991). Las arcillas densas están disponibles en lagos en forma de herradura y en estuarios. En el sitio de Río Viejo se han observado probables bancos de extracción, incluyendo tres que se encuentran a menos de 200 m de la acrópolis. Las arcillas lacustres estaban disponibles en un cauce abandonado inmediatamente al oeste de la acrópolis (Goman *et al.* 2014).

En este artículo presentamos las diferentes técnicas de construcción de tierra identificadas en la estratigrafía expuesta durante la excavación de estos edificios (Niroumand *et al.* 2013). Incluimos análisis adicionales de la construcción de tierra de la acrópolis de Río Viejo a través de la petrografía y la micromorfología de los sedimentos, y una variedad de análisis geofísicos que incluyen el tamaño de las partículas, el análisis del contenido de carbono y

nitrógeno orgánico, la composición isotópica de carbono y nitrógeno estable en materia orgánica, la susceptibilidad magnética, la mineralogía y la composición elemental. Para fines de comparación, describimos también las formas de construcción de tierra observadas en otros sitios en la región. En la conclusión, consideramos las implicaciones de nuestros datos sobre las técnicas de construcción con tierra para entender la movilización de mano de obra en la construcción de edificios monumentales.

EL MONTÍCULO 9-ESTRUCTURA 4 EN RÍO VIEJO

El primer edificio monumental construido en Río Viejo fue el Montículo 9-Estructura 4. Se trataba de una acrópolis que consistía en una plataforma rectangular que medía 200 m por 125 m y que se elevaba sobre el Montículo 9. El Montículo 9 era una estructura masiva parecida a un *tell* del Medio Oriente. La estructura cubría aproximadamente 7.4 ha y fue construida de manera paulatina (Joyce 1991, Workinger y Joyce 1999), principalmente a través de actividades residenciales empezando al final del Formativo medio (700-400 aC). La Estructura 4 del Montículo 9 probablemente se empezó a construir muy al final del Formativo tardío y sirvió como plataforma pública. Posteriormente fue elevada mediante una serie de por lo menos tres etapas de construcción durante el inicio del Formativo terminal (Joyce 1991: 392-393, Salazar y López 2015). La Estructura 4 fue investigada por primera vez en 1988 tras la excavación de una trinchera de 6 x 1 m destinada a examinar la historia constructiva del edificio (Joyce 1991). La plataforma soportaba cuatro subestructuras; la más alta de ellas se eleva hoy en día 12 m sobre la planicie aluvial y fue el objeto de excavaciones adicionales en 2013 (Salazar y López 2015). El relleno de construcción del Formativo terminal temprano del Montículo 9-Estructura 4 consiste principalmente en sedimento no consolidado, pero hemos observado también el uso de tierra apisonada, bloques hechos de tierra de aluvión, y una pequeña cantidad de adobes (Joyce 1991, Salazar y López 2015).

Las excavaciones en 2013 expusieron un muro de contención de tierra apisonada (figura 3) que creó una plataforma sub-estructural en la cima de la Estructura 4 del Montículo 9 sobre la cual posiblemente fue construida una edificación perecedera (Salazar y López 2015). La tierra apisonada consiste típicamente en un relleno masivo con bordes verticales abruptos y sedimentos uniformes con poca estructura interna clara. El muro de tierra apisonada probablemente fue hecho en capas de sedimento que fueron apisonadas para comprimir y estabilizar el sedimento. Sólo un hoyo de poste, con un diámetro de 15 cm, se encontró metido dentro del piso de la plataforma de tierra apisonada. El piso fue quemado justo antes del abandono de la estructura. Un bloque de adobe asociado con una fase de construcción anterior fue recubierto con un enlucido de tierra que demostraba episodios de mantenimiento a través de la colocación de varias capas de revoque, así como de decoración, por la presencia de pigmento rojo, en una ocasión, y el uso de un baño de cal en otra (figura 4). La evidencia del mantenimiento de la Estructura 4 se ve también en cuando menos cinco etapas de remodelación, las cuales consistían en la ligera ampliación y el revestimiento del área de

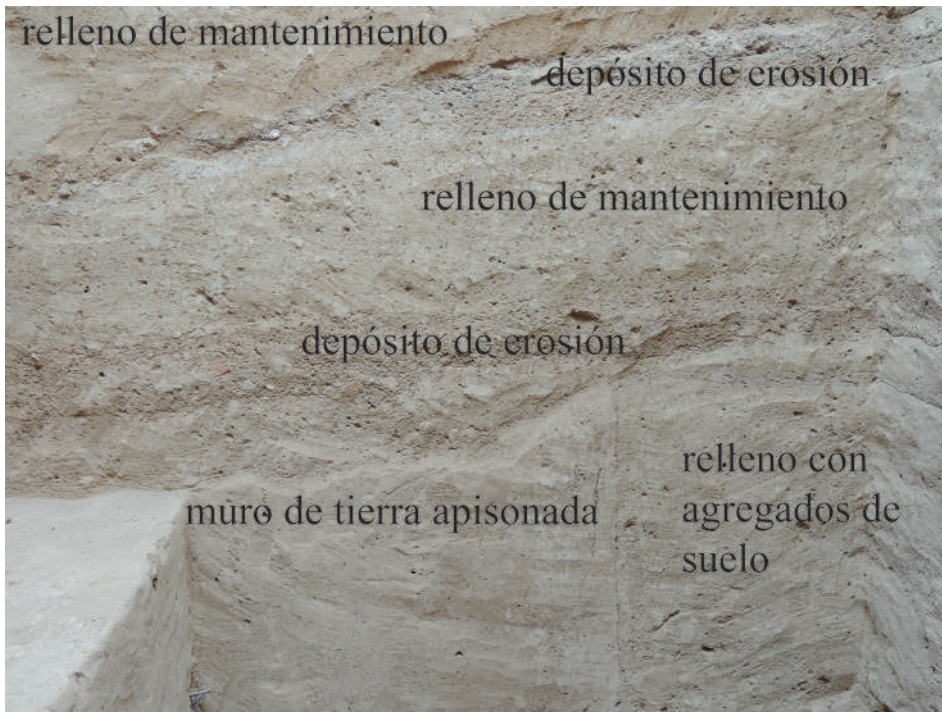


Figura 3. Muro de contención de tierra apisonada del Montículo 9-Estructura 4 (A. Joyce).



Figura 4. Bloque de adobe con varias capas de enlucido del Montículo 9-Estructura 4 (A. Joyce).



Figura 5. Bloques de aluvión fino del Montículo 9-Estructura 4 (S. Barber).

la plataforma sub-estructural (Salazar y López 2015). Entre cada etapa de remodelación se encontraron estratos más gruesos con material erosionado de la misma plataforma y desecho ocupacional incluyendo fragmentos de concha y de cerámica, ceniza y material orgánico, indicando que la plataforma estaba sujeta a la erosión y tenía que ser reparada periódicamente. Estas observaciones demuestran el mantenimiento periódico de la arquitectura de tierra, lo que requiere gente para programas de trabajo regulares (Hodder 2012).

Otro tipo de muro que hasta la fecha sólo se ha encontrado en las excavaciones del Montículo 9-Estructura 4 consiste en bloques de tierra de aluvión fino provenientes de la planicie aluvial del río Verde (figura 5). El sedimento probablemente venía de depósitos cercanos, y era aparentemente lo suficientemente compacto y cohesivo como para que los bloques fueran simplemente sacados a mano o cortados con herramientas y transportados hasta el sitio. Estos bloques se usaron en los muros de contención del Montículo 9-Estructura 4 (Salazar y López 2015). Todavía no se ha hecho un análisis geofísico ni micromorfológico de este material.

EL MONTÍCULO I DE LA ACRÓPOLIS DE RÍO VIEJO

Durante el Formativo terminal tardío, el centro ceremonial de Río Viejo se desplazó hacia una acrópolis todavía más grande que hemos designado como el Montículo 1 (Barber y

Joyce 2011, 2012, Joyce 2006, 2009, Joyce y Barber 2011, Joyce y Levine 2009, Joyce *et al.* 2013). En su forma final, la acrópolis cubrió un área de 350 x 200 m y contaba con dos plataformas sub-estructurales que se elevaban por lo menos 17 m sobre la planicie aluvial; en su cumbre contaba también con un patio hundido y una plaza (figura 6). La construcción empezó probablemente al final del Formativo terminal temprano, pero no notamos alguna fase de ocupación importante sino hasta el Formativo terminal tardío (100-250 dC). Para ese entonces, la acrópolis del Montículo 1 consistía en una plataforma que se elevaba unos 6 m sobre la planicie aluvial y tenía dos estructuras grandes en sus lados noroeste y este (las Estructuras 1 y 2, respectivamente), ambas medían por lo menos 16 m de alto. Al sur de estas estructuras había un gran espacio abierto localizado en el área que durante el Clásico tardío se convertiría en un patio hundido. Datos de las excavaciones sugieren que, durante el Formativo terminal tardío, este espacio se encontraba al mismo nivel que la planicie aluvial. Sin embargo, aunque sospechamos que se trataba de una plaza pública, el uso de esta área no se puede determinar, puesto que las superficies ocupacionales del Formativo se encuentran debajo del manto freático. La posible plaza estaba delimitada al sur y al oeste por una plataforma o plataformas de 5 a 7 m de alto que pudieron haber sido contiguas a la parte principal de la acrópolis. Las excavaciones en seis áreas diferentes a lo largo del borde sur y oeste no han mostrado evidencia de otros edificios del Formativo terminal. Estimamos que el volumen total del Montículo 1 fue de 560 050 m³; alrededor de la mitad del volumen de la Pirámide del Sol en Teotihuacán (Joyce *et al.* 2013, cuadro 5.1). Nuestra estimación conservadora del volumen de la acrópolis durante el Formativo terminal es de 455 050 m³ (Joyce *et al.* 2013: 150). Las muestras de sedimento obtenidas mediante nucleadora debajo del fondo de nuestras excavaciones más profundas, sugiere que la acrópolis pudo haber sido hasta 1.5 m más alta con respecto a nuestras estimaciones actuales, lo que aumentaría de manera significativa nuestros cálculos de volumen y de mano de obra involucrada. Sin embargo, esta observación tiene que ser confirmada a través de excavaciones que lleguen hasta este nivel para que su estratigrafía pueda ser observada *in situ*.

La evidencia de que la construcción de la acrópolis requirió la movilización de una fuerza laboral procedente de múltiples comunidades, proviene de las excavaciones del relleno de la plataforma y de los muros de contención (Joyce *et al.* 2013). La estratigrafía expuesta por las excavaciones indica que la acrópolis fue levantada por varios eventos masivos de relleno, probablemente colocados durante un periodo relativamente breve. Dentro del relleno se encontraron algunos elementos como concentraciones de carbón, unos muros bajos de contención aislados, hechos de piedra y adobe, y dos estructuras de bajareque quemadas que interpretamos como elementos de cocina, refugios temporales para trabajadores y muros construidos para estabilizar la arquitectura de tierra durante la temporada de lluvia, cuando el trabajo casi seguramente debía detenerse (Joyce 2006).

En general, las excavaciones han demostrado que la mayor parte de la acrópolis se construyó con distintas técnicas arquitectónicas de tierra incluyendo una variedad de rellenos constructivos, así como paredes de adobe y de bajareque, aunque también hay muros de mampostería de piedra.

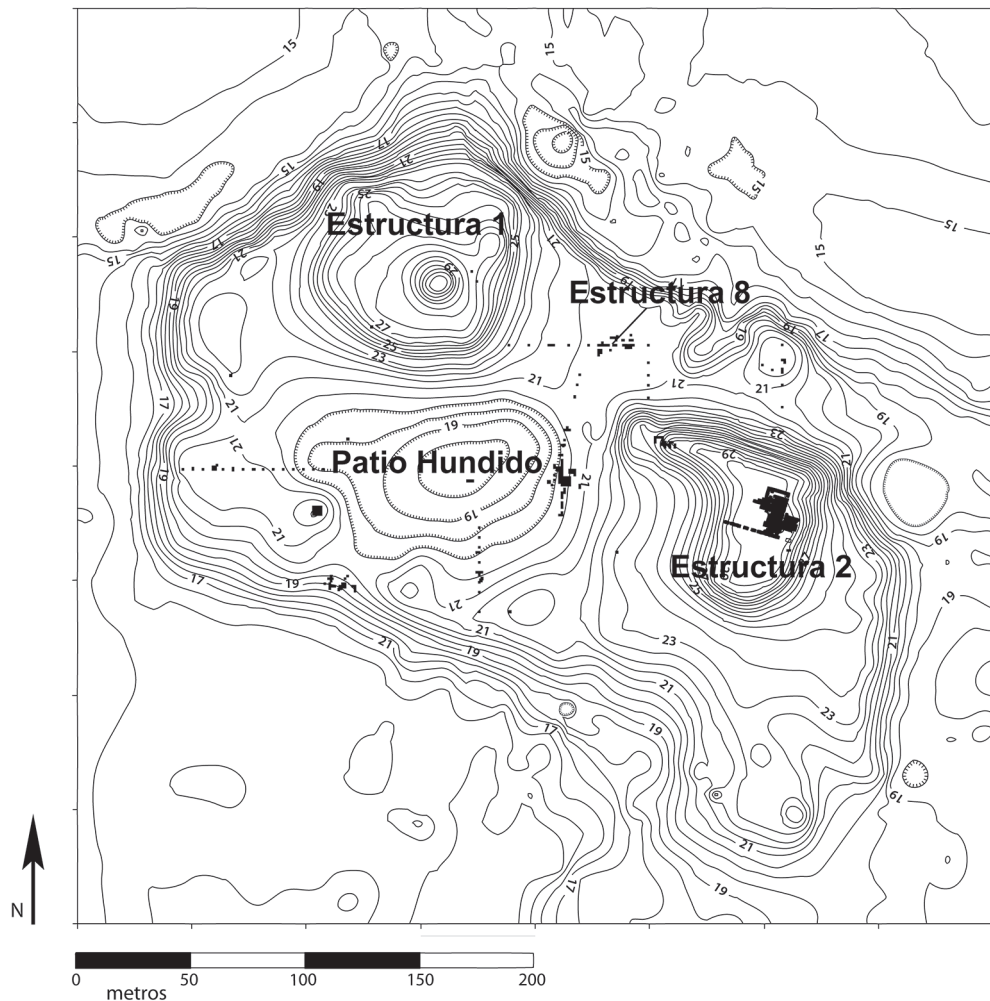


Figura 6. Mapa topográfico del Montículo 1, mostrando los números de las estructuras y la ubicación de las excavaciones (A. Joyce / S. Barber).

TIPOLOGÍA DE RELLENOS

Las siguientes secciones describen las diferentes formas de arquitectura de tierra halladas en la acrópolis, incluyendo los resultados de análisis petrográficos, micromorfológicos y geofísicos.

Las primeras fases constructivas de la acrópolis del Montículo 1 fueron hechos de relleno no consolidados y pertenecían al final del Formativo terminal temprano o muy al inicio del Formativo terminal tardío. Sin embargo, las capas de relleno más tardías revelaron técnicas constructivas inesperadamente diversas y laboriosas. Hemos identificado por lo menos cuatro formas distintas de relleno, incluyendo cargas de canasta de relleno no consolidado, relleno en capas y dos tipos de relleno con bloques de adobe. Un quinto tipo de relleno hecho con tierra apisonada también se observó en el sitio Loma Don Genaro en el valle del bajo río

Verde, donde una capa gruesa consistía en depósitos alternados de relleno en capas y tierra apisonada (Joyce *et al.* 2015). Utilizamos el término “relleno estructurado” para describir el adobe, la tierra apisonada y el relleno en capas, puesto que estos métodos de construcción habrían requerido mayor organización y trabajo en comparación con cargas de canasta de sedimento no consolidado o de escombros de piedra (Joyce 2006, Joyce *et al.* 2013).

RELLENO ESTRUCTURADO TIPO 1

Una de las técnicas de relleno más comunes observadas en la acrópolis consistía en capas de relleno que, con base en las observaciones estratigráficas en el campo, sin la ayuda de la micromorfología (Joyce *et al.* 2013: 139), habíamos identificado previamente como tierra vertida (*puddled adobe* en inglés). Designamos el relleno en capas como relleno estructurado Tipo 1 y reconocemos tres subtipos de éste.

El Tipo 1a es la forma de relleno en capas más comúnmente observado en la región y consiste en depósitos que exhiben laminaciones horizontales débilmente expresadas (figura 7). Al nivel microscópico las capas no son típicamente sedimentarias sino parecen tener una estructura más laminar (*platy* en inglés). La composición de estos depósitos parece combinar sedimentos de la planicie aluvial del río Verde con pequeños fragmentos de concha de mejillón. En cuanto a la composición mineralógica, las capas son casi idénticas, pero exhiben un poco de variación en cuanto a su textura, su susceptibilidad magnética y su contenido de carbono. La textura claramente deriva de la fuente de material original, pero las variaciones en el carbono se deben probablemente a la adición de desecho térmico (como carbón, tierra quemada o cerámica).

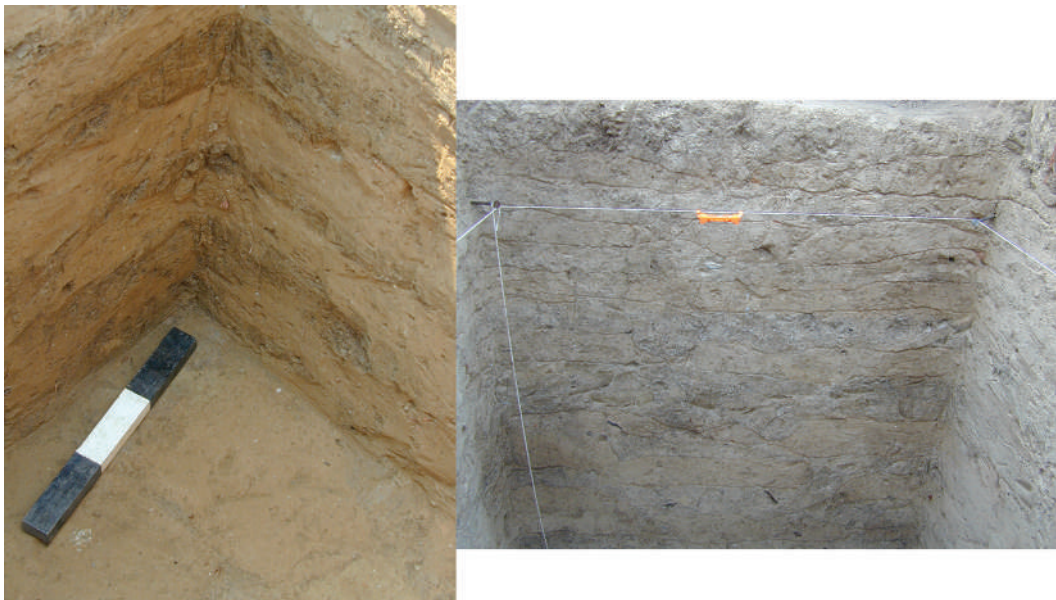


Figura 7. Ejemplos de relleno estructurado de Tipo 1a de la acrópolis de Río Viejo (A. Joyce).

Algunas de estas capas se describieron en el campo como “cenizas” y usualmente tenían una susceptibilidad magnética y valores más altos de carbono. También existe una correlación clara entre el tamaño de las partículas y sus valores de carbono, lo cual es una observación comúnmente observada. La alternancia típica entre depósitos de textura gruesa y de textura fina en el relleno en capas de Tipo 1a fue casi intencional y habría aumentado la estabilidad de estos depósitos, especialmente si fueron apisonados, lo cual también parece probable dado su nivel de compactación. En toda la arquitectura de tierra que hemos observado, no se identificaron aditivos que sirvieran de aglutinante como el bitumen (Kita *et al.* 2013).

El relleno en capa de Tipo 1b consiste en capas laminares delgadas de aproximadamente 3-10 mm de grueso (figura 8). Aunque no podemos descartar procesos naturales como la reorganización de los sedimentos tras las fuertes tormentas de la temporada de lluvia, estos depósitos parecen haber sido colocados de manera intencional a través de la acción humana, pero sin las capas delgadas de texturas alternadas, característica del Tipo 1a. Más bien, el material aparece como una capa espesa de relleno arenoso grueso. La pregunta crucial sería entonces, ¿cuál es el proceso que causa su estructura interna, es decir, las laminaciones? Nuestros intentos por obtener muestras de estos depósitos para análisis micromorfológico fallaron por la textura suelta y mal consolidada de los sedimentos. El relleno en capa de Tipo 1b está representado por una capa de aproximadamente 0.5 m de grosor utilizada para ampliar la Estructura 8, una plataforma construida en el lado norte del Montículo 1. El Tipo 1b también se encuentra dentro de dos metros de relleno en el sitio Loma Don Genaro donde

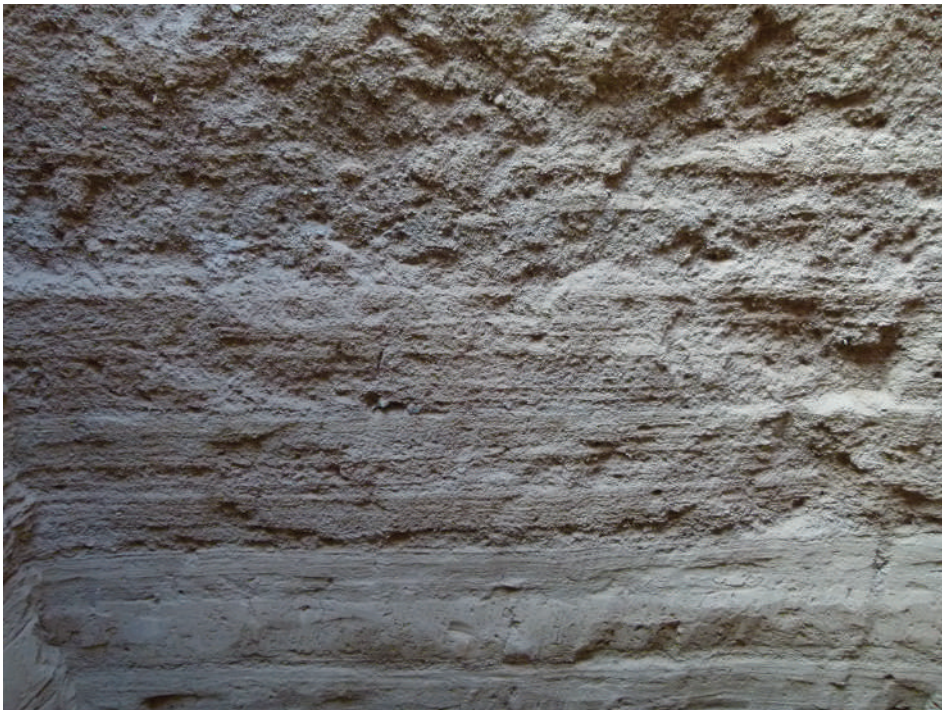


Figura 8. Relleno estructurado de Tipo 1b de la acrópolis de Río Viejo (S. Barber).

se alternaba con relleno de tierra apisonada (relleno estructurado Tipo 4); las excavaciones no llegaron a la base de este depósito.

El relleno en capa de Tipo 1c (figura 9) es un relleno con agregados de suelo compuesto de sedimento débilmente consolidado que tenía típicamente materiales finos (migajón con limo) y gruesos (arena a arena limosa). Algunos podrían considerar este tipo de relleno como cargas de canasta, pero ninguno de los cortes expuestos presentó los montones convexos típicamente asociados con esa forma de vaciar tierra. El atributo más llamativo del relleno con agregados de suelo es la matriz, que tenía arena gruesa hasta fragmentos (o “terrones”) de tierra fina de forma semi-redondeada a redonda del tamaño de la grava. El relleno con agregados de suelo probablemente fue apisonado para comprimir y estabilizar los sedimentos.

RELLENO ESTRUCTURADO TIPO 2

Los Tipos 2 y 3 de relleno estructurado se identifican por el uso de bloques de adobe. La fabricación de estos requería una secuencia de operaciones (Joyce *et al.* 2013) que incluía: 1) adquirir sedimento limoso aluvial de bancos de sedimento cercanos; 2) mezclar el sedimento con agua, probablemente obtenida de pozas en los bancos de extracción, para crear una mezcla mojada; 3) añadir como desgrasante fibras de hierba a la mezcla y después formar los bloques a mano para dejarlos secar al sol; 4) transportar los bloques de adobe a la acrópolis; 5) a veces, preparar la argamasa, que probablemente involucraba el uso de una mezcla parecida al paso 2 arriba, pero sin el desgrasante de fibra y a veces incluyendo material calcáreo; y 6) colocar los bloques de adobe como relleno de construcción, incluyendo ocasionalmente el uso de argamasa.



Figura 9. Relleno estructurado de Tipo 1c de la acrópolis de Río Viejo con detalle en una una lámina delgada (izq. S. Barber, der. C. Frederick).

A diferencia de la mampostería moderna de adobe, el relleno estructurado de Tipo 2 no era una construcción regular y ordenada formada por bloques de adobe unidos con una capa delgada de argamasa, sino un depósito aleatorio compuesto por relleno suelto con bloques de adobe colocados en intervalos irregulares; ocasionalmente se observaron algunos ladrillos cocidos (figura 10). La proporción entre el relleno no consolidado y los adobes varía de manera considerable, aunque típicamente el sedimento suelto conforma más de 60% del depósito. En el análisis por lámina delgada, el relleno de Tipo 2 frecuentemente tiene una estructura expresada de manera moderada a débil, que respeta el borde de los bloques, lo cual indica que cuando fue colocado, los bloques eran rígidos, mientras que el sedimento alrededor no lo era (figura 11). Los bloques parecen haber sido adobes irregulares con desgasante fibroso, colocados como elementos rígidos en un relleno que de otra manera estaba suelto. Es más razonable pensar en los bloques como masas redondeadas de tierra parecida a hogazas. Probablemente fueron hechos a mano y eran de tamaño y forma bastante irregular, llegando hasta 30 cm de largo y entre 9-10 cm de ancho. En perfil, tenían formas desde casi tabulares hasta muy burdas en forma de "L" escalonada. En cuanto a su composición, los bloques y el relleno parecen haber sido hechos del sedimento limoso de la planicie aluvial del río Verde, pero notamos fragmentos de concha de mejillón únicamente en el relleno. El análisis por lámina delgada de los bloques, así como del relleno, muestra que su composición es muy variable: contienen fragmentos de material de texturas distintas y, en algunos casos, desecho térmico. En algunas instancias, los bloques estuvieron compuestos por sedimento uniforme y fino, de textura ligeramente más fina que el relleno que los rodea. En otros casos,

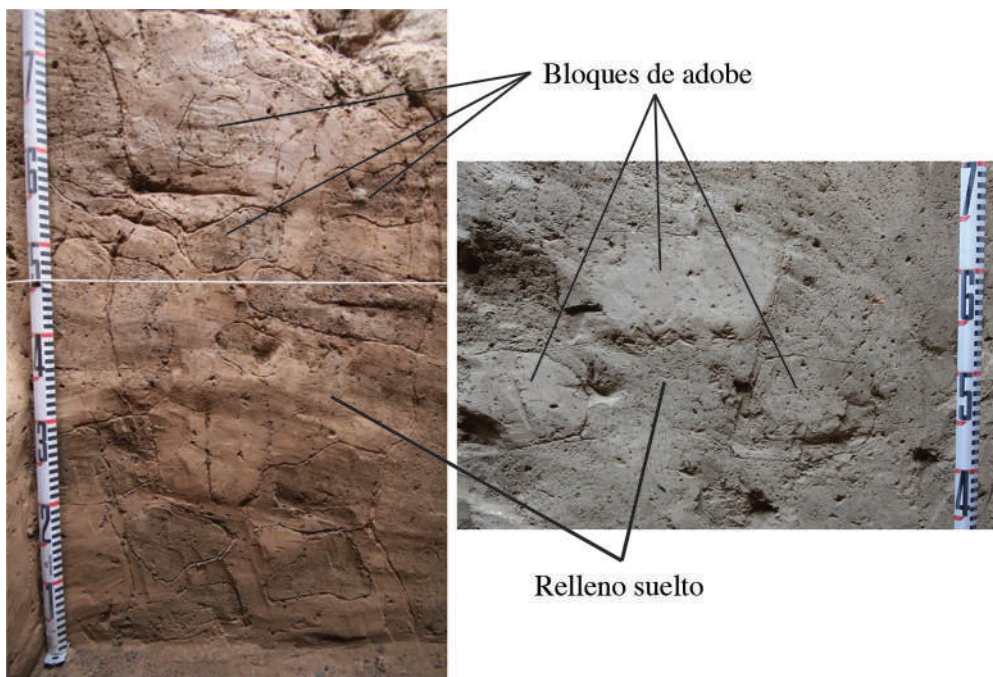


Figura 10. Relleno estructurado de Tipo 2 de la acrópolis de Río Viejo (C. Frederick).

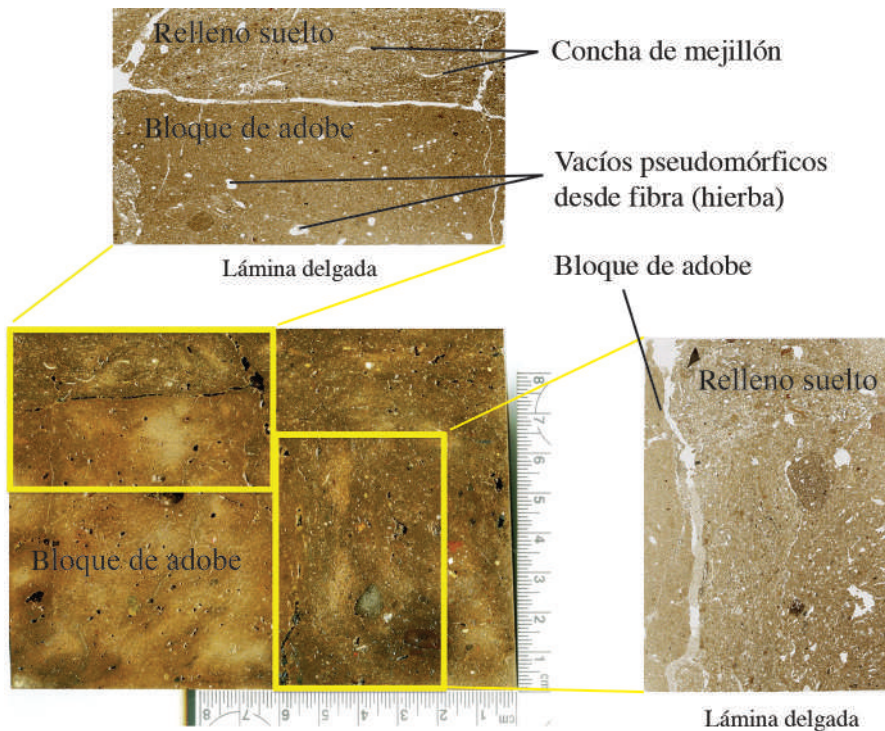


Figura 11. Relleno estructurado de Tipo 2 de la acrópolis de Río Viejo con detalles en dos láminas delgadas (C. Frederick).

los bloques estuvieron compuestos de una mezcla variable de sedimento y desecho térmico cultural, mientras el relleno alrededor era relativamente homogéneo.

RELLENO ESTRUCTURADO TIPO 3

El relleno estructurado de Tipo 3 consiste en un arreglo más formal de bloques de adobe y ocasionalmente de ladrillos cocidos, pegados con argamasa calcárea (figura 12). Vistos en planta, los bloques frecuentemente aparecen rectangulares con lados definidos. Un análisis micromorfológico confirmó esta interpretación (Goldberg 2009). El relleno estructurado de Tipo 3 sólo se ha encontrado en la Estructura 2-sub-2, una plataforma escalonada al lado este de la acrópolis.

La mayor parte de los tipos de relleno estructurado parecen haber involucrado el uso de encofrados de madera o celdas delgadas hechas de adobe, piedra, o de relleno en capas o tierra apisonada, que se llenaron con sedimento suelto y no consolidado o con otras formas de relleno estructurado. Si se hubieran usado paredes de adobe o de piedra para crear celdas, éstas tendrían que haber sido removidas posteriormente y probablemente reutilizadas, puesto que no vemos evidencia de estas estructuras en el relleno. El uso de estas celdas o encofrados se percibe en rupturas verticales en la estratigrafía entre dos tipos de relleno diferente. A veces,



Figura 12. Relleno estructurado de Tipo 3 de la acrópolis de Río Viejo (A. Joyce).

estas rupturas están separadas por estrechos depósitos de limo, probablemente depositados de manera natural en las grietas que se formaron entre los dos depósitos de relleno. Un ejemplo de tal elemento se encontró en la Estructura 2-sub 2 en el Montículo 1 (figura 13) donde un depósito de limo en una hendidura vertical estrecha separa dos bloques de relleno estructurado de Tipo 2 (Joyce *et al.* 2013: 139-141). Durante la construcción, el relleno en capa probablemente siempre necesitaba el uso de encofrado o celdas para contener sus bordes, dado que de otra manera el sedimento se hubiera derrumbado hacia los lados, cosa que sería visible en la estratigrafía, pero que no observamos en la acrópolis.

TIPOS DE MUROS

La variabilidad en el relleno constructivo en la acrópolis de Río Viejo también se refleja en elementos arquitectónicos más formales, especialmente muros de contención (véase Barber y Joyce 2011, 2012, Joyce y Barber 2011, 2015, Joyce *et al.* 2013). Hemos identificado muros de contención hechos de una variedad de bloques de adobe, así como de mampostería de piedra. Paredes autoportantes se construyeron con bloques de adobe y de bajareque, así como con mampostería de piedra.

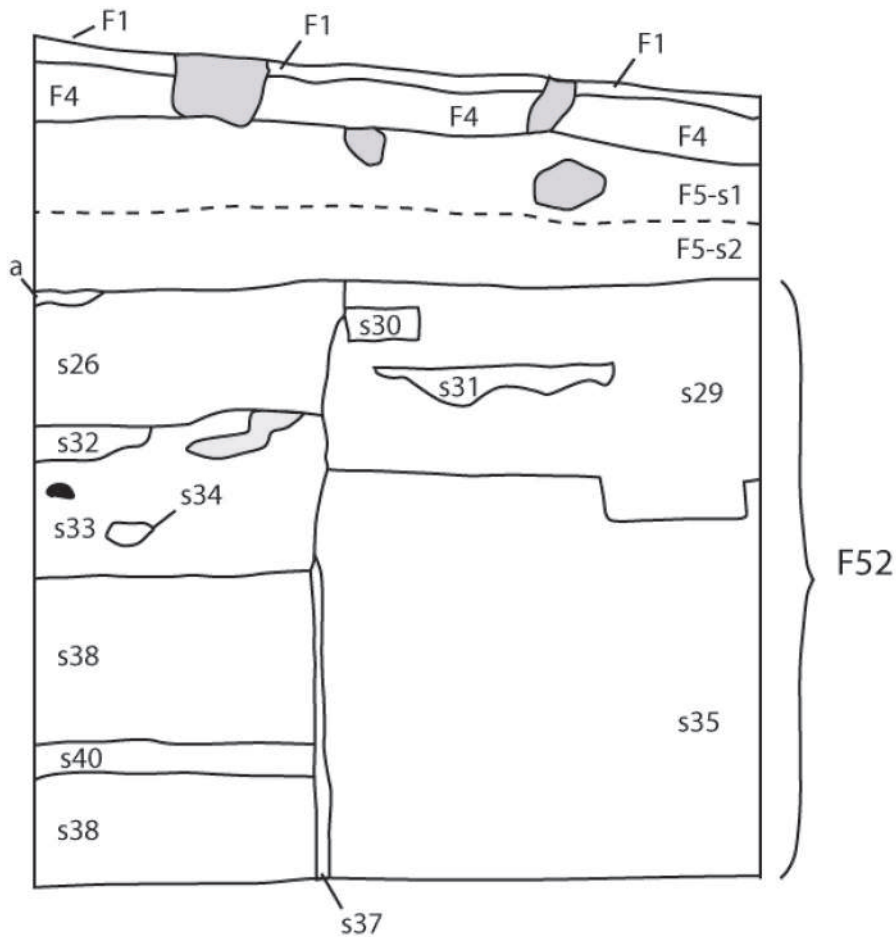


Figura 13. Grieta (F52-s37) formada entre depósitos de relleno estructurado de Tipo 2 (F52-s35, F52-s38, y F52-s40) como resultado del uso de células o marcos (tomado de Joyce *et al.* 2013: figura 5.3D).

Los muros de mampostería de piedra están concentrados en la parte norte de la acrópolis, en las Estructuras 1 y 2; en el área al norte de la Estructura 2 y en la Estructura 8 sub-1 se encuentra una plataforma baja entre las dos subestructuras masivas citadas. Los muros de mampostería de piedra van desde un muro en talud de un metro de alto hecho de piedras careadas de varios tamaños, hasta muros de contención verticales que varían entre 30 cm hasta más de 3 m de altura. Otros elementos de mampostería incluyen un muro de contención bajo hecho de lajas de piedra delgadas enfrente de un desagüe ubicado justo al oeste de la Estructura 2. Hay otros muros que probablemente sirvieron como contención de la plataforma que forma la base del Montículo 1; también se encontraron en los lados norte y oeste de la acrópolis. Se trata de muros impresionantes que miden 2.5 m de alto, aunque en ambos casos la excavación no llegó hasta su nivel de desplante.

Si bien, las paredes de la Estructura 8-sub 1 se construyeron con mampostería de piedra, el edificio tenía un enlucido de tierra que cubría sus escaleras (figura 14). Por lo tanto, lo



Figura 14. Enlucido de tierra que cubría una escalera de Estructura 8-sub 1 (A. Joyce).

describimos aquí con más detalle, como un elemento de arquitectura de tierra. La Estructura 8-sub 1 era una plataforma de aproximadamente 2 m de alto que medía por lo menos 7 x 13 m, con muros de mampostería y escaleras presentes en el lado este y oeste de la plataforma (Vidal 2017). Éstas se construyeron cuando se vertió relleno con agregados de suelo y material fino (migajón con limo) y grueso (de arena a migajón con arena) en esta área. En su mayor parte, la sección vertical o peralte de los escalones se delimitó con lajas planas de granito mientras que las secciones horizontales o descanso de los escalones se cubrieron con un enlucido fino de sedimento con desgrasante fibroso de textura bastante uniforme.

Además de los muros de mampostería de piedra, los muros de contención y las paredes autoportantes hechas de bloques de adobe, también se encontraron en la acrópolis restos de superestructuras de bajareque. Durante el Formativo terminal tardío, la subestructura de la Estructura 2-sub-2 tenía muros de contención y paredes autoportantes hechos de adobe, mientras que otro muro de contención de adobe se descubrió en la parte oeste de la acrópolis. La mayor parte de las superestructuras en la acrópolis fueron hechas probablemente con bajareque, como lo indica su presencia quemado y erosionado, esparcido a través de la superficie ocupacional del Formativo terminal tardío de la acrópolis. También se localizaron fragmentos de bajareque re-depositado en el relleno de construcción de casi cada una de las operaciones, y se encontraron concentraciones de bajareque quemado en los restos de cuatro edificios distintos.

Durante el Formativo terminal tardío, la Estructura 2-sub 2 consistía en una gran plataforma escalonada con muros de contención compuestos de adobes rotos y fragmentos

de ladrillos cocidos, mantenidos juntos con un sedimento arcilloso con fragmentos de cerámica y concha rota que servía como un tipo de argamasa. El muro de contención se parecía al relleno estructurado de Tipo 2, excepto que la mayoría de los adobes estaban cocidos y la proporción de bloques con respecto al relleno era mucho mayor (figura 15). Los muros resultantes eran densos y difíciles de penetrar, aun con una barreta de acero. La plataforma sostenía un edificio elaborado de adobe y bajareque, probablemente un templo (Joyce 2006, Levine y Joyce 2009). Los únicos restos de la superestructura consistían en los vestigios quemados y no quemados de un piso de tierra, secciones bajas de muros de adobe quemados y erosionados, así como fragmentos de carbono, bajareque y estuco arquitectónico pulido de color crema (figura 16). Algunos de los bloques de adobe encontrados en los escombros encima de los pisos y los muros de contención de la Estructura 2-sub 2, presentaban exteriores pulidos y pintados de color naranja-rojizo. Los adobes pintados y re-depositados probablemente formaban originalmente parte de un muro de la superestructura. La presencia de adobes pintados y de estuco arquitectónico indica que el edificio estaba decorado. Las malas condiciones de preservación de la superestructura en la Estructura 2-sub 2 se deben a que el edificio fue quemado al final del Formativo terminal tardío, quizá como parte de una serie de rituales de terminación (Joyce *et al.* 2016: 80-81). Los datos de la Estructura 2 indican que después de la quema de estos edificios, las ruinas permanecieron expuestas a la intemperie por aproximadamente tres siglos, hasta que la acrópolis volvió a ser ocupada durante el periodo Clásico tardío. Los estudios micromorfológicos de los muros de adobe de la Estructura 2-sub 2 todavía no se han llevado a cabo.

En contraste con el muro de contención de la Estructura 2-sub 2, un muro de adobe de aproximadamente 1 m de alto en el lado oeste de la acrópolis contenía bloques de adobe no quemados (figura 17). Este muro estaba formado por bloques de adobe de tres tamaños y



Figura 15. Muros de contención de adobes rotos y fragmentos de ladrillos cocidos de la Estructura 2-sub 2 (A. Joyce).



Figura 16. Sección baja de un muro de adobe quemado de la superestructura de la Estructura 2-sub 2 con fragmentos de estuco arquitectónico pulido de color crema (tomado de Joyce *et al.* 2013: figura 5.5).



Figura 17. Muro de adobe en el lado oeste de la acrópolis que contiene los tres tipos de bloques (tomado de Joyce *et al.* 2016: figura 3.4).

formas distintas que se colocaron horizontal y verticalmente (Egan y Barber 2012: 367, figura 9). Durante el trabajo de campo se pensó que las distintas formas de los bloques reflejaban fuentes diferentes de materia prima, pero los análisis detallados posteriores revelaron que el sedimento de estos bloques proviene únicamente de dos fuentes (figura 18). De los tres tipos de bloques encontrados, los más distintivos medían entre 13 y 15 cm de grueso y tenían una forma aproximadamente cuadrada en vista de planta y ligeramente trapezoidal en corte (Bloque Tipo 1). Cuando se rompen, revelan una pasta de color café-rojizo con desgrasante de pasto y de arena con granos muy gruesos, angulares y mal clasificados. Contenían muy poca materia orgánica (0.1% en promedio) y un análisis de lámina delgada mostró que la matriz fina de los bloques consistía en arcilla orientada ópticamente activa (típica de horizontes de suelo tipo Bt). Estas características geofísicas sugieren que la materia prima para estos bloques

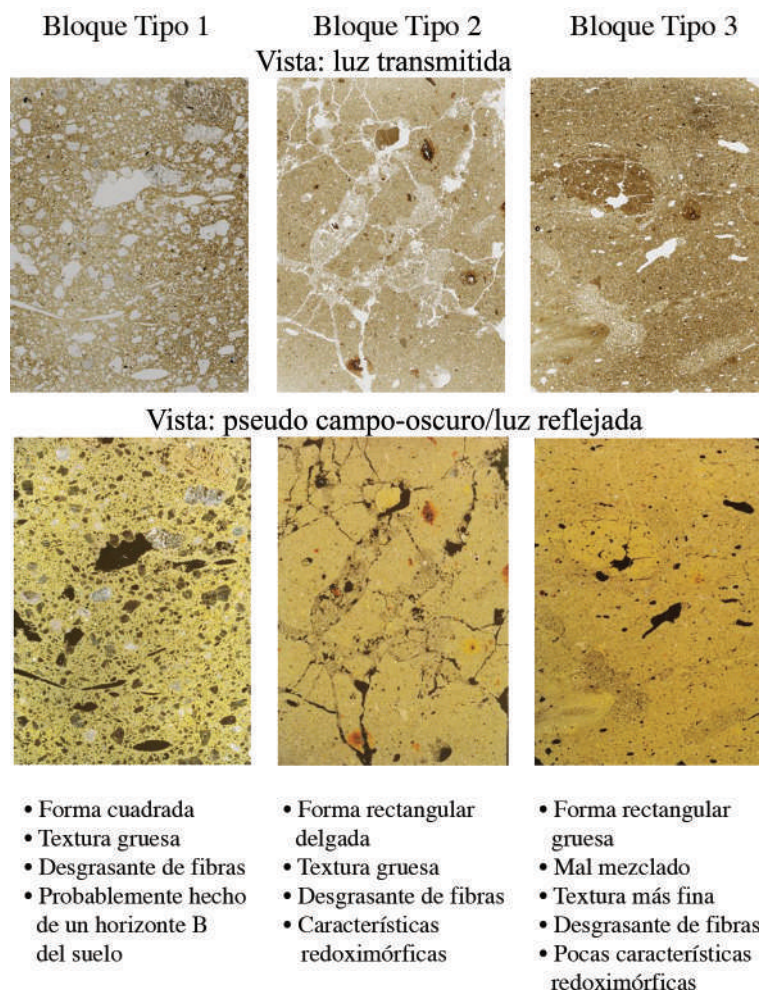


Figura 18. Láminas delgadas de tres tipos de bloques de adobe usando luz transmitida y pseudo campo-oscuro/luz reflejada (C. Frederick).

muy duros se derivó del horizonte B de un suelo formado en un depósito de cauce del río Viejo del Pleistoceno o de un afloramiento granítico erosionado. Puesto que todavía no se han identificado terrazas fluviales del Pleistoceno en la región, favorecemos los afloramientos graníticos erosionados como la fuente, los cuales pudieron haber estado localizados en los cerros al lado este del sitio de Río Viejo, a aproximadamente a 1 km de la acrópolis.

Otros bloques en este muro también tenían desgrasante de pasto y se podían categorizar en dos tipos distintos: 1) bloques delgados (5-7 cm) que median de 21 a 38 cm de largo y entre 12 a 19 cm de ancho (Bloque Tipo 2); y 2) bloques más largos (47-50 cm) que eran rectangulares en su corte (18-19 cm de ancho por 8-9 cm de grueso, Bloque Tipo 3). Estos dos tipos de bloque provenían posiblemente de la misma fuente de sedimento que estaba disponible localmente dentro de la zona cenagosa (zona donde fluctúa el nivel freático) del aluvión del Holoceno de la planicie aluvial. Aunque no se notó en el campo, estos bloques contienen elementos redoximórficos, en especial concentraciones (motas) de hierro típicamente asociados con la saturación periódica del sedimento por aguas freáticas, lo que sugiere que la materia prima fue sacada de una zona suficientemente profunda en el banco de sedimento. La forma irregular de los bloques, junto con una inspección de la superficie de éstos, sugiere que fueron hechos a mano, aunque su forma es mucho más consistente que la de los bloques de adobe del relleno estructurado de Tipo 2 descrito arriba. Ningún bloque de la acrópolis tiene las características de los bloques de adobe hechos en moldes, que generalmente presentan huellas dejadas por el uso de éste, especialmente estriaciones verticales en sus lados y un labio elevado en su superficie superior, lo que ocurre cuando se saca el lodo del molde cuando todavía está plástico.

Aunque muchas de las superestructuras de bajareque en la acrópolis probablemente se quemaron durante ceremonias de terminación (Joyce *et al.* 2016: 80-81), la mayor parte del bajareque fue esparcido y erosionado por una combinación de procesos naturales y culturales. Sin embargo, hay cuatro casos cuya concentración de bajareque en edificios quemados ha sido bien preservada, de manera que algunas características de los edificios originales se pueden inferir (figura 19). Se ha recuperado bajareque quemado de por lo menos dos edificios en las excavaciones en el área sur de la acrópolis (Rivas 2012). El bajareque está hecho de sedimento fino y compacto con desgrasante de pasto fino a grueso (Arellano 2012). También se encontraron ejemplos de pedazos lisos correspondientes a superficies y esquinas. Basándonos en el análisis del bajareque, una de las estructuras era un edificio más amplio con fragmentos de bajareque que medían en promedio 15 cm de largo, 10 cm de ancho y entre 5 a 8 cm de espesor. Las impresiones de los postes miden hasta 7 cm de ancho. La segunda estructura se diferencia por su bajareque más pequeño (8 x 7 x 3 cm en promedio) e impresiones de varas más delgadas (1-2 cm de diámetro). La ausencia de paneles intactos de bajareque y la mezcla del material entre las dos estructuras indican que después de que se quemaron, el bajareque fue movido, probablemente a través de las actividades de terminación que ocurrieron justo antes del abandono de la acrópolis.

Se encontraron los restos de dos pequeñas estructuras de bajareque en depósitos gruesos de relleno, en donde no había evidencia de ocupación importante. Sospechamos que estos



Figura 19. Bajareque quemado de la acrópolis (S. Barber).

edificios fueron estructuras temporales construidas para proteger a los trabajadores durante la construcción de la acrópolis (Joyce 2006). Uno de estos edificios de bajareque fue descubierto en las excavaciones directamente al oeste de la Estructura 2. Entre los primeros depósitos se encontró un panel preservado proveniente de un muro de una pequeña construcción de bajareque quemado a 3.5 m debajo de la superficie actual (Brzezinski *et al.* 2012: 65). La cerámica asociada sugiere que la estructura se construyó en las primeras temporadas de construcción de la acrópolis, probablemente alrededor de 100 dC. La forma intacta del panel sugiere que fue recubierto con relleno y protegido de los elementos poco después de que la estructura fuera quemada. Se encontraron un pequeño fogón y un hoyo de poste, asociados con los restos de la estructura. También se halló evidencia de una estructura de bajareque parecida en el relleno del Formativo terminal en el lado sur de la acrópolis (Arellano *et al.* 2012: 234).

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS FINALES

Los resultados de nuestra investigación sobre la arquitectura en Río Viejo muestran que había una gran diversidad de técnicas constructivas usadas en la construcción de edificios públicos en el sitio. Hemos identificado por lo menos cuatro tipos de relleno constructivo además de muros hechos de tierra apisonada, adobe y bloques de aluvión. Los datos de Río Viejo indi-

can que la secuencia de edificios públicos monumentales, desde el Montículo 9-Estructura 4 hasta la acrópolis del Montículo 1, involucraba una expansión en escala arquitectónica, así como en la diversidad de técnicas de construcción con tierra. La dependencia primaria de la arquitectura de tierra parece haber sido una elección y no una necesidad. Los cerros al este de Río Viejo, así como el pie de monte a 2 km al noroeste de la acrópolis, habrían provisto acceso fácil a piedras de escombros, las cuales eran el tipo de relleno estructural dominante en muchas regiones de Mesoamérica incluyendo los sitios del pie de monte en la región del bajo río Verde (Brzezinski 2015, Brzezinski *et al.* 2017, Workinger 2002). Estos cerros deben haber sido la fuente del granito utilizado para los muros de mampostería en Río Viejo.

De todos los edificios estudiados en la región, la diversidad más grande de técnicas constructivas se encuentra en la acrópolis del Montículo 1. Es más, las únicas técnicas que no hemos encontrado en el Montículo 1 fueron el uso de bloques de aluvión y el uso de tierra apisonada identificados en el Montículo 9-Estructura 4. No conocemos ninguna razón arquitectónica que pueda explicar la diversidad de métodos constructivos de tierra presentes en el Montículo 1; más bien, la variabilidad en el relleno constructivo y en los muros de contención sugiere que la construcción de la acrópolis probablemente involucró una diversidad de equipos de trabajo con técnicas y tradiciones arquitectónicas ligeramente diferentes (Joyce *et al.* 2013). En ocasiones, múltiples equipos de trabajo que utilizaban recetas de adobe diferentes pudieron haber participado en la construcción de un solo muro de adobe, como lo sugiere el muro de contención excavado en el lado oeste de la acrópolis.

En otras instancias, tanto en Río Viejo como en Loma Don Genaro, hemos encontrado secuencias de relleno de construcción cuyos tipos de relleno varían a través del tiempo, lo que sugiere la posibilidad de que diferentes equipos de trabajo iban y venían dentro de las actividades de construcción. Dada la secuencia de pasos complejos en la preparación del adobe, también es posible que hubiera equipos de trabajo que se especializaran en etapas particulares dentro del proceso.

Si asumimos, de manera un poco simplista, que cada tipo de relleno indica la presencia de un equipo de trabajo distinto, llegamos a la conclusión de que por lo menos cuatro equipos estuvieron involucrados en la construcción del Montículo 1 (p.ej. Hastings y Moseley 1975, Love 1999). Proponemos que cada grupo utilizó material y técnicas ligeramente diferentes para crear el relleno interior estable de la estructura (es decir, canastas de relleno no consolidado además de tres tipos de relleno estructurado). Las técnicas constructivas indican que la acrópolis no fue construida por una fuerza laboral permanente, ya que si fuera el caso, esperaríamos ver mayor consistencia en los métodos de construcción. Por el contrario, la construcción de la acrópolis fue el resultado de grupos de trabajadores que se turnaban y que llevaban a cabo su obra de manera diferente. Basándonos en las estimaciones del trabajo necesario para construir la acrópolis, hemos propuesto que los trabajadores probablemente venían del mismo sitio de Río Viejo, así como de las comunidades circundantes que estaban cumpliendo con sus obligaciones hacia la comunidad y probablemente hacia los líderes de Río Viejo (Joyce *et al.* 2013: 150-153).

Hemos vinculado algunas de las técnicas de construcción con edificios en otros sitios. En Loma Don Genaro, ubicado a 6 km al suroeste de Río Viejo, documentamos la presencia de relleno no consolidado, relleno en capas del tipo 1a y 1b, y de tierra apisonada durante el Formativo terminal tardío (Joyce *et al.* 2015). En el sitio de Yugüe (Yegüey), localizado del otro lado del río, a aproximadamente 4 km al sureste de Río Viejo, se usó relleno no consolidado, así como muros de adobe y de piedra en su arquitectura del Formativo terminal (Barber 2005). Proponemos que la mayor diversidad en las técnicas constructivas encontradas en la acrópolis, es el resultado de una mano de obra que proviene de múltiples comunidades. Con excepción del relleno no consolidado, los muros de bajareque y algunos escasos ejemplos de adobes y relleno en capa de tipo 1a, las técnicas de construcción con tierra no parecen haber sido utilizadas en los sitios del pie de monte como Cerro de la Virgen y San Francisco de Arriba (Brzezinski 2015, Workinger 2002).

Aunque la diversidad de técnicas constructivas y la escala de la construcción monumental en la acrópolis de Río Viejo sugieren que personas de múltiples comunidades estaban participando en un proyecto de trabajo común a escala importante, vemos evidencia de que la afiliación a distintas comunidades locales también persistía. La diversidad de técnicas sugiere que, aunque debió haber existido alguna organización general de las actividades constructivas, la gente de distintas comunidades, y quizá de diferentes barrios dentro de Río Viejo, aportaron sus propias técnicas arquitectónicas y herramientas de trabajo. Tanta diversidad en materiales, técnicas y equipos de trabajo habría dado lugar a complicaciones en la ingeniería de la estructura. Se podría esperar que los trabajadores hubieran innovado con técnicas constructivas híbridas y que las autoridades hubieran impuesto mayor organización en la construcción de la acrópolis de lo que sugiere la apariencia frecuentemente *ad hoc* de la arquitectura. En cambio, vemos distinciones basadas en la identidad, las prácticas y las herramientas de los equipos de trabajo a pesar de la escala y aparente importancia del trabajo para los dirigentes de Río Viejo. La información sobre la construcción de la acrópolis es consistente con datos regionales que indican que los líderes de Río Viejo no fueron exitosos en extender su autoridad sobre la región (Joyce y Barber 2015, Joyce *et al.* 2016). Tensiones crecientes entre los dirigentes de Río Viejo y la gente en las comunidades periféricas probablemente contribuyó al colapso de las instituciones políticas en Río Viejo alrededor de 250 dC, incluyendo la clausura ritual y el abandono de la acrópolis del Montículo 1.

AGRADECIMIENTOS

Muchos individuos e instituciones facilitaron la realización de las investigaciones arqueológicas en la región del bajo río Verde. Los proyectos se llevaron a cabo con los permisos del Instituto Nacional de Antropología e Historia, México. Los fondos y apoyos para las investigaciones fueron otorgados por las siguientes instituciones: National Science Foundation (BCS-0923909, BCS-0096012, BNS-8716332, and BCS-1123388), The Historical Society (Religion and Innovation in Human Affairs Grant apoyado por la Templeton Foundation),

Beca Fulbright-García Robles, Foundation for the Advancement of Mesoamerican Studies (#99012), NASA (NNX08AO31G), National Geographic Society (grant 3767-88), Wenner-Gren Foundation (GR. 4988), H. John Heinz III Charitable Trust, University of Colorado (CARTSS, CRCW, Dean's Small Grant, Norton Fund, and Innovative Grant Program), Vanderbilt University Research Council y Mellon Fund, Explorers Club, Sigma Xi y Rutgers University. Damos las gracias a los habitantes de Río Viejo, San José del Progreso, La Boquilla y Tututepec quienes trabajaron con nosotros durante las temporadas de campo. Muchas personas en la costa de Oaxaca nos ayudaron durante el proyecto. Agradecemos el apoyo de todos los presidentes municipales, agentes de policía, y dueños de terrenos de los municipios de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo y Santiago Jamiltepec quienes nos permitieron trabajar en la región. Los habitantes de San José del Progreso, donde vivimos durante los proyectos, siempre nos trataron bien.

BIBLIOGRAFÍA

ARELLANO GONZÁLEZ, GABRIELA

- 2012 Análisis de bajareque, Sarah B. Barber y Arthur A. Joyce (eds.), *El Proyecto Río Verde*, informe técnico de la temporada de 2012, informe final entregado al Consejo Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 650-662.

ARELLANO G. GONZÁLEZ, GABRIELA, VÍCTOR E. SALAZAR CHÁVEZ Y TYLER G. HILL

- 2012 Excavaciones de la operación C, Sarah B. Barber y Arthur A. Joyce (eds.), *Proyecto Río Verde*, informe técnico de la temporada de 2012, informe final entregado al Consejo Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 201-279.

BARBER, SARAH B.

- 2005 *Identity, tradition, and complexity: negotiating status and authority in Pacific Coastal Mexico*, tesis, University of Colorado, Boulder.

BARBER, SARAH B. Y ARTHUR A. JOYCE (EDS.)

- 2011 *Proyecto Río Verde: informe técnico de la temporada de 2009*, informe final entregado al Consejo de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- 2012 *Proyecto Río Verde: informe técnico de la temporada de 2012*, informe final entregado al Consejo de Arqueología y el Centro INAH Oaxaca, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

BRZEZINSKI, JEFFREY S.

- 2015 *Excavaciones en Cerro de la Virgen*, Arthur A. Joyce y Sarah B. Barber (eds.), *Proyecto Río Verde*, informe técnico de la temporada de 2013, informe final entregado al Consejo Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 288-509.

ARQUITECTURA DEL PERIODO FORMATIVO TERMINAL EN RÍO VERDE, OAXACA

BRZEZINSKI, JEFFREY S., ARTHUR A. JOYCE Y CARLO J. LUCIDO

- 2012 Excavaciones de la operación A, Sarah B. Barber y Arthur A. Joyce (eds.), Proyecto Río Verde, informe técnico de la temporada de 2012, informe final entregado al Consejo Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 13-156.

BRZEZINSKI, JEFFREY S., ARTHUR A. JOYCE Y SARAH B. BARBER

- 2017 Constituting Animacy and Community in a Terminal Formative Bundled Offering from the Coast of Oaxaca, Mexico, *Cambridge Archaeological Journal* 27 (3): 511-531.

EGAN, RACHEL Y SARAH B. BARBER

- 2012 Excavaciones en la Operación E, Sarah B. Barber y Arthur A. Joyce (eds.), Proyecto Río Verde, informe técnico de la temporada de 2012, informe final entregado al Consejo Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 336-421.

GOLDBERG, PAUL

- 2009 Apéndice C: análisis de láminas delgadas de sedimentos de RV0A, Arthur A. Joyce y Marc N. Levine (eds.), Proyecto Río Verde. Informe final entregado al Consejo de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 471-472.

GOMAN, MICHELLE, ARTHUR A. JOYCE, RAYMOND MUELLER Y WILLIAM MIDDLETON

- 2014 Reconstructing the Formation Land Use History of the Mound 2 U2-Feature Depression at Río Viejo, Oaxaca, Mexico, *Quaternary International* 342: 33-44.

HASTINGS, C. MANSFIELD, Y M. EDWARD MOSELEY

- 1975 The adobes of Huaca del Sol and Huaca de La Luna, *American Antiquity* 40 (2): 196-203.

HODDER, IAN

- 2012 *Entangled: An Archaeology of the Relationship between Humans and Things*, Wiley-Blackwell, Malden.

JOYCE, ARTHUR A.

- 1991 Formative period occupation in the lower Río Verde Valley, Oaxaca, Mexico: interregional interaction and social change, tesis, Rutgers University, New Brunswick.
- 2006 The Inhabitation of Río Viejo's Acropolis, Elizabeth C. Robertson, Jeffrey D. Seibert, Deepika C. Fernández y Marc U. Zeder (eds.), *Space and spatial analysis in archaeology*, University of New Mexico y University of Calgary Presses, Albuquerque y Calgary: 83-96.
- 2009 La acrópolis de Río Viejo: una biografía de lugar, Nelly M. Robles García (ed.), *Bases de la complejidad social en Oaxaca, Memoria de la cuarta mesa redonda de Monte Albán*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 529-554.
- 2010 *Mixtecs, Zapotecs, and Chatinos: Ancient Peoples of Southern Mexico*, Wiley-Blackwell, Malden.

ARTHUR A. JOYCE, CHARLES D. FREDERICK Y SARAH B. BARBER

- JOYCE, ARTHUR A. (ED.)
2013 *Polity and ecology in Formative Period Coastal Oaxaca*, University Press of Colorado, Boulder.
- JOYCE, ARTHUR A. Y SARAH B. BARBER
2011 Excavating the Acropolis at Río Viejo, Oaxaca, Mexico, *Mexicon* 33 (1): 15-20.
- JOYCE, ARTHUR A. Y SARAH B. BARBER (ED.)
2015 Proyecto Río Verde, informe técnico de la temporada de 2013, informe final entregado al Consejo Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- JOYCE, ARTHUR A., SARAH B. BARBER Y CARLO J. LUCIDO
2015 Excavaciones en Loma don Genaro, Arthur A. Joyce y Sarah B. Barber (eds.), El Proyecto Río Verde, informe técnico de la temporada de 2013, Informe final entregado al Consejo Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 510-641.
- JOYCE, ARTHUR A., SARAH B. BARBER, JEFFREY BRZEZINSKI, CARLO J. LUCIDO Y VÍCTOR SALAZAR CHÁVEZ
2016 Negotiating political authority and community in terminal Formative Coastal Oaxaca, Sarah Kurnick y Joanne Baron (eds.), *Political strategies in pre-Columbian Mesoamerica*, University Press of Colorado, Boulder: 61-96.
- JOYCE, ARTHUR A. Y JAMIE FORDE
2014 *El Pueblo de la Tierra del Cielo: arqueología de la Mixteca de la costa*, Centro INAH, Oaxaca, Instituto Nacional de Antropología, México.
- JOYCE, ARTHUR A. Y MARC. N. LEVINE (EDS.)
2009 Proyecto Río Verde, informe final entregado al Consejo de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- JOYCE, ARTHUR A., MARC N. LEVINE Y SARAH B. BARBER
2013 Place-making and power in the terminal Formative: excavations on Río Viejo's acropolis, Arthur A. Joyce (ed.), *Polity and ecology in Formative period Coastal Oaxaca*, University Press of Colorado, Boulder: 135-164.
- KITA, YUKO, ANNICK DANEELS Y ALFONSO ROMO DE VIVAR
2013 Chemical analysis to identify Organic compounds in preColumbian monumental earthen architecture, *Journal of Science and Technology* 3 (1): 39-45.

ARQUITECTURA DEL PERIODO FORMATIVO TERMINAL EN RÍO VERDE, OAXACA

LEVINE, MARC N. Y ARTHUR A. JOYCE

- 2009 Excavaciones profundas en la Estructura 2 del Montículo 1 de Río Viejo, Arthur A. Joyce y Marc N. Levine (eds.), Proyecto río Verde, informe final entregado al Consejo de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 81-140.

LOVE, MICHAEL

- 1999 Ideology, material culture, and daily practice in pre-Classic Mesoamerica: a Pacific Coast perspective, David C. Grove y Rosemary A. Joyce (eds.), *Social patterns in pre-Classic Mesoamerica*, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.: 127-154.

MUELLER, RAYMOND G.

- 1991 Appendix 2: Technical Report on the Geomorphological Research of the Río Verde Formative Project, Arthur A. Joyce, Formative Period Occupation in the Lower Río Verde Valley, Oaxaca, Mexico: Interregional Interaction and Social Change, tesis, Rutgers University, New Brunswick: 788-839.

NIROUMAND, HAMED, MUHAMMAD F. M. ZAIN, Y MASLINA JAMIL

- 2013 Various types of earth buildings, *Procedia, Social and Behavioral Sciences* 89: 226-230.

RIVAS, ALEXANDER E.

- 2012 Excavaciones en la Operación E, Sarah B. Barber y Arthur A. Joyce (eds.), Proyecto Río Verde, informe técnico de la temporada de 2012, informe final entregado al Consejo Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 280-335.

RODRÍGUEZ, ADOLFO C., GABRIEL NARVÁEZ C., ANTONIO HERNÁNDEZ M., JORGE ROMERO P., BERNARDO C. SOLANO S., FRANCISCO L. ANAYA A., NICOLÁS DILLANES R. Y JOSÉ DE LOS SANTOS CASTRO C.

- 1989 *Caracterización de la producción agrícola de la región costa de Oaxaca*, Universidad Autónoma Chapingo, Pinotepa Nacional.

SALAZAR CHÁVEZ, VÍCTOR E. Y KARLA I. LÓPEZ CARRANCO

- 2015 Excavaciones en la operación C, Arthur A. Joyce y Sarah B. Barber (eds.), Proyecto Río Verde, informe técnico de la temporada de 2013, Informe final entregado al Consejo Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 81-135.

TAMAYO, JORGE L.

- 1964 The hydrography of Middle America, Robert C. West (ed.), *Handbook of Middle American Indians, vol. 1: Natural Environment and Early Cultures*, University of Texas Press, Austin: 84-121.

VIDAL GUZMÁN, CUAUHTÉMOC

- 2017 Places of contestation: a study of public buildings at Río Viejo on the Pacific Coast of Oaxaca, Mexico, tesis, University of Colorado, Boulder.

WORKINGER, ANDREW

- 2002 Coastal/Highland interaction in prehispanic Oaxaca, Mexico: the perspective from San Francisco de Arriba, tesis, Vanderbilt University, Nashville.

WORKINGER, ANDREW Y ARTHUR A. JOYCE

- 1999 Excavaciones arqueológicas en Río Viejo, Arthur A. Joyce (ed.), Proyecto patrones de asentamiento del río Verde, informe final entregado al Consejo de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 51-119.

LA ARQUITECTURA DE TLALANCALECA, PUEBLA. DEFINIENDO LA TRADICIÓN CONSTRUCTIVA DEL FORMATIVO EN EL CENTRO DE MÉXICO

Julieta M. López Juárez*
Shigeru Kabata**
Tatsuya Murakami***

INTRODUCCIÓN

Tlalancaleca es un centro urbano del altiplano de México, anterior al surgimiento de Teotihuacan (García Cook 1973a, 1973b, Kabata y Murakami 2016, Murakami *et al.* 2017a, 2017b, 2018a) (figura 1). Este sitio del Formativo medio-tardío al Formativo terminal (800 aC-250/300 dC) se caracteriza principalmente por su planificación urbana con nueve complejos con sus plazas y un gran centro ceremonial, cuyos rasgos arquitectónicos evidencian contactos regionales y macrorregionales (plataformas circulares, estilo talud-tablero), y por tener un desarrollo paralelo con Teotihuacan hasta alrededor de 300 dC, momento de la decadencia de Tlalancaleca (Murakami *et al.* 2017b: 230-231).

Se ha propuesto que para el Formativo tardío (hacia el 500 aC-100 aC), la sociedad de Tlalancaleca estaba organizada por sus gobernantes, tenía una compleja estratificación social y contaba con grupos dedicados a actividades especializadas (Murakami *et al.* 2017b). Por otro lado, los datos recientes de excavación (*op. cit.*) sugieren que la construcción monumental y la reconstrucción de algunas estructuras durante el Formativo terminal (alrededor del año 100 aC-250 dC) se deben quizá a las migraciones provocadas por la erupción del Popocatepetl ocurrida alrededor del año 70 dC (Plunket y Uruñuela 2018: 72-87), ya que desde el 100 dC al 250 dC aproximadamente, se inicia una intensa actividad constructiva, por lo cual la ciudad se extendió hacia el este, norte y sur de la meseta.

* Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación, Instituto de Física-UNAM, México, Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto, Japón

** Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto, Japón, Co-Director del Proyecto Arqueológico Tlalancaleca, Puebla

***Universidad de Tulane, Nueva Orleans, EUA, Co-Director del Proyecto Arqueológico Tlalancaleca, Puebla

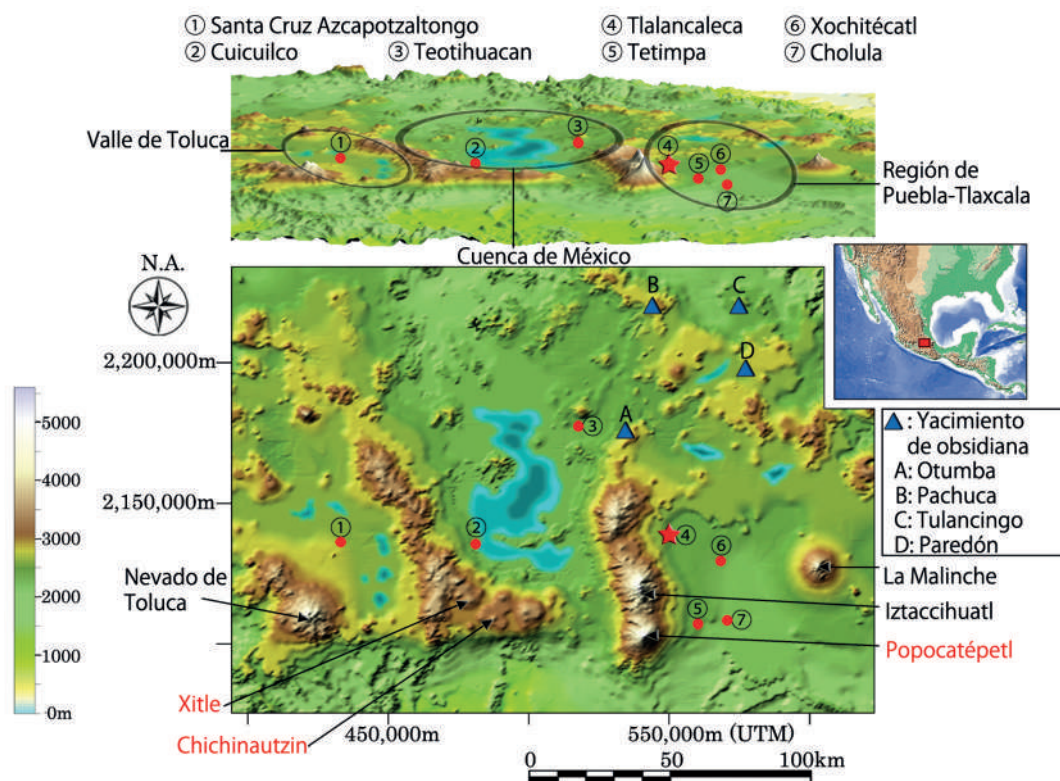


Figura 1. Ubicación de Tlalancaleca (imagen del PATP ©), (Kabata y Murakami 2014: 2).

La larga historia de Tlalancaleca se superpone con la de Teotihuacan, por lo tanto, es posible realizar una primera comparación sobre la evolución arquitectónica en ambos sitios. Dicha evolución arquitectónica se debió, según Murakami *et al.* (2017a), a la materialización de la cosmovisión. Esta misma materialización fue retomada, perfeccionada y aplicada en la arquitectura monumental de Teotihuacan.

Al respecto, investigaciones precedentes muestran que la arquitectura puede ser analizada desde la perspectiva de la materialidad, lo que nos permite conocer aspectos técnicos, así como inferir relaciones sociales y de organización político-económica de la sociedad que la crea (Barba y Córdova 1999, 2010, Murakami 2010, Robles 2012, Tsai 2014). De acuerdo con lo anterior, el análisis de los diversos componentes arquitectónicos nos ayudará a dilucidar la evolución de la materialización de la cosmovisión en Tlalancaleca ocurrida desde el Formativo tardío al terminal.

Con la finalidad de esclarecer esta evolución analizamos una muestra de material constructivo de tres complejos de Tlalancaleca. Aplicamos técnicas complementarias y multielementales como XRD (difracción de rayos X), SEM/EDS (microscopio electrónico de barrido/espectrometría de dispersión de energías de rayos X) y PIXE (emisión de rayos X inducida por protones).

ARQUITECTURA DE TLALANCALECA EN EL FORMATIVO EN EL CENTRO DE MÉXICO

Por tanto, en este texto mostramos una síntesis de las investigaciones en Tlalancaleca, describimos la planificación urbana y los sistemas constructivos identificados hasta el momento en la antigua ciudad. Posteriormente, presentamos la metodología de análisis desarrollada para la arquitectura de tierra. Finalizamos con una interpretación conjunta de los resultados arqueológicos y arqueométricos. Y aunque se ha mencionado el tema de la materialización de la cosmovisión, en este texto no lo desarrollaremos. Nos enfocamos en los materiales constructivos.

MEDIO AMBIENTE, UBICACIÓN, GEOMORFOLOGÍA Y CLIMA DE TLALANCALECA

El sitio arqueológico, llamado localmente La Pedrera, se ubica a unos 4 km al suroeste de la comunidad San Matías Tlalancaleca y a 19 km al lado noreste del volcán Iztaccíhuatl. Se encuentra en la provincia del Eje Neovolcánico o Faja Volcánica Transmexicana (FVT) y se desplanta sobre un lahar de toba andesítica que formó una meseta de suaves pendientes orientadas hacia el este y sureste (INEGI 1985, 2002, Consejo de Recursos Minerales 1995); estas pendientes favorecen el escurrimiento del agua y evitan su acumulación en la zona alta del sitio (figura 2).

El sitio cuenta con aproximadamente 550 hectáreas de tierras bajas con zonas residenciales, tierras de cultivo y cuerpos de agua intermitentes representados por barrancas, cañadas y ojos de agua (INEGI 1985, Kabata y Murakami 2014: 13). Según evidencias paleobotánicas

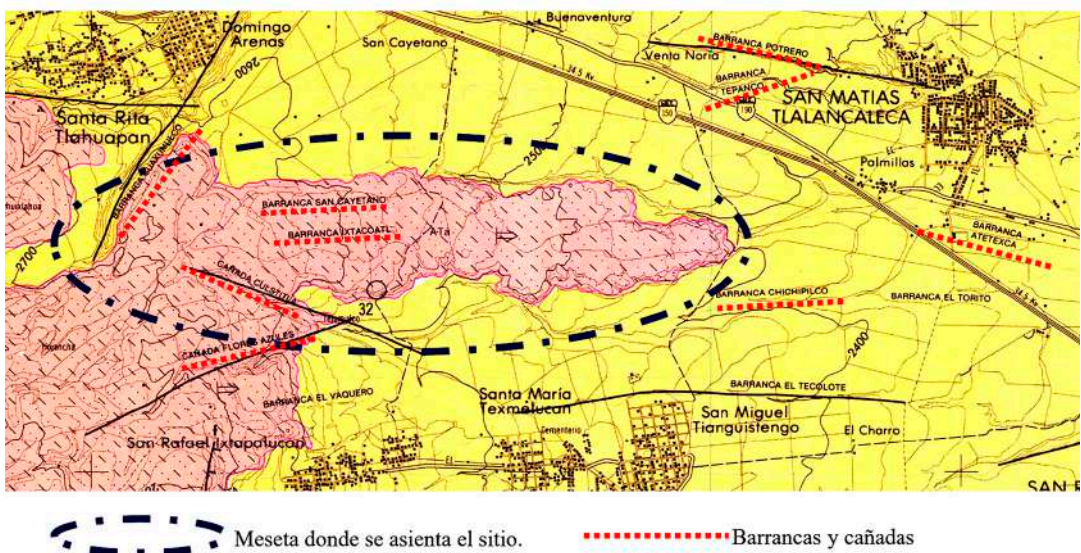


Figura 2. En el óvalo se muestra la meseta donde se ubica el sitio; los principales escurrimientos de agua están señalados en líneas punteadas de color rojo (INEGI 1985. Carta Geológica Mariano Arista. E14B32. Escala: 1:50 000).

reportadas para la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) por Lozano y Cevallos (2007: 273-287), en el área prevalecieron los bosques de *Abies (oyamel)*, de *Pinus*, de *Quercus* (encinos), de *Cupressus* y/o *Juniperus* (cedro-cedro de incienso/enebros o sabinas) y de *P. hartwegii* (ocote blanco), así como pastizal. Edafológicamente, los suelos dominantes del área son: arenosos (suelos arenosos), leptosol (suelos desarrollados a partir de los productos del intemperismo de rocas ígneas extrusivas, cenizas volcánicas o material sedimentario), durisol (suelos asociados a superficies antiguas, moderadamente bien drenados y que contienen sílice secundario), cambisol (suelos moderadamente desarrollados que sufren cambios debido a factores físicos y químicos) y antrosol (suelos que han sido transformados por procesos antropogénicos y presentan alteraciones físicas, hidrológicas y geoquímicas) (FAO 2009: 72-85, García *et al.* 2007: 75-76, INEGI 2009: 1-2).

En términos constructivos, La Pedrera se compone de nueve complejos arquitectónicos: 1) Gran Plataforma oeste; 2) Gran Plataforma sur; 3) Cerro Grande; 4) Complejo A; 5) Complejo B; 6). Complejo C; 7) Complejo Tres Marías y 8) Complejo este y 9) Complejo D (figura 3).

Las primeras investigaciones en el sitio fueron realizadas por el arqueólogo Ángel García Cook (1981), quien fechó la principal ocupación del sitio entre el Formativo medio y terminal (*ca.* 1200 aC-100 dC). Sin embargo, de acuerdo con evidencia reciente, es posible afirmar que el sitio funcionó como centro regional hasta el 250 dC-300 dC (Kabata y Murakami 2015: 8, Murakami 2015, Murakami *et al.* 2018 a). Durante el Formativo medio, el núcleo

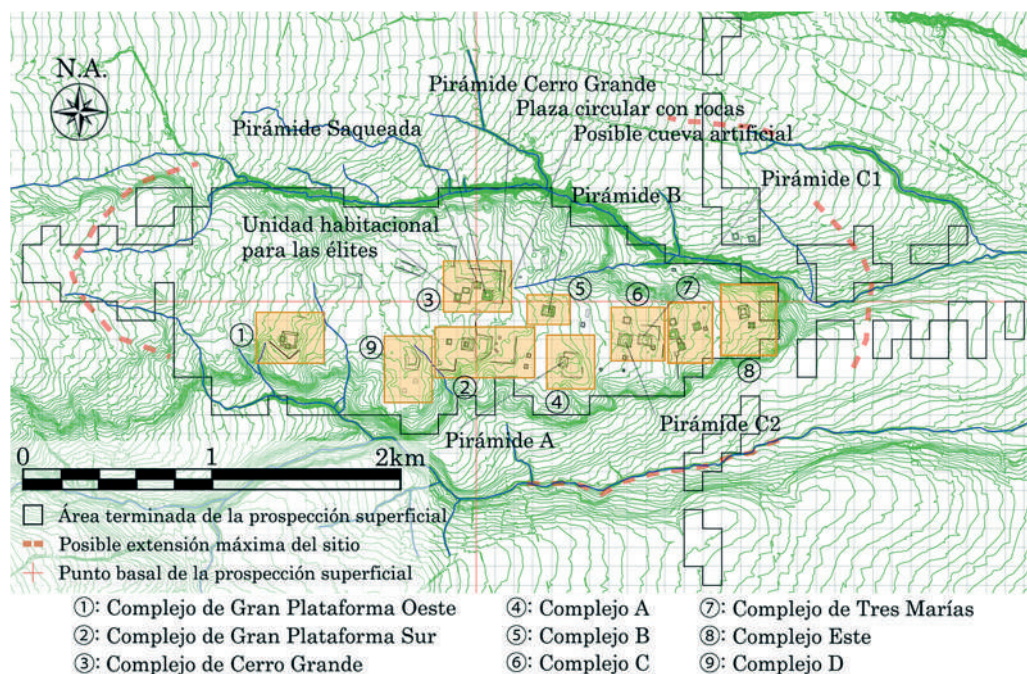


Figura 3. Ubicación de los nueve complejos arquitectónicos de Tlalancaleca (imagen del PATP ©, Kabata y Murakami 2015: 1, Murakami y Kabata 2019).

cívico-ceremonial se ubicó en el extremo este de la meseta y la zona residencial se extendía alrededor de la misma.

A continuación describiremos tres complejos que han sido parcialmente excavados y fechados con ^{14}C , que presentan ciertas similitudes arquitectónicas en cuanto al sistema constructivo, los acabados finales y el estilo talud-tablero. Estos son los complejos Cerro Grande, el C y el Tres Marías.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN TLALANCALECA

PIRÁMIDE CERRO GRANDE DEL COMPLEJO CERRO GRANDE

En el centro de Tlalancalca se encuentra la Pirámide Cerro Grande que, por su tamaño y ubicación, suponemos fue el lugar más importante del sitio; sus medidas aproximadas son de 55 x 53 x 17 m. Los fechamientos por ^{14}C de esta estructura muestran que su última ocupación estaría situada entre el 250 dC-300 dC (figura 4).

Esta pirámide es parte de un complejo compuesto por varias estructuras y una zona residencial o cívico-ceremonial que se ubican hacia su lado oeste. Además, está asociada a una oquedad que indica la presencia de una cueva justo a 105 m al este.

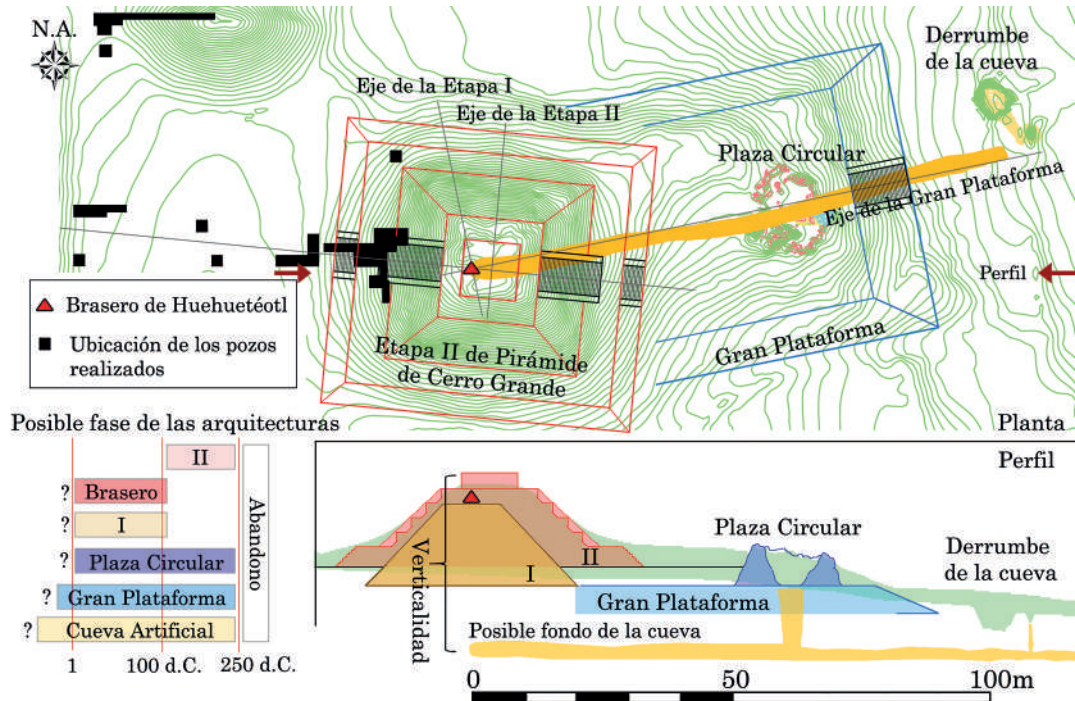


Figura 4. Complejo de Cerro Grande. Reconstrucción hipotética (imagen del PATP ©, Kabata y Murakami 2015: 55-60).

Los resultados de las perforaciones utilizando nucleadora y de las excavaciones realizadas en la pirámide de Cerro Grande muestran que éste fue construido aprovechando un terreno naturalmente elevado. Las excavaciones en la Plaza Principal llegaron al tepetate a 1.5 / 2 m bajo la superficie; en cambio, las perforaciones en otros sectores del complejo llegaron a más de 7 m bajo superficie. Es importante señalar que para la construcción de este complejo, se respetó la topografía natural.

Algunos autores han propuesto que, durante el Formativo temprano, las prácticas rituales a pequeña escala se realizaban sobre elevaciones naturales; posteriormente, las estructuras monumentales se construyen en terrenos naturales o artificialmente elevados, siguiendo medidas estandarizadas y ubicando los monumentos dentro de un paisaje físico y simbólico (Carballo 2016: 14-16, Kabata y Murakami 2016: 197-203).

Al observar la disposición de las estructuras del complejo Cerro Grande, podemos identificar la intencionalidad de construir sobre un terreno naturalmente elevado. La orientación de las construcciones es similar y la distribución sobre la meseta hace que éstas se integren al paisaje natural. Por otro lado, la construcción del complejo Cerro Grande no fue casual, existe una composición simbólica dios del fuego-montaña-cueva, como la que se observará más tardíamente en la Pirámide del Sol en Teotihuacan (Heyden 1973, 1975), es decir, una verticalidad artificial probada y experimentada durante el Formativo terminal (figura 5).

De acuerdo con los datos de excavación, el sistema constructivo de la pirámide Cerro Grande es el siguiente: la plataforma fue realizada con un sistema de cajones de adobe rellenos de tierra procesada y compactada. En cambio, las escalinatas son de bloques de roca, posiblemente andesita, recubierta con argamasa de tierra.



Figura 5. Pirámide Cerro Grande, configuración dios del fuego-montaña-cueva (imagen del PATP ©), (Kabata y Murakami 2015: 55-60).

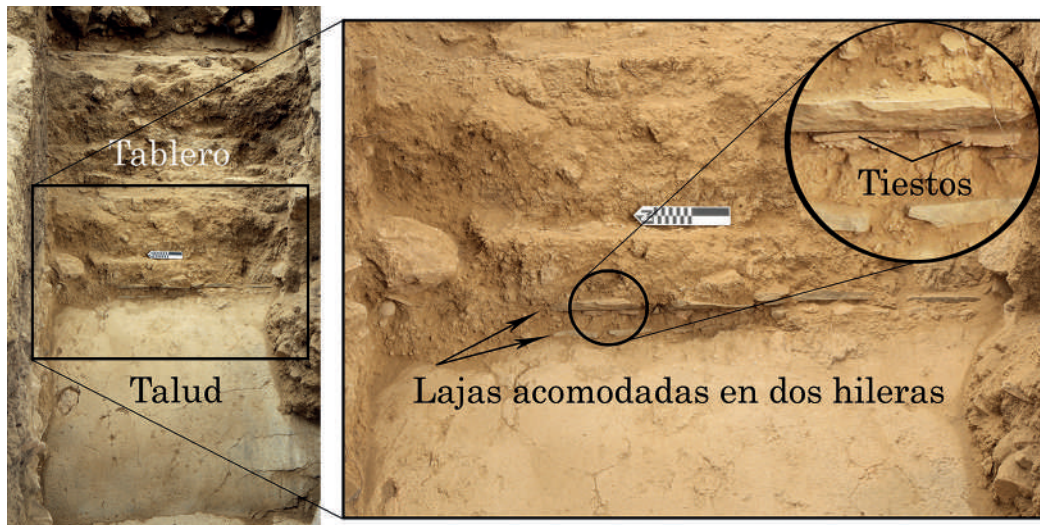


Figura 6. Fachada de la Pirámide Cerro Grande con estilo talud-tablero de doble laja (imagen del PATP ©), (Murakami *et al.* 2017a: 28).

Los recubrimientos de argamasa de tierra se aplicaron en dos capas claramente diferenciadas de acuerdo con el grosor y color de sus agregados: se aplicó primero una capa de argamasa de grano grueso y posteriormente otra de grano fino. Esta última fue alisada y compactada para unir las dos capas y regularizar la superficie. Antes de aplicarle decoración, esta capa de argamasa pulida fue sometida al fuego, es decir, fue cocida, posiblemente para sellar los poros. Posteriormente se aplicó un enlucido de lodo con doble función: para regularizar la superficie y para utilizarlo como soporte sobre el cual se colocó la decoración. La paleta cromática utilizada en la última etapa del Cerro Grande (250 dC) comprende los colores blanco y blanco ocre, este último utilizado a veces como soporte, así como el color negro y el ocre-amarillo aplicados en trazos gruesos para elaborar diseños geométricos y/o lineales. El color rojo con diversas tonalidades se utiliza como soporte, aunque otras veces se aplica en trazos lineales gruesos sobre un soporte de color blanco enriquecido con carbonatos de calcio.

Adicionalmente, fue también en la última fase constructiva del Cerro Grande, donde se identifica el estilo talud-tablero con doble línea de lajas intercaladas con fragmentos cerámicos grandes para soportar el tablero (figura 6). Es posible que esta sea una de las versiones de talud-tablero que aparecen en Tlalancaleca y que sería retomada y perfeccionada en épocas posteriores en Teotihuacan. Por el momento, las excavaciones en el sitio y los fechamientos por radiocarbono se encuentran en proceso, pero es posible proponer que el talud-tablero en Tlalancaleca se desarrolló antes del 250 dC.

COMPLEJO C

Otro de los complejos que ha sido excavado de manera parcial es el complejo C, que se ubica al este del Complejo Cerro Grande, cuenta con varias estructuras y por lo menos dos plazas.

ESTRUCTURA C1

El complejo C tiene una estructura que se conoce como C1 o Pirámide de Alfardeas en las Escalinatas, según García Cook (1973a). De acuerdo con los datos de excavación y los datos topográficos, la primera plataforma mide 42.9 m x 35.8 m en planta, mientras que la segunda tiene las dimensiones de 30.9 m x 30.8 m. La orientación arquitectónica de estas dos plataformas revela que no se construyeron en un mismo eje (figura 7).

Las excavaciones y los fechamientos por ^{14}C indican que la Estructura C1 fue construida y reconstruida durante el Formativo terminal. Hasta el momento, se han identificado tres fases constructivas con tres fachadas superpuestas; las dos últimas con escalinatas revestidas de argamasa de tierra. El sistema constructivo fue el mismo que se identificó en Cerro Grande. Las plataformas y sus diversas ampliaciones se realizaron con cajones de muros de adobe, rellenos de tierra procesada, posiblemente cernida y apisonada.

Para realizar las diferentes fases constructivas se utilizaron cajones de muros de adobe desplantados sobre la estructura anterior, probablemente colocando una capa de tierra húmeda (argamasa) sobre la superficie de la estructura anterior, y sobre ésta, se fueron colocando las hiladas de adobe. Es posible que la tierra con la que se rellenaron los cajones de la tercera fase constructiva, debido a su grano tan fino, haya sido cernida y posteriormente apisonada. Sobre el apisonado se colocó una delgada capa de arcilla de color oscuro (10YR2/2, según Munsell Soil Color Book [2013]). La argamasa de tierra de esta estructura se aplicó en dos

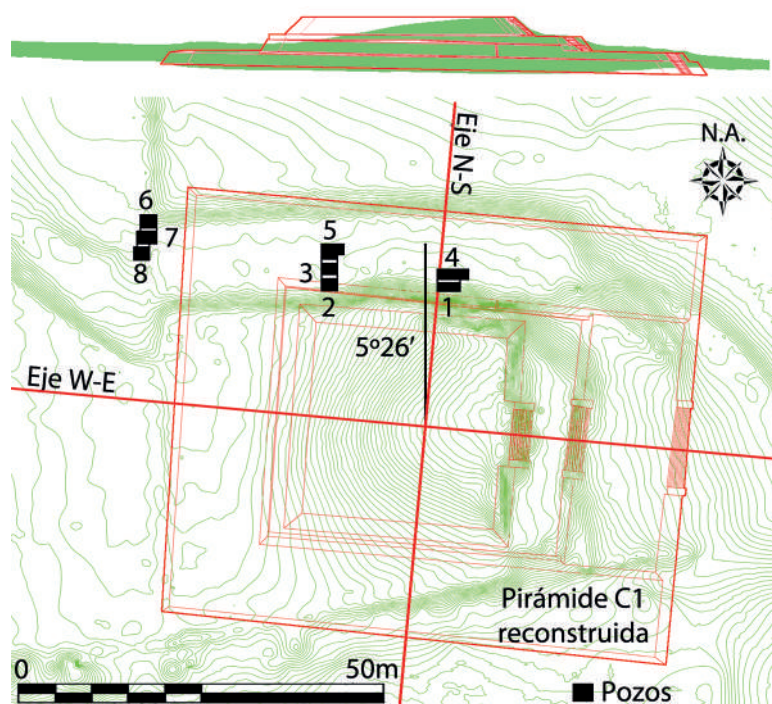


Figura 7. Reconstrucción de la Estructura C1 (imagen del PATP©), (Kabata y Murakami 2015: 152).

capas sucesivas, se sometió al fuego y decoró, igual que en la última fase constructiva de la pirámide Cerro Grande.

ESTRUCTURA C5

En contraste, en el mismo complejo, pero en la estructura denominada como C5, se identificaron cinco fases constructivas para el Formativo (figura 8).

En el primer nivel, se identifica una construcción de forma circular, fechada entre 800 aC/650 aC. Cabe mencionar que, hasta el momento, no se ha documentado un elemento similar para el Formativo en el Altiplano Central. Según Murakami *et al.* (2018a: Apéndice A), esta estructura se podría relacionar con la fundación del sitio y tratarse de un espacio ritual. Por el momento, ésta es la estructura más temprana de Tlalancaleca.

El nivel 2 representa una secuencia constructiva de apisonados de tierra y muros de adobe, fechados entre 650 aC-500 aC. El nivel 3 fue una plataforma (Estructura C5-Sub2) construida directamente sobre el apisonado del nivel 2. El Nivel 4 corresponde a la Estructura C5-Sub1, que fue una estructura con muros en talud, fechada para los años 270-230 aC. El nivel 5 (Estructura C5), pertenece al Formativo terminal. De acuerdo con los resultados del fechamiento por radiocarbono en las Estructuras C1 y C5, el complejo C fue ocupado casi sin interrupción desde el 800 aC hasta el 250 dC (Murakami *et al.* 2018 a: Apéndice A).

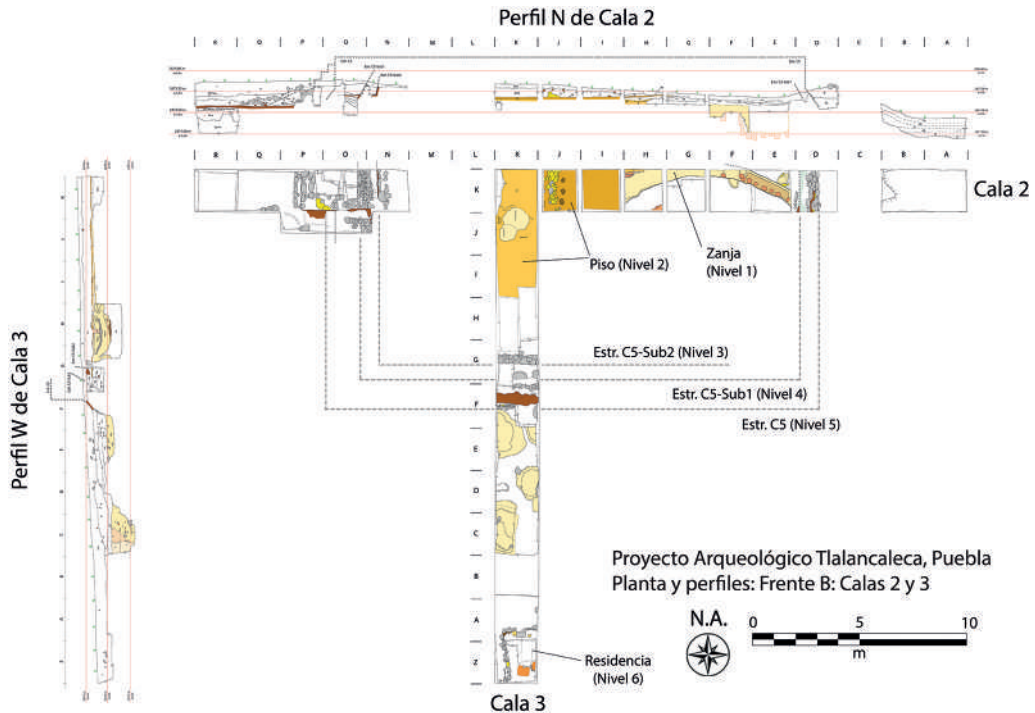


Figura 8. Fases constructivas identificadas en la Estructura C5 (imagen del PATP©), (Murakami *et al.* 2018a: 86).

Los sistemas constructivos identificados en la Estructura C5 son los siguientes: en el nivel 1, el elemento de forma circular de tierra apisonada con huellas de poste. En el nivel 2 hubo quizá una residencia, y tiene una secuencia de varios pisos sobrepuestos de tierra apisonada, también con huellas de postes y con restos de muros de adobe y bajareque. El nivel 3 es una plataforma con muros verticales desplantada sobre los pisos de tierra compactada. Se observan restos de los muros de adobe para hacer cajones rellenos de tierra apisonada. El recubrimiento de los muros de esta plataforma es de lodo, sin evidencia de decoración. El nivel 4 es una plataforma con muros en talud que cubre la plataforma anterior, su recubrimiento no se conservó. El desplante es similar, con muros de adobe posiblemente formando cajones. El nivel 5, o Estructura C5, es una plataforma hecha con el sistema de cajones de adobe rellenos de tierra procesada y apisonada, con su talud y sus escalinatas recubiertos con piedra de origen volcánico. Es interesante notar un cambio temporal en el recubrimiento de las estructuras de este complejo: a diferencia de la estructura del Nivel 3, cuyo recubrimiento era de lodo, a partir del nivel 5 se utiliza la argamasa de tierra.

COMPLEJO TRES MARÍAS

El complejo Tres Marías está ubicado aproximadamente 1 km al este de Cerro Grande y justo al este del complejo C; consiste en cinco estructuras principales denominadas TM1 a TM5, con un espacio abierto como una gran plaza. Según los datos obtenidos, era una zona residencial durante el Formativo medio. Sin embargo, durante el Formativo tardío, se convirtió en un centro cívico-ceremonial con pirámides y plazas asociadas (figura 9). En el complejo Tres Marías se exploró la Estructura TM5 (200 dC), la cual cuenta a su vez con una subestructura, la TM5-Sub1 (150 dC).

La TM5-Sub1 es una plataforma con muros en talud. Tanto la estructura como la escalinata se hicieron con muros de adobe y piedras volcánicas de gran tamaño. Los rellenos también contenían estas piedras grandes, además de adobes y bajareques fragmentados. Esto podría indicar que existió una subestructura y que algunas partes de ésta fueron destruidas e incorporadas en el relleno. La escalinata estaba recubierta con piedra de acabado irregular sobre la que se aplicó una capa gruesa de argamasa de tierra y posteriormente una de argamasa de grano fino que se alisó y endureció con fuego.

Por otro lado, existe un contraste en la planeación, selección y ejecución de la obra y los materiales de la Estructura TM5. A pesar de que fue construida por encima de la Estructura TM5-Sub1 y de que ambas escalinatas se encuentran sobrepuestas, el estilo final de TM5 es de talud-tablero y los materiales de su sistema constructivo son ligeramente distintos.

La estructura TM5 se levantó inicialmente con cajones de muros de adobes rellenos de tierra procesada y apisonada que desplantan sobre la estructura anterior. En éstos no hay evidencia de piedras grandes para levantar los muros, tampoco en los rellenos. El recubrimiento de la escalinata es de lajas posiblemente pulidas; sobre éstas se aplicó recubrimiento de color blanco con motivos de color rojo que, de acuerdo con Murakami *et al.* (2017: 285), es estuco. En los resultados preliminares de las muestras analizadas se identificaron carbonatos de calcio

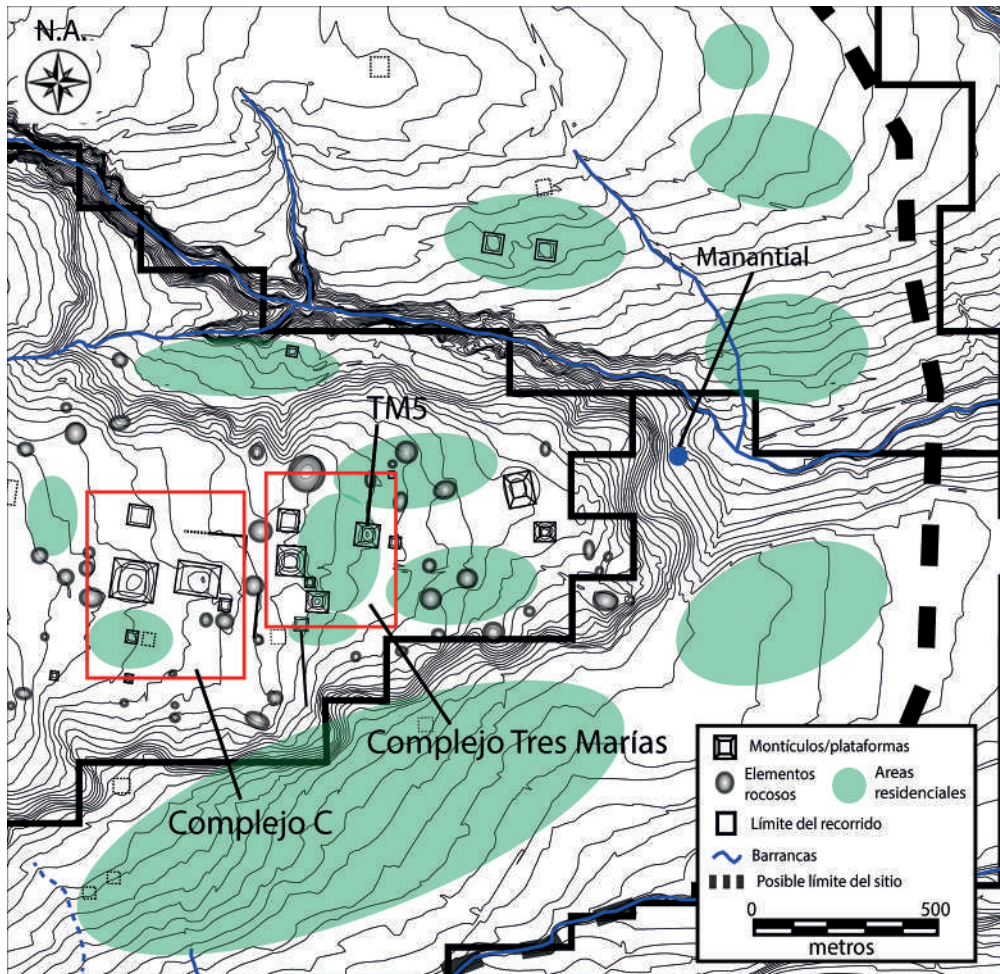


Figura 9. Ubicación de la Estructura TM5 (imagen del PATP©), (Kabata y Murakami 2016: 135).

y magnesio. Adicionalmente, la orientación de TM5 concuerda con la de la pirámide Cerro Grande y con una de las etapas constructivas de la Estructura C1: al parecer, la orientación de los monumentos de Tlalancaleca fue estandarizada.

SÍNTESIS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

La materia prima de todas las estructuras arquitectónicas de Tlalancaleca son los suelos. Éstos pueden estar en su estado natural, como los utilizados en la mayoría de los rellenos constructivos, o pueden ser procesados, es decir, una mezcla de tierra con material ajeno a su condición natural, agregado intencionalmente. Como suelo procesado se han identificado: adobes, algunos rellenos, los recubrimientos aplicados a las piedras, las mezclas de los aplanados y los pigmentos. Los agregados intencionales dentro del material constructivo son fibras vegetales, piedra triturada, arena, arcilla, ceniza volcánica, cerámica y lítica.

Entre los sistemas constructivos identificados en Tlalancaleca se encuentra la mampostería de adobes para formar cajones que contienen el relleno de tierra apisonada, para edificar las plataformas, y otro sistema más que es el bajareque.

Respecto a la edificación con adobe, hay algunas fuentes tardías –como el Códice *Xólotl*– donde se observa el material con el que manufacturaron las construcciones de la época: de ladrillo crudo, adobe o *xamitl* (Molina 1571, en el Gran Diccionario Náhuatl Tlachia 2012) (figura 10). Esta información muestra las habilidades y conocimientos adquiridos y transmitidos por generaciones para transformar la tierra, llegando a ser el sistema constructivo vigente en el Posclásico. En la actualidad se utiliza un molde de madera u otro material. Aún no se tiene evidencia de la utilización de moldes para fabricar adobe durante la época prehispánica en el centro de México, a excepción de Tlalancaleca.

En este sitio, se han identificado adobes con caras planas y aristas afiladas, lo cual permite suponer el uso de moldes. Estos adobes se encontraron en los muros que forman los cajones de las fachadas este y oeste de Cerro Grande (*circa* 250 dC); los de la estructura TM5 del complejo Tres Marías (150-250 dC) y, en el complejo C, en los rellenos de las estructuras C1 (250 dC) y C5 (270-1 aC) (figura 11). El uso de moldes en la época prehispánica tiene varias implicaciones que hace falta explorar. Entre ellas, hay que averiguar si existió una estandarización de formas, tamaños y pesos, lo que podría hablarnos sobre la organización social del trabajo. Así, podrían estar involucrados uno o más grupos de trabajadores en la manufactura, el transporte y la colocación de los adobes. Aunado a esto, no hay que olvidar que el tamaño estandarizado de los adobes haría posible un rápido avance en la construcción. Sin embargo, también se identifican adobes manufacturados a mano, algunos con esquinas redondeadas y otros con una cara plana y otra redondeada (adobes plano-convexos) (figura 12). El tamaño de los adobes de los muros de los cajones varían, pueden ser de 70 x 40 x 9 cm (cajones de relleno del complejo Cerro Grande) o de 76 x 26 x 10 cm (en la cara norte de la Pirámide C1) (Kabata y Murakami 2015: 120). Si tomamos en cuenta que los adobes modernos hechos con molde son bastante uniformes, entonces, si un adobe es varios centímetros más grande que otro, es probable que haya sido hecho en un molde diferente y por otro grupo de trabajadores. Es también posible que los fabricantes de adobe de un mismo grupo tuvieran moldes diferentes y estuvieran trabajando al mismo tiempo.



Figura 10. a. Glifo relacionado: X.020.C.45, b. Glifo relacionado: X.020.G.02+, c. Glifo relacionado: X.030.C.61 (información de Tlachia [en línea], Universidad Nacional Autónoma de México, México 2012. <http://tlachia.iib.unam.mx>, consultado el 25 de agosto de 2021).



Figura 11. Adobe de molde frente a la fachada este de la pirámide Cerro Grande. Parámetros de identificación: 1. Ángulos de 90°, 2. Huecos entre la masa, 3. Huellas de desmolde, 4. Restos de mezcla en el borde (imagen del PATP ©, fotografía de S. Kabata).

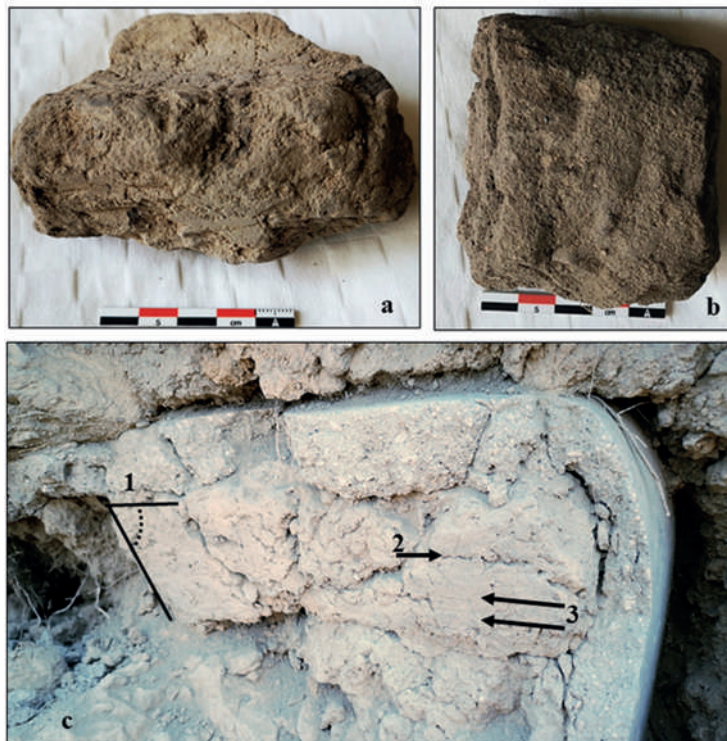


Figura 12. Adobes de Tlalancaleca: a) adobe con forma de cuña (C5.C2B.N.25), b) adobe plano-convexo (C5.C2E.N.59), c) adobe de molde. Pirámide H-Sub2. Se observan: 1. Ángulos, 2. Huecos en la masa, 3. Líneas de molde (fotografías de J. López).

En la cara norte de la Estructura C1, se pueden apreciar adobes de diversos tamaños y calidades en un muro. Éstos se colocaron en hiladas sencillas, a “soga” y a veces intercalados, (contrapeados) (figura 13). Se observó que los adobes que tienen una forma definida y están mejor conservados se colocaron siempre en la base de los muros. En las partes superiores, a veces a partir de la sexta hilada, se observa un cambio en el tamaño y formas. A veces se intercalan adobes de menor calidad (deformados, de textura arenosa o arena-limosa y de tamaños diversos) con los adobes más firmes (figura 14). Respecto al color de los adobes, éstos pueden ser de color amarillento, ocre o grisáceo (10YR6/2, 10YR2/1, 10YR4/4, según el Munsell Soil Color Book).

La otra técnica constructiva presente en Tlalancaleca es el bajareque. Ésta consiste en una estructura de madera en posición vertical, desplantada directamente sobre el suelo apisonado, con los maderos unidos por entramados reticulados de fibras. La estructura es revestida por ambas caras con una mezcla similar a la de los adobes (tierra, fibras vegetales, carbón, agua) aunque en estado más líquido (Guerrero 2007, 2018, Neves *et al.* 2017). Debido a que la estructura del bajareque contiene material vegetal, este sistema constructivo requiere de mantenimiento frecuente.



Figura 13. Detalle del muro de cajón de la plaza del complejo Cerro Grande. Los adobes fueron colocados en hiladas sencillas o a “soga”, y casi contrapeados (imagen del PATP ©), (Kabata y Murakami 2014: 42).



Figura 14. Muro de cajón adosado a estructura previa, en el que se observan adobes de diversos tamaños y formas (cara norte, Estructura C1, complejo C; imagen del PATP ©), (Kabata y Murakami 2015: 124).

En el registro arqueológico es casi imposible encontrar estructuras de bajareque en buen estado de conservación pues las estructuras al abandonarse carecen de mantenimiento, posteriormente se derrumban y el material se reintegra a su entorno. Irónicamente, el principal factor de conservación del bajareque es el fuego. Cuando una casa de bajareque se incendia, el recubrimiento de barro queda cocido.

En Tlalancaleca, se han recuperado abundantes fragmentos de bajareque a lo largo de toda la meseta del sitio. Muchas veces se observa que el material fue sometido a altas temperaturas. Los fragmentos recuperados muestran la impronta al negativo de atados de fibras, de maderos trabajados (tablones) de varios grosores, e incluso se han recuperado los fragmentos carbonizados de madera y los restos del revestimiento, es decir, se han recuperado fragmentos de la estructura de madera del bajareque, así como de las capas de mezcla con las que se rellenaron los huecos y se revistieron las paredes. En algunos fragmentos se observan por lo menos dos capas gruesas de lodo con fibras. Cada capa tiene un acabado de lodo crudo alisado cubriendo el bajareque cocido, lo que es curioso porque sugiere que se dio mantenimiento a un edificio cuyas paredes se habían quemado (¿intencionalmente?). El bajareque se ha recuperado en las excavaciones dentro de los rellenos de los cajones de la plaza del complejo Cerro Grande, así como en capas superficiales del mismo complejo; se identificó también en los rellenos de las estructuras C1 y C5 del complejo C, y en el relleno de las Estructuras TM5 y TM5-Sub1 del complejo Tres Marías (Murakami *et al.* 2017a: 263-285, López *et al.* 2018).

Por otro lado, los recubrimientos de lodo aparecen en las estructuras más tempranas (Estructura C5-Sub2 del complejo C, fechada para el 390-360 aC) mientras que los de argamasa entre el 100 dC al 250 dC. Cabe aclarar que utilizamos el término argamasa en Tlalancaleca para referirnos a la mezcla de suelo con arenas y agregados de diversos tamaños. Esta mezcla se utilizó como acabado final de las estructuras, como aplanado en pisos y como mortero para pegar los elementos constructivos. Si bien todavía no se puede comprobar el uso del estuco en Tlalancaleca, es posible que una fracción fina de piedra caliza triturada en estado natural formara parte de la mezcla de la argamasa. Los resultados de los análisis por XRD confirman la presencia de carbonatos en la mezcla de la argamasa de las pirámides en Cerro Grande y TM5, que se han fechado entre 100-250 dC.

Por el tamaño de sus agregados, en cambio, es posible distinguir dos tipos de argamasas: una burda, con agregados grandes y angulares y una fina con agregados pequeños, posiblemente tamizados, de arenas volcánicas (figura 15). La argamasa burda tiene granos observables a simple vista que pueden ser cuarzos blancos, grises o moteados, piroxenos de color oscuro y, algunas veces, arcillas cocidas. Esta argamasa se colocó sobre los cajones



Figura 15. Capas de argamasa en fragmento observado bajo microscopio óptico a 92x (Estructura TM5, complejo Tres Marías) (J. López).

de adobe, escalinatas y taludes. La rugosidad de los agregados permitió un buen anclaje sobre el adobe y la piedra. Posteriormente, sobre la argamasa burda a veces se colocó una capa de argamasa de grano fino, como acabado final. En otras ocasiones, para regularizar la superficie sobre la argamasa burda se aplicaba una capa de enlucido de tierra, como acabado final. En contraste, la argamasa de grano fino, como su nombre lo indica, contiene usualmente granos finos de arenas de cuarzo blanco o gris, piroxenos de color oscuro, casi negro y algunas rocas de menores dimensiones de colores amarillentos. Es posible que para separar la fracción fina de agregados de esta argamasa se hubiese utilizado una tela o alguna fibra que sirviera como tamiz. Después de la aplicación de la argamasa fina, se aplicaba fuego para consolidar la mezcla y sellar la estructura. Una vez cocida, se limpiaba la superficie y se aplicaba una capa fina de tierra aguada (enlucido), que al secarse actuaba como soporte para la decoración. Algunas veces y dependiendo de la temporalidad de la estructura, sólo se aplicaba la capa fina de tierra y éste era el acabado final.

LOS ANÁLISIS ARQUEOMÉTRICOS

Hasta el momento se han analizado 93 muestras, 38 de ellas son muestras arqueológicas y el resto son de los probables bancos de material. A continuación, describimos la metodología usada (figura 16), así como los resultados preliminares de 32 muestras arqueológicas y 14 yacimientos geológicos.

METODOLOGÍA

Después de una revisión de la superficie de las piezas con microscopía óptica, se han aplicado las técnicas de difracción de rayos X (XRD), sonda nuclear PIXE (Particle-induced X-ray emission) y microscopía electrónica de barrido (SEM-EDS). Los análisis arqueométricos se realizaron en el Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México.

PRIMEROS RESULTADOS

Los resultados preliminares muestran que es posible analizar los componentes de las muestras arquitectónicas e identificar diferencias entre los materiales constructivos de las estructuras y los acabados. La revisión con el microscopio óptico determinó el tamaño de los agregados de adobe y argamasa, así como su composición. Para confirmar el rango de los agregados, una selección de adobes y argamasas de diferentes estructuras fueron tamizados, fotografiados y molidos en mortero de ágata para análisis posteriores. Estas muestras en polvo se sometieron a análisis mediante la difracción de rayos X (XRD) y sonda nuclear (PIXE).

Los resultados de XRD muestran que todo el material térreo es una mezcla de minerales de origen volcánico. Adicionalmente, al analizar la fracción fina del material térreo (la fracción

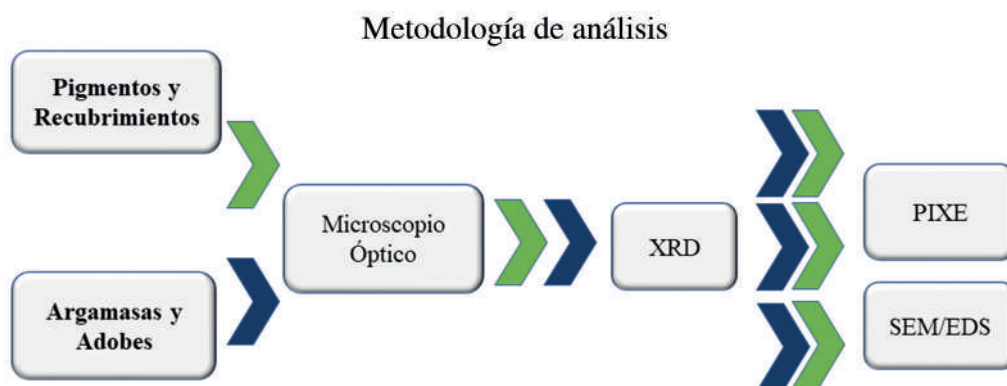


Figura 16. Metodología de análisis de acuerdo con el material analizado (J. López).

tamizada < 63 μm), se identificaron diferencias entre las mezclas de adobe y argamasa, ya que las fases cristalinas identificadas en el adobe señalan la presencia de feldespatos potásicos y moscovita, mientras entre la argamasa las fases cristalinas más comunes identificadas son ópalo, montmorillonita y óxidos de silicio (figuras 17 y 18). Asimismo, con XRD se identificaron carbonatos de calcio y magnesio, como la dolomita, así como calcita, en las mezclas de las argamasas de Cerro Grande, de la Pirámide TM5 y de la pirámide principal del Complejo D.

La caracterización de los materiales por la técnica PIXE identifica que las muestras presentan los siguientes elementos: magnesio (Mg), aluminio (Al), silicio (Si), potasio (K), fósforo (P), azufre (S), calcio (Ca), titanio (Ti), vanadio (V), manganeso (Mn), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), rubidio (Rb), estroncio (Sr), zirconio (Zr), arsénico (As) y plomo (Pb). De acuerdo con el porcentaje de aluminio (Al), silicio (Si), potasio (K), calcio (Ca), titanio (Ti), manganeso (Mn), hierro (Fe), zinc (Zn), rubidio (Rb) y estroncio (Sr) es posible separar los materiales por grupos (figura 19 y Cuadro 1).

El análisis mediante microscopía electrónica de barrido (SEM/EDS) sobre fragmentos de arquitectura de tierra (no se utilizaron polvos con esta técnica), permitió identificar diatomeas¹ en el recubrimiento final de la estructura más temprana del complejo C (la C5-Sub 2, de 390-360 aC), mientras en la pirámide Cerro Grande (100-250 dC) hay tierras diatomitas dentro de la mezcla de los adobes, argamasas y pigmentos (figura 20). En contraste, en la pirámide TM5 del complejo Tres Marías (150 dC), estas estructuras silíceas se identifican únicamente en los pigmentos blancos. Adicionalmente, se ha identificado un banco de tierras diatomitas al norte del sitio, aunque por el momento no podemos confirmar que ésta sea la única fuente de materia prima utilizada en las mezclas de los edificios (figura 21).

¹ Las tierras diatomeas presentan alto contenido de algas unicelulares fosilizadas (diatomeas) además de otros minerales y arcillas. Las diatomeas tienen una estructura de sílice amorfa. Se relacionan con cuerpos de agua, ya sean ríos, lagos o embalses (Peralta 2002: 83-87, Pérez 2016: 67).

ARQUITECTURA DE TLALANCALECA EN EL FORMATIVO EN EL CENTRO DE MÉXICO

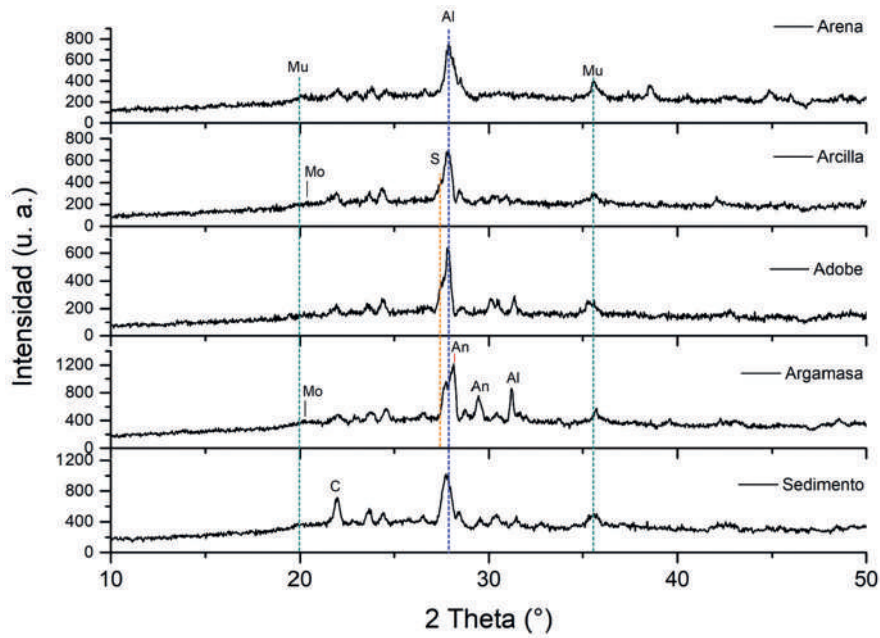


Figura 17. Difractogramas obtenidos por XRD donde se observan las fases cristalinas identificadas en muestras de: arena, arcilla, argamasa, adobe, sedimento o fracción fina de adobe (identificación V. Aguilar).

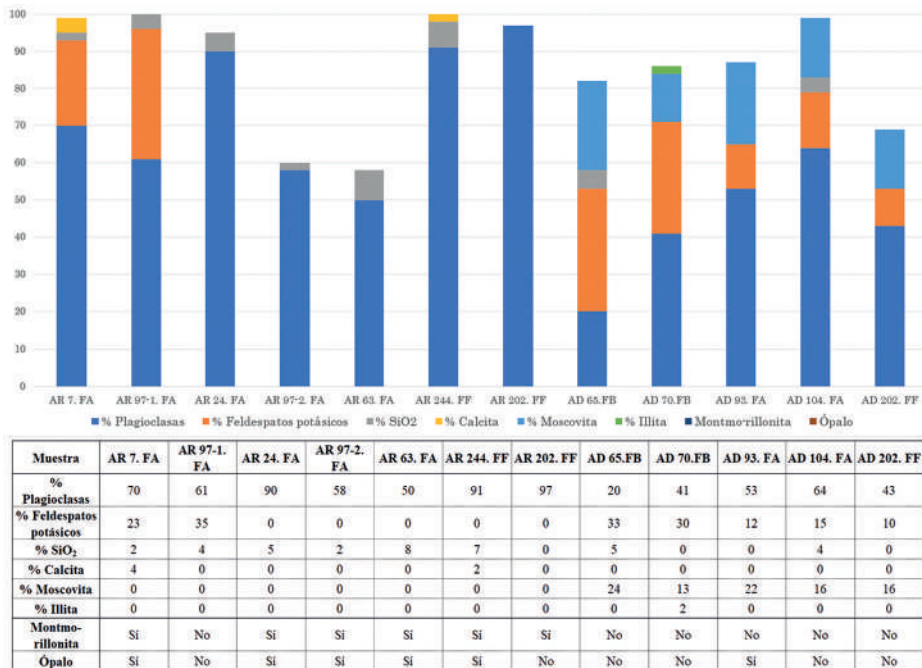


Figura 18. Gráfica donde se observan los porcentajes de las fases minerales de adobes y argamasas (AR: argamasa. AD: adobe) (J. López/V. Aguilar).

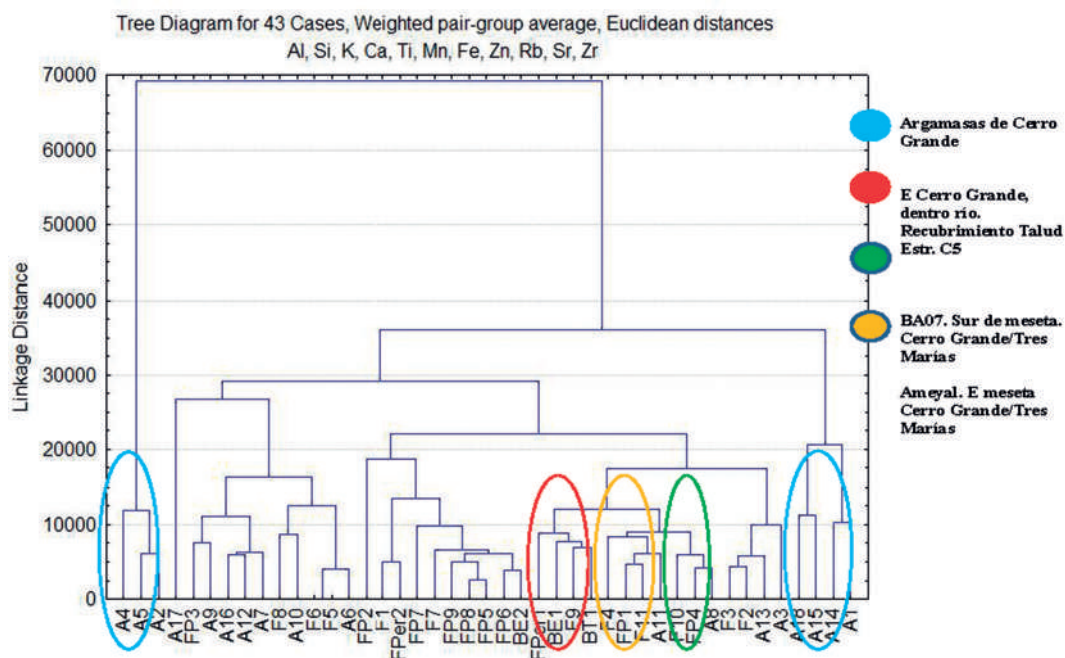


Figura 19. Diagrama de cúmulo con el agrupamiento de muestras analizadas por PIXE (A. Mitrani).

El análisis por SEM en muestras de adobe, argamasa y mortero, también permitió identificar material orgánico de origen fúngico dentro de las mezclas (figura 22) (Cailleau 2005:98; Ravi *et al.* 2018; Salem 2016), así como restos de maderas (figura 23) (Carvalho *et al.* 2015; Courty *et al.* 2020). Proponemos que los filamentos orgánicos de origen fúngico son el resultado de la fermentación de algunas sustancias ricas en azúcares que, de acuerdo con el saber popular, se agregan intencionalmente a las mezclas constructivas. El medio ambiente propicio y la misma mezcla de tierras con agua provocó el crecimiento y conservación de estos hongos. Diversas investigaciones (Chandra *et al.* 1998, Kita y Daneels 2015, Pérez 2009, Ravi *et al.* 2018, Shanmugavel *et al.* 2020, entre otros) muestran que los aditivos orgánicos, ricos en grasas, proteínas y carbohidratos, mejoran las propiedades de las mezclas, ya que aumentan la capacidad de unión de los componentes y reducen el agrietamiento. Sin embargo, no es sencillo descubrir la naturaleza exacta y la concentración utilizada de estos compuestos dentro de las mezclas, ya que al ser orgánicos se alteran con el transcurso del tiempo. Por lo tanto, es necesario realizar análisis de química orgánica sobre las muestras arqueológicas. Los estudios complementarios para la identificación de los elementos orgánicos se encuentran en proceso.

Los resultados de los análisis nos permiten proponer que los adobes y argamasas de Tlalancaleca son una mezcla de diversas tierras locales. Es posible proponer de manera preliminar que cada estructura analizada usó mezclas de diferentes fuentes. De acuerdo con el diagrama de cúmulo (figura 19) las muestras se separan en cinco grupos:

ARQUITECTURA DE TLALANCALECA EN EL FORMATIVO EN EL CENTRO DE MÉXICO

Cuadro 1. Elementos identificados por la técnica PIXE y que fueron utilizados para generar el diagrama de cúmulos de la figura 19 (A. Mitrani)

Nombre	Id	AlK	SiK	KK	CaK	TiK	MnK	FeK	ZnK	RbK	SrK	ZrK
CG.P24.NB.41	A4	91403	260494	13084	98137	3721	972.9	31402	74.4	43.6	805.7	78
CG.P24.NB.41	A5	89847	268888	12779	108905	3942	990.3	32646	101.1	71.9	1008.1	90.1
CG.P24.NB.54	A2	86763	265183	14304	105752	3643	711.6	31440	86.1	46.6	849.8	162.5
CG.P16.NB.93	A17	94505	302434	17655	34519	9223	1040	50498	121.8	84.2	791.6	185.3
BcoMat03Clc	FP3	112522	294300	10763	39306	4889	622.2	30242	54.4	46.3	713.2	179.3
CG.P22.NB.30	A9	112960	292042	16198	34565	4200	486.4	30748	83.1	51.7	577.4	152.1
CG.P16.NB.104	A16	103113	288815	14445	40776	4361	678.2	31664	73.6	74.5	551.6	148.7
CG.P21.NB.28	A12	105349	289773	15187	36937	5752	806.8	35222	98	66	596.5	156.9
CG.P16.NB.107	A7	103968	293978	17202	40105	3936	938.2	33515	88.1	62.2	597.7	118.9
TM.C1C.NB.69	F8	118947	285611	10662	32369	7009	726.4	36656	52.8	47.2	556.9	158
CG.P22.NB.30	A10	114942	289226	14189	29618	7653	750.4	41794	81.3	41	445	207.5
TM.C1B.NB.219	F6	111962	298179	11601	26605	4559	910.3	41981	80.2	66.5	505.8	195
TM.C1A/B.NB.179	F5	111962	298179	11601	26605	4559	910.3	41981	80.2	66.5	505.8	195
CG.P24.NB.41	A6	113053	297110	11164	29691	5224	589.4	40008	50.7	38.2	426.4	196
BcoMat03Cb.0	FP2	102495	318836	20174	26957	3472	316.4	19839	30.5	83.8	469.3	188.3
TM.C1A.NB.198	F1	99205	322258	14782	31506	4127	657.2	33127	97.5	88.3	538.8	206.6
BcoMat03C0	FPer2	102254	323949	13890	32526	2265	948.6	30444	50.8	46.6	433	96.6
PerforaciónJL002-3	FP7	93960	332076	10962	22589	5640	531	36356	51.4	65.1	434.4	251.2
TM.C1C.NB.78	F7	99177	323237	9758	21584	4688	628.6	34487	73	56.7	365.8	193.5
PerforaciónJL015-5	FP9	100190	327856	13114	21548	4578	554.8	31917	55	77.8	378.8	170.8
PerforaciónJL015-1	FP8	96948	330390	11961	24266	4794	467.4	32567	55.7	45.2	409.9	204.1
PerforaciónJL002-2	FP5	97389	328716	11252	24083	4724	723.5	34427	59.7	43.8	394.2	186.5
PerforaciónJL002-5	FP6	99986	325228	10885	27353	4799	606.2	34189	60	70	457.3	165.7
C5. ESTERIL Bajo Fosa	BE2	102230	326160	12856	25231	4398	512.9	33191	49.1	79.3	412.3	178
PerforaciónJL016-1	FPer1	110587	311752	10855	24054	4744	763.7	33297	48.8	67.7	413	842
C5. ESTERIL Bajo FosaE	BE1	102371	310803	12865	29514	4522	597.3	32788	47.8	39.4	414.9	158.2
TM.C1C.NB.181	F9	107423	315537	14512	28049	4724	813.2	37119	64	42.8	421.2	172.1
RecubrimientoTaludC5	BT1	104018	313344	11337	24043	5568	530.1	35058	66.6	55.8	404.7	187.1
TM.C1A.NB.165	F4	105458	305088	12532	37317	4984	727.5	39783	129.6	39.3	475.2	212
PerforaciónJL09-2	FP1	107990	311557	10384	32435	4875	1439	40794	56.1	49.4	415.4	152.8
TM.C1C.NB.78	F11	106518	311515	12618	30617	5485	568.2	37583	68.5	35.4	485.9	191.9
CG.P21.NB.28	A11	103216	309975	14958	32766	5697	994.8	39872	79.3	32.7	522.1	205.6
TM.C1C.NB.69	F10	113034	308301	13339	33733	3899	762.9	33829	81.7	68	557.5	144
BcoMat07Cl-0	FP4	108327	308373	16268	32120	5970	682.7	37141	37.1	48.3	430.1	153
CG.P18.NB.39	A8	109120	307548	14123	34644	3867	595.3	36401	41.8	67.1	520.8	261.2
TM.C1A.NB.244	F3	99573	305042	15167	46550	3980	528.4	33712	91.4	63.8	503.7	178.5
TM.C1A.NB.198	F2	97536	308878	15299	46899	4095	698.8	33835	77.2	61.3	524.8	174.1
CG.P21.NB.28	A13	99037	305023	16202	42251	4565	722.4	35932	67.6	81.7	655.7	214.8
CG.P24.NB.19	A3	97113	312462	15214	38511	4757	768	32003	76.2	86.8	511.2	152.5
CG.P16.NB.104	A18	94814	299471	17527	51339	4414	666.5	36989	75.4	65.1	587.7	153.4
CG.P16.NB.104	A15	88603	300145	18450	60566	4218	577.9	38942	103.7	60.7	761.3	191.1
CG.P16.NB.104	A14	98178	288495	16248	62127	2909	550.6	28788	79.1	52	499.8	119
CG.P24.NB.54	A1	100078	280939	13726	62584	3595	898.6	35068	92.9	65	694.8	201.2



Figura 20. Argamasas de la pirámide Cerro Grande. Superior. Fachada oeste. Junto a esta imagen: micrografía del color blanco de la argamasas donde se identifican diatomeas a 1.0 k. Inferior. Fachada este. Junto a esta imagen: micrografía del piso de diatomeas a 1.0 k. Imágenes: ©PATP. (J. Cañetas/J. López).

- 1) Las argamasas de la Pirámide Cerro Grande (azul), tienen una alta concentración de calcita.
- 2) El recubrimiento del talud de lodo de la estructura C5-Sub2 (BT1 señalado en color rojo), se agrupa con la muestra de barreno (FPer1) tomada en el centro de la meseta, al este de la pirámide Cerro Grande, así como con una muestra de tierra (BE1) tomada de la roca madre donde se desplantó la estructura.

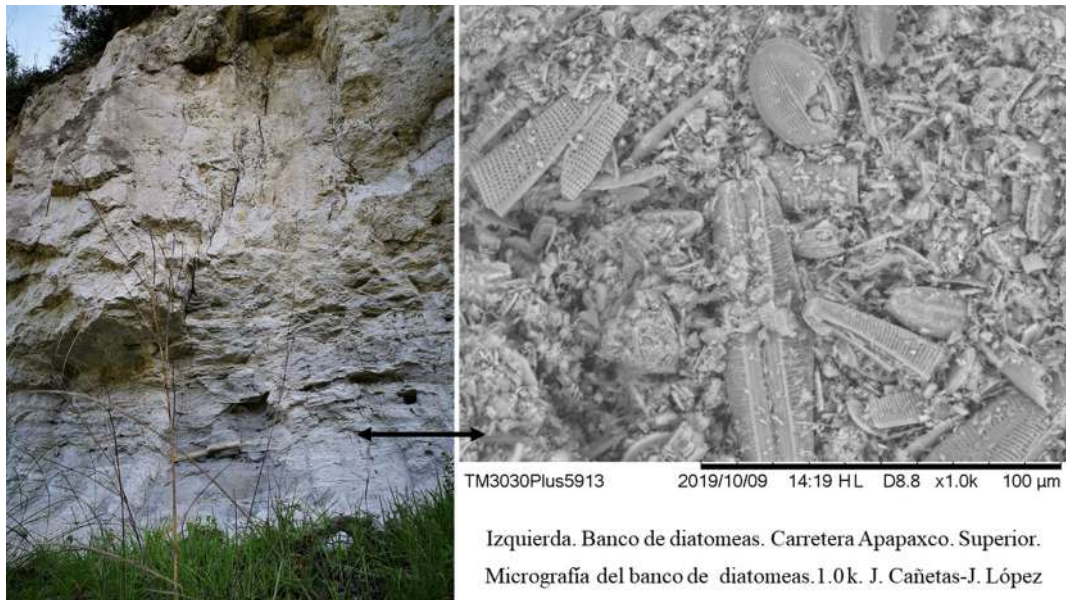


Figura 21. Izq. Banco de diatomeas al norte del sitio, en la carretera a Apapaxco, Puebla, las flechas negras señalan el estrato dónde se recolectó la muestra; der. micrografía a 1.0 k del banco de diatomeas (J. Cañetas/J. López).

- 3) Algunos materiales de la pirámide Cerro Grande y del complejo Tres Marías (A8, F10, señalados en color verde) proceden del yacimiento ubicado al sur de la meseta del sitio (FP4).
- 4) Algunos materiales de la pirámide Cerro Grande (A11) y del complejo Tres Marías (F4, F11, señalados en color amarillo) proceden del yacimiento ubicado en la parte más baja de la meseta, al este, en el lugar conocido localmente como Ameyal (FP1).
- 5) El resto del material que no se encuentra señalado en la imagen corresponde a material geológico recuperado dentro de la meseta con el barreno; sólo una de las muestras (F1) es material arqueológico procedente del Complejo Tres Marías.

De acuerdo con estos primeros resultados arqueométricos (particularmente los de XRD), es posible identificar diferencias y similitudes entre los materiales de las tres estructuras. Entre las diferencias podemos mencionar que hay dos tipos de mezclas: una para preparar adobes y otra para preparar argamasas. Estos datos concuerdan perfectamente con los resultados arrojados por la técnica XRD. Por el momento, los resultados aplican sólo para la Pirámide Cerro Grande y la pirámide TM5.

Es posible que la argamasa fuera manufacturada de manera diferente porque sería sometida a altas temperaturas. También podríamos asociar esta selección de materiales con la existencia de grupos de trabajo: constructores especializados en adobes y otros en la argamasa. Cada grupo seleccionaba suelos y agregados de yacimientos similares, pero no iguales, o seleccionaba el material de acuerdo con los estratos geológicos adecuados para sus necesidades.

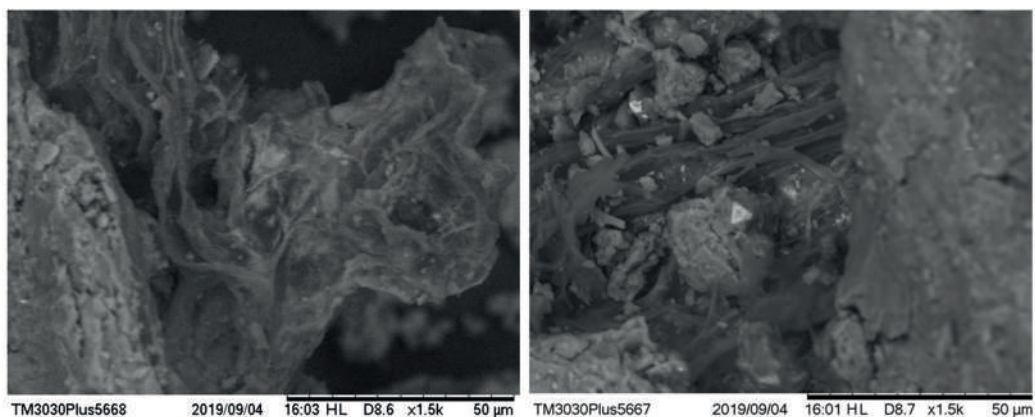


Figura 22. Micrografías donde se identifica el material orgánico dentro del recubrimiento de lodo de un canal de desagüe (Canal 1. Complejo D. Edificio 5. 1.5 k.) (J. Cañetas/J. López).

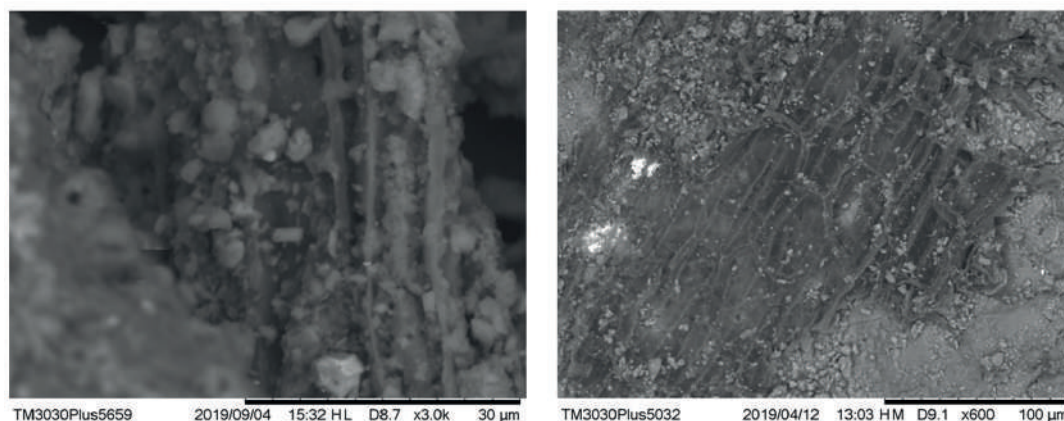


Figura 23. Identificación de madera. Der. en argamasa al 600 x (Complejo D, Edificio 2); Izq. en argamasa del Canal 1 (Complejo D. Edificio 5. 3.0 k.) (J. Cañetas/J. López).

En contraste, para la construcción de las estructuras ceremoniales hubo una selección de material térreo con alto contenido de diatomeas. Hablamos específicamente de C5-Sub2 (390 aC) que presenta diatomeas en su enlucido final y de la pirámide Cerro Grande (250 dC) donde se identificaron diatomeas en la mezcla de todos los componentes arquitectónicos analizados de la fachada oeste: adobes, argamasa, enlucidos y pigmentos.

La identificación de las diatomeas en la mezcla de todos los materiales constructivos de la pirámide del complejo Cerro Grande se puede deber a diversos factores, entre los que podemos mencionar: 1) la tierra con diatomeas se utilizó con fines higiénicos, para evitar parásitos (por su propiedad fungicida); 2) porque se encontraban dentro del banco de material utilizado en el momento de construir la estructura o, por el contrario, 3) las tierras diatomitas se añadieron intencionalmente para la manufactura de la estructura, porque los constructores controlaban ese yacimiento y ningún otro grupo podía ocupar ese banco de

material. Sin embargo, necesitamos más datos para comprobar esta propuesta. En cuanto al complejo C, la identificación de diatomeas utilizadas en la tierra con la que se dio un acabado final al talud de la estructura C5-Sub2, en comparación con los datos de la pirámide Cerro Grande, nos hace pensar en una tradición cultural. Había una manera de construir y una intencionalidad al utilizar materiales determinados.

Entre las similitudes identificadas en las materias primas se puede mencionar que:

- Todas las tierras son locales.
- Hay una mezcla de dos o más tierras. Los resultados preliminares de la caracterización de una parte de las muestras procesadas, indican coincidencias con las muestras recolectadas sobre la meseta y con algunas otras muestras tomadas en áreas periféricas ubicadas al este, sur y norte de la meseta.²
- La técnica constructiva de sellado con fuego se identifica a partir del 100 dC y continúa hasta el 250 dC.
- En las mezclas de los enlucidos de lodo, adobes y morteros se utilizaron aditivos orgánicos posiblemente ricos en azúcares. Estos aditivos se identifican en las muestras fechadas entre los años 100-250 dC, aunque también aparece en muestras que posiblemente son más tempranas (los análisis por ¹⁴C se encuentran en proceso).

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS FINALES

Si evaluamos lo mencionado en las páginas anteriores, la planificación y orientación de la ciudad de Tlalancaleca es una variante de la tradición del Formativo del centro de México, donde los monumentos se integran con los elementos naturales del paisaje. Su orientación E-W fue compartida por sitios contemporáneos en el Altiplano Central, como Cuicuilco, Xochitécatl, Totimehuacan y La Laguna (Carballo 2016), aunque Tlalancaleca destaca por su escala y complejidad arquitectónica. Esta complejidad pudo tener su origen en las migraciones que unieron diversos grupos humanos con una ideología compartida. Ésta se plasmó en su arquitectura, con características como el estilo talud-tablero, el uso de fuego como técnica constructiva en las estructuras mayores y el uso de materiales especiales (diatomeas) en estructuras ceremoniales.

El sellado con fuego de las estructuras se podría analizar desde varias perspectivas. Una de ellas sería que fue parte de un ritual y podría marcar un momento de transición. Indicaría la demolición de un orden anterior y se usaría para celebrar la fundación-ampliación de la estructura. Otra sería que fuera parte del proceso tecnológico. Esta técnica constructiva de

² Es importante mencionar que todas las muestras geológicas han sido georreferenciadas y registradas aplicando la metodología de Murakami *et al.* 2014: 3-30 y Murakami *et al.* 2018a. Por lo tanto, es posible conocer el lugar exacto de donde se extrajeron y la distancia hasta el sitio; esto ayudará a proponer diversas rutas entre el sitio y los yacimientos y entender el aprovechamiento de recursos naturales.

sellado con fuego se ha documentado para el Formativo en el occidente (Carot y Fauvet 1996: 87-88, Cuevas *et al.* 2013: 33, Esparza 2015: 6, Weigand 2009: 7, Weigand y García 1996: 307), pero aún no queda claro su uso en el área de Puebla-Tlaxcala (Arellano 2014: 17, 54-58, 112). Es posible que se confunda con los rituales de clausura de las estructuras. Además, aunque el uso del fuego como técnica constructiva se ha documentado desde el Formativo en el occidente de México, no es ese necesariamente su lugar de origen.³ Podría ser una técnica constructiva desarrollada por diversas sociedades del Formativo que tuvieron contacto frecuente debido a factores ambientales que caracterizaron este periodo (Siebe *et al.* 2004). Como técnica constructiva provee de dureza suficiente a la superficie, lo que permite la conservación de los elementos que recubre.

Tlalancaleca, Teotihuacan y Cholula y quizá Cuicuilco, emergieron de manera contemporánea como centros urbanos mayores ya que estas tres ciudades muestran cierto desarrollo paralelo hasta alrededor del año 250 dC. Es en esta fase cuando la Pirámide de la Luna en Teotihuacan se construye y expande continuamente (Murakami 2010: 72-77, Murakami 2015, Sugiyama y Cabrera 2007: 109-125).

Las excavaciones muestran que el sistema de muros de adobe que forman cajones fue adoptado en Teotihuacan aproximadamente en el 200 dC (Edificio 4 de Pirámide de la Luna), mientras que la argamasa (sin recubrimiento de estuco) se aplicó en todas las subestructuras. Este sistema constructivo también se utilizó en Cholula. Así, al parecer, el sistema de cajones fue una técnica constructiva compartida por tres ciudades contemporáneas. Sin embargo, aún no se sabe cuándo fue introducido en Teotihuacan el estilo de talud-tablero, que aparece en la fase Tlamimilolpa (250-350 dC) en el Edificio 5 de Pirámide de la Luna. En Cholula, una variante de talud-tablero se utilizó en el edificio de los Chapulines, que data de finales del siglo I o inicios del siglo II según Robles (2012: 2, 22).

Por otro lado, los análisis de argamasa realizados por Murakami (2010) demuestran que la receta teotihuacana (mezcla de arcilla y brecha basáltica) fue establecida para el Edificio 3 de Pirámide de La Luna, mientras que la composición de la argamasa del Edificio 2 es similar a la composición de la argamasa de Tlalancaleca. En contraste, la aplicación de estuco se identifica a partir del Edificio 4 de Pirámide de la Luna en Teotihuacan. Respecto a la utilización de los enlucidos de lodo en Teotihuacan, Gazzola (2009) los reporta como base de pintura mural en la pre-Ciudadela (150-250 dC).

Sobre el uso de material especial en la manufactura de elementos arquitectónicos, todos los elementos constructivos (adobes, argamasas, pigmentos) de la pirámide Cerro Grande de Tlalancaleca están hechos con tierras diatomitas mezclado con tierras arcillosas locales y algún o algunos aditivos orgánicos ricos en azúcares (López *et al.* 2018). También en Teotihuacan se han identificado diatomitas, aunque para fases más tardías (650-850 dC), en las mezclas de los pigmentos blancos y amarillos usados en el barrio de La Ventilla (Ejarque 2017: 240,

³ Según comunicación personal con la Dra. Lynne Lowe, del Centro de Estudios Mayas-UNAM, 2018, el sellado con fuego se identifica también en una estructura fechada para el Formativo medio en el sitio Chiapa de Corzo, Chiapas.

340, 354) y se menciona que también se usaron en Teopancazco en el ámbito de la cosmética y la medicina (Vázquez y Manzanilla 2017:4-7). En Cholula se identifican tierras diatomitas en la mezcla de los adobes del túnel central de la Pirámide (Pérez 2016: 67), aunque no hay indicios del uso de estuco.

En resumen, hay similitudes entre algunos centros del Formativo terminal, en especial entre Tlalancaleca y Teotihuacan, donde destaca el uso de talud-tablero en las estructuras, así como el uso de argamasa y estuco (sólo en Teotihuacan), lo cual podría sugerir que hubo una relación más estrecha. Sin embargo, podemos observar que los teotihuacanos estaban experimentando con nuevas técnicas y su cambio fue divergente entre el sistema de relleno, el acabado final y el estilo de la fachada.

Es también importante señalar las diferencias entre Tlalancaleca y Teotihuacan, tales como el uso de material especial, la identificación de moldes para hacer adobes, los acabados de las estructuras, la orientación del eje central y las escalinatas. Sobre los acabados de las estructuras, como se ha mencionado en páginas anteriores, en Tlalancaleca se identifica el uso de fuego como probable técnica constructiva que, en el momento de su realización seguramente llevaba implícito un acto ritual. En Teotihuacan no se ha confirmado el uso de fuego, no se reporta evidencia de moldes para manufacturar adobes, ni la utilización de diatomita en las mezclas del material constructivo que pudiera ser contemporáneo de Tlalancaleca (entre el 100 dC-250/300 dC).⁴ Estas similitudes y diferencias pueden entenderse en términos de un proceso paralelo de aculturación, integración, innovación y competencia (DeMarrais 2013: 353, Murakami *et al.* 2018 b).

Es importante mencionar que la investigación arqueológica y los análisis de materiales en el centro de México y de Tlalancaleca continúan. Por lo tanto, es posible que algunas de estas interpretaciones se enriquezcan o modifiquen, de acuerdo con el avance de las investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido desarrollada durante los años 2012 y 2018 con el permiso del Consejo de Arqueología de Instituto Nacional de Antropología e Historia de México y el financiamiento de las siguientes instituciones: Conacyt LANCIC LN 279740 y LN293904; Wenner-Gren Foundation (Gr. 8852); National Science Foundation (BCS-1524214); Grants-In-Aid for Research, Japan Society for the Science (A-24682005, 26101003, 18H05631); School of Liberal Arts, Tulane University; Stone Center for Latin American Studies, Tulane University, Lucy Grant; Matsushita International Foundation; se contó además con apoyo parcial de los proyectos Conacyt CB239609 y UNAM PAPIIT IN112018. Agradecemos al Dr. José Luis Ruvalcaba Sil y a todo el equipo del Laboratorio Pelletron-UNAM y del LANCIC-IF-UNAM: Dr. Edgar Casanova, Dr. Alejandro Mitrani, Dra. Nora Pérez, Dr. Miguel Maynez, Dr. Lauro Bucio, Mtra. Eréndira Martínez, Dra. Valentina Aguilar, Mtra.

⁴ Es probable que existan estos indicadores, sólo que no se han buscado.

Jacqueline D. Cañetas, Mtra. Griselda Pérez, Mtra. Ángela Ejarque, Ing. Francisco Jaimes, Ing. Mauricio Escobar. Por su ayuda en el trabajo de recolección en campo agradecemos a Primitivo Aguilar y Crescencio Olivera.

BIBLIOGRAFÍA

ARELLANO GONZÁLEZ, GABRIELA GUADALUPE

- 2014 Arquitectura de tierra: un estudio comparativo de dos sitios prehispánicos, tesis, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí.

BARBA PINGARRÓN, LUIS Y JOSÉ LUIS CÓRDOVA FRUNZ

- 1999 Estudios energéticos de la producción de cal en tiempos teotihuacanos y sus implicaciones, *Latin American Antiquity* 10 (2): 168-179.
- 2010 *Materiales y energía en la arquitectura de Teotihuacan, México*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

CAILLEAU, GUILLAUME

- 2005 Cycle du carbone et biominéralisation carbonatée en milieu continental: la diagenèse des phases oxalatecarbonate, tesis, Université de Neuchâtel, Neuchâtel.

CARBALLO, DAVID M.

- 2016 *Urbanization and religion in ancient Central Mexico*, Oxford University Press, Nueva York.

CAROT, PATRICIA Y MARIE-FRANCE FAUVET BERTHELOT

- 1996 La monumentalidad del sitio de Loma Alta, Michoacán, revelada por métodos de prospección geofísica, Eduardo Williams y Phil C. Weigand (eds.), *Las cuencas del occidente de México: época prehispánica*, El Colegio de Michoacán, Zamora: 83-104.

CARVALHO MORAES, MILENA, VANDA PORPINO LEMOS, DORSAN SANTOS MORAES Y CLÁUDIO NERY LAMARAO

- 2015 Characterization and Distribution of Pyrogenic Carbon in a Fraction of Archaeological Black Earth from Caxiuanã, *Sociedade Brasileira de Química* 26 (8): 1664-1673. <http://dx.doi.org/10.5935/0103-5053.20150140>

CHANDRA, SATISH, LARS EKLUND Y RAYMUNDO RIVERA VILLAREAL

- 1998 Use of cactus in mortars and concrete, *Cement and Concrete Research* 28 (1): 41-51.

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

- 1995 *Monografía geológico-minera del estado de Puebla*, Consejo de Recursos Minerales, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Coordinación General de Minería, México.

ARQUITECTURA DE TLALANCALECA EN EL FORMATIVO EN EL CENTRO DE MÉXICO

COURTY, MARIE-AGNÈS, ETHEL ALLUEB Y HENRY AUREADE

- 2020 Forming mechanisms of vitrified charcoals in archaeological firing-assemblages, *Journal of Archaeological Science: Reports* 30 (20): 102215. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102215>

CUEVAS SAGARDI, MARITZA, JUAN JOEL HERNÁNDEZ OLVERA Y RAFAEL PLATAS RUIZ

- 2013 Consideraciones en torno a la dinámica cultural del sitio costero Valle de las Garzas, Manzanillo, estado de Colima durante el 450 al 650 dC, *TRACE* 64: 25-43.

DEMARRAIS, ELIZABETH

- 2013 Colonización interna, cultura material y poder en el imperio inca, *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXXVIII* (2): 351-376.

EJARQUE GALLARDO, ÁNGELA

- 2017 Color y tratamientos mortuorios. Estudio arqueométrico, ritual y cultural de materias colorantes procedentes de tres contextos funerarios teotihuacanos: La Ventilla, Teopanazgo y el Barrio Oaxaqueño, tesis, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 132.248.9.195/ptd2017/octubre/0766389/Index.html (consulta: 22 de abril de 2021).

ESPARZA, RODRIGO

- 2015 La tradición Teuchitlán, *Revista Occidente* 1: 1-13. https://www.academia.edu/20649961/La_Tradici3n_Teuchitl3n (consulta: 9 de septiembre de 2019).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO)

- 2009 *Guía para la descripción de suelos*, Organización de las Naciones Unidas, Roma.

GARCÍA CALDERÓN, NORMA EUGENIA, PAVEL KRASILNIKOV, MIGUEL ÁNGEL VALERA PÉREZ Y EDGARDO TORRES TREJO

- 2007 Suelos, Isolda Luna, Juan J. Morrone y David Espinosa (eds.), *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 73-98.

GARCÍA COOK, ÁNGEL

- 1973a Algunos descubrimientos en Tlalancaleca, Edo. de Puebla, *Comunicaciones* 9: 25-34.
1973b El desarrollo cultural prehispánico en el norte del área, intento de una secuencia cultural, *Comunicaciones, Proyecto Puebla-Tlaxcala* 7: 67-71.
1981 The historical importance of Tlaxcala in the cultural development of the central highlands, Victoria R. Bricker y Jeremy A. Sabloff (eds.), *Handbook of Middle American Indians*, Supplement 1: Archaeology, University of Texas Press, Austin: 244-276.

GAZZOLA, JULIE

- 2009 Características arquitectónicas de algunas construcciones de fases tempranas en Teotihuacán, *Arqueología* 42: 216-233.

GUERRERO BACA, LUIS FERNANDO

- 2007 La arquitectura de tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva, *Apuntes* 20 (2): 182-201.
- 2018 Identificación y valoración del patrimonio precolombino construido con tierra modelada, *Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas* 48 (1): 125-141. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2362-20242018000100010 (consulta: 9 de agosto de 2019).

HEYDEN, DORIS

- 1973 ¿Un Chicomostoc en Teotihuacan? La cueva bajo la Pirámide del Sol, *Boletín del INAH* (Segunda época) 6: 3-18.
- 1975 Una interpretación en torno a la cueva que se encuentra bajo la Pirámide del Sol en Teotihuacan, *American Antiquity* 40 (2): 131-147.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI)

- 1985 *Carta Geológica Mariano Arista E14B32*, México, Puebla y Tlaxcala, Escala 1:50,000. México.
- 2002 *Carta geológico-Minera Ciudad de México E14-2, Edo. de México, Tlaxcala, D.F., Puebla, Hidalgo y Morelos*, Servicio Geológico Mexicano, México.
- 2009 *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. San Matías Tlalancaleca, Puebla*, clave geoestadística 21134, México.

KABATA, SHIGERU Y TATSUYA MURAKAMI (EDS.)

- 2014 Proyecto arqueológico Tlalancaleca, Puebla: informe técnico de la segunda temporada 2013-2014, Consejo de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- 2015 Proyecto arqueológico Tlalancaleca, Puebla: informe técnico de la tercera temporada 2014-2015, Consejo de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- 2016 Proyecto arqueológico Tlalancaleca, Puebla: informe técnico de la cuarta temporada 2015-2016, Consejo de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

KITA, YUKO Y ANNICK JO ELVIRE DANEELS VERRIEST

- 2015 Evaluación del bitumen como estabilizante para patrimonio construido en tierra bajo el clima trópico húmedo, Yumari Pérez Ramos y Guadalupe de la Torre Villalpando (eds.), *Estudios sobre conservación, restauración y museología*, volumen II, Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía Manuel del Castillo Negrete, México: 129-144.

ARQUITECTURA DE TLALANCALECA EN EL FORMATIVO EN EL CENTRO DE MÉXICO

LÓPEZ JUÁREZ, JULIETA MARGARITA, VALENTINA AGUILAR MELO, ALEJANDRO MITRANI VIGGIANO, JACQUELINE R. D. CAÑETAS ORTEGA Y JOSÉ LUIS RUVALCABA SIL

- 2018 Identificación del estilo tecnológico en arquitectura a través de las técnicas SEM, XRD y PIXE. El caso de tres estructuras monumentales del sitio arqueológico de Tlalancaleca, Puebla, póster presentado en la Primera Reunión Nacional sobre Ciencias Aplicadas al Patrimonio, LANCIC y LA RED CAICPC, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1 al 5 de octubre de 2018.

LOZANO GARCÍA, MA. DEL SOCORRO Y SERGIO R. S. CEVALLOS FERRIZ

- 2007 Historia de la vegetación del centro de México: evidencias paleobotánicas, Isolda Luna Vega, Juan J. Morrone y David Espinosa Organista (eds.), *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 273-288.

MUNSELL SOIL COLOR BOOK

- 2013 *Munsell soil color charts with genuine Munsell color chips*, Munsell Color x-rite, Grand Rapids.

MURAKAMI, TATSUYA

- 2010 Power relations and urban landscape formation: a study of construction labor and resources at Teotihuacan, tesis, School of Human Evolution and Social Change, Arizona State University, Tempe.
- 2015 Replicative construction experiments at Teotihuacan, Mexico: Assessing the duration and timing of monumental construction, *Journal of Field Archaeology* 40 (3): 263-282.

MURAKAMI, TATSUYA, SHIGERU KABATA Y JULIETA M. LÓPEZ

- 2017a Proyecto arqueológico Tlalancaleca, Puebla: informe técnico de la quinta temporada 2016-2017, Consejo de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- 2018a Proyecto arqueológico Tlalancaleca, Puebla: informe técnico de la sexta temporada 2017-2018, Consejo de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

MURAKAMI, TATSUYA, SHIGERU KABATA, JULIETA M. LÓPEZ Y JOSÉ J. CHÁVEZ

- 2017b The Development of an Early City in Central Mexico: The Tlalancaleca Archaeological Project. *Antiquity* 91: 455-473.

MURAKAMI, TATSUYA, SHIGERU KABATA, JULIETA M. LÓPEZ Y PAIGE PHILLIPS

- 2018b A Multi-method approach to reconstructing occupational history and activity areas: A case study at the formative site of Tlalancaleca, Central Mexico, *Journal of Field Archaeology* 43 (8): 634-654.

JULIETA M. LÓPEZ JUÁREZ, SHIGERU KABATA Y TATSUYA MURAKAMI

MURAKAMI, TATSUYA, PAIGE PHILLIPS, JOSÉ CHÁVEZ Y JULIETA M. LÓPEZ

- 2014 Resultados de la inspección de la estratigrafía por perforaciones y el análisis de las actividades, Shigeru Kabata y Tatsuya Murakami (eds.), Proyecto arqueológico Tlalancaleca, Puebla: informe técnico de la segunda temporada 2013-2014, Consejo de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 3-30.

NEVES, CELIA, ZAZANDA SALCEDO Y OBEDE FARIA (EDS.)

- 2017 *Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, Memorias del XVII Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra* (recurso electrónico), PROTE-RRRA/Facultad de Arquitectura, Artes, Diseño y Urbanismo- Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.

PERALTA I FABI, RICARDO

- 2002 *Del espacio al subsuelo* (La ciencia para todos No. 86), Secretaría de Educación Pública, Fondo de Cultura Económica, México.

PÉREZ CASTELLANOS, NORA ARIADNA

- 2009 Formulación de un mortero de inyección con mucílago de nopal para restauración de pintura mural, *Memorias Segundo Foro Académico 2009*, Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía Manuel Castillo Negrete, México: 16-20.
- 2016 Los adobes arqueológicos de la gran pirámide de Cholula: caracterización detallada de su composición relacionada con sus propiedades como material de construcción, tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 132.248.9.195/ptd2016/junio/0746546/Index.html [consulta: 22 de abril de 2021].

PLUNKET NAGODA, PATRICIA Y GABRIELA URUÑUELA LADRÓN DE GUEVARA

- 2018 *Cholula*, Fondo de Cultura Económica, México.

RAVI, RAMADOSS, SELVARAJ THIRUMALINI, NIZAMUDDIN TAHER

- 2018 Analysis of ancient lime plasters. Reason behind longevity of the Monument Charminar, India a study, *Journal of Building Engineering* 20: 30-41.

ROBLES SALMERÓN, MARÍA AMPARO

- 2012 Construyendo la gran pirámide de Cholula: energía y complejidad social, tesis, Universidad de las Américas Puebla, Cholula.

SALEM, MOHAMED Z. M.

- 2016 EDX measurements and SEM examination of surface of some imported woods inoculated by three mold fungi, *Measurement* 86: 301-309. <https://doi.org/10.1016/J.MEASUREMENT.2016.03.008>

ARQUITECTURA DE TLALANCALECA EN EL FORMATIVO EN EL CENTRO DE MÉXICO

SHANMUGAVEL, DURGADEVAGI, RACHNA DUBEY Y RAVI RAMADOSS

- 2020 Use of natural polymer from plant as admixture in hydraulic lime mortar-masonry, *Journal of Building Engineering* 30: 101252.

SIEBE, CLAUS, VIRGILIO RODRÍGUEZ-LARA, PETER SCHAAF Y MICHAEL ABRAMS

- 2004 Radiocarbon ages of Holocene Pelado, Guespalapa, and *Chichinautzin* scoria cones, south of Mexico City: implications for archaeology and future hazards, *Bulletin of Volcanology* 66: 203-225.

SUGIYAMA, SABURO Y RUBÉN CABRERA CASTRO

- 2007 The Moon Pyramid project and the Teotihuacan polity: a brief summary of the 1998-2004 Excavations, *Ancient Mesoamerica* 18: 109-125.

TLACHIA

- 2012 [Diccionario en línea], «*xamitl*» Universidad Nacional Autónoma de México, México: <http://tlachia.iib.unam.mx> (consulta: 25 de agosto de 2021).

TSAI, HOWARD I.

- 2014 Adobes y organización del trabajo en la costa norte del Perú, *Translating the Americas* 2: 101-141.

VÁZQUEZ DE ÁGREDOS-PASCUAL, MARÍA LUISA Y LINDA ROSA MANZANILLA NAIM

- 2017 Beauty and health in the ancient city of Teotihuacan: skin and its aesthetic and therapeutic treatments, *Austin Journal of Dermatology* 4 (1): 1071. <https://austinpublishinggroup.com/dermatology/fulltext/ajd-v4-id1071.php> (consulta: 17 de mayo de 2021).

WEIGAND, PHIL C

- 2009 La tradición *Teuchitlán* y su presencia en Colima, *Memoria V Foro Colima y su Región. Arqueología, Antropología e Historia*, Gobierno del Estado de Colima, Secretaría de Cultura, Colima: 1-16.

WEIGAND, PHIL C. Y ACELIA GARCÍA DE WEIGAND

- 1996 La arquitectura prehispánica y la secuencia cultural en la cuenca de Chapala, Jalisco: observaciones preliminares, Eduardo Williams y Phil C. Weigand (coords.), *Las cuencas del occidente de México: época prehispánica*, El Colegio de Michoacán, Zamora: 293-324.

MONTÍCULOS DE TIERRA Y CENTROS POLÍTICOS: EL ASCENSO Y LA CAÍDA DEL REINO DE IZAPA, CHIAPAS, MÉXICO

Robert M. Rosenswig*

INTRODUCCIÓN

Si bien el origen del urbanismo es uno de los temas más estudiados en arqueología (Childe 1950, Cowgill 2004), los primeros investigadores se centraron exclusivamente en las capitales donde vivían reyes que construyeron palacios y erigieron monumentos que proclamaban la importancia de sus hazañas. Sin embargo, en las últimas décadas, ha quedado claro que se requiere una perspectiva regional para situar a los gobernantes y las ciudades capitales en el contexto de sus súbditos y áreas de sustento (Trigger 1968, Kowalewski 2008). Al igual que en el mundo moderno, la distribución y la densidad de la población establecen los parámetros dentro de los cuales las sociedades humanas se adaptan y evolucionan.

Mesoamérica es uno de los pocos lugares en el mundo donde la vida urbana se estableció de manera independiente y cambió para siempre la forma en la que vivía la gente. Los primeros proyectos de investigación para contextualizar las ciudades mesoamericanas tempranas (como Teotihuacan y Monte Albán) con patrones de asentamiento regional, se realizaron en las tierras altas de México (Sanders *et al.* 1979, Kowalewski *et al.* 1989). Debido a las condiciones relativamente secas y la extensa erosión, en estas áreas la evidencia de ocupación prehispánica es visible en la superficie del suelo. En contraste, los asentamientos en la mayoría de los estados de las tierras bajas de Mesoamérica son mucho más difíciles de detectar, escondidos en la densa selva tropical. El uso reciente de la tecnología LiDAR provee una herramienta de investigación que ha transformado la comprensión del patrón de asentamiento en la región maya (p ej., Chase *et al.* 2012) y de otras civilizaciones de las tierras bajas tropicales (Evans *et al.* 2013). El LiDAR (Light detection and ranging) permite recopilar datos de asentamientos regionales con una precisión y eficiencia sin precedentes, especialmente en ambientes cubiertos por una vegetación tropical densa. Aquí reportamos los resultados de una cobertura LiDAR de casi 600 km² que se cotejó con recorrido de superficie para documentar todo el reino de Izapa en la región de Soconusco en el sur de México (figura 1).

* College of Arts and Sciences, University at Albany



Figura 1. Mapa del sur de Mesoamérica con los sitios mencionados en el texto (R. Rosenswig).

Izapa fue el más grande de una serie de reinos urbanos que surgieron en la costa sur de Mesoamérica durante el primer milenio aC (Clark y Pye 2000, Love 2007). Desde hace mucho tiempo se sabía que Izapa dominó la región del Soconusco en la costa del Pacífico de México y Guatemala (Lowe *et al.* 1982, 2013), pero la organización local de este centro político era poco conocida. A pesar de esto, la impresionante arquitectura en tierra de Izapa y el extenso grupo de esculturas (Clark y Moreno 2007, Guernsey 2006, 2016) llevaron a muchos académicos a especular sobre el poder político de la élite del sitio (Demarest 2004: 67, Gómez 1996, Guernsey 2011, Love 2007: 291-292, 2011, Lowe *et al.* 1982: 307). Sin embargo, no había datos de la región alrededor de Izapa para explorar esta noción. De hecho, no se conocía la organización política de Izapa (o de cómo se estructuraba el interior del sitio) hasta que se inició el Proyecto de Reconocimiento Regional de Izapa (IRSP por sus siglas en inglés) en 2011. Los nuevos datos de LiDAR documentan que en el 700 aC¹ Izapa fue la capital de un reino estrechamente integrado y compuesto por docenas de centros monumentales de orden inferior (Rosenswig y López 2018).

El término “reino” describe un centro político jerarquizado gobernado por un rey. Esta etiqueta evita el problema tipológico de si Izapa era un cacicazgo complejo o un Estado arcaico. Es así como Clark (1997) define un reino y usa el término para describir muchos de

¹ Todas las fechas de radiocarbono citadas están calibradas.

los centros políticos del Formativo medio en Chiapas, incluyendo Izapa (Clark 2016). En otros textos, se sostiene que la explotación económica se identifica claramente por primera vez en el Soconusco durante la fase Conchas, después del 1000 aC (Rosenswig 2012). La explotación de la mano de obra para apoyar a una pequeña élite es la transformación cualitativa más fundamental de la organización social que jamás haya ocurrido en la especie humana. Transculturalmente, la justificación ideológica (como la realeza divina) se refuerza a través de medios políticos y religiosos, para el establecimiento de la desigualdad económica (Rosenswig 2017). Izapa era un reino porque tenía una serie de reyes que gobernaban una región que se estima en unos 450 km², basada en un sistema de decenas de centros monumentales jerárquicamente organizados (Rosenswig y López 2018). El centro político de La Blanca, en la anterior fase Conchas (Love 2002, Rosenswig 2010), también podría haber sido un reino, pero no hay representaciones conservadas de reyes. Sin embargo, para este proyecto no fue primordial explorar qué fue Izapa, en un sentido tipológico, sino que los esfuerzos del IRSP se centraron en reconstruir la organización de la economía política de este reino temprano.

En este capítulo se presentan trabajos recientes que han definido el reino de Izapa. Se comienza a escala regional y se define el territorio de Izapa como un sistema de centros con arquitectura monumental de tierra. El reino del Formativo duró aproximadamente 600 años (700-100 aC). Luego, la erupción del volcán Tacaná dio lugar a una disminución de la población, así como a una reorganización de la capital política de Izapa. La segunda parte de este texto documenta los métodos de construcción de los grandes montículos de tierra en la capital de Izapa. Los nuevos datos de excavación permiten definir un Grupo E (también llamado de conmemoración astronómica) recientemente identificado y el fechamiento de este rasgo arquitectónico y astronómico durante las fases de Escalón-Guillén (700-100 aC). Posteriormente, se discute cómo se reconstruyó la capital después de la erupción de Tacaná y se edificó un nuevo grupo piramidal hacia el norte del núcleo del periodo Formativo. Los datos de excavación de la gran plataforma Montículo 30 indican que ésta se duplicó en tamaño y aumentó en altura durante la fase Itstapa (100-300 dC).

LA EXTENSIÓN TERRITORIAL DEL REINO DE IZAPA

El IRSP ha recolectado datos de LiDAR y de prospección pedestre que documentan tanto las tendencias de población regional como la ubicación y la organización interna de más de tres docenas de centros políticos de orden inferior del Formativo medio y tardío (Rosenswig *et al.* 2013, 2014, 2015a, Rosenswig y López 2018). El territorio del reino de Izapa limita con el río Cahuacán al oeste y con grandes centros en todos los otros lados: la capital de Izapa al norte, el centro secundario de Las Viudas al sur, y los centros secundarios El Sitio y El Jardín al este (figura 2). Las barreras geográficas y los centros de población, por lo tanto, proporcionan un perímetro defensivo alrededor de los sitios más pequeños del reino. En el curso de la documentación de tantos centros de orden inferior, se identificaron varias características arquitectónicas consistentes. Rosenswig y López (2018) analizan estos temas con

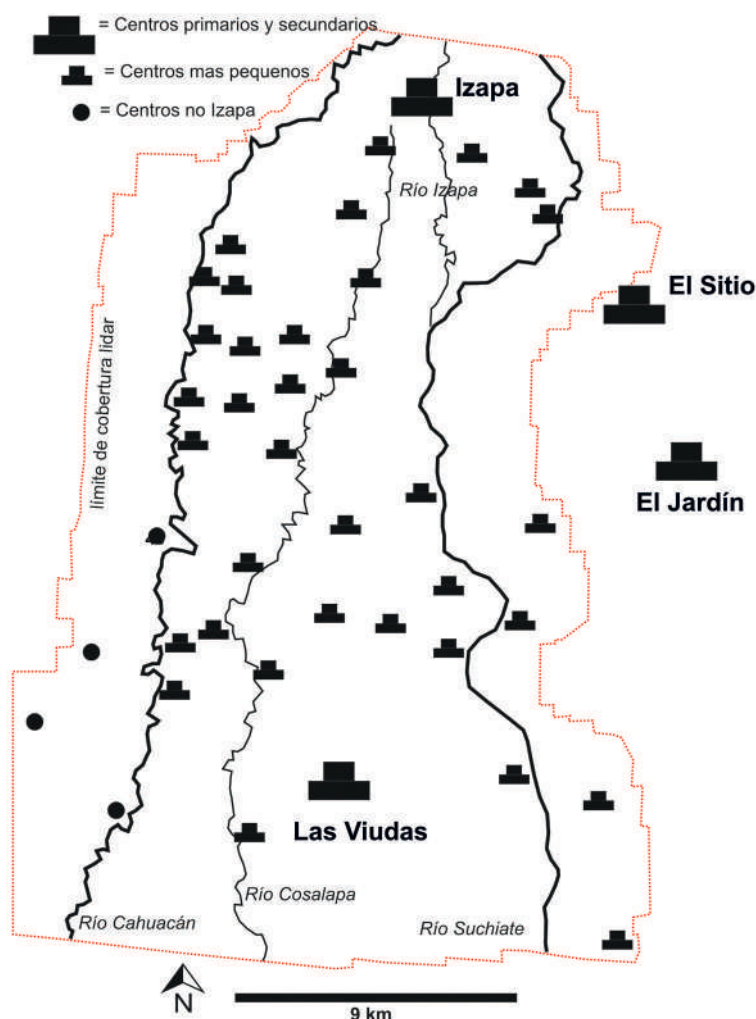


Figura 2. Mapa del reino de Izapa (basado en Rosenswig y López 2018: figura 3).

mayor detalle y, en conjunto, se les denomina sitios con patrón de Izapa. En resumen, cada centro tiene al norte el montículo cónico más grande, y en los centros primarios, secundarios y terciarios, este montículo al norte se encuentra encima de una plataforma cuadrada (cuadro 1). Al sur de la plataforma hay de dos a cuatro grupos de plazas formados por montículos que se alinean de sur a suroeste y de norte a noreste, de modo que la orientación general de cada sitio es hacia el volcán Tacaná (tal como Izapa), el Tajumulco, o puntos intermedios. La orientación de todos los centros es entre 18-28 grados al este del norte astronómico. El resultado es que, en los 40 sitios documentados en el reino hasta la fecha, desde cualquiera de las plazas o montículos al sur, la pirámide norte y el escenario formado por el templo principal y el extremo sur de la plataforma, están enmarcados dramáticamente por los dos volcanes que se elevan en la cordillera de la Sierra Madre. En Izapa y en todos los centros secundarios también hay un Grupo E que define el extremo sur de esta alineación arquitectónica.

MONTÍCULOS DEL REINO DE IZAPA, CHIAPAS

Cuadro 1. Criterios para la jerarquía de asentamientos del reino de Izapa (R. Rosenswig)

Nivel de asentamiento	Tamaño del sitio (ha)	Características cualitativas
1 (Izapa)	229	Escultura
		Grupo E/Campo de juego de pelota
		3 plazas
		Plataforma norte
2	14-43	Grupo E/Campo de juego de pelota
		3-4 plazas
		Plataforma norte
3	1-9	1-2 plazas
		Plataforma norte
4	>1	1 plaza

Se asume que la arquitectura monumental en el centro de cada sitio refleja el comportamiento ceremonial y ritual rutinario, así como la estructuración de las actividades diarias de todos los residentes. Además, la similitud de tal comportamiento dentro del reino de Izapa habla de un conjunto de conductas rituales compartidas que crearon y reflejaron una identidad común y cierto grado de afiliación cultural. Como lo discuten con más detalle Rosenswig y López (2018), la similitud en la forma arquitectónica y la orientación dentro del reino de Izapa contrasta con las comunidades vecinas de El Ujuxté y Takalik Abaj (ver figura 1) donde diferentes patrones arquitectónicos sugieren diferentes prácticas rituales, y con ello probablemente diferente filiación cultural (Love 2007: 294-295). Dentro de una estructura social jerárquica compartida por los centros políticos de la vertiente del Pacífico de Mesoamérica en este momento (Love 2011), también existieron prácticas individuales que distinguieron cada reino. Para ser claros, el sitio de Izapa, tal como se ve actualmente, no está configurado solamente de acuerdo con el “patrón de Izapa”, ya que el sitio se expandió repetidamente después de su construcción inicial (figura 3). Se han realizado suficientes excavaciones en el sitio para saber que tuvo este patrón durante las fases Escalón y Frontera del Formativo medio, cuando el Montículo 30a definió el extremo norte del sitio, con tres grupos de plazas al sur, en el Grupo B y G (Lowe *et al.* 1982, Clark y Lee 2013, Rosenswig *et al.* 2018). En la fase Guillén, los grupos A, D y otros grupos de plazas se construyeron al oeste, y durante la fase Itstapa se creó el relleno adicional de montículos, todo lo que contribuyó a la transformación del sitio (Lowe *et al.* 1982, Rosenswig y Mendelsohn 2016). La ciudad

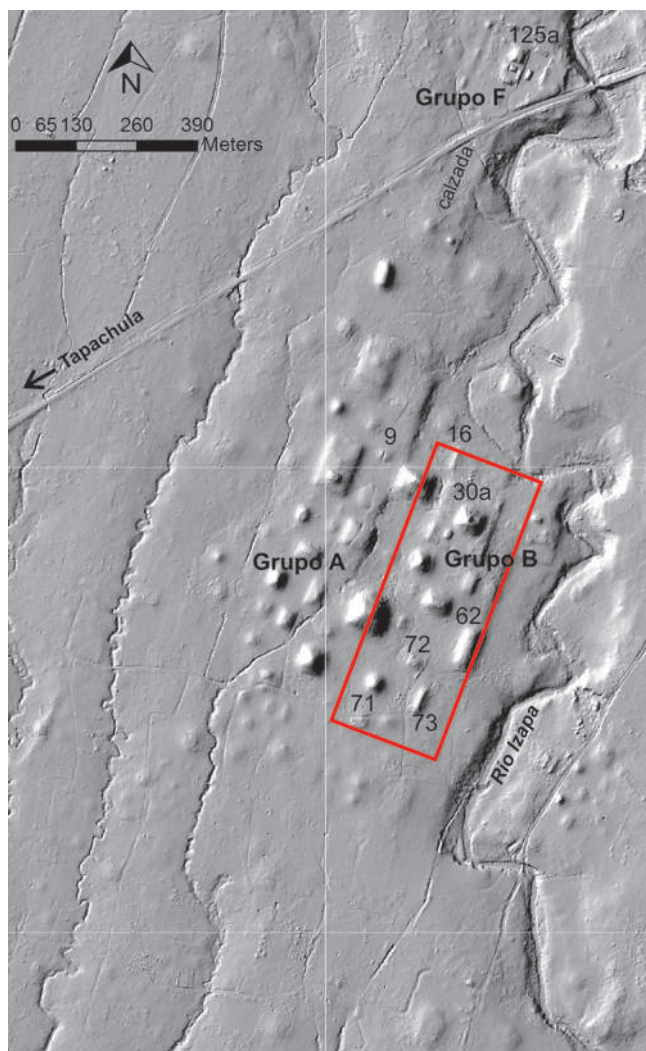


Figura 3. Modelo de elevación digital sombreado de la arquitectura de tierra en Izapa, con los montículos mencionados en el texto y el cuadro cronológico (R. Rosenswig).

de Izapa no era un espacio urbano estático. El reino surgió y creció y la capital evolucionó durante muchos siglos. Durante la fase Guillén, se distinguió de otros grandes centros en el reino al construir más grupos de plazas al oeste de la traza original, donde se colocaron líneas de esculturas de piedra con bajorrelieves, por las cuales este sitio es famoso.

DESARROLLO DEL POBLAMIENTO REGIONAL

El IRSP ha definido patrones regionales asociados con el reino de Izapa del Formativo. Se documentaron sistemáticamente tres zonas de reconocimiento entre los ríos Cahuacán y

Suchiate. Dentro de las zonas de colinas bajas y de piedemonte, el mapeo LiDAR documentó todos los montículos de más de 50 cm de altura y los periodos de su ocupación se determinaron fase por fase (Rosenswig *et al.* 2013, 2015a). En la zona de recorrido de superficie de la planicie costera, las hectáreas de ocupación también se registraron fase por fase (Rosenswig 2008). Los datos de asentamiento de estas tres zonas proporcionan la base para la reconstrucción de los cambios de población en la región, así como el movimiento de la mayor parte de la población desde la llanura costera hasta el piedemonte y las colinas bajas después de 700 aC (figura 4). Una temporada adicional de recolección de datos LiDAR en 2015 elevó la extensión de cobertura total a casi 600 km² y documentó 40 centros monumentales de bajo rango que fueron ocupados durante las fases Escalón, Frontera y Guillén (Rosenswig y López 2018). Estos datos regionales han permitido reconstruir por primera vez la organización espacial de este centro político. Ahora está claro que en la fase Escalón (700-500 aC), Izapa fue la capital de una entidad organizada regionalmente, compuesta por docenas de centros monumentales que empleaban los mismos principios de planificación de sitios (Blake *et al.* 2015, Rosenswig *et al.* 2015a) y reflejó una compleja jerarquía administrativa (Rosenswig y López 2018). Los sitios construidos de acuerdo con el “patrón de Izapa”, con sus múltiples plazas dispuestas en una alineación aproximadamente norte-sur, con una gran pirámide sobre una plataforma en el extremo norte y un Grupo E en el extremo sur, comparten algunas características con el patrón Formativo medio de Chiapas de Clark y Hansen (2001), ya observado antes por Lowe (1977).



Figura 4. Zonas de prospección del IRSP de piedemonte, colinas bajas y planicies costeras (R. Rosenswig).

Los trabajos recientes de Neff *et al.* (2018) constituyen una pieza complementaria del gran rompecabezas regional, ya que sus excavaciones en el estuario al sur de Izapa proporcionan nuevas pruebas de esta importante zona para la adquisición de recursos. Su trabajo ha documentado la actividad humana en el estuario en 4000 aC durante el periodo Arcaico tardío. Después de 1000 aC, con el surgimiento del sistema político de La Blanca, se comenzó a recolectar sal en esta zona utilizando la técnica de sal cocida, que consiste en hervir el agua del estuario (Andrews 1983: 62-63). Neff y sus colegas documentaron los lugares para la cocción y las vajillas distintivas de cerámica burda, mientras la falta de un conjunto completo de formas de recipientes de cerámica del Formativo medio indica que la producción de sal era una actividad especializada y que la zona del estuario era una extensión de las comunidades asentadas en el interior. El consumo de sal en este momento debe haber aumentado debido a los requisitos dietéticos asociados con una mayor dependencia del maíz (Rosenswig *et al.* 2015b). Se documentaron tres a cuatro veces más sitios en el complejo Bermúdez (450-100 aC) del Formativo medio y tardío que en cualquier otro momento durante la era Formativa (Neff *et al.* 2018: figura 5). Los restos arqueológicos de este periodo consistieron en recipientes cerámicos de boca abierta, hornos para cocción y relativamente pocos otros artefactos, lo que indica que la continuidad en la producción especializada de sal se había expandido a una escala mucho mayor que antes. La expansión en la producción de sal corresponde así al cenit del reino de Izapa. Los datos del núcleo de sedimentos presentados por Neff *et al.* (2018) también indican que la madera de manglar se quemaba como combustible durante el complejo Bermúdez. La ocupación en el estuario luego disminuyó significativamente durante la fase Soledad del Formativo terminal (0-250 dC), cuando Izapa estaba experimentando problemas políticos inducidos por la actividad volcánica (Macías *et al.* 2018, Mendelsohn 2018).

LA ERUPCIÓN DEL TACANÁ Y LA REORGANIZACIÓN DE IZAPA

Durante el último siglo antes de nuestra era, después de seis siglos de relativa estabilidad, se produjeron cambios importantes en la organización de Izapa. Tal como Lowe *et al.* (1982: 308) supusieron hace mucho tiempo, una erupción del volcán Tacaná provocó una interrupción en el crecimiento de Izapa, al impactar el centro de la ciudad en la parte baja del sitio. En lugar de un próspero centro político y económico, la parte baja de Izapa se transformó en un espacio más sagrado/religioso. Rosenswig y Mendelsohn (2016: figura 4a) han reportado una ocupación muy limitada en la zona inferior de Izapa durante la fase Hato (100 aC /100 dC), que corresponde al periodo en el que la construcción comenzó al norte, en la zona superior de Izapa, alrededor del Grupo F. El fechamiento de Macías (*et al.* 2000) de la erupción del Tacaná en la fase Hato es consistente con estos patrones arqueológicos. Macías *et al.* (2018: figura 2a) presentan nuevas fechas radiométricas asociadas con la erupción que tienen un rango de edad modelado entre 30 aC y 80 dC. Esta fecha indica que el final de la fase Guillén puede corresponder con este evento volcánico calamitoso. Como lo describen los investigadores antes mencionados, los flujos piroclásticos alcanzaron hasta 7 km del centro

de Izapa y cubrieron el lugar con cenizas, obstruyendo todos los ríos locales que pronto se habrían desbordado y provocado inundaciones violentas.

Después de este tumultuoso evento, la ocupación principal en Izapa se trasladó al norte hacia el Grupo F y varias estelas fueron reubicadas en esta plaza. El IRSP determinó que los montículos que se extienden desde el Grupo F cubrían un área de hasta tres veces mayor de lo reportado anteriormente por la Nwaf (Rosenswig *et al.* 2013: 1504). Esto incluye docenas de montículos residenciales recientemente documentados y un gran complejo de montículos de élite más allá de lo que fue mapeado por la Nwaf (Rosenswig y Mendelsohn 2016: figura 3). Esto lo reveló la investigación doctoral de Mendelsohn (2017), la cual se centró en el periodo comprendido entre 100 aC y 400 dC, es decir, en los siglos posteriores al apogeo del Formativo de Izapa y a la interrupción causada por la erupción del Tacaná.

EL DESARROLLO DE LA CAPITAL DE IZAPA

La capital del reino de Izapa está ubicada en el borde del sector bajo del piedemonte de la Sierra Madre de Chiapas, México. La disposición de los montículos de Izapa fue reportada y cuidadosamente documentada por la Nwaf (Lowe *et al.* 1982: mapa adjunto). El nuevo mapeo de la arquitectura de Izapa realizado por el IRSP mediante la tecnología LiDAR reveló rasgos no reconocidos anteriormente y determinó por primera vez los límites del sitio. Los elementos arquitectónicos recientemente identificados incluyen plazas formales a lo largo del río Izapa y un Grupo E en el extremo sur del sitio (Rosenswig *et al.* 2013). Los datos de excavación en Izapa indican que los Grupos B y G se establecieron en su disposición actual durante las fases Escalón y Frontera (Lowe *et al.* 1982, 2013, Rosenswig *et al.* 2018). La construcción de montículos se extendió posteriormente hacia el oeste y los Grupos A, D y H se construyeron durante la siguiente fase Guillén (300-100 aC).

El recorrido de superficie realizado por el IRSP documentó la ocupación del sitio de Izapa fase por fase (Rosenswig 2019). Con base en estos resultados de superficie, la menor ocupación es durante la fase Conchas y sigue relativamente pequeña durante la fase Hato. Desde Duende hasta Guillén, la mayor parte de la ocupación en Izapa se centró en la parte baja, es decir, los grandes montículos, plazas y esculturas ubicadas al sur de la carretera moderna (figura 5). Los únicos restos de la fase Conchas (1000-800 aC) que encontramos en la superficie provenían de tres montículos en los Grupos B y G. Estos indicios de ocupación temprana vienen precisamente de donde se construyó durante la siguiente fase Duende la arquitectura original que iba a ser el centro del sitio, lo cual es consistente con los datos de excavación (Clark y Lowe 2013: figura 37). Durante la fase Hato (100 aC-100 dC), hay más evidencia de ocupación, pero todos los restos se documentaron al norte y al oeste del centro del sitio durante el Formativo (ver figura 5). Los resultados de estas dos fases ponen de manifiesto la extensa ocupación en la parte baja de Izapa documentada para las fases Duende a Guillén (800-100 aC). Utilizando la misma metodología de verificación en el terreno, recolección en superficie y posterior análisis cerámico, estos datos proporcionan una base

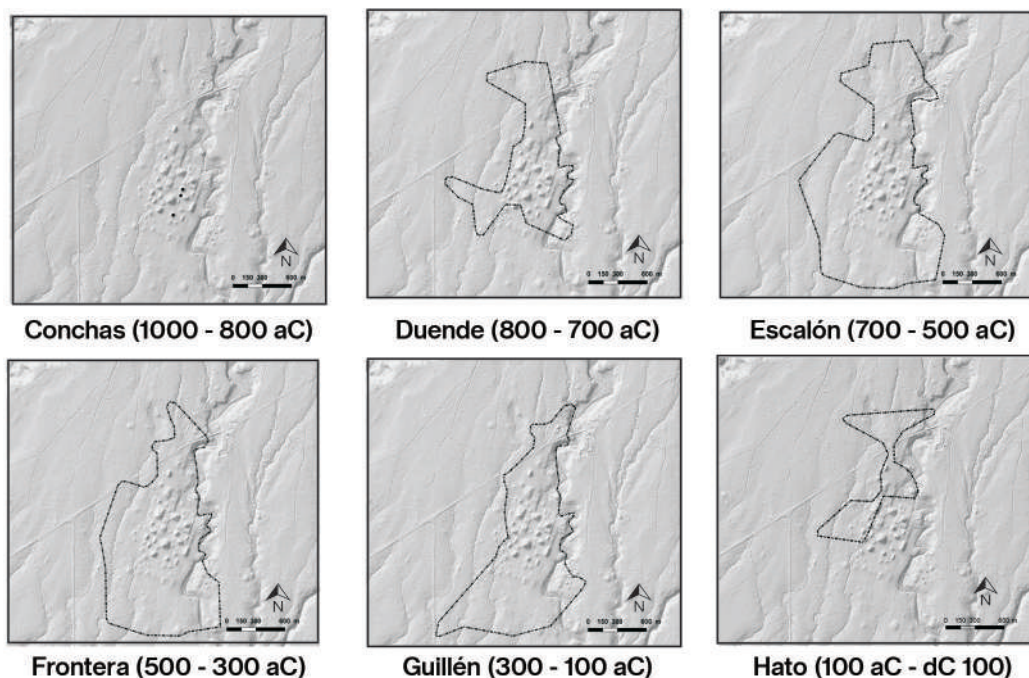


Figura 5. Cambios en el tamaño de la capital de Izapa de 1000 aC a 100 dC (R. Rosenswig).

cuantitativa y consistente a partir de la cual se puede inferir el tamaño relativo cambiante de la ciudad capital del reino de Izapa del Formativo.

La fase Duende fue el momento en que se construyeron por primera vez montículos monumentales en Izapa. Nuestros resultados son consistentes con las excavaciones de la NwAF, los cuales documentaron que durante este tiempo el Montículo 30a se construyó hasta 10 m por encima de la plataforma (Lowe *et al.* 1982). El Montículo 30a definió el extremo norte del Grupo B como el centro original del sitio con el “patrón de Izapa”. La fase Escalón (700-500 aC) fue el momento en que la ocupación del sitio de Izapa alcanzó su mayor tamaño, con evidencia documentada de más de 229 ha. Utilizando estimaciones de población de 25 personas/ha, esto representaría una ciudad con 5 725 habitantes (Rosenswig y López 2018). Una hectárea es aproximadamente del tamaño de una cancha de fútbol soccer: 25 personas que viven en un área así representan un urbanismo de baja densidad con mucho espacio para cultivar dentro de los límites de la ciudad. Las evidencias de las siguientes fases Frontera y Guillén son de menor extensión (189 y 156 ha respectivamente). Sin embargo, no está claro si esta estimación refleja menos personas que viven en el sitio o si un número similar de personas vivía en una menor extensión (con mayor densidad de población). El núcleo central del sitio (los Grupos B y G) estuvo ocupado durante las fases Escalón, Frontera y Guillén, al igual que una gran área al sur del Grupo G (figura 5). El cambio en el número de hectáreas de ocupación desde Escalón hasta las dos fases posteriores se debe a la menor

área de ocupación al norte de la carretera moderna y al oeste del núcleo monumental en la zona baja de Izapa. La disminución de 33 ha de la fase Frontera a Guillén, ocurrió en el área inmediatamente al oeste de los Grupos A y D y precisamente cuando se construyeron los montículos que definían estas plazas. Por lo tanto, las nuevas hileras de plazas norte-sur (Grupos A y D) se construyeron al oeste del centro del sitio tradicional (Grupos B y G) y, al mismo tiempo, fue reubicada la población que vivía en pequeños montículos en el lado oeste de estos nuevos grupos. El área total de ocupación no refleja necesariamente el número total de personas que viven en la ciudad, ya que la densidad de la población puede cambiar. Si la densidad aumentara durante la fase Guillén, la población general de la capital de Izapa podría haber permanecido similar.

Según los resultados del IRSP, la ocupación de Izapa decayó a un área de 48 ha durante la fase Hato. Éste es un tercio del tamaño de la anterior fase Guillén y un quinto del tamaño de la fase Escalón. Si se utiliza la misma estimación de 25 personas/ha, la población de Izapa en la fase Hato habría sido de unas 1 200 personas. La distribución de estas hectáreas también es informativa. La región sur del sitio, que había sido la principal ubicación residencial desde los tiempos de Conchas, ya no estaba ocupada (figura 5). De hecho, los datos de la prospección del IRSP indican que en las áreas donde la población se había documentado previamente (al sur del núcleo del sitio, así como en todo el centro monumental de la parte baja de Izapa) no había cerámica de la fase Hato. Estos datos de superficie también documentan que la zona al oeste de los Grupos A y D se volvió a ocupar después de no tener ocupación durante la fase Guillén. Algo (o alguien) ya no prohibía la ocupación al oeste de los Grupos A y D, como había sido el caso durante la fase Guillén.

Como se mencionó anteriormente, la erupción del volcán Tacaná durante la fase Hato llevó el flujo de lava a Mixcun, a 7 km de Izapa (Macías *et al.* 2000, 2018). Los lahares asociados con esta erupción también pueden haber traído flujos de lodo caliente que podrían haber sido de 6 m de espesor cuando atravesaron la ciudad (Macías *et al.* 2018). Tal desastre natural habría sacudido la confianza de la población en quienquiera que gobernara Izapa en ese momento, especialmente porque la capital estaba orientada hacia este volcán (Blake *et al.* 2015). Aunque los detalles políticos específicos nunca se conocerán, la arquitectura monumental dejó de construirse y los niveles generales de ocupación decayeron durante la fase Hato, mientras el lugar donde vivían estas personas también cambió.

Los patrones de asentamiento regional documentan interrupciones contemporáneas en todo el reino de Izapa durante el primer siglo antes de Cristo. Durante la fase Hato, hubo una disminución significativa en la población general tanto en las zonas de piedemonte como en las colinas bajas prospectadas por el IRSP (Rosenswig y Mendelsohn 2016: figura 5). En la zona de Mazatán, ubicada a 40 km al noroeste, hubo una proliferación de sitios durante las fases Hato e Itstapa, después de que no se documentó un solo sitio desde los tiempos Guillén. La ausencia de ocupación en la zona de Mazatán indica que Izapa había ejercido una influencia significativa al impedir que los centros se desarrollaran (Clark y Lowe 2013: 84-85). Por lo tanto, la interrupción del reino de Izapa después del 100 aC fue tan dramática a nivel regional como en la ciudad capital.

LAS EXCAVACIONES EN IZAPA

GRUPO E DEL FORMATIVO MEDIO Y TARDÍO

El Grupo E fue reconocido recientemente en Izapa basándose en los datos LiDAR adquiridos por el IRSP (Rosenswig *et al.* 2013). En contraste con la forma ovalada de los montículos 71 y 73 en el mapa original (Lowe *et al.* 1982: mapa adjunto), los datos LiDAR documentan que tienen la forma y orientación esperadas para un Grupo E (figura 3). Estos montículos están ubicados a lo largo del eje original del sitio durante el Formativo medio, directamente al sur del Montículo 30a. Aquí es precisamente donde se espera que esté un Grupo E. Definidos por primera vez en Uaxactún (Blom 1924), los Grupos E se identifican como un par de montículos, uno cónico al oeste y uno largo y lineal al este, que se encuentran juntos al sur del montículo principal más antiguo de un sitio. Los Grupos E han sido interpretados durante mucho tiempo como estructuras con funciones astronómicas (Aimers y Rice 2006, Clark y Hansen 2001). Las alineaciones astronómicas del diseño del sitio de Izapa se exploran más a fondo en otro documento (Blake *et al.* 2015).

El recién reconocido Grupo E fue investigado con excavaciones durante la temporada 2012. Desafortunadamente, no se nos concedió permiso para excavar en el montículo 71. Sin embargo, se concedió el permiso para trabajar en los montículos 72 y 73, y documentamos el establecimiento del Grupo E durante la parte tardía del Formativo medio, con una expansión significativa durante la fase Guillén. Se excavaron dos unidades en el eje de la línea central al este y al oeste del montículo 73 de Izapa (figura 6). La suboperación 1a se excavó en el lado oeste del montículo 73 y en ella se documentaron los restos de un solo episodio de construcción y tiestos de cerámica que datan de la fase Guillén del Formativo tardío y anteriores. La Suboperación 1b fue excavada en el lado este del montículo 73 y también documentó un solo episodio de construcción durante el Formativo tardío (figura 7). La ceniza blanca depositada por la erupción de Santa Marta en Guatemala en 1902 es claramente visible en la parte superior de la unidad que se muestra en la figura 7. Abajo se encontró una matriz que contenía cerámica de la fase Guillén (y anteriores) que interpretamos como relleno de la construcción del Formativo tardío. Esta capa tenía entre 1 y 1.4 m de espesor y consistía en arcilla marrón oscura del mismo tipo documentada en la Suboperación 1a. La densidad cerámica de la Suboperación 1b es más del doble que el relleno de construcción documentado en la Suboperación 1a, por lo que indica que se extrajo tierra de relleno con más material cultural en el lado este del Montículo 73 que en el lado oeste, el cual está al frente del Grupo Gd (Rosenswig *et al.* 2018: Cuadro 3). Esto es lo que esperaríamos si la plaza se mantuviera relativamente limpia de escombros y la basura se acumulara más en el lado oeste del montículo y fuera de una plaza formal.

Debajo del relleno de construcción del Formativo tardío en la Suboperación 1b, documentamos un basurero del Formativo medio intacto. El basurero tenía un grosor de 20-40 cm y contenía exclusivamente cerámica de las fases Escalón y Frontera, lo que indica que este lugar fue ocupado durante al menos tres siglos antes del apogeo de la fase Guillén. La capa de

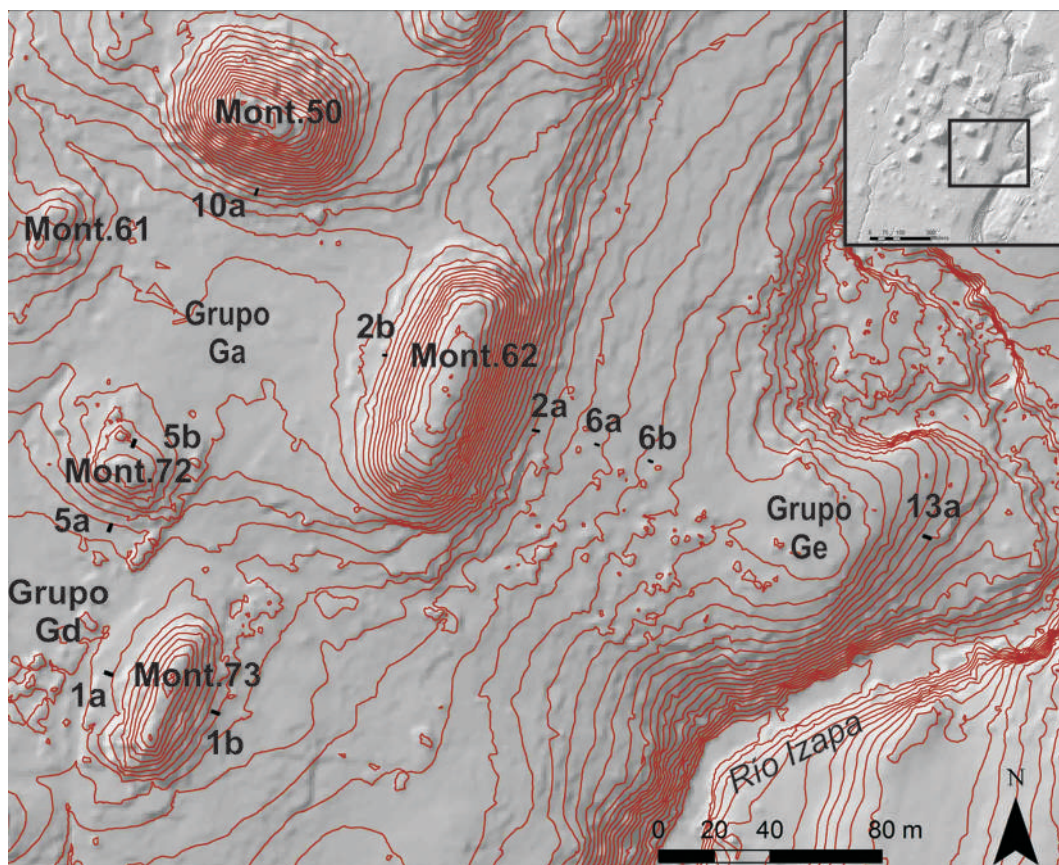


Figura 6. Área de las excavaciones del IRSP en el sur de la parte baja de Izapa (R. Rosenswig).

basurero del Formativo medio se conservó en el montículo que se encuentra justo por encima de la roca, como se muestra en la figura 7, después de que la retiráramos de las paredes sur y este de la Suboperación 1b. Una cúpula de maíz recuperada de este basurero del Formativo medio produjo una fecha consistente con la cronología establecida para la fase Escalón con un resultado de 769-539 aC a 2 sigmas (Rosenswig *et al.* 2018: figura 7).

También se llevaron a cabo excavaciones en los lados norte y sur del montículo 72 (figura 8), que cierra el lado norte del Grupo G formado con los montículos 71 y 73. Las excavaciones en este montículo documentaron que se construyó por primera vez durante el Formativo medio y que posteriormente se amplió el lado sur durante la fase Guillén. Hay residuos adicionales de la fase Itstapa en los niveles superiores en la Suboperación 5a, en el lado sur del Montículo 72. A un metro debajo de la superficie actual del suelo, en el lado norte del Montículo 72, se documentó un depósito completo de recipientes en la Suboperación 5b, bajo la piedra que cubre el episodio de construcción inicial del montículo (figura 9a). El recipiente es un tazón pequeño (figura 9b) de la fase Escalón-Frontera del Grupo Chinín Negro Arenoso (Lowe *et al.* 2013: 36-39). Una muestra de carbón recolectada 1 m al sur (hacia el centro) y 30 cm más abajo del lugar donde se encontró la vasija, produjo un resultado de 342-106 aC a 2 sigmas.



Figura 7. Suboperación 1b en el Montículo 73: relleno del montículo de tierra del Formativo tardío, fotografía tomada después de remover el basurero del Formativo medio (R. Rosenswig).



Figura 8. Montículo 72, fotografía orientada al este (R. Rosenswig).



Figura 9a. Suboperación 5b en el Montículo 72 mostrando el núcleo del Formativo medio en el montículo del Grupo E (R. Rosenswig).



Figura 9b. Vasija del grupo Chinín Negro Arenoso de la fase Escalón-Frontera en el Montículo 72 (R. Rosenswig).

Por lo tanto, el montículo 72, que se encuentra a poco más de 300 m directamente al sur (a lo largo de la alineación primaria del sitio) del Montículo 30a, se construyó durante las fases Escalón y Frontera y se amplió durante la fase Guillén.

Así, dos de los montículos que forman la plaza para el Grupo E de Izapa se construyeron al final del Formativo medio y se ampliaron significativamente durante el apogeo del sitio en la fase Guillén. Los restos de la fase Duende pueden estar contenidos dentro de los núcleos de los montículos, pero aún no los hemos penetrado lo suficiente como para confirmarlo. En contraste, no hubo evidencia de construcción de la fase Hato en los montículos, lo que indica un cese de la construcción en el Grupo E de Izapa para el año 100 aC, lo cual es consistente con los resultados de la prospección del IRSP discutidos en la sección anterior.

LA EXPANSIÓN DE LA PLATAFORMA MONTÍCULO 30 EN EL FORMATIVO TERMINAL

Las excavaciones realizadas al norte del Grupo B (figura 10) mostraron que la mitad norte de la plataforma Montículo 30 se construyó en tres episodios durante el Formativo terminal. Los episodios de construcción son claramente visibles en la pared sur de la Suboperación 4a, donde son evidentes dos superficies de canto rodado enterrado (figura 11). Debajo de la superficie inferior de piedra se documentó un basurero que contenía una alta concentración de cerámica del Formativo medio. Entre las dos superficies de piedra hay una matriz de color marrón oscuro que interpretamos como relleno de construcción y que contiene tiestos cerámicos de fase Itstapa del Formativo terminal (y anteriores). Sobre la superficie superior (por arriba de la primera superficie de piedra) se encontró un relleno de color marrón claro que también contiene tiestos del Formativo terminal y se extiende hasta la base de las raíces. Los resultados de excavación de la Suboperación 3a, 4b, 9a y 9b (figura 10) proporcionan el mismo patrón estratigráfico de tres episodios de construcción distintos, pero no todos están definidos tan claramente por alineaciones de canto rodado como los de la Suboperación 4a (Rosenswig *et al.* 2014). La Estela 40 y el Altar 30 se encontraron en el borde oeste de la plataforma (Montículo 16, figura 3), donde se excavaron las Suboperaciones 9a y 9b (Clark y Lee 2013: figura 11), y probablemente se colocaron allí durante la fase Itstapa (o posterior).

El aumento de la plataforma Montículo 30 fue considerable durante el Formativo terminal. La extensión de la plataforma casi se duplicó y lo que era cuadrado durante el Formativo medio y tardío se expandió a su forma y tamaño rectangular actual. El área de ampliación, más allá de la plataforma cuadrada en la que se asienta el Montículo 30a, mide 150x150 m y tiene 2 m de altura. Esto se traduce en aproximadamente 45 000 metros cúbicos de relleno. La inversión de tanto esfuerzo probablemente se encuentra en el cambio del foco monumental del centro del sitio de Izapa inferior a Izapa superior (es decir el Grupo F) que comenzó durante el Formativo terminal. Los datos LiDAR recientes nos han permitido reconocer una calzada que comenzó en el Grupo F y se extendió 270 m al sur hacia la parte baja de Izapa (Rosenswig y Mendelsohn 2016). Si las procesiones religiosas y/o políticas se originaron en el Grupo F y siguieron la calzada hacia el sur, su punto de entrada a lo que entonces era el Viejo Izapa ha-

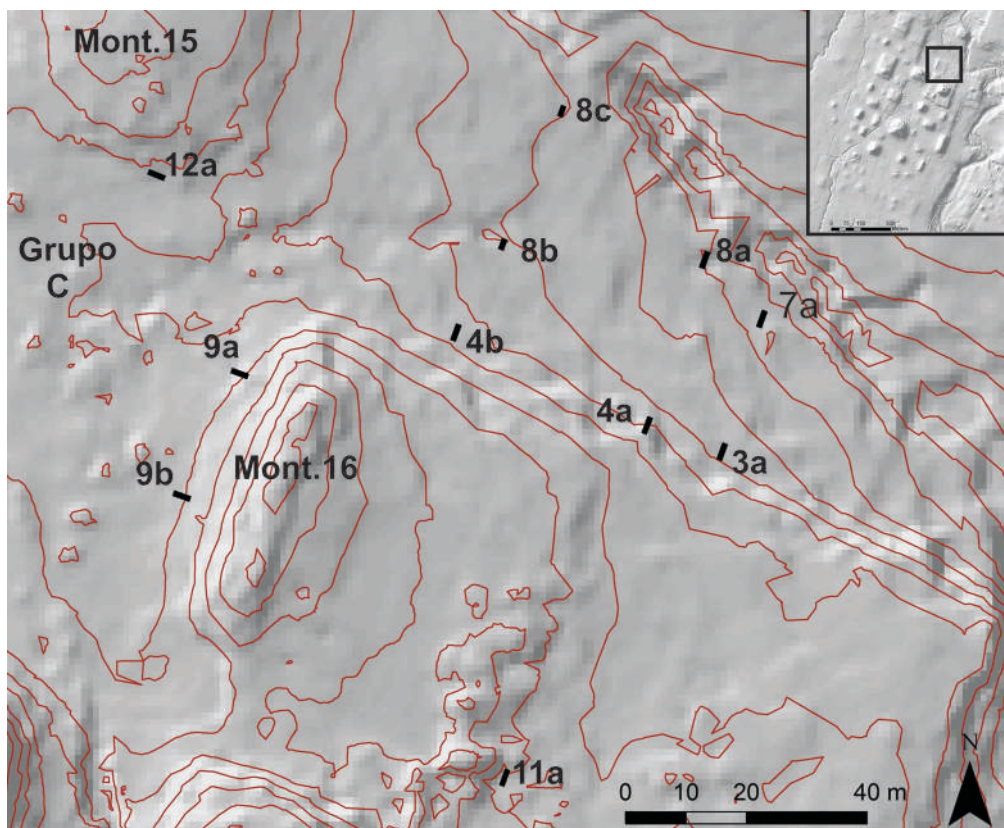


Figura 10. Área de las excavaciones del IRSP en el norte de la parte baja de Izapa (R. Rosenswig).

brían sido los Montículos 9 y 15 y el borde norte de la plataforma Montículo 30 (figura 3). Servir como punto de entrada al Viejo Izapa explicaría por qué hubo una modificación a lo que habría sido en el Formativo medio y tardío la “parte posterior” del Montículo 30a. El cambio del centro político de Izapa al Grupo F y las procesiones periódicas hacia la parte baja de Izapa, también explicarían por qué se recolocaron tantos monumentos en el Montículo 9 después de que las partes más antiguas de Izapa (y el Grupo B en particular) ya no fueran el foco de los esfuerzos de construcción en el sitio.

La Suboperación 4a se excavó en el centro del borde norte de la plataforma Montículo 30 y, además de tres episodios de construcción del Formativo terminal, también documenta una rampa central y una escalinata. La figura 12 muestra las paredes sur y oeste de la Suboperación 4a, donde encontramos una clara evidencia de las superficies empedradas con adoquines. No se encontraron adoquines equivalentes en la pared este de la Suboperación 4a. Sin embargo, eliminamos una serie de piedras grandes y de superficie plana durante el curso de la excavación de esta unidad porque pensamos que eran parte del relleno de la construcción. Sólo una vez que se retiraron (y la pared oeste de la unidad se hizo visible de perfil), nos dimos cuenta de que debíamos haber eliminado el borde más oriental de la rampa y la escalinata que terminaban dentro del ancho de 1 m de la unidad de excavación.



Figura 11. Suboperación 4a, pared sur que muestra tres fases de construcción de la plataforma Montículo 30 (R. Rosenswig).



Figura 12. Suboperación 4a, muro oeste que muestra el perfil de la rampa de piedra del Formativo terminal en el centro del borde norte de la plataforma del Montículo 30 (R. Rosenswig).

DENTRO DE LA PLATAFORMA MONTÍCULO 30

Dentro de la plataforma Montículo 30 se excavó sólo una unidad que ayuda aún más a fechar su historial de construcción. Esta unidad de excavación (Suboperación 11a) proporciona, además, una asociación estratigráfica para el Monumento Misceláneo 2 (también conocido como El León), el cual, por su estilo, se considera el monumento de piedra más antiguo del sitio en términos de la naturaleza tridimensional de su talla y contextualmente por su asociación con el Montículo 30a (Navarrete 2013:19-21). La Suboperación 11a se trazó a lo largo del eje central del montículo 30a y a 30 m al nor-noreste del borde norte de este montículo. Esta unidad de excavación también se encontraba a 40 m al oeste-noroeste de El León. En esta Suboperación documentamos una serie de capas distintivas de arcilla blanca, cuya parte superior estaba 2 m por debajo de la superficie del terreno actual (figura 13). El nivel de la parte superior de esta capa de arcilla está a 2 cm de la superficie del suelo alrededor de la escultura de El León, por lo que la estratigrafía y las pruebas de radiocarbono asociadas documentadas en la Suboperación 11a pueden emplearse para fechar el contexto de deposición de El León.

La capa de arcilla blanca en la Suboperación 11a fue el resultado de múltiples renovaciones de la superficie de la plaza de este espacio ceremonial durante la fase Escalón. La pared sur de la Suboperación 11a muestra tres episodios distintos de deposición de capas de matriz arcillosa blanca y un delgado nivel oscuro entre cada una de ellas (figura 13). Esto indica una construcción inicial y al menos dos episodios subsiguientes de renovación o mantenimiento. Los pisos de arcilla blanca fueron excavados como Niveles 21 y 22 en la Suboperación 11a; son en realidad grises (5Y 8/1) de acuerdo con el estándar de Munsell. Dentro y debajo de las superficies de arcilla, recuperamos tipos cerámicos de la fase Escalón (junto con algunos que datan de la fase Duende). Ejemplos de algunos de estos tiestos de borde se presentan en la figura 13 de los niveles 21 y 22. Hay una capa de matriz marrón en los primeros 30 cm debajo del piso en el perfil sur de la Suboperación 11a (pero llega a 50 cm en otras partes de la unidad), que contenía una concentración notablemente densa de obsidiana, piedra de molienda y tiestos de cerámica. Un nivel inferior de 15 cm de espesor contenía la misma matriz, pero también incluía una cantidad significativa de nódulos de arcilla blanca. Debajo de esto, había una matriz arenosa marrón anaranjado que también contenía una alta densidad de artefactos. El penúltimo estrato tenía 15 cm de espesor y consistía en arcilla con numerosas inclusiones de piedra pequeñas y muy pocos artefactos. Los últimos 40 cm excavados en la Suboperación 11a fueron roca estéril y lecho rocoso de arcilla que se conoce localmente como “cascajo”.

Por encima de los pisos de arcilla blanca documentados en la Suboperación 11a, recuperamos cantidades significativas de cerámica del Formativo terminal mezclada con los tipos de periodos anteriores. Interpretamos esta matriz como relleno de construcción que se remonta a la fase Itstapa y se extiende hasta el borde norte de la plataforma. A diferencia de la estratigrafía documentada en las Suboperaciones 4a y 4b, los distintos episodios de construcción no fueron evidentes.

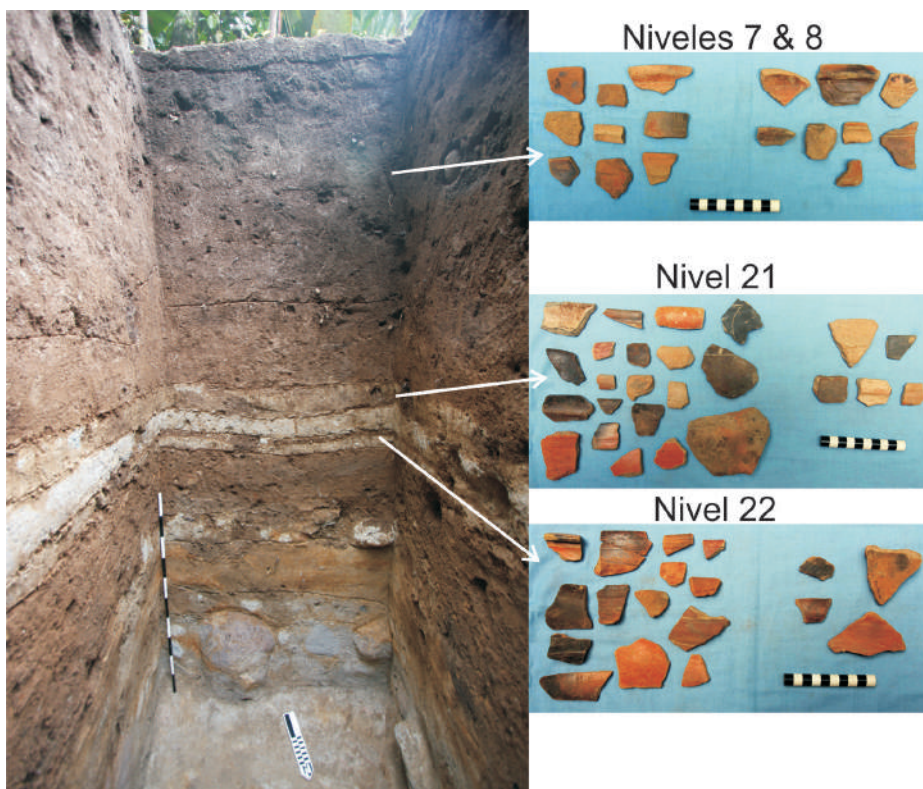


Figura 13. Suboperación 11a en el centro de la plataforma Montículo 30 que muestra el piso de barro blanco del Formativo tardío bajo el relleno del Formativo terminal, con cerámica diagnóstica recuperada en los distintos niveles (R. Rosenswig).

El análisis cerámico y las pruebas de radiocarbono, junto con la evidencia estratigráfica, documentan que una plataforma de la parte tardía del Formativo medio se cubrió con relleno de construcción durante la fase Istapa (100-300 dC), cuando la plataforma Montículo 30 alcanzó su tamaño actual (ver Rosenswig *et al.* 2018). Los tiosos de cerámica presentados en la figura 13 ejemplifican los recuperados en el relleno de construcción del Formativo terminal (documentado en los niveles 7 y 8) y los de debajo del piso son tipos de la fase Escalón del Formativo medio (niveles 21 y 22). Se recuperaron dos pruebas de radiocarbono de estos pisos de arcilla. Uno se realizó en un grano y una cúpula de maíz que produjo un resultado de 355-120 aC a 2 sigmas y el segundo se realizó a partir de un trozo de carbón empotrado dentro del piso que data de 729-410 aC (Rosenswig *et al.* 2018: Cuadro 2). Interpretamos que el carbón vegetal data del momento de construcción piso (en la fase Escalón) y que el maíz es de algún momento durante su uso posterior (durante la fase Frontera o posiblemente Guillén). La percolación descendente de pequeños restos macrobotánicos es una ocurrencia común en la formación de asentamientos ocupados por largo tiempo, algo que también documentamos en la aldea de Cuauhtémoc en la llanura costera de Soconusco (ver Rosenswig *et al.* 2015a). La Suboperación 11a proporciona indicios sobre cómo los residentes de Izapa

utilizaron el área al norte del Montículo 30a desde tiempos del Formativo medio hasta el terminal. Primero fue un área de ocupación no arquitectónica al norte del Montículo 30a durante las fases Escalón y Duende, luego fue una superficie pavimentada hasta la fase Guillén y, finalmente, fue una plataforma expandida durante la fase Itstapa. Los depósitos de la fase Escalón (y posiblemente Duende) debajo de los pisos de arcilla proporcionan un contexto sellado del establecimiento temprano del sitio como un centro monumental, y será el foco de futuras investigaciones.

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS FINALES

Los centros urbanos del reino de Izapa estaban espacialmente dispuestos para mantener la cohesión interna y la soberanía externa. Durante su apogeo entre el 700 y 100 aC, el reino abarcó decenas de centros de orden inferior que formaban una jerarquía política de cuatro niveles dentro de los 22 km de la capital. La ubicación de la capital de Izapa en el borde del piedemonte facilitó el rápido viaje en canoa río abajo hacia sus centros subsidiarios. Los centros secundarios se organizaron alrededor del perímetro del territorio del reino, protegiendo a la población que vivía en sitios más pequeños de los reinos vecinos al sur y al este. Todas las ciudades de Izapa se organizaron y orientaron según los mismos principios, distintos a los reinos vecinos de Takalik Abaj y El Ujuxté, al sureste, y a los pequeños centros independientes en el noroeste.

En otros lugares de Mesoamérica, en este momento se estaban desarrollando centros políticos similares. En Oaxaca, la capital de Monte Albán se estableció a la defensiva sobre una meseta de 400 m de altura. El cercano centro político de San Martín Tilcajete amplió su tamaño al atraer a más personas y también diseñó la arquitectura monumental que definía la capital de manera diferente y en una orientación que contrastaba con Monte Albán, a cuyo control se resistió desde el 500-300 aC (Spencer y Redman 2003). Para el Formativo tardío (300-100 aC), Monte Albán consolidó todo el valle en un estado general (Blanton *et al.* 1993). En contraste con el poder centralizador de Monte Albán, ninguno de los reinos de la costa del Pacífico dominó a sus vecinos durante el Formativo tardío. Un mosaico de reinos, de tamaño aproximadamente equivalente, creó una distensión balcanizada donde ninguno era lo suficientemente grande como para dominar.

La élite de la capital de Izapa experimentó problemas unos siglos más tarde, cuando el volcán Tacaná hizo erupción durante la fase Hato (100 aC-100 dC) y el centro monumental ya no estaba ocupado. Otros reinos en el sur de Mesoamérica, como El Ujuxté, Kaminaljuyú y Takalik Abaj, llegaron a su apogeo político precisamente en esta época (Love 2011, Inomata *et al.* 2014). La erupción del Tacaná a principios de nuestra era fue un fenómeno localizado con resultados dramáticos sólo para el reino de Izapa. Es muy posible que los problemas de Izapa beneficiaran a los reinos de El Ujuxté y Takalik Abaj.

La élite de Izapa parece haberse reinventado durante las fases Itstapa y Jaritas (100-400 dC), y construyó un nuevo núcleo monumental para su capital alrededor del Montículo 125,

al norte del centro tradicional. Durante estos siglos de principios del primer milenio dC, la población regional también se recuperó (Rosenswig y Mendelsohn 2016: figura 5) y se realizaron alteraciones arquitectónicas en la parte baja de Izapa (Rosenswig *et al.* 2018). Los dos siglos entre 200-400 dC fueron una época de colapso en algunas otras partes del sur de Mesoamérica (Love 2007, Inomata *et al.* 2014). Izapa parece haber estado fuera de sintonía con el desarrollo político en la región y los gobernantes del reino trazaron su propio camino.

BIBLIOGRAFÍA

AIMERS, JAMES J. Y PRUDENCE M. RICE

- 2006 Astronomy, Ritual, and the Interpretation of Maya “E-Group” Architectural Assemblages, *Ancient Mesoamerica* 17: 79-96.

ANDREWS, ANTHONY P.

- 1983 *Maya Salt Production and Trade*, University of Arizona Press, Tucson.

BLAKE, MICHAEL, ROBERT M. ROSENSWIG Y NICK WABER

- 2015 Izapa’s hinterland: the use of LiDAR mapping to examine the layout and spatial orientation of secondary centers in the Soconusco region, Chiapas, Mexico, Ponencia presentada en el 80th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, San Francisco.

BLANTON, RICHARD E., GARY M. FEINMAN, STEPHEN A. KOWALEWSKI Y LAURA FINSTEN

- 1993 *Ancient Mesoamerica: A Comparison of Change in Three Regions*, 2a edición, Cambridge University Press, Cambridge.

BLOM, FRANS

- 1924 Report on the Preliminary Work at Uaxactun, Guatemala, *Carnegie Institution of Washington Yearbook* 23: 217-219.

CHASE, ARLEN F., DIANE Z. CHASE, CHRISTOPHER T. FISHER, STEPHEN L. LEISZ, Y JOHN F. WEISHAMPEL

- 2012 Geospatial revolution and remote sensing LiDAR in Mesoamerican archaeology, *Proceedings of the National Academy of Science* 109: 12916-12921.

CHILDE, V. GORDON

- 1950 The urban revolution, *Town Planning Review* 21: 3-17.

CLARK, JOHN E.

- 1997 The arts of government in Early Mesoamerica, *Annual Review of Anthropology* 26: 211-234.

MONTÍCULOS DEL REINO DE IZAPA, CHIAPAS

- 2016 Western Kingdoms of the Middle Preclassic, Loa P. Traxler y Robert J. Sharer (eds.), *The origins of the Maya states*, University of Pennsylvania Museum, Filadelfia: 123-224.
- CLARK, JOHN E. Y RICHARD D. HANSEN
- 2001 The architecture of early kingship: comparative perspectives on the origins of the Maya Royal Court, Stephen Houston y Takeshi Inomata (eds.), *Royal Courts of the Ancient Maya*, vol. 2, Westview Press, Boulder: 1-45.
- CLARK, JOHN E. Y THOMAS A. LEE, JR.
- 2013 *Minor Excavations in Lower Izapa*, Papers of the New World Archaeological Foundation 75, Brigham Young University, Provo.
- CLARK, JOHN E. Y GARETH W. LOWE
- 2013 Izapa History, Gareth W. Lowe, Susan Ekholm y John E. Clark (eds.), *Middle and Late Preclassic Izapa: Ceramic Complexes and History*, Papers of the New World Archaeological Foundation 73, Brigham Young University, Provo: 69-87.
- CLARK, JOHN E. Y AYAX MORENO
- 2007 Redrawing the Izapa Monuments, Lynne S. Lowe y Mary E. Pye (eds.), *Archaeology, Art, and Ethnogenesis in Mesoamerican Prehistory: Papers in Honor of Gareth W. Lowe*, Papers of the New World Archaeological Foundation 68, Brigham Young University, Provo: 277-319.
- CLARK, JOHN E. Y MARY E. PYE
- 2000 The Pacific Coast and the Olmec question, John E. Clark y Mary E. Pye (eds.), *Olmec Art and Archaeology in Mesoamerica*, National Gallery of Art, Washington, D.C.: 217-251.
- COWGILL, GEORGE
- 2004 Origins and Development of Urbanism: Archaeological Perspectives, *Annual Review of Anthropology* 33: 525-549.
- DEMAREST, ARTHUR A.
- 2004 *Ancient Maya: The rise and fall of a rainforest civilization*, Cambridge University Press, Cambridge.
- EVANS, DAMIAN H., ROLAND J. FLETCHER, CHRISTOPHE POTTIER, JEAN BAPTISTE CHEVANCE, DOMINIQUE SOUTIF, BOUN SUY TAN, SOKRITHY IM, DARITH EA, TINA TIN, SAMNANG KIM, CHRISTOPHER CROMARTY, STÉPHANE DE GREEF KASPER HANUS, PIERRE BÂTY, ROBERT KUSZINGER, ICHITA SHIMODA Y GLENN BOORNAZIAN
- 2013 Uncovering archaeological landscapes at Angkor using LiDAR, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: 12595-12600.

ROBERT M. ROSENSWIG

GÓMEZ RUEDA, HERNANDO

- 1996 Izapa: organización espacial de un centro del formativo en la costa Pacífica de Chiapas, Juan P. Laporte y Héctor L. Escobedo (eds.), *IX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1995*, Ministerio de Cultura y Deportes, Instituto de Antropología e Historia, Guatemala: 549-563.

GUERNSEY, JULIA

- 2006 *Ritual and power in stone: the performance of rulership in Mesoamerican Izapan-style art*, University of Texas Press, Austin.
- 2011 Signifying late preclassic rulership: patterns of continuity from the Southern Maya zone, Michael Love y Jonathan Kaplan (eds.), *The southern Maya in the Late Preclassic: The rise and fall of an early Mesoamerican civilization*, University Press of Colorado, Boulder: 115-138.
- 2016 Water, maize, salt, and canoes: an iconography of economics at late Preclassic Izapa, Chiapas, Mexico, *Latin American Antiquity* 27: 340-356.

INOMATA, TAKESHI, RAÚL ORTIZ, BÁRBARA ARROYO Y EUGENIA J. ROBINSON

- 2014 Chronological revision of preclassic Kaminaljuyú, Guatemala: implications for social processes in the Southern Maya area, *Latin American Antiquity* 25: 377-408.

KOWALEWSKI, STEPHEN A.

- 2008 Regional settlement pattern studies, *Journal of Archaeological Research* 16: 225-285.

KOWALEWSKI, STEPHEN A., GARY M. FEINMAN, LAURA FINSTEN, RICHARD E. BLANTON Y LINDA M. NICHOLAS

- 1989 *Monte Alban's hinterland, part II: Prehispanic settlement patterns in Tlacolula, ETLA and Ocotlan, the Valley of Oaxaca, Mexico*, Memoirs, University of Michigan Museum of Anthropology 23, University of Michigan, Ann Arbor.

LOVE, MICHAEL W.

- 2002 *Early complex society in Pacific Guatemala: settlements and chronology of the Rio Naranjo, Guatemala*, Papers of the New World Archaeological Foundation 66. Brigham Young University, Provo.
- 2007 Recent research in the southern highlands and Pacific coast of Mesoamerica, *Journal of Archaeological Research* 15: 275-328.
- 2011 City states and City-state culture in the Southern Maya Region, Michael Love y Jonathan Kaplan (eds.), *The southern Maya in the late Preclassic: the rise and fall of an early mesoamerican civilization*, Colorado University Press, Boulder: 47-76.

LOWE, GARETH W.

- 1977 The Mixe-Zoque as competing neighbors of the early lowland maya, Richard E. W. Adams (ed.), *The origins of Maya civilization*, University of New Mexico Press, Albuquerque: 197-248.

MONTÍCULOS DEL REINO DE IZAPA, CHIAPAS

- LOWE, GARETH W., SUSANNA M. EKHOLM Y JOHN E. CLARK
2013 *Middle and late preclassic Izapa: ceramic complexes and history*, Papers of the New World Archaeological Foundation 73, Brigham Young University, Provo.
- LOWE, GARETH W., THOMAS A. LEE JR. Y EDUARDO MARTÍNEZ ESPINOZA
1982 *Izapa: An Introduction to the Ruins and Monuments*, Papers of the New World Archaeological Foundation 31, Brigham Young University, Provo.
- MACÍAS, JOSÉ LUIS, JUAN MANUEL ESPÍNDOLA, ARMANDO GARCÍA-PALOMO, KEVIN M. SCOTT, SIMON HUGHES Y JUAN CARLOS MORA
2000 Late Holocene Peléan-style eruption at Tacaná volcano, Mexico and Guatemala: past, present, and future hazards, *Geological Society of America Bulletin* 112: 1234-1249.
- MACÍAS, JOSÉ LUIS, JOSÉ LUIS ARCE, LUCÍA CAPRA, RICARDO SAUCEDO Y JUAN MANUEL SÁNCHEZ NÚÑEZ
2018 Late Formative flooding of Izapa after an eruption of Tacaná volcano, *Ancient Mesoamerica* 29 (2): 361-371.
- MENDELSON, REBECCA R.
2017 Resilience and interregional interaction at the Early Mesoamerican city of Izapa: the Formative to Classic period transition, tesis, Department of Anthropology, University of Albany, State University of New York, Nueva York.
2018 Recent updates for Izapa's Formative to Classic period transition, *Ancient Mesoamerica* 29 (2): 309-331.
- NAVARRETE, CARLOS
2013 *Excavaciones tempranas de Izapa*, Papers of the New World Archaeological Foundation, 75, Brigham Young University, Provo.
- NEFF, HÉCTOR, PAUL H. BURGER, BRENDAN J. CULLETON, DOUGLAS J. KENNETT Y JOHN G. JONES
2018 Izapa's industrial hinterland: the Eastern Soconusco mangrove zone during Archaic and Formative times, *Ancient Mesoamerica* 29 (2): 395-411.
- ROSENWIG, ROBERT M.
2008 Prehispanic settlement in the Cuauhtémoc region of the Soconusco, Chiapas, Mexico, *Journal of Field Archaeology* 33: 389-411.
2010 *The beginnings of Mesoamerican civilization: inter-regional interaction and the Olmec*, Cambridge University Press, Nueva York.
2012 Materialism, mode of production and a millennium of change in southern Mexico, *Journal of Archaeological Method and Theory* 19: 1-48.

ROBERT M. ROSENSWIG

- 2017 The tributary mode of production and justifying ideologies: evaluating the Wolf-Trigger hypothesis, Robert M. Rosenswig y Jerimy J. Cunningham (eds.), *Archaeology and modes of production*, University Press of Florida, Gainesville: 145-173.
- 2019 The Izapa Kingdom's capital: Formative-period settlement patterns, population and dating low-relief stelae, *Latin American Antiquity* 30 (1): 91-108.
- ROSENSWIG, ROBERT M., BRENDAN J. CULLETON, DOUGLAS J. KENNETT, ROSEMARY LIESKE, REBECCA R. MENDELSON Y YAHAIRA NÚÑEZ CORTÉS
- 2018 The early occupation of Izapa: recent excavations, New Middle Formative dating and ceramic analyses, *Ancient Mesoamerica* 29 (2): 373-393.
- ROSENSWIG, ROBERT M. Y RICARDO LÓPEZ TORRIJOS
- 2018 LiDAR reveals the entire kingdom of Izapa, Mexico during the first millennium BCE, *Antiquity* 92 (365): 1292-1309.
- ROSENSWIG, ROBERT M., RICARDO LÓPEZ TORRIJOS Y CAROLINE E. ANTONELLI
- 2015a LiDAR data and the Izapa polity: new results and methodological issues from tropical Mesoamerica, *Anthropological and Archaeological Sciences* 7: 487-504.
- ROSENSWIG, ROBERT M., RICARDO LÓPEZ TORRIJOS, CAROLINE E. ANTONELLI Y REBECCA R. MENDELSON
- 2013 LiDAR mapping and surface survey of the Izapa State on the tropical piedmont of Chiapas, Mexico, *Journal of Archaeological Science* 40: 1493-1507.
- ROSENSWIG, ROBERT M. Y REBECCA R. MENDELSON.
- 2016 Izapa and the Soconusco region, Mexico, in the First Millennium AD, *Latin American Antiquity* 27: 357-377.
- ROSENSWIG, ROBERT M., REBECCA MENDELSON, CAROLINE ANTONELLI, ROSEMARY LIESKE Y YAHAIRA NÚÑEZ CORTÉS
- 2014 Proyecto de reconocimiento regional de Izapa 2012: informe técnico parcial, Consejo de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- ROSENSWIG, ROBERT M., AMBER M. VANDERWARKER, BRENDAN J. CULLETON Y DOUGLAS J. KENNETT
- 2015b Is it agriculture yet? Intensified maize-use at 1000 cal BC in the Soconusco and Mesoamerica, *Journal of Anthropological Archaeology* 40: 89-108.
- SANDERS, WILLIAM T., JEFFREY PARSONS Y ROBERT S. SANTLEY
- 1979 *The basin of Mexico: ecological processes in the evolution of a civilization*, Academic Press, Nueva York.

MONTÍCULOS DEL REINO DE IZAPA, CHIAPAS

SPENCER, CHARLES S. Y ELSA M. REDMAN

2003 Primary state formation in Mesoamerica, *Social Evolution and History* 2: 25-70.

TRIGGER, BRUCE G.

1968 The determinants of settlement patterns, Kwang C. Chang (ed.), *Settlement Archaeology*, National Press, Palo Alto: 53-78.

REVISIÓN DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN LAS PRIMERAS FASES DEL DESARROLLO URBANO DE TEOTIHUACAN

MARÍA TORRAS FREIXA*

INTRODUCCIÓN

En general, el estudio de la construcción a base de tierra cruda se ha desarrollado desde la disciplina arquitectónica. No obstante, en los últimos años esta tecnología constructiva ha empezado a ser analizada desde una perspectiva arqueológica aportando resultados muy prometedores, aunque ha despertado un interés desigual en las distintas regiones del globo. Por este motivo, resulta imprescindible impulsar este tipo de estudios. Concretamente, en este capítulo se expondrá la arquitectura de tierra del sitio arqueológico de Teotihuacan, yacimiento incluido en el inventario del *World Heritage Earthen Architecture Programme* (UNESCO 2012).

Situada en el Altiplano Central, la ciudad antigua de Teotihuacan (1-650 dC) es conocida, entre otros aspectos, por sus monumentales estructuras cívico-ceremoniales y por su característica arquitectura residencial en piedra. Asimismo, sus edificios revelan largas secuencias constructivas que denotan cierta variabilidad en el uso de los materiales y de las técnicas empleadas en su levantamiento. Este sistema de superposiciones ha permitido detectar la presencia de distintas técnicas constructivas de tierra cruda utilizadas en todo tipo de estructuras. Incluso, se ha evidenciado el uso de la tierra como elemento estructural en las Pirámides del Sol y de la Luna, ambas revestidas de piedra y argamasas de tierra y cal, por lo que el análisis de la explosión de la monumentalidad a nivel tecnológico y económico debe ser abordado desde este tipo de arquitectura. A pesar de este hecho y de que ambas estructuras piramidales se encuentran entre los edificios más estudiados del sitio desde las excavaciones de Sigüenza y Góngora en 1675, la construcción en tierra de este asentamiento urbano ha sido escasamente examinada.

Así, desde el siglo XX se han realizado distintos estudios enfocados en determinar y analizar las técnicas y materiales constructivos empleados en Teotihuacan (Barba y Córdova 2010, Cabrera 1991, Margáin 1966, Marquina 1951, Morelos 1993, Murakami 2010, Paredes 1998), pero se han aportado pocos datos acerca de la construcción con tierra cruda. Asimismo, los

* Investigadora independiente

estudios de la propia tierra como materia prima son insuficientes, predominando el análisis de otros materiales como es el caso de la cal (Barba y Córdova 1999, Villaseñor y Barba 2011) y aquellos principalmente, vinculados a investigaciones paleoambientales (Rivera *et al.* 2007, Sánchez *et al.* 2013). Además, por lo general, los escasos datos reportados en la producción científica se resumen en breves anotaciones y observaciones. Esta problemática ha originado confusiones terminológicas debidas a la ausencia tanto de un estudio detallado y profundo de la arquitectura de tierra en Teotihuacan como de una sistematización en su análisis. Todo ello evidencia la necesidad de desarrollar proyectos de investigación que pongan el acento sobre esta arquitectura y que la analicen mecánica, química y mineralógicamente.

En este capítulo se propone revisar sintéticamente el uso de la tierra como material constructivo en distintas estructuras arquitectónicas de Teotihuacan erigidas entre el 1-250 dC. Este marco cronológico comprende desde las primeras fases del desarrollo urbano de la ciudad hasta la explosión de su monumentalidad, que son las fases inmediatamente anteriores a la proliferación de los conjuntos habitacionales. El objetivo es presentar una primera visión global de las construcciones de tierra en Teotihuacan entre las fases Tzacualli (1-150 dC) y Tlamimilolpa temprano (200-250 dC) y, así, poder examinar las variaciones en el empleo de dicho material y sus implicaciones político-económicas en la transformación urbana del sitio. Asimismo, centrarnos en este rango temporal permite obtener un indicador más para profundizar en los procesos de formación, crecimiento y consolidación de este asentamiento mesoamericano que desarrolló su propio carácter excepcional.

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El sitio arqueológico de Teotihuacan está situado en la cuenca de México, concretamente en el valle de Teotihuacan, a 19°34' N y 99°40' W y a una altitud comprendida entre los 2 240 y 3 100 msnm (figura 1). Este valle se caracteriza por presentar un ambiente semiárido, con una marcada estación de lluvias de abril-mayo a septiembre-octubre siendo el resto del año seco. La precipitación media alcanza los 500-600 mm anuales. No obstante, para el periodo que atañe a este estudio, el Altiplano Central experimentaba un intervalo más húmedo (Kennett y Marwan 2015). En cuanto a la temperatura, ésta oscila entre los 12-18°C por debajo de los 2 800 msnm y entre los 5-15°C en cotas superiores.

El valle de Teotihuacan tiene una ligera pendiente de noroeste a sureste y se caracteriza por presentar una parte alta con una depresión central rodeada por un piedemonte, una zona media de barrancas con pequeños aluviones y una baja con manantiales permanentes y planicies aluviales. Esta área geográfica se encuentra delimitada por cerros de origen volcánico: al norte se ubica el cerro Gordo (3050 msnm), al sur el cerro Patlachique (2700 msnm), al oeste el cerro Chiconautla (2590 msnm) y al noroeste el cerro Colorado (2390 msnm). A nivel hidrológico, destacan dos ríos –el San Juan y el San Lorenzo– que fueron desviados intencionalmente para cruzar perpendicularmente, en sentido este-oeste, la antigua ciudad de Teotihuacan (Cowgill 2005, Sánchez 1998). La flora actual del valle principalmente se

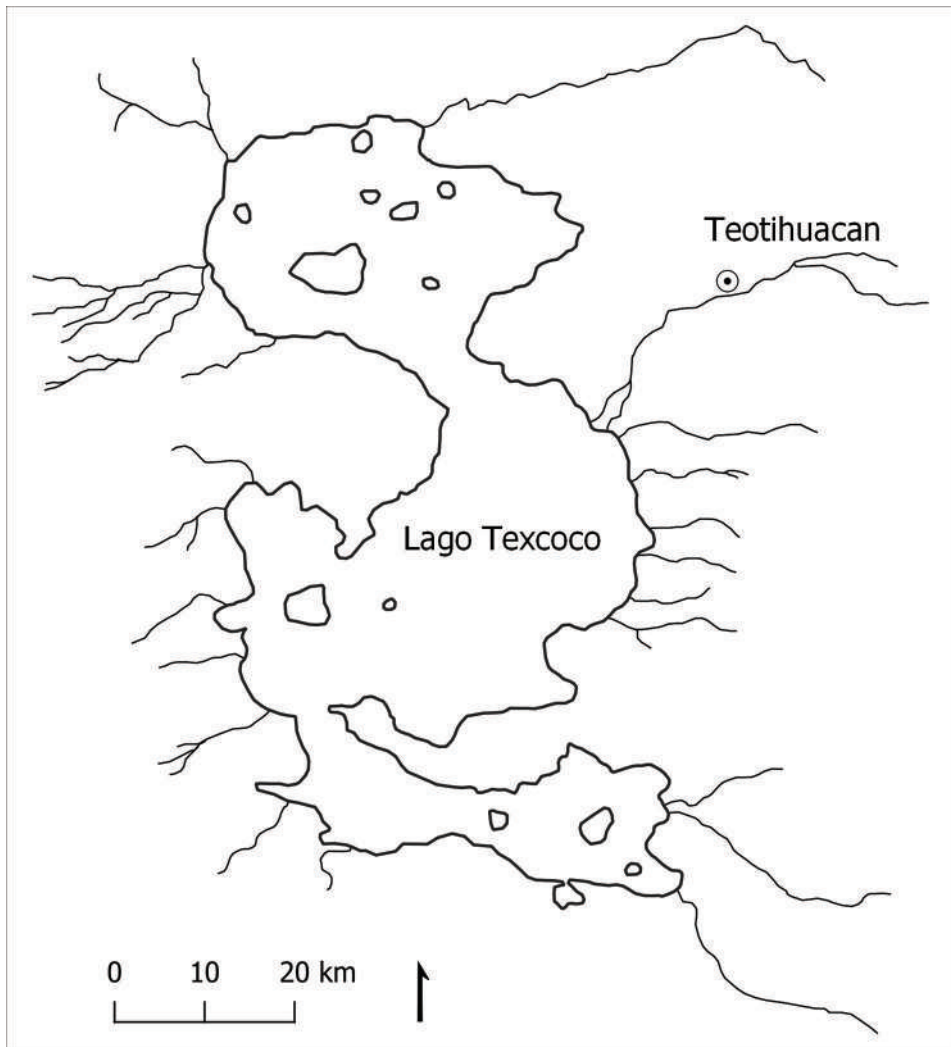


Figura 1. Mapa de la cuenca de México (modificado de Cowgill 2008: 970).

divide en cinco tipos de vegetación: prado, matorral xerófilo, matorral de *Quercus*, bosque de *Quercus* y vegetación acuática. Además de estos cinco tipos, se ha comprobado arqueológicamente la presencia de *Pinus* en época teotihuacana, especie que ha desaparecido de la flora local (Adriano y McClung 2008).

En el presente, el valle de Teotihuacan está formado, esencialmente, por cuatro tipos de suelo distintos clasificados como *phaeozems* (48%), vertisoles (16%), cambisoles (13%) y leptosoles (13%). A excepción del último suelo, los otros tres tipos han sido considerados potencialmente fértiles y propicios para el desarrollo de la agricultura (McClung y Tapia 1996). Este hecho, aunque no exclusivo, ha sido un factor determinante en la interacción entre el agente antrópico y el entorno natural. En este sentido, se ha constatado que durante los últimos 3 000 años se ha intensificado la erosión del suelo, como resultado de

una agricultura intensiva y de una explotación de los recursos forestales que ha provocado una degradación y cambios en las condiciones hídricas del suelo. Precisamente, una de las fases de intervención antrópica en el valle corresponde con el periodo teotihuacano, señalando una etapa de erosión-sedimentación, deforestación y agricultura intensiva (McClung 2010, McClung *et al.* 2003).

CONTEXTO GEOLÓGICO DEL VALLE DE TEOTIHUACAN

En términos geológicos generales, la actividad tectónica en el valle de Teotihuacan ocasionó la erupción de lava, que originó la presencia de basalto y tezontle. Esencialmente, existen dos fracturas de emisión de magma: una en la zona de Oztoyahualco hasta la Pirámide de la Luna y la otra cerca de la Pirámide del Sol. Posteriormente, una erupción del cerro Coronillas provocó un lahar o flujo de lodo que cubrió el basalto y el tezontle ya existentes. En la actualidad, este lahar se observa como una capa conocida como tepetate que aflora en muchos puntos del valle. Así los teotihuacanos usaron, preferentemente, el material volcánico de la región como el tezontle, el tepetate y el basalto en la construcción de sus edificios (Barba y Córdova 2010: 46).

Concretamente, esta capa de tepetate, a veces identificada como toba, fue la superficie plana sobre la que desplantaron directamente muchas de las construcciones teotihuacanas, pues ofrecía una estabilidad mecánica suficiente que permitió la edificación y monumentalización de la ciudad de Teotihuacan (Barba y Córdova 2010, McClung y Barba 2011). Comúnmente, el tepetate se halla en los paisajes volcánicos de México y presenta ciertas características comunes entre sí. Jorge Gama *et al.* (2007: 136) destacan “su compactación o cementación, que se refleja en densidades aparentes altas (1.7-1.9 g/cm³), una porosidad baja de 13 a 24%, así como conductividad hidráulica y retención de humedad bajas”. Asimismo, estos autores subrayan que se trata de un horizonte endurecido con una matriz compuesta por arena, limo y en menores porcentajes de arcilla.

La cubierta de suelo sobre la que se asentó el sitio urbano de Teotihuacan ha sido denominada como suelo negro o *Black San Pablo Paleosol* (BSPP). El suelo negro se distribuía por todo el valle de Teotihuacan y su edad mínima ha sido fechada en 2980 ± 40 AP (1375–1055 cal aC) (McClung 2015, Solleiro *et al.* 2011). Inicialmente, fue documentado por Ma. Yazmín Rivera *et al.* (2007) en el relleno de la Pirámide de la Luna y por Elizabeth Solleiro *et al.* (2011) en el perfil San Pablo. Posteriormente, fueron Serafín Sánchez *et al.* (2013) quienes establecieron el término de BSPP. Así, este paleosuelo negro ha podido ser identificado en el paisaje natural, debajo de los propios edificios teotihuacanos e, incluso, dentro de algún relleno constructivo como en el caso ya mencionado de la Pirámide de la Luna. En el paisaje del valle, el BSPP ha sido reconocido, por un lado, como un pedocomplejo en los perfiles San Pablo, Las Tunas, La Ventilla y Canal –ubicados en el fondo del valle, en la zona de las planicies aluviales, entre los 2 260 y los 2 300 msnm– y, del otro, como un perfil

monocíclico localizado en los 2 280 msnm y nunca por encima de los 2 400 msnm (Sánchez 2015, Sánchez *et al.* 2013).

El BSPP ha sido clasificado como un vertisol cálcico, con una alta concentración de materia orgánica que le imprime el color oscuro y un gran contenido de arcilla (Rivera *et al.* 2007, Sánchez *et al.* 2013, Sánchez 2015, Solleiro *et al.* 2011). Además, los distintos estudios sobre el BSPP han revelado que sería un suelo adecuado para la agricultura, mientras el análisis del polen, fitolitos y la firma de isotopos estables de carbón sustentan su uso agrícola y el cultivo de maíz (McClung 2015). A expensas de su importancia agrícola, el paleosuelo negro fue utilizado a gran escala para la construcción de los grandes edificios monumentales (Barba y Córdova 2010, McClung y Barba 2011, Sánchez *et al.* 2013). En este sentido, se puede comprobar que durante el proceso de crecimiento de la ciudad de Teotihuacan hubo un cambio en el uso del suelo que pasó de ser cultivado a ser empleado como material constructivo o, simplemente, fue ocupado por la mancha urbana. Es decir, la expansión urbana predominó por encima de la zona de producción (McClung y Barba 2011, Rivera *et al.* 2007, Torras 2019).

Sustentando esta afirmación, el análisis de restos macro y microbotánicos confirma que el relleno de las pirámides provenía de áreas agrícolas que fueron arrasadas con la intención de obtener la tierra para fines constructivos. Un ejemplo es el del túnel superior de la Pirámide del Sol (TE22), donde se recuperaron diversos especímenes carbonizados de maíz, amaranto, chile, tomate verde y nopal (McClung y Barba 2011). Otro ejemplo que ha sido más estudiado es el de la Pirámide de la Luna. El análisis de la tierra utilizada en los rellenos de los Edificios 1, 2 y 4 determinó que el horizonte de humus negro derivado del BSPP fue empleado como material constructivo (Rivera *et al.* 2007, Sánchez *et al.* 2013). No obstante, no se sabe exactamente de qué zona procedía la tierra utilizada en los rellenos constructivos.

Siguiendo esta línea de investigación, la mayoría de los autores concuerdan en que la tierra debió ser extraída de áreas muy próximas a los edificios (Barba y Córdova 2010, McClung y Barba 2011, McClung y Martínez 2017, Rivera 2009, Rivera *et al.* 2007). Concretamente, Luis Barba y José Luis Córdova (2010: 123) proponen que la tierra se removió del propio centro cívico-ceremonial de la ciudad, pues la mayoría de las estructuras arquitectónicas allí levantadas desplantan directamente del tepetate; calculan que, en total, para generar el volumen de las tres pirámides principales, se debió arrasar un área equivalente a 5 km² con una profundidad de 40 cm sobre el tepetate que equivaldría al área comprendida entre la Pirámide de la Luna y La Ciudadela, extendiéndose 1 km hacia ambos lados de la Calzada de los Muertos.

TEOTIHUACAN ENTRE EL 1-250 DC

El sitio de Teotihuacan es único en Mesoamérica por su tamaño (con una población estimada en 125 000 habitantes en un área de 20 km²), por su retícula urbana, por sus proyectos arquitectónicos a gran escala y por albergar una población multiétnica (Cowgill 2015, Manzanilla 2017, Millon 1973). No obstante, su excepcionalidad y sus características arquitectónicas

como el uso del talud-tablero, de cajones constructivos, de una medida estándar (*Teotihuacan Measurement Unit*) y de una orientación astronómica concreta como guía, no se observan en la fase Tzacualli (1-150 dC), sino que se fueron incorporando y desarrollando a lo largo de la formación de la ciudad, siendo plenamente visibles a partir del Tlamimilolpa temprano (200-250 dC) (Torras 2019). Por este motivo, resulta imprescindible abordar el estudio de la arquitectura, en este caso de tierra, para ver si existe un patrón en las técnicas empleadas, en los tipos de estructuras en los que se utiliza y su evolución en relación con el desarrollo y consolidación de la ciudad.

En este sentido, el marco temporal tratado (1-250 dC) permite explorar los cambios y transformaciones que sufrió la ciudad hasta alcanzar sus rasgos distintivos en el Tlamimilolpa tardío (250-350 dC). Específicamente, el rango cronológico que se analiza se compone por las fases Tzacualli (1-150 dC), Miccaotli (150-200 dC) y Tlamimilolpa temprano (200-250 dC) (Cuadro 1) que corresponden al momento de la formación, transformación y monumentalización del sitio urbano de Teotihuacan.

Cuadro 1. Cronología de Teotihuacan donde se enmarcan las fases tratadas en este estudio (Rattray 2009)

Cronología	Fase cerámica
550-650	Metepec
450-550	Xolalpan tardío
350-450	Xolalpan temprano
250-350	Tlamimilolpa tardío
200-250	Tlamimilolpa temprano
150-200	Miccaotli
1-150	Tzacualli
aC/dC	
150-1	Patlachique

En resumen, la ciudad de Teotihuacan de la fase Tzacualli se mostraba como un sitio extenso, con una población considerable que ya rondaría entre los 60 000 y 80 000 habitantes y con un crecimiento homogéneo en todo su plano “urbano” (Cowgill 2015, 2017, Gazzola 2009, Gómez y Gazzola 2016). En la formación de la ciudad y de su identidad, el paisaje

ritual construido en el plano subterráneo, materializado a través de distintos túneles, debió tener un peso importante. En la superficie, encima de estos túneles, se levantaron pequeñas estructuras que no presentaban ni un atisbo de monumentalidad, pero sí señalaron puntos inamovibles de la ciudad, pues en fases posteriores fueron los lugares donde se erigieron las grandes pirámides. Por el contrario, a lo largo de esta primera fase no se observa la implantación de una retícula ni tampoco una coordinación entre sus construcciones, pues los distintos edificios cívico-ceremoniales de primer orden no exhiben una misma orientación, ni una estandarización en sus formas, ni tampoco una unidad de medida estándar (Torras 2019).

En la siguiente fase, la ciudad de Teotihuacan estaba en pleno proceso de desarrollo y, a diferencia del periodo anterior, se percibe un aumento de la planificación urbana observada en la coordinación entre edificios, con el desarrollo de ciertas directrices arquitectónicas (como la incorporación del talud-tablero y de la orientación estándar teotihuacana), y en el establecimiento de un eje vial cruciforme. En general, la ciudad experimentó un incremento en su complejidad interna que pudo ser fruto de un proceso de creación de arriba-abajo impulsado por un grupo de poder de tipo corporativo, como el propuesto para fases posteriores (Blanton *et al.* 1996, Manzanilla 2001, Pasztory 1997). No obstante, se ha constatado que la implantación de normas arquitectónicas tuvo una introducción desigual en el asentamiento, siendo más visible en las nuevas construcciones cívico-ceremoniales de segundo orden (Torras 2019).

Finalmente, en la fase Tlamimilolpa temprano, Teotihuacan se mostraba como un asentamiento urbano extenso, con una población que alcanzaría las 100 000 personas y en pleno proceso de reurbanización y de monumentalización (Cowgill 2015, Sugiyama 2017, Torras 2019). El centro cívico-ceremonial fue modificado, trasladando la importancia del paisaje ritual construido del plano subterráneo al plano terrestre, mediante diversos rituales de clausura de los túneles y la erección de las grandes construcciones piramidales. Además, los espacios domésticos rodeados por áreas de cultivo se transformaron por completo y, por primera vez, se percibe en el registro arqueológico la presencia de élites intermedias. De este modo, el proceso de urbanización y planificación se llevó a cabo tanto en el centro de la ciudad como en la periferia.

REVISIÓN DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA DURANTE LAS PRIMERAS FASES DEL DESARROLLO URBANO (1-250 DC)

En general, la arquitectura de tierra en Teotihuacan ha sido escasamente estudiada. Por este motivo, resulta complicado realizar una revisión profunda de este tipo de construcciones. Asimismo, un análisis de la producción científica devela que no existe un patrón único, sino que se detalla una variedad de técnicas empleadas e incluso la combinación de distintas técnicas en una misma estructura, lo que dificulta su clasificación. A esta problemática, hay que añadir el hecho de que las construcciones tempranas sólo han sido excavadas parcialmente y muchas veces mediante pequeños pozos de sondeo o trincheras, imposibilitando

una visión global de las estructuras. A pesar de estos inconvenientes, ha sido posible seguir diversas evidencias del uso de la tierra en la arquitectura tanto en las publicaciones acerca de Teotihuacan como en los informes de excavación. Por ello, en este apartado se detallarán dichos ejemplos tanto directos como indirectos del uso de la tierra como material constructivo en rellenos y muros pertenecientes a estructuras distintas, con funcionalidades diversas y repartidas por la retícula de Teotihuacan (figura 2). Como se describirá a continuación, se ha podido detectar el uso de la tierra en formas diversas como adobes, bloques de tepetate y rellenos de tierra apisonada, entre otras técnicas.

A lo largo de este trabajo bibliográfico, algunos de los ejemplos más tempranos que se han podido documentar son aquellos ubicados en el área de la Preciudadela, espacio que estuvo en uso desde la fase Tzacualli hasta finales de la fase Miccaotli (Gazzola 2009, Gómez y Gazzola 2015, 2016). Esta zona, ubicada en el epicentro de la ciudad, se considera como uno de los principales focos cívico-ceremoniales y se compone por estructuras morfológicamente diferentes y con funcionalidades distintas. A expensas de esta heterogeneidad, en la mayoría de sus edificios, la tierra se usó para levantar los muros como en el caso de la Estructura 5 o de los conjuntos arquitectónicos ocupados por la élite.

La Estructura 5 se considera una construcción singular en toda la historia teotihuacana, pues hasta la fecha se ha reconocido como la única cancha formal para el juego de pelota que se ha encontrado en este sitio. Se trata de un amplio espacio abierto, en forma de I latina o doble T, de 123 m de largo en sentido norte-sur y delimitado por un basamento y diversas plataformas. A nivel constructivo, sus investigadores han señalado que para levantar esta

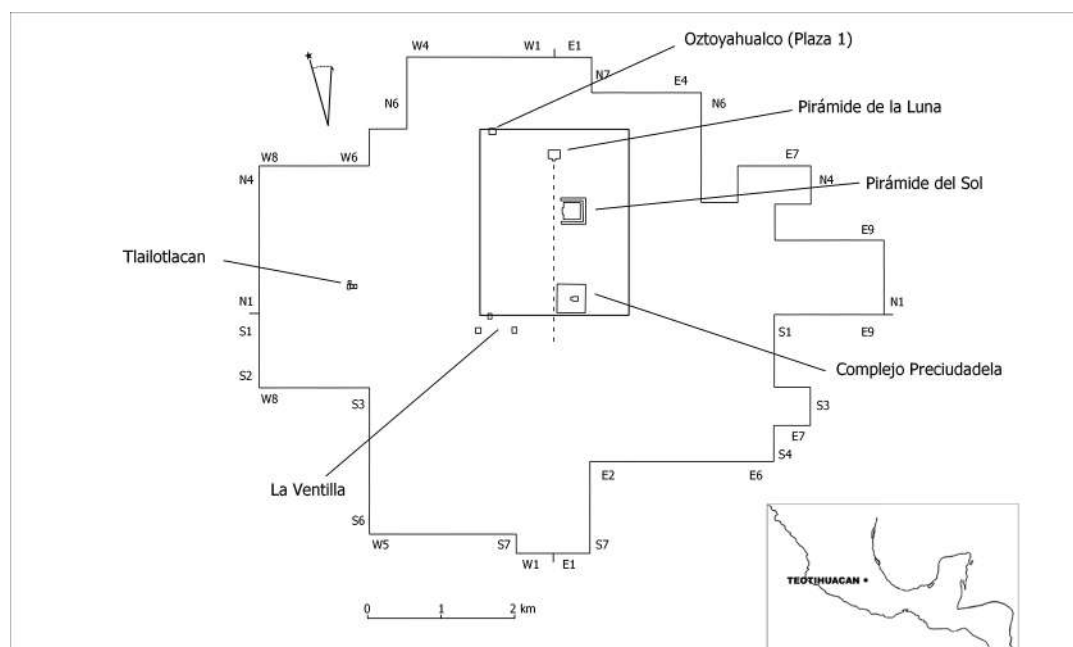


Figura 2. Plano de Millon donde se señalan las principales estructuras detalladas en el texto y el área de suelo arrasada (modificado de Barba y Córdova 2010: 124, Millon 1973).

estructura se emplearon bloques de tepetate unidos con lodo recubiertos con aplanados de argamasa de gravilla de tezontle y, en algunos casos, se ha detectado la presencia de restos de enlucido de cal (Gómez y Gazzola 2015, 2016).

El uso de bloques de tepetate se ha identificado también en los distintos conjuntos arquitectónicos de la Preciudadela, como en el caso del Conjunto 1. Concretamente, se han detallado taludes y muros a base de bloques de tepetate y adobe, recubiertos en su cara exterior por aplanados de argamasa con estuco y en la interior de lodo, los cuales presentan restos policromos de color amarillo, naranja, rojo, verde y negro aplicados en ambas caras (Gazzola 2009, 2013, 2017). Asimismo, por sus características formales, Julie Gazzola (2009) apunta que este conjunto podría haber sido ocupado por grupos de la élite; estaba constituido por distintas unidades arquitectónicas y con sus 40.5 x 60 m podría haber sido uno de los edificios de mayores dimensiones del sitio de Teotihuacan en la fase Tzacualli.

Otro elemento que conforma el área de la Preciudadela, en este caso a nivel subterráneo, es el túnel bajo el Templo de la Serpiente Emplumada. Se trata de una cavidad artificial, de unos 102.45 m de longitud, formada por un tiro de acceso de unos 5x5 m de lado y 12 m de profundidad, un largo corredor con dos antecámaras laterales –entre los 65 y 67 m– y que acaba en tres cámaras conectadas de 6 m de largo por 3 m de ancho (Gómez y Gazzola 2016). A semejanza de otras construcciones del nivel Preciudadela, en este conducto se utilizó tanto adobes como bloques de tepetate. Específicamente, se usaron bloques de tepetate trabajados para recubrir el tiro de acceso y para levantar los muros de las dos clausuras rituales acaecidas a finales de la segunda centuria (Gómez *et al.* 2017, Gómez y Gazzola 2016), y adobes en las paredes laterales de las dos antecámaras (Gómez 2017).

Para este periodo cronológico (fases Tzacualli y Miccaotli), también se ha comprobado el uso de la tierra como sistema estructural en unidades domésticas localizadas en la zona de La Ventilla y de Tlailotlacan. Sin embargo, como sucede con las evidencias de la Preciudadela, se han documentado de una manera general, sobresaliendo estudios más detallados de otro tipo de cultura material como la cerámica o los artefactos líticos. Ambas zonas presentan largas secuencias ocupacionales con fuertes transformaciones visibles en la propia arquitectura y en la explotación del espacio. Inicialmente, en las fases Tzacualli y Miccaotli, se caracterizaban por ser pequeñas áreas domésticas rodeadas por canales y parcelas de cultivo, que a finales de este periodo abandonaron la función agrícola azolvando los canales y edificando encima de los mismos diversos conjuntos arquitectónicos (Cabrera 2013: 31, Delgado 2014). De este modo, acabó primando la urbanización de estas áreas. Así, durante la fase Tlamimilolpa temprano, La Ventilla se convirtió en un centro de barrio y Tlailotlacan en un barrio foráneo. En este sentido, esta secuencia ocupacional ha permitido excavar distintas estructuras domésticas anteriores a la construcción de los característicos conjuntos habitacionales de la ciudad de Teotihuacan.

Por un lado, en el caso de La Ventilla, las evidencias más tempranas se caracterizan arquitectónicamente por ser construcciones sencillas a base de piedra y adobe (Cabrera 2013: 5, 31). No obstante, se ha constatado una gran variabilidad constructiva entre los diversos muros detectados arqueológicamente, pues se han registrado, además de paramentos de

pedra sin carear, muros de adobe, de bloques de tepetate unidos con lodo hecho de tierra arcillosa revuelta con piedras pequeñas, de bloques de tepetate con algunas piedras basálticas careadas unidas, también, con lodo, mezclando distintas técnicas e incluso combinándolas con el empleo de otros materiales perecederos como la madera (Cabrera 2013: 5-6,31, 2017, Cabrera y Carrillo 2012: 168,181, Cabrera y Delgado 2010: 149, 2011:81). En cuanto a los revestimientos, en algunos casos se ha podido apreciar restos de estuco en el desplante de unos muros (Cabrera y Delgado 2011: 85). Hay que precisar que, a pesar de la heterogeneidad en las técnicas empleadas, al tratarse de breves descripciones resulta complicado determinar hasta qué punto son diferentes entre sí estas evidencias arquitectónicas.

Por el otro, gracias a las excavaciones dirigidas por Verónica Ortega (2014), se ha podido confirmar una ocupación temprana en el área de Tlailotlacan también conocida como Barrio Oaxaqueño. Precisamente, es esta investigadora quien señala que los vestigios arquitectónicos de fases Tzacualli y Miccaotli están hechos de piedra –mayormente cantos rodados– y adobes unidos con lodo (Ortega 2014: 290). Aunque la información proporcionada es escasa, es interesante observar la mención del uso del adobe en estos espacios domésticos con presencia de elementos oaxaqueños.

Como se ha descrito en líneas superiores, el empleo de adobes o bloques de tepetate para el levantamiento de muros ha podido ser identificado en distintas estructuras fechadas entre el 1-200 dC. A pesar de que dichas estructuras presentan funcionalidades diversas (residencias de la élite, espacios domésticos y cívico-ceremoniales), éstas comparten ciertas características entre sí. A grandes rasgos, aún no presentan el uso del tablero y su orientación no sigue el estándar de Teotihuacan (Cabrera 2013, Delgado 2014, Gazzola 2009).

Por último, una revisión de la producción científica también ha permitido constatar de manera indirecta la utilización de adobes como parte del material de relleno de otras construcciones, como en la Plaza 1 de Oztoyahualco o en el Edificio 2 de la Pirámide de la Luna. En el caso de la Plaza 1 de Oztoyahualco, se trata de una estructura cívico-ceremonial de segundo orden con dos ocupaciones diferenciadas, una de la fase Tzacualli y otra en la fase Xolalpan (Cook 1957, Millon 1960, Millon y Bennyhoff 1961). En la década de 1950, para alcanzar los niveles Tzacualli se realizaron una serie de pequeños pozos de sondeo y una trinchera en la plataforma sur donde se detectaron diversas ofrendas cerámicas y cuatro pavimentos de tierra superpuestos. El dato que nos atañe es que en el relleno, justo debajo del Suelo 3, se hallaron varios adobes que no parecen estar asociados con los pavimentos. Sin embargo, su descubrimiento informa de la presencia de posibles construcciones de adobe en las inmediaciones (Millon y Bennyhoff 1961). Este dato es interesante, pues nos reporta el uso de esta técnica en una de las áreas tradicionalmente consideradas como zona de ocupación temprana (Millon 1973).

El otro ejemplo es la Pirámide de la Luna, formada por siete subestructuras superpuestas, erigidas con distintas técnicas y materiales constructivos (Sugiyama y Cabrera 2007). La construcción del Edificio 1 inicia hacia el 100 dC (fechado por ¹⁴C). Entre las fases Tzacualli y Miccaotli se levantaron los tres primeros basamentos de modestas dimensiones mediante grandes piedras unidas con lodo y tierra. Además, sus investigadores pudieron documentar la

presencia de suelo negro, o más bien, derivado del BSPP (Cabrera y Sugiyama 1999, Rivera *et al.* 2007, Sánchez *et al.* 2013). En este caso, el sistema estructural de los núcleos de los Edificios 1 al 3 se constituyó con técnicas mixtas, empleando la piedra y la tierra. Sin embargo, se ha podido documentar, además de piedras de diferentes tamaños, el uso de adobes, tepetate molido y bloques de tepetate en los cimientos. Concretamente, para erigir el basamento del Edificio 2, todos estos materiales fueron dispuestos sobre la construcción anterior formando un relleno de 3 m de grosor (Cabrera y Sugiyama 1999, Sugiyama y Cabrera 2000). De este modo, se puede apreciar una clara distinción entre los cimientos y el núcleo del Edificio 2 de la Pirámide la Luna.

El siguiente momento constructivo se caracteriza por un proceso de monumentalización del centro cívico-ceremonial de la ciudad de Teotihuacan entre el 200-250 dC (fase Tlami-milolpa temprano). A lo largo de este periodo se erigieron la Pirámide del Sol, el Edificio 4 de la Pirámide de la Luna y el Templo de la Serpiente Emplumada, aunque con técnicas y materiales constructivos diferentes. Específicamente, tanto el núcleo del Edificio 4 de la Pirámide de la Luna como el de la Pirámide del Sol, presentan sistemas estructurales de tierra.

Recientemente, la Pirámide del Sol, considerada como la construcción más emblemática de Teotihuacan, ha sido fechada hacia el 200 dC (Sugiyama 2017, *et al.* 2013). Se trata de un basamento piramidal de 216 x 216 x 64 m en su primera etapa arquitectónica, con cuatro cuerpos escalonados, muros en talud y se le calcula un volumen total de 1 000 000 m³ o incluso 1 400 000 m³, dependiendo de los cálculos aplicados (Barba y Córdova 2010: 67, Millon y Drewitt 1961). Este proyecto a gran escala fue edificado en una sola operación constructiva y según Tatsuya Murakami (2010: 115, 2015), no tardó más de 10 años en finalizar.

En muchas de las publicaciones arquitectónicas y arqueológicas, la Pirámide del Sol es descrita como un ejemplo de construcción hecha en tapial (*rammed earth*) o adobe. Sin embargo, la pirámide fue erigida mediante un relleno de tierra apisonada (*stamped earth*) desde un punto central marcado por rocas (Sugiyama *et al.* 2013). Principalmente, su núcleo se compone por suelos de composición y consistencia heterogénea como tierra limo-arcillosa oscura y tepetate, todo ello mezclado con múltiples fragmentos de cerámica, lítica, restos botánicos carbonizados y carbón, lo que señala que parte de la tierra provendría de desechos superficiales y zonas anteriormente agrícolas (Barba y Córdova 2010: 120, Manzanilla 2005, Millon *et al.* 1965, Sugiyama *et al.* 2013). En este sentido, hay que recalcar que para el levantamiento de esta magna estructura piramidal no se usaron grandes piedras. En cambio, sí que se han hallado agrupaciones de adobes de tierra limo-arcillosa, sin un orden aparente, ni tampoco formando cajones constructivos (Barba y Córdova 2010, Millon *et al.* 1965, Sarabia y Nuñez 2017). En cuanto al recubrimiento exterior, los cuatro cuerpos de la pirámide están revestidos con piedras de tezontle cubiertas con un aplanado de cal (Millon *et al.* 1965).

Otro de los proyectos a gran escala es la Pirámide de la Luna. Hacia el 250 dC, esta construcción adquirió dimensiones monumentales, aumentando nueve veces su tamaño anterior, hasta alcanzar aproximadamente 89 m de base (Sugiyama y Cabrera 2007). Asimismo, aunque siguió mostrándose como un basamento piramidal de planta cuadrada con muros en talud, el sistema estructural empleado fue completamente distinto al de las subestructuras anteriores.

En este caso, el núcleo del Edificio 4 se formó mediante un sistema de cajones de adobes y bloques de tepetate, rellenos de tierra y de tepetate –tanto en bloques como molido– sin emplear rocas ni grandes piedras (Murakami 2010: 167, Sugiyama y Cabrera 1999, 2000).

El sistema de cajones (figura 3) fue ampliamente usado a lo largo de la historia teotihuacana, en algunos casos con adobe y en otros con piedra (Cabrera 1991). Así, observamos otro ejemplo de cajones constructivos de tierra en el conjunto 5', situado al oeste de la Pirámide de la Luna; durante la fase Tlamimilolpa temprano, este complejo de tres templos experimentó una visible ampliación, estableciendo el uso de las dos plazas –plaza alta y plaza baja– y levantando nuevos edificios (Daneels *et al.* 1996, Moragas 1998, Paz 1995). Específicamente, mediante la excavación de la plataforma 5A y sondeos profundos dentro de la estructura 5C, se pudo identificar que están construidas a base de cajones de adobe y/o piedras rellenos con tierra, alguna piedra, y en ciertos casos se han encontrado postes de madera (Layet 1994: 3-4, Moragas 1994: 24, Paz 1995). Principalmente, a partir de los estudios derivados del análisis de la estructura 5C, se ha identificado el uso de roca basáltica careada, bloques de tepetate y de tezontle para los muros y piedras, grava, gravilla, tierra y adobes para los rellenos. A modo de cementante se utilizó el lodo y, en algunos casos, la argamasa compuesta de una mezcla de gravilla de tezontle y tepetate con cal y lodo, y un acabado final más fino a base de cal y arena (Layet 1994).

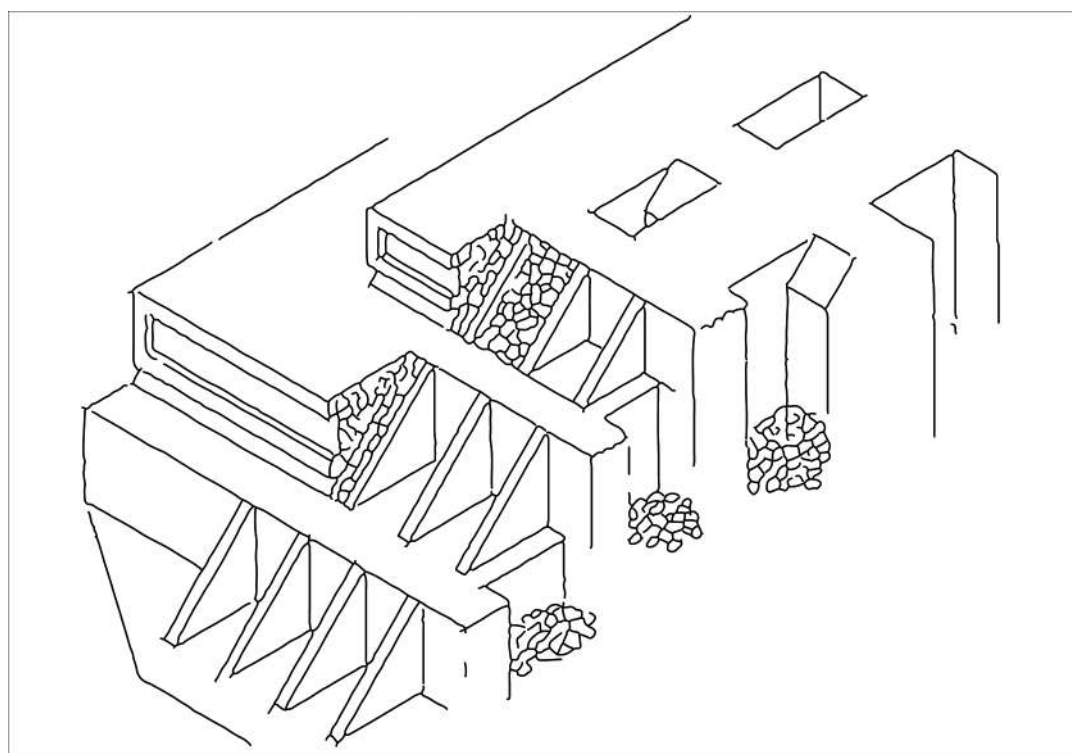


Figura 3. Sistema de cajones constructivos (tomado de Marquina 1951: 65).

En definitiva, a lo largo de este proceso de monumentalización de la ciudad, se ha podido observar el uso de la tierra tanto en estructuras cívico-ceremoniales de primer orden como de segundo orden. Asimismo, durante este momento cronológico la ciudad está en pleno proceso de reorganización en la mayoría de los elementos urbanos rige la orientación estándar teotihuacana y los espacios domésticos experimentan fuertes transformaciones. Éste fue el caso que se revisó de La Ventilla, cuyos niveles más tempranos estaban asociados al desarrollo de actividades agrícolas. En cambio, a partir del Tlamimilolpa temprano, los elementos arquitectónicos detectados en esta zona muestran un cambio en la funcionalidad del área que pasó de albergar estructuras domésticas junto a canales de irrigación, a revelar una serie de estructuras, posiblemente ligadas a una élite intermedia y a la incipiente formación de un centro de barrio. Así, las construcciones rituales fechadas para esta fase cronológica son conocidas como Bordes Rojos, y en el mismo nivel ocupacional aparecen otras estructuras conocidas como Edificios Blancos (Cabrera 1998).

Precisamente, es el Edificio Blanco localizado en el basamento sur del Templo del Barrio el que presenta el uso de adobes. Concretamente, los investigadores han especificado que sus muros se construyeron a base de adobes recubiertos con piedra basáltica y revestidos con un acabado de argamasa enlucida con estuco blanco. Asimismo, el relleno constructivo de este edificio se formó mediante una gruesa capa de arcilla compactada (Cabrera y Delgado 2010: 307).

En resumen, entre el 1-250 dC se ha descrito el uso de la tierra como elemento estructural en diversas unidades arquitectónicas. Aparentemente, en un primer análisis no parece existir un patrón único en las técnicas empleadas, más bien existe una gran variedad. A grandes rasgos se ha registrado el uso de adobes, bloques de tepetate, rellenos de tierra apisonada, cajones constructivos y técnicas mixtas, entre otras. Además, estas técnicas no se abandonan después, ya que se han documentado otros ejemplos más tardíos de este tipo de arquitectura como en Teopancazco para el que se menciona el empleo de adobe en los cuartos (Manzanilla 2012: 544-545, Ortiz 2015: 252), o en Tlajinga donde se han reportado muros de adobe y de adobe y piedra (Carballo 2017, Storey 2006), o incluso en Xalla donde se registran muros de adobe y bloques de tepetate unidos con lodo (Manzanilla *et al.* 2003). Sin embargo, la escasez de datos imposibilita una buena descripción de dichas evidencias.

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS FINALES

A lo largo de este texto hemos detallado distintos ejemplos de arquitectura de tierra. No obstante, queda patente que resta una gran labor de investigación por hacer en este campo en el área de Teotihuacan. Sin embargo, este hecho no debe ser desalentador, al contrario, ofrece una oportunidad perfecta para trabajar conjuntamente con toda la comunidad científica. Estamos en el punto de partida para empezar a analizar de una forma sistemática, multidisciplinar y exhaustiva este tipo de construcciones. En este sentido, a lo largo de este artículo, se ha intentado ofrecer una primera visión de los edificios que usan la tierra como

elemento de carga entre el 1-250 dC, periodo anterior a la generalización del sistema de cajones constructivos, tanto con piedra como con adobe, entre los edificios de Teotihuacan.

Básicamente, se han reportado referencias tanto de muros como de rellenos de tierra en todo tipo de estructuras. En un primer análisis, no parecen existir diferencias sustanciales entre la funcionalidad del edificio y la técnica y material constructivo empleados. De hecho, se percibe una gran variabilidad entre unidades arquitectónicas y en una misma unidad. A pesar de ello, hay que tener en cuenta que un análisis más profundo de los elementos constructivos podría resaltar diferencias notorias. Este hecho se debe a que las estructuras de tierra han sido escasamente detalladas y estudiadas. En este sentido, se necesitaría una descripción más concreta y un análisis más detallado, difícil de lograr, por el momento, con los datos disponibles.

A grandes rasgos, se ha podido documentar el uso de adobes, bloques de tepetate, técnicas mixtas tanto con piedra como con materiales perecederos como la madera para levantar los distintos muros. Sin embargo, no se ha podido especificar ni el tamaño, espesor o composición de los bloques, ni si los adobes presentan marcas de moldes, ni su disposición en un mismo muro formado por distintos materiales. De este modo, únicamente se ha podido detallar la presencia de muros de tierra, pero ha sido imposible una comparación entre los distintos tipos y aún menos una clasificación y análisis detallado de cada uno de los paramentos. Asimismo, existen escasos datos acerca del mortero y de los diversos revestimientos empleados. En relación con estos últimos, los distintos investigadores han documentado el uso de argamasa de tezontle, enlucidos de cal y lodo, al que llamaron “concreto teotihuacano”. Un dato que sí parece repetirse en distintos muros es que los revestimientos interiores son de lodo y los exteriores pueden presentar enlucidos de cal. Aun así, hay que recordar que son conclusiones preliminares y que deben tratarse más como una hipótesis que como una afirmación.

Respecto a los rellenos constructivos, básicamente se pueden dividir en dos técnicas: tierra apisonada y sistema de cajones. Como indica Annick Daneels *et al.* (2018) estos dos tipos de relleno representan distintas estrategias de control de presión interna. Por un lado, la Pirámide del Sol erigida mediante un núcleo de tierra apisonada se clasificaría como un relleno estructurado por cargas individuales. Por el otro, el Edificio 4 de la Pirámide de la Luna presenta un relleno con particiones, más concretamente de cajones de adobes. Esta misma investigadora propone que estos dos sistemas constructivos podrían representar tradiciones constructivas distintas: la tierra apisonada sería más propia de la vertiente atlántica y el adobe de la pacífica. No obstante, puntualiza que en Mesoamérica se funden ambas técnicas debido a la geografía y a las fuertes interacciones culturales (Daneels 2015). En el caso de los recubrimientos, de manera muy general –sin entrar en la composición de las mezclas– parece existir una mayor homogeneidad, pues en la mayoría de los basamentos se describen revestimientos de piedra y argamasa de tierra y cal.

Si no existe un patrón en el uso de las distintas técnicas según la funcionalidad de la estructura arquitectónica, ¿existe a nivel temporal? Con los datos disponibles, la respuesta es que tampoco se percibe el predominio de una técnica u otra según la fase cronológica. A pesar de que desde la fase Miccaotli existe una mayor coordinación entre los distintos edificios,

esta “estandarización” no resulta en un patrón de técnicas y materiales constructivos. Así, en las fases Tzacualli y Miccaotli, la tierra se emplea como material constructivo en todo tipo de estructuras, desde espacios domésticos como en La Ventilla, hasta residencias de la élite como en el Conjunto 1 de la Pre-ciudadela e incluso en estructuras cívico-ceremoniales de primer orden como en la Estructura 5 (interpretada como cancha de juego de pelota) y en el túnel bajo el Templo de la Serpiente Emplumada. Además, si tenemos en cuenta las pocas estructuras arquitectónicas fechadas en esta cronología y el número de evidencias registradas del uso de la tierra como elemento estructural, resulta clara la importancia que tuvo este material en la construcción de la ciudad temprana. En este sentido, es fundamental un estudio preciso de la arquitectura de tierra para la comprensión de la formación de Teotihuacan.

Directamente relacionado con esta línea de investigación, es indispensable este estudio para contextualizar la interacción de Teotihuacan con el resto del centro de México. En este sentido, durante los primeros dos siglos de nuestra era, Teotihuacan recibió fuertes impulsos demográficos procedentes de otras zonas de México, originando una base poblacional multiétnica. Se ha comprobado que esta gran área compartía diversos mensajes rituales (Carballo 2016), pero ¿a nivel constructivo qué características compartían? ¿Existe una tradición constructiva común en el centro de México durante el Formativo terminal? En un futuro próximo, es probable que ambas preguntas puedan ser respondidas ya que se están realizando estudios en sitios como Tlalancaleca y Cholula, donde se ha documentado el uso del adobe tanto en muros como en rellenos constructivos de cajones (García 1973, Murakami *et al.* 2017, Uruñuela y Plunket 2009, Uruñuela y Robles 2012). Asimismo, en La Laguna se ha registrado el uso de bloques de tepetate en algunas de sus construcciones principales (Carballo 2012b) y de bajareque, en este último sitio, y en Tetimpa y Xochitécatl (Carballo 2012a, Lazcano 2012, Plunket y Uruñuela 2002). Por todo ello, abogamos no sólo por un estudio de la arquitectura de tierra en Teotihuacan, sino por una investigación de la arquitectura de tierra en el centro de México durante el Formativo terminal. Este marco cronológico es muy interesante, pues fue el momento en el que se dio una reconfiguración de toda el área que resultó en el crecimiento exponencial de Cholula y Teotihuacan, y finalmente en la adquisición de un carácter único que convirtió esta última ciudad en una excepción en toda Mesoamérica.

La ciudad de Teotihuacan adquiere parte de este carácter único, a través de sus grandes estructuras monumentales erigidas entre el 200-250 dC. Es precisamente por el análisis del Edificio 4 de la Pirámide de la Luna y de la Pirámide del Sol que se puede comprobar que la elección de la tierra como material constructivo se debe a una decisión cultural y no a una restricción circunstancial del entorno. Como se ha detallado anteriormente, Barba y Córdova (2010) apuntaron que el centro del asentamiento fue arrasado para obtener el material constructivo. Esta destrucción intencional formaba parte del proceso de planificación urbana en el que se encontraba inmersa la ciudad, pues propició la monumentalización y la consolidación de un único centro cívico-ceremonial (Torras 2019). Además, hay que tener en cuenta que este suelo se utilizaba para labores agrícolas. En este sentido, queda probado que existió un crecimiento urbano a expensas de una destrucción intencio-

nal de tierras de cultivo, como ya mencionaron distintos investigadores (Barba y Córdova 2010, McClung y Barba 2011, Rivera *et al.* 2007). Asimismo, este hecho nos sugiere la presencia de un fuerte poder central capaz de requisar este recurso a cambio de gestionar el aprovisionamiento del elemento básico en cualquier comunidad, el alimento, que debía de proceder de fuera del valle de Teotihuacan, ya que se redujo drásticamente la capacidad de carga productiva del propio valle. Así, a medida que se fue urbanizando la ciudad, debió de ir en aumento su *hinterland*. Por último, en relación con esta decisión cultural de la elección de la tierra como material constructivo, es probable que uno de los motivos estuviera vinculado con significados simbólicos compartidos por toda la comunidad. Por ejemplo, el hecho de que la pirámide emulara la montaña de los mantenimientos, o *Tonacatépetl*, pudo haber influido en la elección de la tierra para levantar la Pirámide del Sol (Barba y Córdova 2010: 23, Manzanilla 2005).

En conclusión, el estudio de las construcciones con tierra en Teotihuacan tiene un gran potencial no sólo por la cantidad de evidencia arquitectónica y por encontrarse en los primeros estadios de la investigación, sino por los resultados que puede ofrecer. Por un lado, proporciona herramientas para contextualizar la formación de Teotihuacan en el centro de México durante el Formativo terminal. Por el otro, representa una elección consciente de las autoridades a favor de la urbanización de la ciudad que aporta datos sobre el gobierno de Teotihuacan y la gestión de los recursos básicos y su *hinterland*. A partir de este punto, proponemos como acciones necesarias la creación de un *corpus* de la arquitectura de tierra de Teotihuacan, la unificación de la terminología empleada, una mayor concreción en las descripciones y el fomento de análisis mecánicos, químicos y mineralógicos. De este modo, esperamos que entre todas aquellas personas que centren su atención en esta zona y tema se consiga avanzar en el estudio de este tipo de arquitectura.

BIBLIOGRAFÍA

ADRIANO MORÁN CARMEN CRISTINA Y EMILY MCCLUNG

- 2008 Trees and shrubs: the use of wood in prehispanic Teotihuacan, *Journal of Archaeological Science* 35: 2927-2936.

BARBA, LUIS ALBERTO Y JOSÉ LUIS CÓRDOVA

- 1999 Estudios energéticos de la producción de cal en tiempos teotihuacanos y sus implicaciones, *Latin American Antiquity* 10 (2): 168-79.
- 2010 *Materiales y energía en la arquitectura de Teotihuacan*, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, México.

BLANTON, RICHARD E., GARY M. FEINMAN, STEPHEN A. KOWALEWSKI Y PETER N. PEREGRINE

- 1996 A Dual-Processual Theory for the Evolution of Mesoamerican Civilization, *Current Anthropology* 37 (1): 1-14.

ARQUITECTURA EN LAS PRIMERAS FASES DEL DESARROLLO URBANO DE TEOTIHUACAN

CABRERA, RUBÉN

- 1991 Los sistemas de relleno en algunas construcciones teotihuacanas, Rubén Cabrera, Ignacio Rodríguez y Noel Morelos (eds.), *Teotihuacan 1980-1982. Nuevas interpretaciones*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 113-43.
- 1998 El urbanismo y la arquitectura en La Ventilla. Un barrio en la ciudad de Teotihuacan, Rosa Brambila (ed.), *Antropología e historia del occidente de México XXIV Mesa Redonda de la Sociedad Mexicana de Antropología*, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 1523-1548.
- 2013 Evaluación metodológica del proyecto La Ventilla, Teotihuacan, Archivo técnico del Instituto Nacional de Antropología e Historia, Teotihuacan.
- 2017 La Ventilla and the Plaza of the Glyphs, Matthew H. Robb (ed.), *Teotihuacan: city of water, city of fire*, Fine Arts Museums of San Francisco, de Young, University of California Press, Berkeley: 108-117.

CABRERA, RUBÉN Y ERIKA CARRILLO

- 2012 Sistema urbano de La Ventilla. Informe técnico de análisis de materiales, Archivo técnico del Instituto Nacional de Antropología e Historia, Teotihuacan.

CABRERA, RUBÉN Y JAIME DELGADO

- 2010 Informe final de excavación, análisis y restauración del proyecto Plan de manejo La Ventilla 2010, Teotihuacan, Archivo técnico del Instituto Nacional de Antropología e Historia, Teotihuacan.
- 2011 Informe final de excavación, análisis y restauración del proyecto Plan de manejo La Ventilla, Teotihuacan 2011, Archivo técnico del Instituto Nacional de Antropología e Historia, Teotihuacan.

CABRERA, RUBÉN Y SABURO SUGIYAMA

- 1999 El Proyecto Arqueológico de la Pirámide de la Luna, *Arqueología* 21: 19-33.

CARBALLO, DAVID

- 2012a La integración religiosa y la división social vistas por las unidades domésticas del Formativo en La Laguna, Tlaxcala, Guillermo Acosta (ed.), *Arqueología de la vida cotidiana: espacios domésticos y áreas de actividad en el México antiguo y otras zonas culturales*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 109-33.
- 2012b Public Ritual and Urbanization in Central Mexico: Temple and Plaza Offerings from La Laguna, Tlaxcala, *Cambridge Archaeological Journal* 22 (3): 329-52.
- 2016 *Urbanization and religion in Ancient Central Mexico*, Oxford University Press, Nueva York.
- 2017 Daily life in Teotihuacan's southern periphery: the Tlajinga district, Matthew H. Robb (ed.), *Teotihuacan: city of water, city of fire*, Fine Arts Museums of San Francisco, de Young, University of California Press, Berkeley: 124-29.

MARÍA TORRAS FREIXA

COOK DE LEONARD, CARMEN

- 1957 Proyecto del CIAM en Teotihuacan. Excavaciones en La Plaza 1, "Tres Palos", Teotihuacan, *Boletín del Centro de Investigaciones Antropológicas de México* 4: 1-5.

COWGILL, GEORGE

- 2005 Planeamiento a gran escala en Teotihuacan: implicaciones religiosas y sociales, María E. Ruiz Gallut y Jesús Torres (eds.), *Arquitectura y urbanismo: pasado y presente de los espacios en Teotihuacan. Memoria de la tercera mesa redonda de Teotihuacan*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 21-40.
- 2008 An update of Teotihuacan, *Antiquity* 82: 962-975.
- 2015 *Ancient Teotihuacan. Early urbanism in central Mexico*, Cambridge University Press, Cambridge.
- 2017 A speculative history of Teotihuacan, Matthew H. Robb (ed.), *Teotihuacan: city of water, city of fire*, Fine Arts Museums of San Francisco, de Young, University of California Press, Berkeley: 20-27.

DANEELS, ANNICK

- 2015 Los sistemas constructivos de tierra en el México prehispánico, *Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. XV SIACOT -Ecuador*, <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6085993>> (consulta: 20 de abril de 2019).

DANEELS, ANNICK, DAVIDE DOMENICI, KIM GOLDSMITH, LIWY GRAZIOSO, VÉRONIQUE LAYET, NATALIA MORAGAS, JUAN CARLOS NOBILE, CLARA PAZ Y VERÓNICA RODRÍGUEZ

- 1996 The architectural development of a three-temple complex. Excavations in the group 5', Teotihuacan, Mexico, *Actes du XIII congrès de l' Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protobistoriques*, Abaco Edizioni, Forlí: 487-92.

DANEELS, ANNICK, MICHAEL LOVE Y ESTEBAN ÁVALOS BELTRÁN

- 2018 Control de presión interna de rellenos en basamentos de la Mesoamérica Prehispánica, *Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, 18 Memorias*, Universidad de San Carlos-Centro de Investigaciones e Ingeniería / Proterra, La Antigua: 36-45. https://www.academia.edu/44061651/Actas_18_SIACOT_Guatemala_2018 (consulta: 25 de abril de 2021).

DELGADO, JAIME

- 2014 Indicios de los poderes intermedios del Estado en el barrio teotihuacano de La Ventilla, *Arqueología* 48: 110-22.

GAMA CASTRO, JORGE, ELIZABETH SOLLEIRO REBOLLEDO, EMILY MCCLUNG, DAVID FLORES-ROMÁN, SERGEY SEDOV, HÉCTOR CABADAS BÁEZ Y JAIME DÍAZ ORTEGA

- 2007 Los tepetates y su dinámica sobre la degradación y el riesgo ambiental : el caso del Glacis de Buenavista, Morelos, *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* LIX (1): 133-45.

ARQUITECTURA EN LAS PRIMERAS FASES DEL DESARROLLO URBANO DE TEOTIHUACAN

GARCÍA COOK, ÁNGEL

- 1973 Algunos descubrimientos en Tlalancaleca, edo. de Puebla, *Comunicaciones* 9: 25-34.

GAZZOLA, JULIE

- 2009 Características arquitectónicas de algunas construcciones de fases tempranas en Teotihuacan, *Arqueología* 42: 216-33.
- 2013 Proyecto primeras ocupaciones en Teotihuacan. Informe de las excavaciones realizadas en la Plaza de la Ciudadela, las estructuras 4, 6-11, al sur de la Plataforma Adosada, Complejo de La Ciudadela, Teotihuacan, del 14 de noviembre al 31 de diciembre, Archivo técnico del Instituto Nacional de Antropología e Historia, Teotihuacan.
- 2017 Reappraising architectural processes at the Ciudadela through recent evidence, Matthew H. Robb (ed.), *Teotihuacan: city of water, city of fire*, Fine Arts Museums of San Francisco, de Young, University of California Press, Berkeley: 38-47.

GÓMEZ, SERGIO

- 2017 The underworld at Teotihuacan: the sacred cave under the Feathered Serpent Pyramid, Matthew H. Robb (ed.), *Teotihuacan: city of water, city of fire*, Fine Arts Museums of San Francisco, de Young, University of California Press, Berkeley: 48-55.

GÓMEZ, SERGIO Y JULIE GAZZOLA

- 2015 Una posible cancha de juego de pelota en el área de la Ciudadela, Teotihuacan, *Anales de Antropología* 49 (1): 113-33.
- 2016 Avances de la exploración del túnel bajo el templo de La Serpiente Emplumada en Teotihuacán. Escenificaciones rituales y políticas en La Ciudadela, María T. Uriarte (ed.), *El juego de pelota mesoamericano. Temas eternos, nuevas aproximaciones*, Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 117-59.

GÓMEZ, SERGIO, CORINA SOLÍS, JULIE GAZZOLA, EFRAÍN R. CHÁVEZ, MARÍA A. MONDRAGÓN, MARÍA RODRÍGUEZ Y MIGUEL A. MARTÍNEZ

- 2017 AMS 14C Dating of Materials Recovered from the Tunnel under the Temple of the Feathered Serpent in Teotihuacan, Mexico, *Radiocarbon* 59 (2): 545-57.

KENNETT, DOUGLAS Y NORBERT MARWAN

- 2015 Climatic volatility, agricultural uncertainty, and the formation, consolidation and breakdown of preindustrial agrarian states, *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 373:20140458. <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2014.0458> (consulta: 22 de marzo de 2020).

LAYET, VÉRONIQUE

- 1994 Sistemas constructivos en el Grupo 5', Teotihuacan, informe inédito de excavación, manuscrito de la autora.

MARÍA TORRAS FREIXA

LAZCANO, JESÚS CARLOS

- 2012 Xochitécatl-Cacaxtla. Una ciudad prehispánica, *Arqueología Mexicana* 117: 28-35.

MANZANILLA, LINDA

- 2001 Gobierno corporativo en Teotihuacan: una revisión del concepto “palacio” aplicado a la gran urbe prehispánica, *Anales de Antropología* 35: 157-90.
- 2005 La construcción del inframundo en el centro de México, Ernesto Vargas Pacheco (ed.), *IV Coloquio Pedro Bosch Gimpera. El occidente y centro de México*, volumen I, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 273-302.
- 2017 *Teotihuacan, ciudad excepcional de Mesoamérica*, El Colegio Nacional, México.

MANZANILLA, LINDA (ED.)

- 2012 *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopanazgo en Teotihuacan*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

MANZANILLA, LINDA, LEONARDO LÓPEZ LUJÁN Y WILLIAM L. FASH

- 2003 Informe técnico cuarta temporada de excavaciones en Xalla: octubre-diciembre de 2002, proyecto: Teotihuacan: élite y gobierno, Archivo técnico del Instituto Nacional de Antropología e Historia, Teotihuacan, México.

MARGÁIN, CARLOS R.

- 1966 “Sobre sistemas y materiales de construcción en Teotihuacan”, *Teotihuacan, XI Mesa Redonda*, Sociedad Mexicana de Antropología, México: 157-212.

MARQUINA, IGNACIO

- 1951 *Arquitectura prehispánica*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Secretaría de Educación Pública, México.

MCCLUNG, EMILY

- 2010 Reflexiones en torno al paisaje prehispánico: reconstrucciones del paleoambiente del Valle de Teotihuacan, Edith Ortiz Díaz (ed.), *VI Coloquio Pedro Bosch Gimpera. Lugar, espacio y paisaje en arqueología: Mesoamérica y otras áreas culturales*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 245-66.
- 2015 Holocene Paleoenvironment and Prehispanic Landscape Evolution in the Basin of Mexico, *Ancient Mesoamerica* 26 (2): 375-89.

MCCLUNG, EMILY Y LUIS BARBA

- 2011 Ciencias aplicadas al estudio de estructuras monumentales en Teotihuacan, México, *Archaeological Practice: A Journal of the Society for American Archaeology* (January): 19-28.

ARQUITECTURA EN LAS PRIMERAS FASES DEL DESARROLLO URBANO DE TEOTIHUACAN

MCCLUNG, EMILY Y DIANA MARTÍNEZ YRÍZAR

2017 The potential of paleoethnobotanical evidence for the study of Teotihuacan foodways, *Archaeological and Anthropological Sciences* 9 (1): 39-50.

MCCLUNG, EMILY, ELIZABETH SOLLEIRO, JORGE GAMA, JOSÉ LUIS VILLALPANDO Y SERGEY SEDOV

2003 Paleosols in the Teotihuacan valley, Mexico: evidence for paleoenvironment and human impact, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 20 (3): 270-82.

MCCLUNG, EMILY Y HORACIO TAPIA

1996 Un estudio de paisaje y patrón de asentamiento prehispánico en la región de Teotihuacan, México, *Investigaciones Geográficas Boletín número especial 4*: 13-37.

MILLON, RENÉ

1960 The beginnings of Teotihuacan, *American Antiquity* 26 (1): 1-10.

1973 *The Teotihuacan map*, vol. 1, University of Texas Press, Austin.

MILLON, RENÉ Y JAMES A. BENNYHOFF

1961 A Long Architectural Sequence at Teotihuacan, *American Antiquity* 26 (4): 516-23.

MILLON, RENÉ Y BRUCE DREWITT

1961 Earlier Structures within the Pyramid of the Sun at Teotihuacan, *American Antiquity* 26 (3): 371-80.

MILLON, RENÉ, BRUCE DREWITT Y JAMES A. BENNYHOFF

1965 The Pyramid of the Sun at Teotihuacán: 1959 Investigations, *Transactions of the American Philosophical Society* 55 (6): 1-93.

MORAGAS, NATALIA

1994 Teotihuacan Grupo 5'. Montículo 5A fachada oeste. Informe final 11 octubre 1993- 2 de julio 1994, informe inédito, Archivo técnico del Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

1998 Algunos aspectos de la arquitectura teotihuacana: los grupos de tres templos, Pilar Garcé Jordán (ed.), *Lo que duele es el olvido. Recuperando la memoria de América Latina*, Universitat de Barcelona, Barcelona: 75-81.

MORELOS, NOEL

1993 *Proceso de producción de espacios y estructuras en Teotihuacán*, Instituto Nacional de Antropología en Historia, México.

MARÍA TORRAS FREIXA

MURAKAMI, TATSUYA

- 2010 Power relations and urban landscape formation: a study of construction labor and resources at Teotihuacan, tesis, Arizona State University, Tempe.
- 2015 Replicative construction experiments at Teotihuacan, Mexico: Assessing the duration and timing of monumental construction, *Journal of Field Archaeology* 40 (3): 263-82.

MURAKAMI, TATSUYA, SHIGERU KABATA, JULIETA LÓPEZ Y JOSÉ JUAN CHÁVEZ

- 2017 Development of an Early City in Central Mexico: Preliminary Results of the Tlalancaleca Archaeological Project, *Antiquity* 91 (356): 455-473.

ORTEGA, VERÓNICA

- 2014 La presencia oaxaqueña en la ciudad de Teotihuacán durante el Clásico, tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 132.248.9.195/ptd2014/agosto/0717424/Index.html (consulta: 22 de abril de 2020).

ORTIZ, AGUSTÍN

- 2015 Determinación de las características de un barrio teotihuacano con arqueometría. El caso de Teopancazco, tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 132.248.9.195/ptd2015/octubre/0736541/Index.html (consulta: 22 de abril de 2020).

PAREDES, RODRIGO NÉSTOR

- 1998 El tepetate y su importancia en Teotihuacan, Rosa Brambila (ed.), *Antropología e historia del occidente de México, XXIV Mesa Redonda de la Sociedad Mexicana de Antropología*, Sociedad Mexicana de Antropología y Universidad Nacional Autónoma de México, México: 1549-1560.

PASZTORY, ESTHER

- 1997 *Teotihuacan: an experiment in living*, University of Oklahoma Press, Norman.

PAZ, CLARA

- 1995 El grupo 5^o, conjunto de tres templos Miccaotli-Tlamimilolpa temprano en Teotihuacan, *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos* 41: 101-15.

PLUNKET, PATRICIA Y GABRIELA URUÑUELA

- 2002 Antecedentes conceptuales de los conjuntos de tres templos, María E. Ruiz Gallut (ed.), *Ideología y política a través de materiales, imágenes y símbolos, Memoria de la primera mesa redonda de Teotihuacan*, Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 529-46.

RATTRAY, EVELYN

- 2001 *Teotihuacan: ceramics, chronology and cultural trends*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad de Pittsburgh, México y Pittsburgh.

ARQUITECTURA EN LAS PRIMERAS FASES DEL DESARROLLO URBANO DE TEOTIHUACAN

- 2009 Nuevos Fechamientos por radiocarbono en Teotihuacan y sus correlaciones con otras regiones de Mesoamérica, Annick Daneels (ed.), *V Coloquio Bosch Gimpera. Cronología y periodización de Mesoamérica y el Norte de México*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 53-78.
- RIVERA URÍA, M. YAZMÍN
- 2009 Impacto del desarrollo cultural prehispánico en la cubierta edáfica del valle de Teotihuacán, tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 132.248.9.195/ptd2009/abril/0642403/Index.html (consulta: 22 de abril de 2020).
- RIVERA URÍA, M. YAZMÍN, SERGEY SEDOV, ELIZABETH SOLLEIRO, JULIA PÉREZ PÉREZ, EMILY MCCLUNG, ALFREDO GONZÁLEZ Y JORGE GAMA
- 2007 Degradación ambiental en el valle Teotihuacan: evidencias geológicas y paleopedológicas, *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 59 (2): 203-17.
- SÁNCHEZ, JESÚS E.
- 1998 El fechamiento relativo a partir de indicadores y contextos arqueológicos: el caso del río San Juan en Teotihuacán, Rosa Brambila y Rubén Cabrera (eds.), *Los ritmos de cambio en Teotihuacan: reflexiones y discusiones de su cronología*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 129-42.
- SÁNCHEZ PÉREZ, SERAFÍN
- 2015 Los paleosuelos “negros” como indicadores de cambios ambientales naturales e inducidos por el hombre en el periodo de ocupación teotihuacano, tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 132.248.9.195/ptd2015/noviembre/0738003/Index.html (consulta: 22 de abril de 2021).
- SÁNCHEZ PÉREZ, SERAFÍN, ELIZABETH SOLLEIRO, SERGEY SEDOV, EMILY MCCLUNG, ALEXANDRA GOLYEVA, BLANCA PRADO Y EMILIO IBARRA
- 2013 The Black San Pablo Paleosol of the Teotihuacan valley, Mexico: Pedogenesis, fertility, and use in ancient agricultural and urban systems, *Geoarchaeology* 28 (3): 249-67.
- SARABIA, ALEJANDRO, NELLY NÚÑEZ
- 2017 The Sun Pyramid architectural complex in Teotihuacan: vestiges of worship and veneration, Matthew H. Robb (ed.), *Teotihuacan: city of water, city of fire*, Fine Arts Museums of San Francisco, de Young University of California Press, Berkeley: 62-97.
- SOLLEIRO REBOLLEDO, ELISABETH, SVETLANA SYCHEVA, SERGEY SEDOV, EMILY. MCCLUNG, YAZMÍN RIVERA URÍA, CÉSAR SALCIDO Y ALSU KUZNETSOVA
- 2011 Fluvial processes and paleopedogenesis in the Teotihuacan Valley, México: Responses to late Quaternary environmental changes, *Quaternary International* 233: 40-52.

MARÍA TORRAS FREIXA

STOREY, REBECCA

- 2006 Mortality through time in an impoverished residence of the precolumbian city of Teotihuacan, G. Rebecca Storey (ed.), *Urbanism in the preindustrial world. Cross-cultural approaches*, The University of Alabama Press, Tuscaloosa: 277-64.

SUGIYAMA, SABURO

- 2017 Teotihuacan: planned city with cosmic pyramids, Matthew H. Robb (ed.), *Teotihuacan: city of water, city of fire*. Fine Arts Museums of San Francisco, de Young, University of California Press, Berkeley: 28-37.

SUGIYAMA, SABURO Y RUBÉN CABRERA

- 1999 Informe del proyecto de investigación arqueológica en la Pirámide de la Luna, Teotihuacan. Segunda temporada (1999) de excavaciones, Archivo técnico del Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- 2000 El Proyecto Pirámide de la Luna: algunos resultados de la segunda temporada 1999, *Arqueología* 23: 161-72.
- 2007 The Moon Pyramid Project and the Teotihuacan State Polity, *Ancient Mesoamerica* 18 (1): 109-25.

SUGIYAMA, NAWA, SABURO SUGIYAMA Y ALEJANDRO SARABIA

- 2013 Inside the Sun Pyramid at Teotihuacan, Mexico: 2008-2011 excavations and preliminary results, *Latin American Antiquity* 24 (4): 403-32.

TORRAS FREIXA, MARÍA

- 2019 La construcción de una ciudad antigua en el centro de México: planificación urbana y transformación social en Teotihuacan (1-250 dC), tesis, Universitat de Barcelona, Barcelona. <https://www.tesisenred.net/handle/10803/667218> (consulta: 22 de abril de 2021).

URUÑUELA, GABRIELA Y PATRICIA PLUNKET

- 2009 Cholula: art and architecture of an archetypal city, William L. Fash y Leonardo López Luján (eds.), *The art of urbanism. How Mesoamerican kingdoms represented themselves in architecture and imagery*, Dumbarton Oaks, Washington, D.C.: 135-171.

URUÑUELA, GABRIELA Y MARÍA AMPARO ROBLES

- 2012 Las subestructuras de la gran pirámide de Cholula. Viejos túneles, nueva tecnología, nuevos datos, *Arqueología Mexicana* XX (115): 36-41.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO)

- 2012 *Inventaire de l'architecture de terre. Programme du patrimoine mondial pour l'architecture de terre (WHEAP)*. CRATerre-ENSAG, Villefontaine. <https://whc.unesco.org/fr/architecture-de-terre/> (consulta: 5 de junio de 2019).

ARQUITECTURA EN LAS PRIMERAS FASES DEL DESARROLLO URBANO DE TEOTIHUACAN

VILLASEÑOR, ANA ISABEL Y LUIS BARBA

2011 El estudio de materiales constructivos en la arqueología mesoamericana, *Anales de Antropología*
45: 79-98.

LOS ADOBES DE LA GRAN PIRÁMIDE DE CHOLULA: UNA MIRADA DESDE LA CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

NORA ARIADNA PÉREZ CASTELLANOS*

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentan los estudios realizados en adobes de la Gran Pirámide de Cholula y se generan propuestas metodológicas específicas para la caracterización de los geomateriales de este importante patrimonio cultural, con implicaciones para su conservación. La investigación enfocada en el patrimonio cultural es en la actualidad un campo muy dinámico en la ciencia de materiales. Esto se debe a la relación inseparable entre la composición, microestructura, propiedades y la transformación de los materiales, con su uso y función. Estas investigaciones contribuyen no sólo a desentrañar el pasado, también permiten reintroducir los conocimientos tecnológicos antiguos en el presente, analizar y reconstruir la composición y variabilidad microestructural de objetos y procesos, medir y tener una mejor comprensión de las propiedades específicas que poseen y su desempeño, así como generar innovaciones y mejoras de las técnicas actuales de construcción.

El material cerámico por definición es material inorgánico, compuesto por elementos metálicos y no metálicos, que pueden ser cristalinos o parcialmente cristalinos (Askeland *et al.* 2011, Barsoum 2003). Debido a la abundancia de oxígeno y silicio en la naturaleza, los silicatos son ubicuos: rocas, polvo, arcilla, arena, sedimentos; es decir, la gran mayoría de la corteza terrestre se compone de minerales basados en silicatos, por tanto, éstos fueron naturalmente de los primeros materiales utilizados por el hombre tanto para construir como para producir objetos cerámicos.

El campo de los materiales cerámicos estudia de manera interdisciplinaria materiales que son funcionales, habilitándolos para diversos fines y mejorándolos de manera específica. Por otra parte, las propiedades mecánicas son importantes en los materiales estructurales y de construcción; en particular en la ciencia de materiales se estudia tanto el comportamiento mecánico de los materiales, como el esfuerzo y la deformación, hasta los defectos cristalográficos, con la finalidad de predecir sus propiedades físicas puesto que éstas son resultado directo de su estructura cristalina y composición química (Askeland *et al.* 2011, Barsoum 2003).

* Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM

A mayor profundidad, el estudio cristalográfico de un material permite aumentar nuestra comprensión de su estructura y propiedades; esto se puede realizar al identificar el papel que desempeña cada mineral que compone los adobes, integrando conocimientos de mineralogía y ciencia de materiales. La presencia de materiales amorfos y semicristalinos de distintos tamaños de cristal, brinda a los suelos propiedades especiales útiles para la ingeniería como, baja densidad, alto contenido de material orgánico, alta porosidad, gran capacidad de retención de agua y límites de Atterberg altos, siendo estos últimos muy importantes para un material de construcción dinámico (Horn *et al.* 1994, Mehta *et al.* 1990, Prado *et al.* 2007, Wan *et al.* 2002)

El adobe como un sistema constructivo fabricado con tierra presenta una complejidad intrínseca desde el uso del término construcciones de “tierra”. Sin embargo, en términos rigurosos, el material empleado es el suelo y para generar un estudio integral es necesario en primer lugar definirlo.

La palabra suelo se usa con diferentes definiciones para diversas disciplinas. Para el agricultor, es donde siembra sus plantas. Para el ingeniero civil, el geólogo y algunos arqueólogos es un sedimento sin consolidar que incluye fragmentos de roca. Sin embargo, para los edafólogos tiene una definición específica: “el suelo es una entidad natural tridimensional que es resultado de un proceso de alteración que ocurre en la superficie inmediata de la Tierra en sus sedimentos y rocas, actuando como medio para el crecimiento de plantas, y es el resultado de la interacción del clima, la flora, fauna y posición geográfica, todas actuando durante el tiempo” (Holliday 2004, Soil Science Society of America 2013a).

Los suelos se encuentran extensivamente en forma lateral sobre el paisaje, se forman sobre distintas superficies a partir de una variedad de materiales parentales y varían en una manera predecible debido a cambios por la erosión, deposición, drenaje, vegetación, fauna y antigüedad del paisaje, también varían dependiendo del microclima y el macroclima (Holliday 2004). El suelo tiene textura y estructura que definen sus propiedades y comportamiento y además tiene color (Soil Science Society of America 2013b).

Adicionalmente, al referirse a la tierra que se emplea para moldear se utiliza ampliamente el término arcilla, por tanto, es importante definirla también. La definición general de arcilla es: material terroso que es plástico cuando está húmedo y endurece cuando se pone al fuego; se compone principalmente de partículas finas de silicatos de aluminio hidratados y otros minerales, y se utiliza para elaborar ladrillos, azulejos y cerámica; suelo compuesto principalmente de este material que tiene partículas de menos de un tamaño especificado (Merriam-Webster 2016).

La AIPEA (Association Internationale pour l’Étude des Argiles) define arcilla como: un material que ocurre naturalmente, compuesto principalmente por minerales de grano fino, el cual es generalmente plástico si se le añade agua en una proporción adecuada y se endurece cuando se seca o se calienta. Aunque la arcilla usualmente contiene filosilicatos, también puede contener otros materiales que otorgan plasticidad y endurecen cuando se secan o calientan. Las fases asociadas a la arcilla pueden incluir materiales que no den plasticidad o que sean materia orgánica (Guggenheim y Martin 1995).

La cantidad de arcilla necesaria para que un suelo sea plástico depende del tipo de arcilla mineral, así como de la cantidad relativa de limo, arena y materia orgánica. La definición de arcilla es de especial importancia cuando se trabaja con técnicas arqueométricas de caracterización, para distinguir tanto su composición como las propiedades que brinda al objeto creado, ya sea un adobe o una cerámica.

CONTEXTO GEOLÓGICO Y MEDIO AMBIENTE

Cholula está situada en el centro del valle de Puebla, el cual se encuentra en la Plataforma Neovolcánica al oeste de la Sierra Nevada. Está limitada al noreste por el volcán La Malinche, al oeste por la Sierra Nevada dominada por el Popocatepetl; al sur se extiende por la cuenca del río Atoyac con la presa Valsequillo y al norte con el cerro de San Lorenzo. En la parte central están situados el cerro Tecajete y el cerro Zapotecas, los cuales son conos volcánicos de tipo cinerítico en su parte superior con derrames lávicos en su base (Reyes 1970).

El Altiplano Central mexicano se conforma fundamentalmente por la cuenca de México y los valles poblano-tlaxcaltecas, ambos a más de 2 000 m sobre el nivel del mar; su característica fisiográfica la constituyen las cadenas montañosas que lo rodean y delimitan. Los valles poblano-tlaxcaltecas formaban hace miles de años una cuenca que, a la llegada de sus primeros pobladores, se había desecado de manera natural, creando múltiples ecosistemas que en algunas regiones, como es el caso de Cholula, gozaban de fertilidad por la presencia de los ríos (Solís *et al.* 2006). En la parte más baja del valle la precipitación anual es de 600 a 700 mm y tiene un clima templado de meseta con inviernos secos y veranos frescos, mientras que las lluvias más intensas son a principios del verano (Reyes 1970).

El valle está cubierto por depósitos lacustres y aluvión reciente, interrumpido solamente por los conos volcánicos. En el área que ahora ocupa la ciudad de Puebla, existió una laguna que se formó debido al cierre que ocasionaron los abanicos volcánicos de la Malinche contra los plegamientos cretácicos en la región de Valsequillo; otro lago pudo estar formado dentro del área que limitan las terrazas aluviales que actualmente se encuentran rodeando los conos del Tecajete y el Zapotecas. Estos lagos desaparecieron porque el río Atoyac capturó sus aguas, limpiando prácticamente toda la zona de depósitos lacustres (Reyes 1970). Las fotografías aéreas de mediados del siglo xx aún muestran la capacidad extraordinaria de ese valle para la producción agrícola y la notable fertilidad que le otorgaban desde tiempos ancestrales el río Atoyac y sus afluentes y constituyó, sin duda, el mayor atractivo para que las primeras poblaciones se asentaran en esa región desde el año 300 aC (Solís *et al.* 2006).

Los eventos geológicos más importantes en la región han sido las recurrentes erupciones plinianas del volcán Popocatepetl cada 1000 a 3000 años. Las erupciones más importantes ocurrieron entre 675 y 1095 dC, 800 y 215 aC y entre 2830 y 3195 aC. Estas tres erupciones siguieron un patrón similar: comenzaron con expulsión y flujos pequeños de ceniza, luego alcanzaron su máximo con el pulso pliniano principal que produjo la deposición de ceniza, el emplazamiento de flujos de ceniza caliente y finalmente los flujos extensivos

de lodo volcánico (lahares). En cada ocasión el área devastada era repoblada antes de volver a ser devastada por otro evento pliniano. Siebe y sus colegas han establecido las zonas inundadas con lahares y la estratigrafía de la región, de acuerdo con las secuencias eruptivas y las relacionaron con la ocupación en época prehispánica (figura 1) (Siebe *et al.* 1996a 1996b).

Para efectos de comprensión de los tipos de suelo, el área de Cholula fue dividida en tres regiones en las excavaciones del sitio realizadas por Marquina (Flores 1970):

- Primera región: limitada en la parte baja por Huejotzingo y San Buenaventura. En esta región se encuentran los depósitos pumíticos y fluviales, con dos tipos de suelos: los inceptisoles, que son suelos poco desarrollados y recientes, mezclados con pómez y ceniza volcánica basáltica, y los fluvisoles, los cuales son parecidos a los anteriores, también mezclados con ceniza basáltica y pómez, pero tienen un material parental distinto y contienen alófono.
- Segunda región: el área al norte de los cerros Tecajete y Zapotecas, hasta la parte norte de la ciudad de Puebla. Está caracterizada por suelos aluviales producto de los depósitos del río Atoyac y de los arroyos y ríos intermitentes de la zona. Todo el material de estos suelos presenta alto contenido de ceniza volcánica sana, esto es, sin alteración físico-química de arcillas u otros materiales.



Figura 1. La Gran Pirámide de Cholula actualmente (izquierda). Ubicación del Popocatepetl en relación con los valles de México y Puebla (derecha) (redibujado por A. Martínez de Siebe *et al.* 1996b).

- Tercera región: el área corresponde al sur de la segunda región y presenta una gran variación en los suelos: existen inceptisoles, fluvisoles y litosoles, los cuales son suelos poco profundos que tienen cenizas en superficie; también hay presencia de lahares y material andesítico. Además, se registraron suelos llamados vertisoles, que son de color negro o gris oscuro de textura limo-arcillosa y en la parte central de Cholula se identificaron paleosuelos con un alto contenido de cenizas poco meteorizadas.

Estudios más recientes de los paleosuelos en la región de Puebla-Tlaxcala determinaron el predominio de suelos tepetate, suelos aluviales con distintas proporciones de arcilla, limo, arena y sedimentos lacustres, además de los sedimentos volcánicos mencionados anteriormente como pómez, brechas volcánicas, lapilli, flujos de lava y depósitos de ceniza (Heine 2003). El tepetate que se usó en la construcción será caracterizado como parte de este estudio.

La información geológica de la región determinó la composición mineralógica de la tierra empleada para construir la Gran Pirámide, así como sus propiedades que, en conjunto, determinan el sistema constructivo empleado.

LA GRAN PIRÁMIDE DE CHOLULA

Tlachihualtépetl, el “cerro hecho a mano”, es la pirámide más grande que se construyó en el México antiguo. Los habitantes de Cholula, utilizando el sistema constructivo de adobes, lograron esta magnífica e imponente edificación de carácter ritual, la cual tiene ocho fases constructivas mayores que cubrieron en cada ocasión las etapas anteriores. La Gran Pirámide fue mutilada desde la época colonial, cuando su última etapa constructiva fue desmantelada, para utilizar los elementos de piedra y edificar con el mismo material las nuevas construcciones cristianas. En la actualidad, el Tlachihualtépetl se aprecia como un cerro artificial, con algunos adobes del núcleo original a la vista y sustenta el Santuario de la Virgen de los Remedios (Solís *et al.* 2006).

El Tlachihualtépetl repite la forma del volcán Popocatepetl que lo enmarca hacia el oeste y tiene una de sus fachadas en dirección al volcán, relacionándolo con otras culturas de la región central de México que tenían una estrecha relación con el vulcanismo y el culto a las montañas (Barba y Córdova 2010, Plunket y Uruñuela 2006, Siebe *et al.* 1996a, 1996b, Solís *et al.* 2006)

Contemporánea de Teotihuacán y Cantona, Cholula se advierte como la otra gran ciudad del centro de México durante el periodo Clásico. Sin embargo, la alusión a Cholula persiste en varias fuentes tempranas demostrando que los cholultecas están entre los primeros pueblos mesoamericanos y que mantuvieron un papel central en los relatos fundacionales de las culturas del altiplano, puesto que se han encontrado evidencias arqueológicas de ocupación humana en esa región desde 300 aC. Además, su posición privilegiada le permitió ser punto de conexión entre diferentes rutas del México prehispánico, pues por ella atravesaron quienes

querían ir hacia Oaxaca o la costa del Golfo meridional, lo que promovió la convergencia entre culturas (Ashwell 2004, Solís *et al.* 2006).

El antecedente más temprano de las incursiones arqueológicas en Cholula lo realizó hacia finales del siglo XIX Adolph Bandelier. Décadas más tarde, a partir de 1931, se llevaron a cabo las excavaciones institucionales en La Gran Pirámide, a cargo de Ignacio Marquina. Las exploraciones descubrieron la existencia de varias subestructuras que evidenciaron los periodos histórico-arqueológicos de la gran edificación (Solís *et al.* 2006).

Estudios recientes demuestran que hay ocho etapas constructivas, tres más de las reportadas por Marquina. Otro dato novedoso obtenido de esta investigación es que en un túnel que penetra justo en el centro hacia lo más profundo de la pirámide, se detectó la primera edificación, hasta ahora no reportada. No es posible calcular sus dimensiones puesto que sólo se aprecia una pequeña sección del talud que la formaba, pero era una plataforma de adobe que, de acuerdo a las fechas de radiocarbono, se erigió hacia fines del primer siglo después de Cristo. Se le llama Edificio de la Olla, puesto que el conducto termina en una oquedad; pero eso se debe a que una manera de formar los núcleos de los basamentos era crear una retícula de muros de adobe y llenar los cuadros con diversos materiales, asegurando que el relleno no se desplazara con facilidad poniendo en riesgo la estabilidad de la estructura (Plunket y Uruñuela 2005, Solís *et al.* 2006).

La siguiente subestructura más antigua en Cholula tiene taludes y tableros que están ornamentados con pintura mural que representan cráneos pintados y debido a esta característica se le denomina Pirámide de los cráneos pintados. Los arqueólogos advirtieron que en esta época se utilizaron adobes de buena factura para el núcleo y para los muros, a excepción de aquellas secciones que soportan las escalinatas donde se construyó con piedra y barro. Esta estructura fue cubierta por otra de mayores dimensiones, la cual muestra un estilo arquitectónico distinto puesto que se compone de nueve cuerpos escalonados en talud, con núcleo de adobe recubierto con piedras calcáreas y con terminado de estuco; ésta es la Pirámide de los nueve cuerpos escalonados (Solís *et al.* 2006).

El túnel principal que actualmente visitan los turistas abarca 280 m de los más de diez kilómetros de túneles que se requirieron en la exploración arqueológica. La Gran Pirámide en su última fase constructiva alcanzó 65 m de altura y 400 m por lado en la base como producto de las varias etapas que se efectuaron, constituyendo el basamento de mayor volumen en el continente americano.

La información arqueológica reportada indica una transformación de la arquitectura de la Gran Pirámide desde tiempos prehispánicos, debido a la superposición de las distintas etapas debido a los cambios e influencias de otras culturas, específicamente de la teotihuacana. Estos cambios se pueden observar en las diversas dimensiones de los adobes, así como acabados arquitectónicos de cada etapa.

La etapa constructiva que se estudió para esta investigación es el Edificio Escalonado que corresponde a la estructura 4, de acuerdo con el proyecto Tetimpa, y a la etapa II, según Marquina (Solís *et al.* 2006). Ésta se caracteriza por ser de adobes con escalones de piedra. Los adobes se distinguen por ser de varios tonos de café y en distintas partes de los túneles



Figura 2. Fragmentos de adobe donde se observa la diferencia de color y textura (I. Rangel).

el color de la junta es el color del adobe y viceversa, por lo que la sola observación de color no fue suficiente, en este caso, para clasificar las partes del sistema constructivo; asimismo, los adobes presentan diversas medidas a lo largo de los túneles. Estas características hacen difícil diferenciar en el sistema constructivo tradicional, los adobes y sus juntas (figura 2).

En los adobes se encontró material arqueológico como cerámica y lítica, además de piedras como cantos rodados, travertinos y rocas de origen volcánico (Cedillo 2012). Mediante la técnica de espectroscopía infrarroja (FTIR por sus siglas en inglés) no se detectó presencia de un material orgánico como aglutinante. Los resultados se compararon mediante las técnicas de análisis térmicos (TGA-DSC por sus siglas en inglés) con las señales de material de referencia como son los extractos naturales de cactáceas, y tampoco se identificaron señales de un material orgánico (Pérez 2016).

El análisis de los datos de caracterización y propiedades de los adobes permitió identificar una gran similitud entre ellos en cuanto a composición y granulometría; ello implica que en época prehispánica en este lugar se desarrolló una tecnología estandarizada y precisa en cuanto a la fabricación de los adobes, que incluía no sólo el conocimiento de las propiedades de los suelos locales (relacionados con su composición) sino también las proporciones exactas en las que debían ser mezclados de acuerdo con tamaños de grano específicos, así como la cantidad de agua necesaria para la mezcla.

CARACTERIZACIÓN DE LOS ADOBES

Los estudios relacionados con los adobes arqueológicos en la zona arqueológica de Cholula se centran en el diseño de la pirámide y su función como estructura con fines rituales (Uruñuela *et al.* 2013), puesto que tanto la Gran Pirámide como los edificios circundantes tenían fachadas decoradas con pinturas murales ejecutadas sobre material de tierra. Los adobes se

observan diferentes en cada área, tanto en color y textura, como en dimensiones. Para formar el núcleo de la pirámide diversos grupos campesinos que poblaron las laderas del Popocatepetl tuvieron que manufacturar millares de adobes (Uruñuela *et al.* 2013, Solís *et al.* 2006).

Los doce adobes analizados fueron suministrados por el arqueólogo Carlos Cedillo, encargado de la zona arqueológica de Cholula y responsable del proyecto de intervención en el túnel de la fachada norte del Edificio Escalonado de la Gran Pirámide de Cholula. Esta etapa se fechó para inicios del siglo III dC (Uruñuela *et al.* 2013: 102). Los adobes proceden del túnel principal de la pirámide, algunos se desprendieron debido a un colapso previo del túnel y otros se extrajeron de la misma zona colapsada de acuerdo con diferencias de color como se describe en el proyecto (Cedillo 2012). Además de los adobes de la estructura 4 (que el Proyecto Tetimpa, fechó para inicios del siglo III dC, Uruñuela *et al.* 2013: 102) de la Gran Pirámide, también se analizaron cinco micromuestras en polvo tomadas detrás de la pintura mural de Los Bebedores que decoraba la fachada de una subestructura del Edificio 3, al sur de la Gran Pirámide, fechada hacia el 200 dC (Grimaldi *et al.* 2018).

Los adobes fueron caracterizados mediante un protocolo de análisis que fue de lo general a lo particular. El área de ciencia e ingeniería de materiales propuso la metodología que incluye análisis y protocolos de las áreas de ciencias de la tierra y arquitectura, considerando los requerimientos del análisis de patrimonio cultural y la cuestión arqueológica, así como su conservación, como se muestra en el cuadro 1.

El contexto geológico fue el punto de partida para proponer el estudio de los adobes. Como en cualquier sistema, el conocimiento detallado de la materia prima es vital para la comprensión de los mecanismos involucrados en la formación del producto final. Por tanto, el estudio de los suelos utilizados para la fabricación de los adobes brinda información para la interpretación de los resultados y su caracterización. Con esta finalidad se estudiaron también cinco muestras de suelos de horizontes relacionados con etapas prehispánicas también proporcionadas por el proyecto de intervención (Cedillo 2012).

Los minerales identificados por las técnicas de petrografía, difracción de rayos X (XRD por sus siglas en inglés) y FTIR fueron plagioclasa, hornblenda, piroxeno, cuarzo y ópalo CT (cuadro 2). Los suelos locales que coinciden con esta composición son los denominados barro y tepetate. En XRD la composición de fases cristalinas concuerda, pero en el difractograma, el fondo indica que está presente un material amorfo y la identificación de las fases cristalinas y amorfas coincide principalmente con el suelo tepetate.

Los suelos volcánicos se caracterizan por la presencia de materiales amorfos como el alófono o la imogolita. El alófono se identificó en las muestras de adobes y en el suelo denominado tepetate por TGA-DSC y resonancia magnética nuclear en estado sólido (MAS-NMR por sus siglas en inglés). En el microscopio electrónico de barrido (SEM por sus siglas en inglés) este material se observa con el aspecto de un gel y se infiere que actúa como aglutinante uniendo los granos a nivel microscópico (Pérez *et al.* 2016a). El análisis elemental (EDS) en las regiones que asemejan un gel indica que corresponde a un material con composición de silicio y aluminio (figura 3a y 3c). Esto coincide con los resultados de FTIR y TGA-DSC donde no se identificó un material orgánico como aglutinante de los suelos.

Cuadro 1. Metodología de análisis

Etapa de análisis	Información	Técnicas utilizadas
Análisis general de los adobes y suelos	Composición mineralógica, composición elemental, textura, agregados, micromorfología	Microscopía estereoscópica, petrografía, microscopía electrónica de barrido, difracción de rayos X, espectroscopía infrarroja, análisis térmicos, espectroscopía PIXE, colorimetría
Evaluación de las propiedades físicas de los adobes y suelos	Distribución granulométrica, mineralogía en cada fracción granulométrica, límites líquido y plástico, contenido de materia orgánica del suelo y medición de pH	Análisis granulométrico ASTM D422, análisis por sedimentación, microscopía óptica, difracción de rayos X, determinación límites de Atterberg ASTM D4318, colorimetría, determinación SOM, pH
Identificación de materiales semicristalinos y amorfos en adobes y suelos	Identificación precisa de composición materiales semicristalinos y amorfos	Difracción de rayos X, espectroscopía infrarroja, resonancia magnética nuclear en estado sólido de ^{29}Si y ^{27}Al , análisis térmicos, microscopía electrónica de barrido.
Cuantificación del material amorfo en adobes y suelos	Cuantificación fases cristalinas y amorfas	Difracción de rayos X en configuración Debye-Scherrer con método RIR-Rietveld, espectroscopía PIXE y resonancia magnética nuclear en estado sólido de ^{29}Si
Evaluación de absorción y transporte de agua	Comportamiento y resistencia al agua de adobes modelo en distintas geometrías	Medición contracción, microscopía estereoscópica, medición humedad, modelo de permeabilidad con tubo Karsten.

El hecho de que no se haya detectado un aditivo orgánico indica que el tipo de suelo empleado no requería un agregado de estas características para mejorar sus propiedades. Los suelos volcánicos tienen material de tamaño arcilla como el alófono los cuales actúan como el contacto entre partículas cristalinas (Horn *et al.* 1994, Mehta *et al.* 1990, Prado *et al.* 2007, Wan *et al.* 2002). Por tanto, influye en la plasticidad y en el comportamiento de contracción de los suelos, ambas propiedades de crucial importancia para la fabricación de los adobes.

Cuadro 2. Identificación de las fases cristalinas

Nombre	Fórmula química	Grupo espacial	PDF ICSD
Cristobalita Baja	SiO ₂	P41212 No. 92	04-005-4875 9327
Hornblenda magnesiana	(Na _{0.31} K _{0.01}) (Ca _{0.83} Na _{0.09} Fe _{0.08}) ₂ (Mg _{3.47} Fe _{1.19} Al _{0.28} Ti _{0.06}) (Si _{7.28} Al _{0.72}) O ₂₂ F _{0.2} (OH) _{1.8}	C12/m 1 No. 12	01-089-7282 76840
Ortopiroxeno	(Fe _{0.818} Mg _{0.156} Ca _{0.01} Mn _{0.016}) (Fe _{0.149} Mg _{0.767} Al _{0.084}) ((Si _{1.848} Al _{0.152}) O ₆)	P b c a No. 61	04-017-1513 159938
Andesina	Na _{0.499} Ca _{0.491} (Al _{1.488} Si _{2.506} O ₈)	C -1 No. 2	01-079-1148 66127
Cuarzo bajo	SiO ₂	P 32 21 No. 154	01-086-1560 100341
Tridimita	SiO ₂	A 1 a 1 No. 9	04-012-1133 153471

En varios adobes tanto del túnel principal como del de Bebedores, se identificaron mediante SEM diatomeas de forma cuadrada, pero sobretodo de forma tubular (figura 3b). Las diatomeas son depósitos de estructuras de sílice amorfa de organismos tipo plancton, los cuales se acumulan y pueden litificarse; además, están presentes en horizontes de suelo relacionados con depósitos de agua (Swope 1983). Las diatomeas sólo se identificaron en el suelo denominado arena, el cual es de un estrato relacionado con un depósito lacustre (figura 3d). Los materiales amorfos constituyeron un 40% de la fracción fina de los adobes (Pérez *et al.* 2016b), y son el alófono, diatomeas (ópalo A), vidrio, materia orgánica y ferrihidrita (Pérez *et al.* 2016a).

En resumen, a partir de los análisis realizados se pudo determinar que la población de adobes estudiados tiene una composición mineralógica común: cuarzo, ópalo CT, plagioclasa, piroxeno y anfíbol, así como material amorfo compuesto por alófono, vidrio, ópalo amorfo (proveniente de diatomeas), ferrihidrita y materia orgánica. No se identificó material orgánico

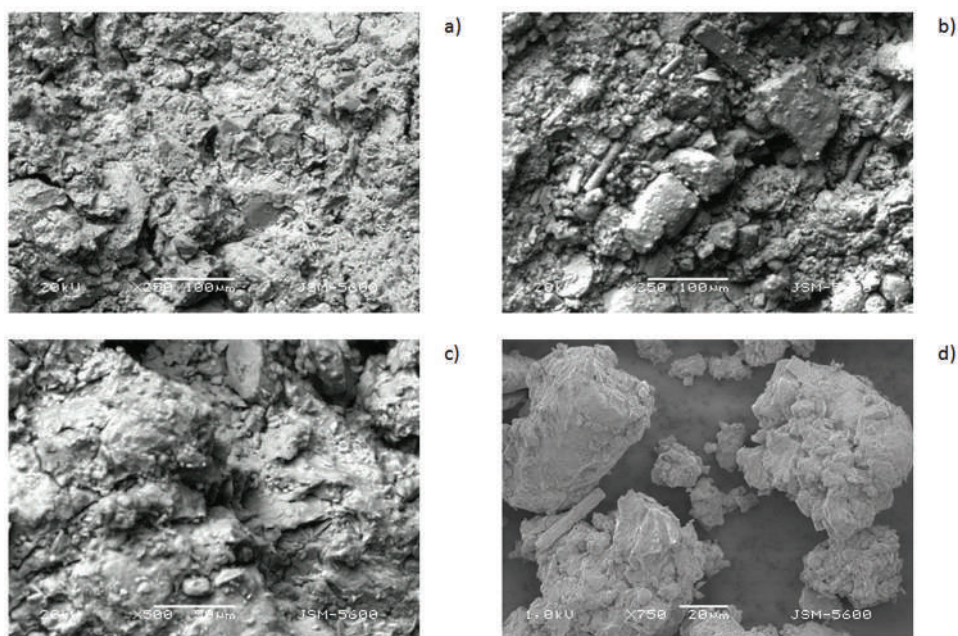


Figura 3. Micrografías de microscopía electrónica de barrido. a y b) adobes del túnel principal, c) adobe del Túnel de Bebedores y d) suelo de arena (N. A. Pérez).

adicional cuya función sea de aglutinante. En los suelos locales estudiados se identificó el mismo material cristalino que en los adobes, pero con variaciones en el contenido de material amorfo. Se determinaron tres suelos principales por su similitud con los adobes: 1) el denominado barro cuya composición es similar a la de los adobes, pero con bajo contenido de material amorfo y sin diatomeas, 2) el tepetate con contenido similar de material amorfo y sin diatomeas y 3) el suelo denominado arena con poco material amorfo y con diatomeas.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO RELEVANTES PARA LA ARQUITECTURA DE TIERRA

El suelo, desde el punto de vista físico, se define como un sistema trifásico (sólido, líquido y gaseoso) y heterogéneo. La física de suelos estudia los factores y procesos físicos que ocurren en el suelo causados por agentes como la temperatura, luz, presión, agua, solutos y organismos (Gavande 1976). Es por ello que para complementar la información de composición se requiere un estudio de las propiedades físicas de los adobes como granulometría, colorimetría y límites de Atterberg.

La distribución del tamaño de partícula en los suelos es un parámetro que no cambia en el tiempo ordinario y en condiciones normales, y es importante por su relación con la superficie específica de sus partículas. Para estudiar las partículas del suelo, éstas se clasifican en grupos según su tamaño; estos diferentes grupos se llaman fracciones. El procedimiento analítico mediante el cual se separan se conoce como análisis granulométrico, el cual es una

determinación de la distribución de los tamaños de partícula. Para partículas grandes del suelo (mayores a 50 μm) se emplea el método mecánico de tamizado y para partículas de menor tamaño se emplea la sedimentación. En esta técnica las partículas del suelo están dispersas en un fluido viscoso y su proporción depende de la velocidad a la que caen esas partículas (Gavande 1976, Marshall y Holmes 1988).

Las pruebas de laboratorio recomendadas para arquitectura de tierra son primeramente el análisis granulométrico y de sedimentación, cuyos resultados pueden ser interpretados en términos de la estabilización del suelo para diversos sistemas de construcción con tierra. Se han definido curvas óptimas de distribución de partículas, las cuales pueden dar indicaciones respecto a la distribución requerida para un suelo que va a ser empleado como material de construcción (Doat *et al.* 1990).

El estudio granulométrico del suelo se limita al análisis del tamaño de sus elementos constitutivos que condicionan sus propiedades físicomecánicas, pero éste no es el único parámetro importante para la construcción. Las arcillas presentan propiedades físicas y mecánicas variables que hacen necesario complementar una serie de pruebas que permiten definir el contenido de agua en suelos y su variación en el estado plástico. La determinación de los límites de Atterberg permite prever rápidamente las posibilidades constructivas de un suelo de acuerdo con su consistencia (Doat *et al.* 1990).

La consistencia del suelo comprende los atributos del material que se expresan en su grado y clase de cohesión y adhesión o en su resistencia a la deformación y ruptura. Desde el punto de vista de la física de suelos, la plasticidad es una forma de consistencia. Es la capacidad del suelo para ser moldeado. Esto significa un cambio de forma sin romperse. La arcilla húmeda es el único material plástico en el suelo: los suelos con menos de 14% de arcillas no presentan plasticidad a ningún contenido de humedad (Gavande 1976, Marshall y Holmes 1988). La cantidad de arcilla define la variación de contenido de humedad que permite que sea plástico el suelo (Gavande 1976).

Según el contenido de agua, un suelo puede ser líquido, plástico o sólido; los límites de Atterberg definen las fronteras convencionales entre estos estados. En el área de la arquitectura de tierra, a partir del estudio de las especificaciones relativas de los límites de Atterberg en diversas construcciones, se desarrolló una clasificación preferencial de éstos para el suelo como material de construcción (Doat *et al.* 1990).

Las propiedades físicas de los adobes y el suelo tepetate se evaluaron de acuerdo con los requerimientos establecidos en el área de arquitectura para un material de construcción. La distribución granulométrica promedio de los adobes se muestra en la figura 4, en comparación con regiones consideradas de un material estable para tapia pisada y para bloques prensados (BTC), que es similar a los adobes. La forma en la que se comprime el suelo es la variación principal entre estas tres técnicas de arquitectura de tierra, pero tienen distribuciones de tamaño de grano similares.

Las técnicas de microscopía óptica son fundamentales para distinguir rasgos tecnológicos, desde tamaño y selección de material hasta su composición mediante petrografía. En este caso, las observaciones mediante microscopía óptica muestran que los agregados de los

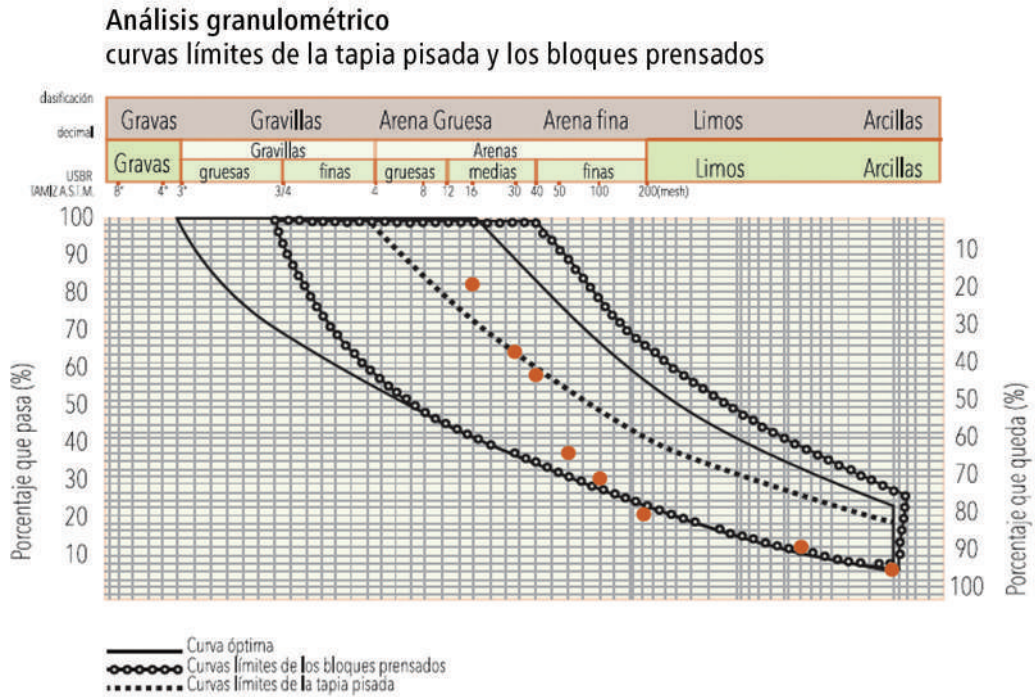


Figura 4. Resultados, usando el método de tamices graduados, del análisis granulométrico en promedio de los adobes (puntos naranja) en comparación con las curvas granulométricas óptimas para tapia pisada y bloques prensados (BTC) (redibujó por A. Martínez de Doat *et al.* 1990).

distintos adobes y suelos son similares en composición y tipo, pero se diferencian en tamaño del grano, indicando fragmentación de los cristales. Los granos tienen colores similares, amarillos, negros y transparentes (figura 5).

En los adobes, los minerales se observan fracturados y hay una relación alta de matriz contra cristales. La matriz es de material muy fino y también hay fragmentos líticos de origen volcánico de diversos tamaños, ocasionalmente se observan cristales completos; no se observó material orgánico como paja o pasto (figura 6). La rugosidad de la superficie se relacionó con la observación de microfracturas entre los granos. Sin embargo, la apariencia general es de un conglomerado homogéneo de partículas con tamaño aproximado de 1 mm o menor. En zonas con pérdida de material es donde se observan los granos más grandes y se distinguen fragmentos de carbón (figura 7).

En las muestras de suelos se observan fragmentos líticos y cristales euhedrales con un tamaño promedio de 500 μm . Hay una mayor cantidad de cristales en relación con la matriz. Los suelos tomados de la localidad, como son la arena, barro y tepetate, se observan homogéneos en sus características ópticas, pero con diferentes tamaños de grano, siendo más grande el de la arena. En general, se observa que los agregados de todos los suelos son similares a los de los adobes, pero en los suelos el tamaño es heterogéneo, mientras que en los adobes se observan homogéneos y principalmente granos muy pequeños. Por la forma en la que están

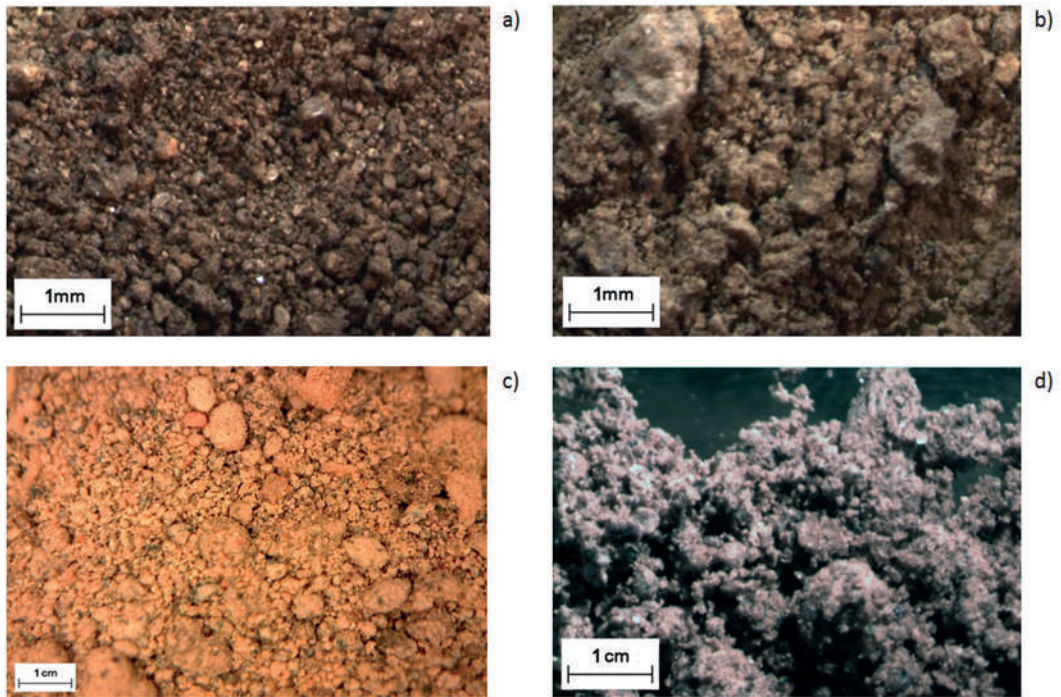


Figura 5. Imágenes con microscopio estereoscópico de a) adobe de túnel principal, b) adobe del Túnel de Bebedores, c) suelo de arena y d) suelo de barro (N. A. Pérez).



Figura 6. Adobe donde se observan fragmentos de carbón (fotografía I. Rangel).

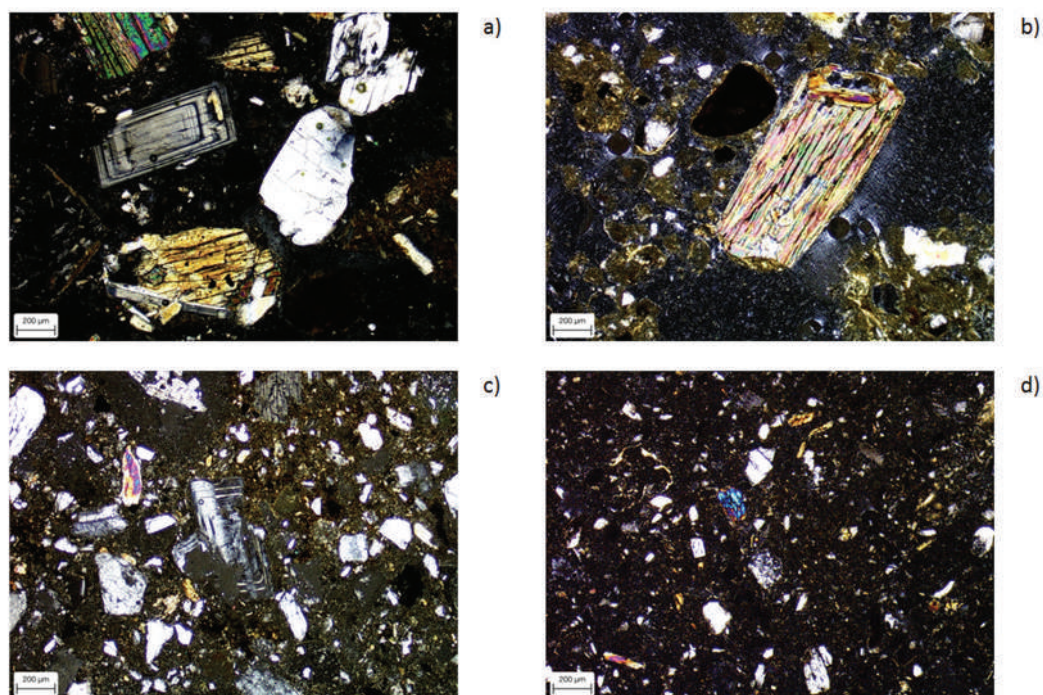


Figura 7. Imágenes de petrografía de a) suelo de barro, b) suelo de tepetate, c) y d) adobes del túnel principal (N. A. Pérez).

fracturados los minerales, no se puede distinguir si este cambio de tamaño fue realizado por el hombre o si hay una selección de material que está previamente fracturado.

En los adobes del caso de estudio se observó que no contienen gravilla, pero sí añadidos como fragmentos de cerámica y obsidiana; la mayor cantidad de material estuvo en el intervalo de fracción arena media y fina. Por tanto, de acuerdo con la granulometría reportada (Doat *et al.* 1990), los adobes son estables como material de construcción aunque se consideren en estado deteriorado. Una característica especial fue la distribución de tamaño de partícula definida para los adobes, el limo y la arcilla, lo que coincide con lo observado respecto a la selección o modificación del suelo por su tamaño de grano (figura 8).

En las mediciones colorimétricas, la variación de más de 10 unidades de color en las coordenadas de luminosidad y color amarillo registradas *in situ* (en el túnel de la pirámide), afectaron el tono y saturación en cada fracción granulométrica, mientras que la composición de cada fracción es similar con variaciones razonables en cantidad de cada fase (figura 9). Estas variaciones en color y cantidad de fases para cada fracción comprueban que las diferencias de color percibidas por el ojo humano en el túnel se deben a la distribución granulométrica en los adobes y no a diferencias en su composición (Pérez *et al.* 2015).

La variación de material fino en las pruebas de plasticidad permitió no sólo observar el efecto de cohesión en el comportamiento de los suelos, primordialmente debido a la presencia de sedimento con tamaño granulométrico de arcilla (Davidovits 2011), sino también observar

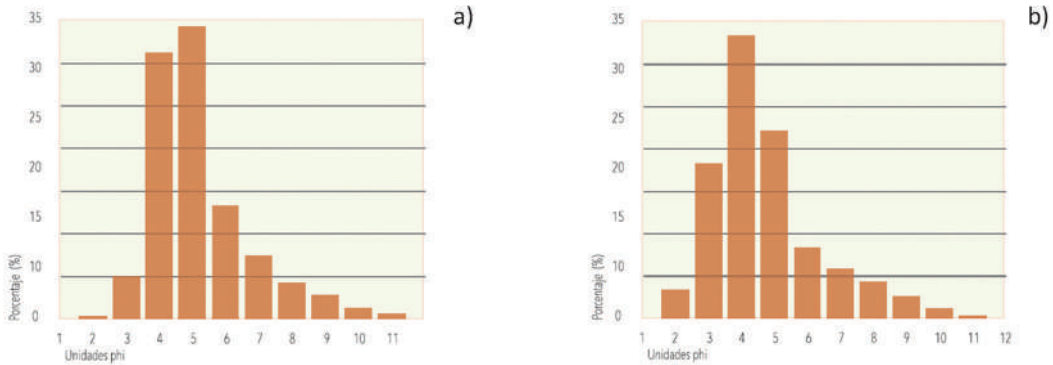


Figura 8. Resultados del análisis de sedimentología a) adobe del túnel principal, b) suelo de tepetate (A. Martínez).

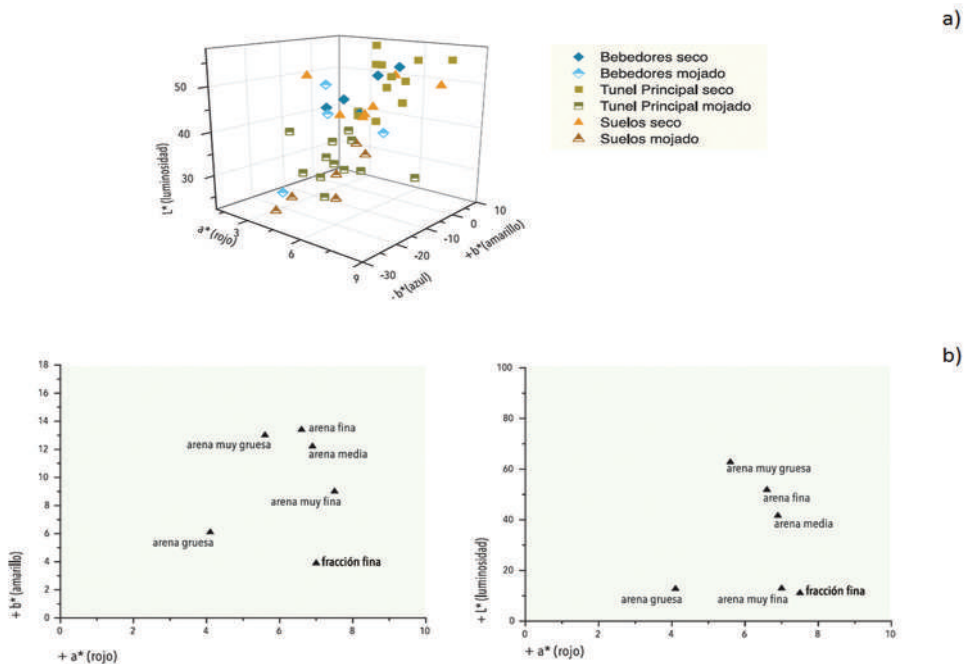


Figura 9. a) Resultados en tres dimensiones de colorimetría (sistema CIELab) comparando adobes secos y mojados, b) Gráficas de las medidas de color en el sistema CIELab para las fracciones granulométricas (N. A. Pérez).

el efecto debido a la presencia del material amorfo. En las pruebas de Atterberg la variación entre adobes fue mínima, ya que tienen proporciones granulométricas similares, pero estas diferencias pueden estar relacionadas con la variación en la cantidad de material amorfo. En la figura 10 se graficaron los resultados de las pruebas de Atterberg con la finalidad de determinar si se requería un material externo para estabilizar las mezclas. De acuerdo con esta figura, ninguna de las mezclas de adobes requiere material estabilizante. Sin embargo,

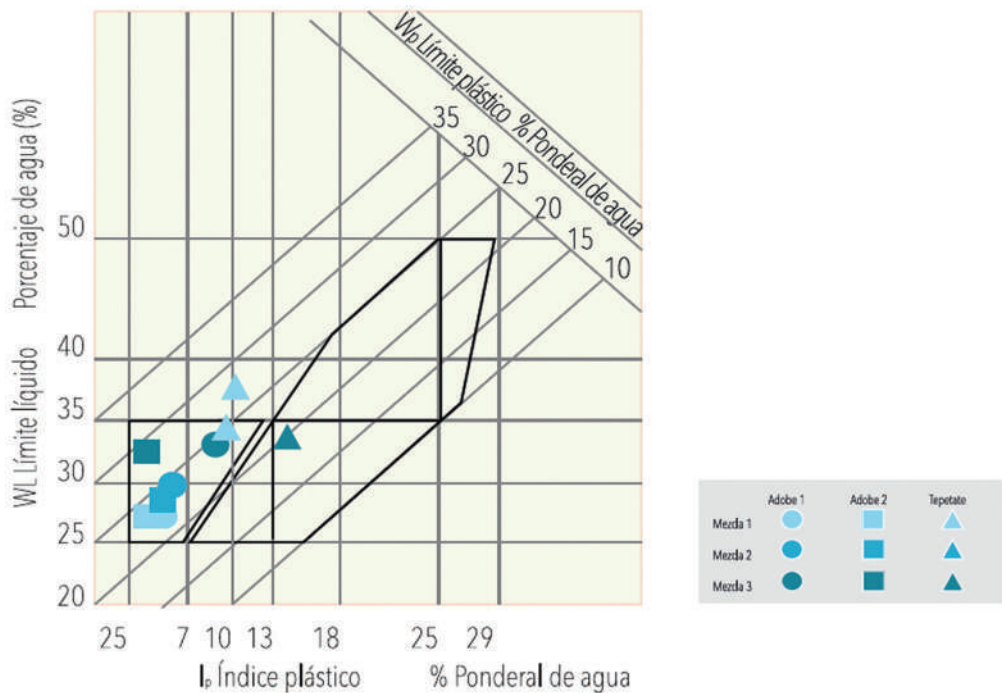


Figura 10. Resultados de límites de Atterberg para los adobes de túnel principal y el suelo tepetate (A. Martínez, redibujado de Doat *et al.* 1990).

al analizar el tepetate solo, éste sí requiere de estabilización, es por esto que, para hacer un bloque de construcción se mezclaba con los suelos de otras granulometrías y composición como la arena que contiene las diatomeas.

Esto coincide con el hecho de que no se haya identificado material orgánico, adicional a la materia orgánica natural del suelo que aglutine los adobes, puesto que su propiedad plástica, de cohesión y proporción granulométrica es adecuada para un material de construcción.

El comportamiento y propiedades geotécnicas de los suelos volcánicos tiene que ver con que en su composición poseen el alófono, el cual está frecuentemente relacionado con la imogolita (Wesley 2009). La presencia de estos materiales brinda a los suelos propiedades útiles para la ingeniería, muy importantes para un material de construcción dinámico (Horn *et al.* 1994, Mehta *et al.* 1990, Prado *et al.* 2007, Wan *et al.* 2002, Wesley 2009).

Debido a estas variaciones en su composición, Laurie Wesley (2009) recalca la necesidad de usar métodos alternativos para evaluar la compactación de suelos volcánicos y también discute el hecho de que los suelos con alófono están clasificados por el USCS (*Unified Soil Classification System*-sistema que provee las clasificaciones) como limos, aunque se comporten plásticamente como arcillas, aunque no completamente.

También describe cómo los suelos alofánicos pueden compactarse fácilmente si se presiona el suelo húmedo suavemente –lo suficiente para eliminar los espacios vacíos grandes– pero no con tanta fuerza como para destruir la estructura natural del suelo y deformarlo irreversi-

blemente. Este último comportamiento se pudo observar en el experimento de propiedades reológicas. Finalmente, el trabajo de Wesley (2009) menciona que diversas construcciones monumentales como las presas, y otras construcciones que retienen agua en Indonesia y Nueva Zelanda, se han construido en suelos alofánicos sin reportar problemas en su desempeño.

A partir de estas variaciones de composición en los suelos, así como de los resultados de colorimetría y distribución granulométrica de los adobes, se puede afirmar que éstos se fabricaron con mezclas de distintos suelos locales, los cuales deben tener características iguales o similares a los suelos principales anteriores, considerando la proporción de materiales cristalinos y amorfos y, además, la granulometría de dichos suelos. Por tanto, se concluye que las diferencias observadas en color y textura de los adobes se deben a la variación de distribución granulométrica de suelos locales de origen volcánico seleccionados, pero no a la variación en composición.

Los estudios que se efectuaron para evaluar las propiedades físicas de los adobes indicaron que son estables como material de construcción, aunque se consideren deteriorados, y que no requieren de un estabilizante adicional.

EL TRANSPORTE DE AGUA Y LA CONSERVACIÓN DE LOS ADOBES

La absorción de agua en un material de construcción es una propiedad importante que determina cómo se relaciona con el ambiente. Uno de los factores que afectan principalmente el patrimonio cultural edificado es el agua, como un detonador de deterioro relacionado con el transporte de sales solubles, biodeterioro y procesos de alteración mineral. La penetración de agua puede ocurrir como filtración, a presión, por capilaridad o difusión de vapor de agua (Duarte *et al.* 2011).

El material usado en la arquitectura de tierra sufre erosión con el impacto de la lluvia y por tanto puede colapsar al exponerse a ésta durante varias horas. Por otro lado, el suelo tiene la propiedad de retener agua que actúa en contra de la fuerza de gravedad, por lo tanto, se puede considerar como un almacén de agua (Gavande 1976). En el caso de las arcillas, la absorción de agua y posterior evaporación de ésta, puede propiciar la ruptura de las estructuras. Por ello, los elementos construidos con tierra que no están protegidos o estabilizados pueden tener problemas de durabilidad debido a la penetración de agua (Ren y Kagi 1995). En la Gran Pirámide de Cholula la interacción con el agua es constante, no sólo por medio ambiente sino por las tuberías que la atraviesan, así como por el agua estancada en distintas áreas de la zona arqueológica. De ahí la importancia de estudiar su capacidad de absorción.

Para comprender la interacción con el agua se realizaron experimentos con tubo Karsten (KT de aquí en adelante) sobre adobes modelo. Este sistema se seleccionó por ser dinámico y se observaron los patrones de flujo en el adobe (figura 11), para lo cual se diseñó un montaje con cámaras de video con el objetivo de registrar los cambios en el adobe por la absorción de agua mezclada con tinta (Pérez 2016). Los resultados obtenidos del experimento de trans-

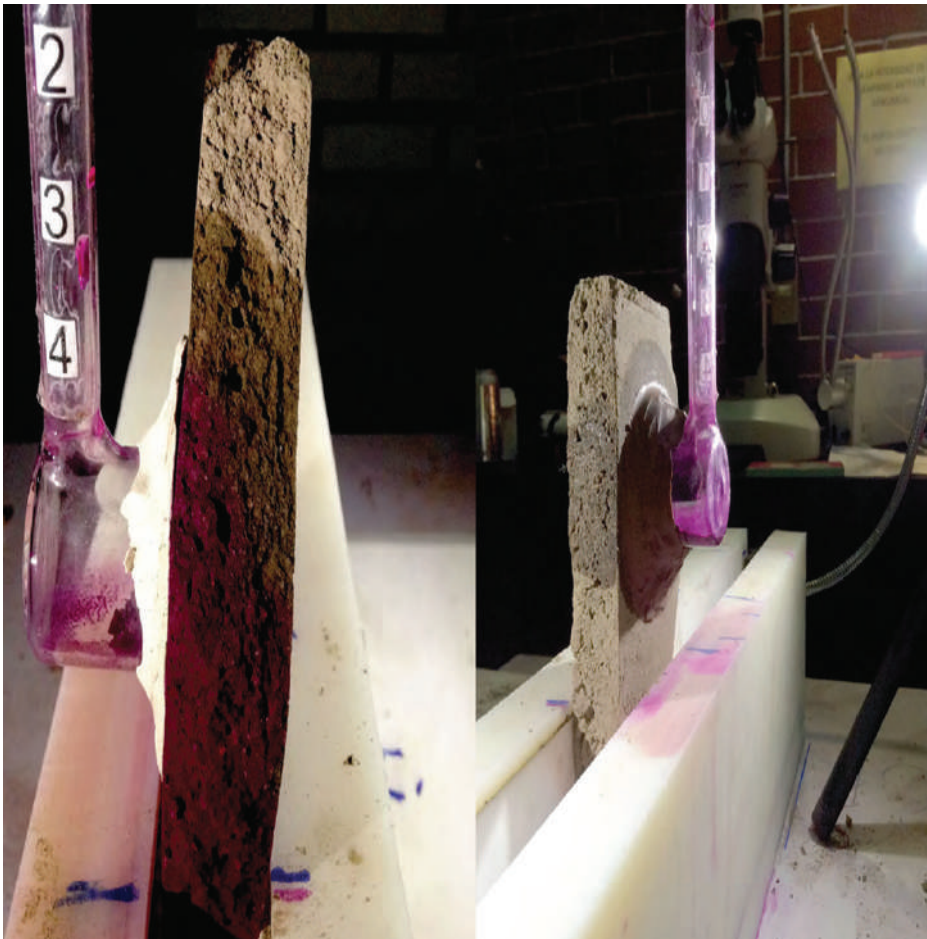


Figura 11. Imágenes finales del experimento donde se observa el frente de un adobe mojado, así como la erosión superficial en la zona de contacto con el agua en geometría tubo Karsten vertical (N. A. Pérez).

porte de agua se interpretaron considerando específicamente la composición y propiedades físicas de los adobes, registradas en las pruebas anteriormente mencionadas. Los adobes modelo del experimento se elaboraron a partir del tamizado de los originales para controlar su granulometría y asegurar la composición.

En la figura 11 se observa el efecto del agua en un adobe previamente humedecido: el frente está mojado en ambas caras laterales y la cara frontal donde está colocado el KT; las líneas de flujo se marcan por la distribución de la tinta y se determina que la dirección del agua va del centro del adobe hacia el exterior. En la imagen también es posible observar restos del adobe dentro del tubo debido a la erosión causada por el contacto con el agua. En el adobe en condición seca la erosión fue más agresiva y dejó más restos en el tubo, sin embargo, por el perfil se observa que la erosión ocurre al inicio del contacto, estabilizándose posteriormente. En el adobe previamente humedecido se observa que la erosión no fue agresiva inicialmente, sino que fue lenta y homogénea creando un patrón de erosión circular no profundo.

En la figura 12 se muestran las micrografías de las superficies antes y después del experimento, en las que es posible observar con mayor detalle el cambio en la superficie por la erosión. En el material que está inicialmente seco, se observa que se separan los granos por el agua y que el material fino que unía los granos se eliminó destruyendo la estructura; mientras, en el adobe que previamente se humedeció, no se eliminó este material y el bloque se fue humectando gradualmente en capas, causando micro-fracturas y micro-exfoliaciones.

La cantidad de agua que se infiltra en un suelo en un intervalo de tiempo es máxima al comenzar la aplicación del agua en el suelo. Después de un tiempo largo la velocidad con que el agua entra en el suelo se acerca a un valor constante conforme la curva se aproxima a una línea recta, como se observó en las figuras que muestran los resultados de todos los casos. La velocidad de infiltración depende de muchos factores, entre ellos: la viscosidad del agua empleada, la temperatura y contenido de humedad del suelo, su estructura y compactación, así como su textura (el contenido relativo de partículas de diferente tamaño), su estratificación, agregación y actividades microbianas (Pérez 2016).

Para determinar la infiltración del agua se utilizó un modelo empírico mediante el cual se logró demostrar la importancia de la dirección en la que fluye la humedad como un factor determinante para los colapsos: si el agua llega en configuración vertical entonces habrá

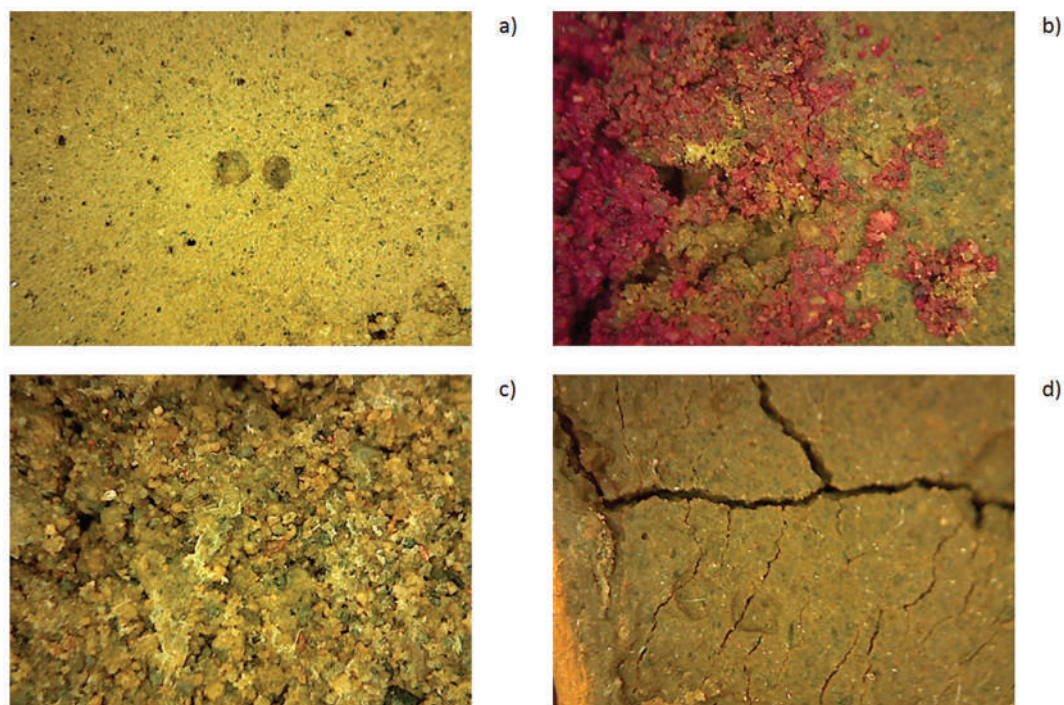


Figura 12. Imágenes de microscopía de la superficie de las probetas del experimento de un adobe mojado: a) antes del experimento, b) después del experimento se observa el perfil de erosión, c) después del experimento se observa la fracción fina perdida, d) después del experimento en adobes previamente humectados se generan microfracturas (N. A. Pérez).

erosión, pero no colapsos inmediatos. Si el agua llega en configuración horizontal, entonces el peso de la tierra mojada causará colapsos antes que erosión (Pérez *et al.* 2018).

En resumen, los experimentos realizados definieron que el transporte de agua en las mezclas modelo de los adobes de Cholula está determinado primeramente por la geometría y en segundo por cantidad de agua inicial en los adobes. Se determinó que el factor principal de deterioro de los adobes de manera estructural es la dirección en la que fluye la fuente de agua, siendo más susceptibles a la fractura cuando el agua llega completamente perpendicular al adobe (geometría horizontal del adobe) debido al peso de la tierra mojada (Pérez *et al.* 2018). Los adobes modelo fueron más resistentes si el agua se administraba de manera vertical, sin embargo, aun así, se erosionaban de manera significativa en la superficie.

Con los experimentos anteriores se estableció que el transporte del agua arrastra el material fino con alto contenido de alófono, cuya función es unir los granos de mayor tamaño, causando micro fracturas y micro exfoliaciones lo cual debilita los adobes por la pérdida del material cohesivo. Este fenómeno se vuelve más agresivo cuando hay varios ciclos de humedad (como en época de lluvias); es en estos momentos cuando se alcanza el estado crítico de pérdida total de este material y por tanto se puede perder la estructura y estabilidad del adobe (Pérez *et al.* 2018). Se estableció que la composición de los adobes, manufacturados de suelos volcánicos en este caso, está directamente relacionada con las propiedades físicas medidas que se vinculan con el transporte del agua, en particular la fracción de limo de los adobes que actúa como material cohesivo entre granos. Así, la metodología propuesta con el KT es viable para el área de conservación de arquitectura de tierra, puesto que permite evaluar los materiales que se podrían emplear para procesos de restauración y determinar mezclas nuevas y compatibles con el material original.

Estos resultados constituyen un primer acercamiento. En los modelos de estudio se debe considerar la estratificación, que corresponde a las distintas etapas constructivas, además del sistema constructivo completo, no sólo el adobe como unidad. Asimismo, dada la condición de que la pirámide está actualmente recubierta por vegetación, se debe plantear un sistema aire-agua-suelo-raíces. Otro factor que se debe estudiar es el cambio en las condiciones de la doble capa difusa por la presencia de sales solubles, como es el caso del Túnel de los Bebedores.

IMPLICACIONES METODOLÓGICAS PARA EL ANÁLISIS DE ARQUITECTURA DE TIERRA PREHISPÁNICA

La complejidad del objeto de estudio (adobe) como un material de construcción fabricado con suelo, considerado patrimonio cultural prehispánico y que por lo mismo, debe ser conservado, implica un estudio verdaderamente interdisciplinario, lo que conduce a generar propuestas de metodología que son muy amplias y de largo aliento y que consideren técnicas instrumentales y experimentos de las áreas de ciencia de materiales, ciencias de la tierra, arqueometría, arquitectura y conservación del patrimonio. Sin esta metodología es complicado

abordar todas las facetas que tiene este material, que son pertinentes estudiar para generar una comprensión global de éste.

Además, se presenta la complejidad del muestreo. De acuerdo con los estudios realizados, es importante tener claras las preguntas de investigación en cada etapa del proyecto arqueológico, puesto que de esto dependerá la cantidad de muestras que se tomarán. El muestreo se debe hacer en condiciones húmedas que permitan distinguir con mayor facilidad si hay diferencias de color debido a la textura y granulometría, puesto que será un primer indicador de la tecnología. Las muestras se deben registrar según su ubicación y dirección en el sistema constructivo y dejar secar paulatinamente en un ambiente controlado para evitar la proliferación de microorganismos.

Si se desea realizar un análisis de composición, el empleo de micromuestras es suficiente para comprender este aspecto de la arquitectura de tierra, una ventaja debido a que el patrimonio cultural frecuentemente está restringido a la mínima o nula toma de muestra, así como a la aplicación de análisis no destructivos. Por otra parte, si se quiere conocer la tecnología constructiva es necesario contar con cantidades de material del orden de kilogramos para los análisis de propiedades físicas, considerando que en cada prueba se separa el adobe (granulometrías) o se modifica su estructura (plasticidad y contracción), además de que se deben repetir las pruebas por estadística.

En particular en Mesoamérica, donde una gran parte del territorio posee suelos de origen volcánico, es importante la identificación y cuantificación precisa de los minerales de la fracción fina, tanto arcillosos como de los no arcillosos, como el alófono que se identificó en Cholula. Esto se debe a que esta fracción afecta las propiedades físicas como contracción, estabilidad y permanencia del adobe en comparación con otros geomateriales, debido a las características particulares de estos suelos (Wesley 2009). El análisis multi-espectroscópico propuesto, combinado con las técnicas de microscopía, permitió identificar no sólo el alófono sino otras fases semicristalinas y amorfas, más allá de la caracterización general de minerales, con la cantidad de muestra mínima requerida de acuerdo con los estándares de patrimonio cultural.

Debido a la complejidad del material natural estudiado, compuesto de una mezcla de minerales, y por tanto, la separación granulométrica y posterior preparación de las micromuestras es muy importante y se debe considerar una amplia cantidad de técnicas analíticas (Pérez *et al.* 2016a). Finalmente, se debe considerar que en los estudios presentados se analizaron los adobes como unidad y no como sistema constructivo. Las propiedades mecánicas y de resistencia estructural en los adobes deben ser consideradas como un sistema constructivo que funciona en conjunto. Hay una mayor cantidad de información que descubrir respecto a la tecnología prehispánica, además de la fabricación del adobe en sí mismo. De acuerdo con el sistema constructivo, la dimensión de los adobes es relevante, así como la forma en la que están acomodados y unidos. Esta información es de suma importancia para la arquitectura de tierra actual, pero sobre todo para la Gran Pirámide de Cholula, por su antigüedad y por tratarse de arquitectura monumental, que hasta esta fecha se ha mantenido en pie a pesar de su ubicación en una zona sísmica y volcánica.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece al arqueólogo Carlos Cedillo y la restauradora Dulce Grimaldi por el apoyo brindado y por las muestras. La investigación fue realizada con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) a través de los programas de becas para PNPC, INFRA 2014-22845, CB-211/167624, LN232619, LN260779, LN271614 y LN131944, así como al programa de Cátedras. Se agradece el apoyo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a través de los programas PAEP y PAPIIT IN402813, así como a la Dra. Lilia Arana y al Dr. Claus Siebe del Laboratorio de Sedimentología del Departamento de Vulcanología del Instituto de Geofísica.

BIBLIOGRAFIA

ASHWELL, ANAMARÍA

2004 Cholula: su herencia es una red de agujeros Parte II, *Elementos* 54: 3-11.

ASKELAND, DONALD R., PRADEEP P. FULAY Y WENDELIN J. WRIGHT

2011 *Ciencia e ingeniería de materiales*, 6ta edición, CENGAGE Learning, México.

BARBA PINGARRÓN, LUIS ALBERTO Y JOSÉ LUIS CÓRDOVA FRUNZ

2010 *Materiales y energía en la arquitectura de Teotihuacán*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

BARSOUM, MICHAEL W.

2003 *Fundamentals of Ceramics*, Series in Materials Science and Engineering, Taylor and Francis Group, Nueva York.

CEDILLO ORTEGA, CARLOS

2012 Informe técnico del proyecto de Salvamento Arqueológico: intervención en el túnel de la fachada norte del Edificio Escalonado de la Gran Pirámide de Cholula, Centro INAH Puebla, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Puebla.

DAVIDOVITS, JOSEPH

2011 *Geopolymer. Chemistry and Applications* (3a edición), Institut Gèopolymère, Saint Quentin.

DOAT, PATRICE, ALAIN HAYS, HUGO HOUBEN, SILVIA MATUK Y FRANCOIS VITOUX

1990 [1979] *Construir con tierra*, CRAtterre y Fondo Rotatorio Editorial, Bogotá.

DUARTE, RUBÉN, INÉS FLORES-COLEN Y JORGE DE BRITO

- 2011 In Situ Testing Techniques for Evaluation of Water Penetration in Rendered Facades-the Portable Moisture Meter and Karsten Tube, <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB22488.pdf> (consulta: 28 de abril de 2019).

FLORES DÍAZ, ANTONIO

- 1970 Geología general de la región de Cholula, Puebla, I. Marquina (coord.), *Proyecto Cholula*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 17-21.

GAVANDE, SAMPAT A.

- 1976 *Física de suelos. Principios y aplicaciones*, Limusa, México.

GRIMALDI, DULCE MARÍA, NORA PÉREZ, JOSÉ ORTEGA Y LUIS ÁNGEL VILLA

- 2018 Conservación del mural sobre adobe Los Bebedores, Thierry Joffroy, Hubert Guillaud y Chamsia Sadozai (coords.) *Terra Lyon 2016: Articles selected for on-line publication*, CRAterre, Villefontaine: 1-10.

GUGGENHEIM, STEPHEN Y R. TORRENCE MARTIN

- 1995 Definition of clay and clay mineral: Joint report of the AIPEA nomenclature and CMS nomenclature committees, *Clays and Clay Minerals* 43 (2): 255–256.

HEINE, KLAUS

- 2003 Paleopedological evidence of human-induced environmental change in the Puebla - Tlaxcala area (Mexico) during the last 3,500 years, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 20 (3): 235–244.

HOLLIDAY, VANCE T.

- 2004 *Soils in Archaeological Research*, Oxford University Press, Nueva York.

HORN, RAINER, HEIDI TAUBNER, MICHAEL WUTTKE Y THOMAS BAUMGARTL

- 1994 Soil physical properties related to soil structure, *Soil and Tillage Research* 30 (2-4): 187–216.

MARSHALL, THEO JOHN Y JOHN W. HOLMES

- 1988 *Soil physics*, second edition, Cambridge University Press, Cambridge.

MEHTA, ASHISH J., EARL J. HAYTER, W. REGINALD PARKER, RAY B. KRONE Y ALLEN M. TEETER

- 1990 Cohesive Sediment Transport. I: Process description, *Journal of Hydraulic Engineering* 115 (8): 1076-1093.

MERRIAM- WEBSTER DICTIONARY

- 2016 Full definition of clay, <http://www.merriam-webster.com/dictionary/clay> (consulta: 6 de marzo de 2016).

LOS ADOBES DE LA GRAN PIRÁMIDE DE CHOLULA DESDE LA CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

- PÉREZ, NORA A., LAURO BUCIO, ENRIQUE LIMA, CARLOS CEDILLO Y DULCE MARÍA GRIMALDI
2015 Unraveling the Core of the Gran Pirámide from Cholula, Puebla. A Compositional and Microstructural Analysis of the Adobe, *Materials Research Society Symposium Proceedings* 1656: 1-10.
- PÉREZ CASTELLANOS, NORA ARIADNA
2016 Los adobes arqueológicos de la Gran Pirámide de Cholula: caracterización detallada de su composición relacionada con sus propiedades como material de construcción, tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 132.248.9.195/ptd2016/junio/0746546/Index.html, consulta: 22 de abril de 2021.
- PÉREZ, NORA A., LAURO BUCIO, ENRIQUE LIMA, ENRIQUE SOTO Y CARLOS CEDILLO
2016a Identification of allophane and other semi-crystalline and amorphous phases on pre-Hispanic Mexican adobe earth bricks from Cholula, Mexico, *Microchemical Journal* 126: 349–358
- PÉREZ, NORA A., LAURO BUCIO, XIM BOKHIMI, ENRIQUE LIMA Y ENRIQUE SOTO
2016b Quantification of amorphous phases in the silt fraction of Mexican pre-Hispanic adobe earth bricks, *Journal of Applied Crystallography* 49: 561-568.
- PÉREZ, NORA, SOLEDAD ORTIZ Y LAURO BUCIO
2018 Estudio de la absorción y transporte de agua en adobes prehispánicos con fines de conservación, Félix Jové Sandoval (ed.), *Arquitectura en tierra. Tecnología sostenible y reutilización patrimonial*, Cátedra Juan de Villanueva, Universidad de Valladolid, Valladolid: 107-116.
- PLUNKET, PATRICIA Y GABRIELA URUÑUELA
2005 Dating Cholula, Mexico, <http://www.famsi.org/reports/02042/02042Plunket01.pdf> (consulta: 30 de junio de 2015).
2006 Social and cultural consequences of a late Holocene eruption of Popocatepetl in central México, *Quaternary International* 151 (1): 19-28.
- PRADO, BLANCA, CÉLINE DUWIG, CLAUDIA HIDALGO, DANIEL GÓMEZ, HERNANI YEE, CHRISTIAN PRAT, MICHEL ESTEVES Y JORGE D. ETCHEVERS
2007 Characterization, functioning and classification of two volcanic soil profiles under different land uses in Central Mexico, *Geoderma* 139: 300-313.
- REN, KEBAO Y DOUGLAS A. KAGI
1995 Upgrading the durability of mud bricks by impregnation, *Building and Environment* 30 (3): 433-440.
- REYES, MANUEL
1970 Geología general de la región de Cholula, Puebla, Ignacio Marquina (coord.), *Proyecto Cholula*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 9-15.

- SIEBE, CLAUS, MICHAEL ABRAMS, JOSÉ LUIS MACÍAS Y JOHANNES OBENHOLZNER
1996a La destrucción de Cacaxtla y Cholula: un suceso en la historia eruptiva del Popocatepetl, *Ciencias* 41: 36-45.
- SIEBE, CLAUS, MICHAEL ABRAMS, JOSÉ LUIS MACÍAS Y JOHANNES OBENHOLZNER
1996b Repeated volcanic disasters in Prehispanic time at Popocatepetl, central Mexico: Past key to the future?, *Geology* 24 (5): 399-402.
- SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA
2013a What is soil? < <https://www.soils.org/discover-soils/soil-basics> >, consultado el 28 de abril 2019.
2013b What makes soil, soil? < <https://www.soils.org/discover-soils/soil-basics/what-makes-soil-soil> >, (consulta: 28 de abril 2019).
- SOLÍS, FELIPE, GABRIELA URUÑUELA, PATRICIA PLUNKET, MARTÍN CRUZ Y DIONISIO RODRÍGUEZ
2006 *Cholula: La Gran Pirámide*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes e Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- SWOPE, R. JEFFREY
1983 An X-ray Diffraction Study of Opals, tesis, The Ohio State University, Columbus.
- URUÑUELA, GABRIELA, PATRICIA PLUNKET Y AMPARO ROBLES
2013 Building the Tlachihualtepetl: The social and ideological foundations of the Great Pyramid of Cholula, Mexico, Saburo Sugiyama, Shigeru Kabata, Tomoko Taniguchi y Etsuko Niwa (coords.), *Constructing, Deconstructing, and Reconstructing Social Identity-2,000 Years of Monumentality in Teotihuacan and Cholula, Mexico*, Cultural Symbiosis Research Institute, Aichi Prefectural University, Nakagute: 95-106.
- WAN, YONGSHAN, JAMES KWONG, HORST G. BRANDES Y ROLLIN C. JONES
2002 Influence of Amorphous Clay-Size Materials on Soil Plasticity and Shrink-Swell Behavior, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* 128 (12): 1026-1031.
- WESLEY, LAURIE
2009 Behaviour and geotechnical properties of residual soils and allophane clays, *Obras y Proyectos Revista de Ingeniería Civil* 6: 5-10.

LA ARQUITECTURA DE TIERRA DURANTE LOS PERIODOS PRECLÁSICO Y CLÁSICO EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA CHALCHUAPA, EL SALVADOR

Shione Shibata*

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se comparan las estructuras de tierra en la zona arqueológica Chalchuapa, enfocando el estilo arquitectónico y el sistema constructivo, para mostrar cómo se fue desarrollando dicha arquitectura desde el inicio de su construcción en el periodo Preclásico tardío hasta su abandono en el Clásico tardío. La zona está ubicada a 75 km al noroeste de la capital, San Salvador, y se encuentra sobre las faldas del volcán Santa Ana con una altura entre 680 y 730 m sobre nivel del mar. Consiste en 10 áreas, las cuales son de norte a sur: El Trapiche, Pampe, Casa Blanca, Las Victorias, Peñate, Laguna Cuzcachapa, Tazumal, Nuevo Tazumal, Gavilán y Laguna Seca. La actividad humana en esta zona habría comenzado aproximadamente en 1 200 aC y (Sharer 1978a). El centro ceremonial de El Trapiche se habría fundado hacia 400 años aC y llegó a extenderse hacia el sur y alcanzar el sector de Casa Blanca. Al final del Preclásico terminal o el Clásico temprano ocurrió un cambio drástico en la ubicación del centro ceremonial principal en la zona arqueológica de Chalchuapa, moviéndose de las áreas de El Trapiche y Casa Blanca hacia la de Tazumal.

GEOMORFOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y GEOLOGÍA DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE CHALCHUAPA

La República de El Salvador tiene aproximadamente 21 000 km². Esta extensión es la más pequeña de los países de Centroamérica (figura 1). Su extensión costera es de 300 km frente al océano Pacífico; al este, el golfo de Fonseca colinda con Honduras y Nicaragua. En el extremo norte del territorio nacional corre una cadena de montañas altas desde el este al oeste y otra se extiende paralelamente a la zona costera con alturas aproximadas de 2 000 m sobre nivel del mar. El río Lempa es el más largo y caudaloso del país. Su corriente nace en

* Dirección de Arqueología del Ministerio de Cultura de El Salvador



Figura 1. Ubicación de la zona arqueológica de Chalchuapa (S. Shibata).

Esquipulas, ubicada al sureste de Guatemala, entra a El Salvador por la parte noroeste de su territorio, cruza hasta el suroeste de Honduras y continúa su vertiente hacia el este aprovechando la llanura que se encuentra entre las montañas del lado norte y sur; a lo largo de la frontera con Honduras y en la zona central de tierras salvadoreñas, cambia su rumbo hacia el sur y desemboca en el océano Pacífico. Aunque El Salvador se encuentre en una región de tipo tropical, su medio ambiente presenta diversidad gracias a la geografía antes mencionada, dentro de la cual continúa la actividad humana desde la época prehispánica hasta la fecha.

Desde el punto de vista macro-geomorfológico, la zona arqueológica de Chalchuapa está ubicada en el extremo sur del graben de Ipala, que se conecta en el extremo norte con el valle de la falla de Motagua-Polochic, el cual se extiende de oeste a este. El río Motagua recorre el fondo del dicho valle y desemboca en el mar Caribe (Kitamura 2009). Por otro lado, al buscar el origen del río Motagua, éste podría llegar hasta Kaminaljuyú, el cual era otro centro ceremonial contemporáneo y más grande que Chalchuapa, ubicada en la Zona 7 y 11 de la ciudad de Guatemala. Al sur de Kaminaljuyú se encuentra el volcán de Agua, que se puede ver desde Chalchuapa, desde cuyas faldas se observa el volcán Santa Ana. Por lo tanto, se supone que en la época prehispánica se podía transitar fácilmente entre centros ceremoniales y asentamientos utilizando volcanes altos, grábenes y ríos, entre otros, como guías geográficas.

Micro-geomorfológicamente, la zona arqueológica de Chalchuapa está entre 680 y 730 msnm y se encuentra sobre el abanico aluvial en la falda norte del volcán Santa Ana, que con otros volcanes conforma la cordillera de Apaneca. Por lo tanto, el centro ceremonial mencionado estaba construido sobre un suelo casi plano y sus alrededores podrían servir

eficazmente para la agricultura. Hidrológicamente, el área denominada El Trapiche está ubicada al límite del abanico aluvial, en donde se encuentran diversos nacimientos de agua. El río Pampe ubicado al norte del área de El Trapiche corre del este al oeste, uniéndose con otros ríos que forman la cuenca del río Paz, el cual forma el límite fronterizo con Guatemala y desemboca en el océano Pacífico. Además, al este de Chalchuapa se cuenta con dos lagunas denominadas Cuzcachapa y Seca. De acuerdo con los datos que se conocen, dichas lagunas se formaron entre 3000 a 4000 años antes del presente; cabe mencionar que la primera mantiene bastante agua (Kitamura 2009).

Respecto a la geología en Chalchuapa, los estratos se muestran desde la superficie hacia abajo de la siguiente manera: 1) debajo del humus se observa una capa de tierra de color negro que contiene material arqueológico del Postclásico; 2) las capas siguientes son de tierra arcillosa de color café-negro y pertenecen al Clásico; 3) aunque no están registradas en todas las áreas de la zona arqueológica Chalchuapa, siguen las capas volcánicas de la erupción del volcán Ilopango, que ocurrió entre el siglo V y VI dC; los colores de estos estratos presentan una gradación desde el color beige hasta el blanco; 4) debajo de las capas originadas por la erupción del Ilopango, aparecen capas arcillosas de color café-negro con material del Clásico temprano y/o Preclásico tardío; 5) en las partes más profundas se observan estratos naturales formados sobre la capa de roca, ya que Chalchuapa se encuentra en el techo de una colada de lava; 6) debajo de la capa de lava se observan capas de talpetate y otras causadas por la actividad de los volcanes (Kitamura 2009).

ÁREA DE EL TRAPICHE

Los diversos proyectos arqueológicos que se han llevado a cabo en Chalchuapa han registrado estructuras de tierra en las áreas de El Trapiche, Casa Blanca y Tazumal. Geográficamente, el área de El Trapiche está ubicada en el extremo norte de la zona de Chalchuapa, mientras que Tazumal está localizada en el extremo sur. El área de Casa Blanca se encuentra en medio de ambas (figura 2).

Alfred V. Kidder realizó el reconocimiento de las áreas de El Trapiche (figura 3) y Casa Blanca en 1953 y sugirió que los vestigios de la ocupación correspondiente al Preclásico estarían sepultados en dichas zonas (Sharer 1978a: 5). Siguiendo la recomendación indicada por Kidder, William R. Coe II, del Museo Universitario de Pennsylvania excavó los montículos denominados E3-3 y E3-6 de El Trapiche e hizo diversos pozos en la misma área y en la orilla de la laguna Cuzcachapa en 1954; no obstante, no se lograron mayores datos arquitectónicos de dichos montículos por causa de la destrucción antrópica y el deterioro del tiempo (Sharer 1978a: 5).

Con base en los resultados de las investigaciones arriba mencionadas, Robert J. Sharer dirigió el Proyecto Arqueológico Chalchuapa de la Universidad de Pensilvania a finales de la década de 1960 y principios de la de 1970. Este proyecto fue el más grande y extenso que se haya llevado a cabo en esta zona hasta la fecha (Sharer 1978a: 5-7). Sharer excavó 12

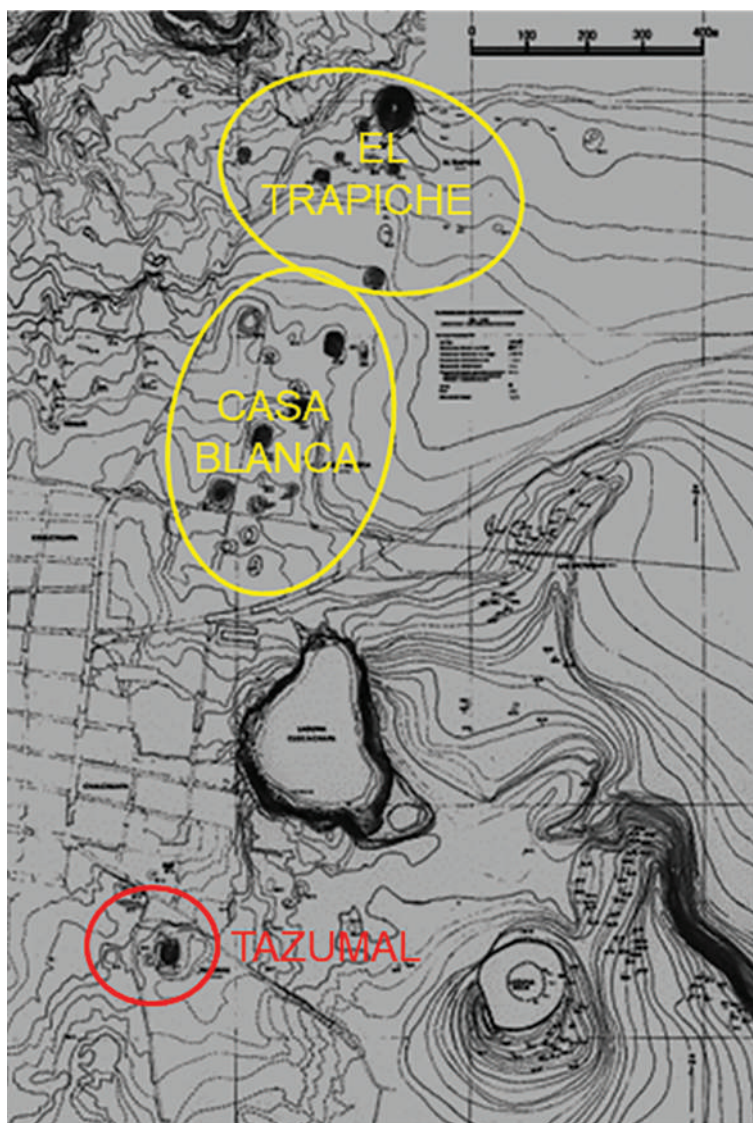


Figura 2. Ubicación de las áreas de El Trapiche, Casa Blanca y Tazumal en la zona arqueológica de Chalchuapa (S. Shibata).

trincheras largas y cortas en el eje norte-sur del montículo E3-1. De acuerdo con sus datos, el montículo E3-1 tiene 2 estructuras superpuestas. La primera subestructura está construida con tierra color café y contiene material cultural como tepalcates, fragmentos de obsidiana y figurillas. Había rocas volcánicas grandes puestas sobre la superficie de la tierra mencionada. Al pie del mismo montículo se registraron rocas volcánicas amontonadas en 4 puntos, que en su momento se consideró que podían haber sido removidas por la erosión de la superficie de la subestructura (Anderson *et al.* 1978: 65 y 67, figura 8 Parte 1 y 2). La estructura E3-1 se edificó sobre la subestructura E3.2. Durante la excavación se registraron por lo menos 7

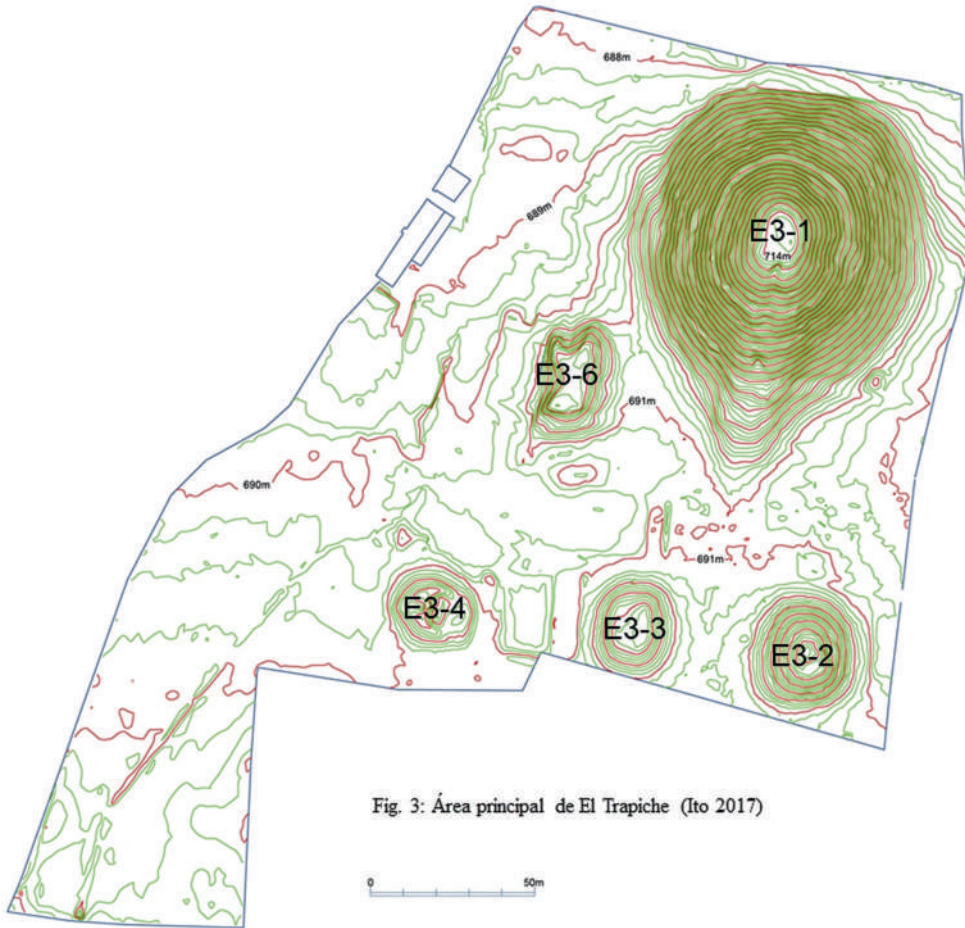


Fig. 3: Área principal de El Trapiche (Ito 2017)

Figura 3. Área principal de El Trapiche (Ito 2017).

escalinatas superpuestas hechas de argamasa y 10 pisos del mismo material constructivo uno sobre otro en la parte superior del montículo (Anderson *et al.* 1978: 67-71, figura 8 Parte 1 y 2).

No fue posible conocer el estilo arquitectónico de la estructura E3-1 debido a que las trincheras no se abrieron lo suficiente hacia ambos lados, el este y el oeste de la escalinata, para detectar cuerpos y andadores. Sin embargo, la estructura E3-1 era un basamento con una altura máxima aproximada de 24 m desde el nivel de plaza y tenía una escalinata de acceso directo desde la plaza hasta la cima, sin contar con alguna edificación en medio del acceso como las que se observan en las estructuras principales de Tazumal.

El sistema constructivo de la estructura E3-1 podría consistir en un relleno de tierra con repello de argamasa. Sharer no registró bloques de adobe durante su excavación. No obstante, al reconsiderar sus datos estratigráficos, encontramos algunas discrepancias y consideramos que la subestructura de E3-1 podría no ser un edificio, sino más bien, parte del proceso de construcción de la estructura E3-1.

En el corte estratigráfico (Anderson *et al.* 1978: figura 8 Part 1 y 2) se observan muchas rocas debajo de la capa de argamasa de la primera escalinata y algunas están puestas directamente debajo de la misma capa. Esta característica se identificó también en el área de Casa Blanca: en las estructuras 5d (Murano 2008: 20, 21 y 90) y 2 (Ohi 2000: 51). Estas rocas volcánicas y piedras pudieron haber servido para dar resistencia al paso de personas sobre las escalinatas. Por otro lado, las rocas volcánicas amontonadas registradas al pie de la supuesta subestructura de E3-1 podrían servir como muros de contención, ya que el mismo fenómeno está registrado en la orilla de la gran plataforma del área de Casa Blanca (Ohi 2000: 47 y 48).

ÁREA DE CASA BLANCA

ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

En el proyecto arqueológico Chalchuapa de la Universidad de Pensilvania se realizaron excavaciones en los montículos C1-1 y C3-6 del área de Casa Blanca (figura 4). El montículo C1-1 consiste en 4 estructuras superpuestas, las cuales están denominadas como la 1ª, 2ª, 3ª y 4ª desde la más reciente (Anderson *et al.* 1978: 97-100).

La 4ª subestructura es una plataforma con un muro en talud y mide por lo menos 1.5 m de altura y 15 m de largo. La forma tridimensional de esta estructura no se pudo conocer muy bien, ya que el área de excavación fue limitada por medio de un túnel (Anderson *et al.* 1978a: 97). La superficie de la 4ª estructura no presenta repello de argamasa sino una capa dura del color oscuro con un grosor de 2 a 10 cm. Dicha capa es arenosa y suave en algunas áreas y de color rojizo en otras, que asemeja algún componente del material oxidado. El relleno de la 4ª estructura es de tierra con gran cantidad de tepalcates y artefactos de obsidiana y presenta sucesivamente bandas horizontales de color oscuro (Anderson *et al.* 1978: 97).

La 3ª estructura cuenta solamente con 7 supuestas gradas hechas de piedra en el lado este del montículo C1-1 (Anderson *et al.* 1978: figura 20). Un material parecido a la argamasa se encontró adherido en un arranque de las gradas, por lo tanto, la 3ª estructura podría haber sido cubierta por este tipo de mortero (Anderson *et al.* 1978: 98).

La 2ª estructura, aunque está muy destruida, muestra parcialmente 2 gradas/escalinatas sin alfardas, andador y talud. La superficie está repellada con 3 capas de argamasa, con un grosor total de 6 cm. El relleno es de tierra (Anderson *et al.* 1978: 98-99, figura 20).

La 1ª estructura tendría forma hexagonal en planta y presenta una escalinata con alfardas en el lado este, muros verticales abajo, luego un andador de unos 40 cm de ancho y después un muro en talud. La superficie está repellada de igual modo con 3 capas de argamasa, de un grosor total de 5 cm (Anderson *et al.* 1978: 97-99, figura 20).

El montículo C3-6 contiene 3 estructuras superpuestas, denominadas la 1ª, 2ª y 3ª, desde la más reciente hasta la más antigua (Anderson *et al.* 1978: 97).

La 3ª estructura presentó solamente huellas de pisos de argamasa fragmentados con un grosor de 4 a 5 cm en el sector sur del montículo. Por medio de una excavación en el centro

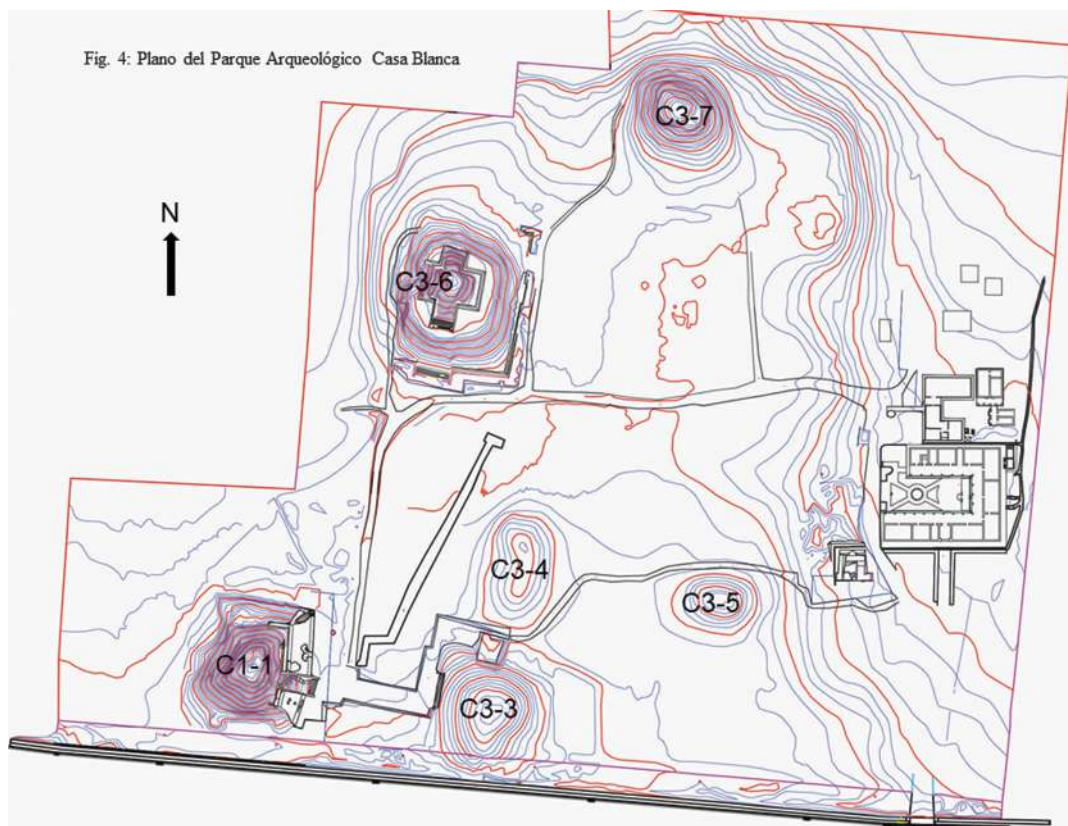


Figura 4. Plano del Parque Arqueológico Casa Blanca (S. Shibata).

de la fachada sur, se registraron por lo menos 8 capas de arcilla alternando con 8 capas finas de tierra con pómez blanca. El relleno era de color café y a veces contuvo rocas y arcillas en forma lenticular (Anderson *et al.* 1978: 104, 105, 107 y 108).

La 2ª estructura mostró 4 gradas/escalinatas sin alfardas hechas de argamasa. En los lados sur y este de este edificio se registraron pisos, muros verticales y en talud, revestidos con argamasa. El grosor de ésta es de 3 a 4 cm y a veces se pudo ver una capa adicional de 2 o 3 cm (Anderson *et al.* 1978: 101-103, 105 y 109).

La 1ª estructura presentó una grada/escalinata con alfardas en el centro del sector sur del montículo C3-6, con pisos y muros verticales recubiertos de argamasa en los lados sur y este. El grosor de la argamasa es de 2 a 3 cm (Anderson *et al.* 1978: 101-103, 106 y 109).

Stanley H. Boggs excavó el montículo C1-1 extensivamente en el año 1979, y restauró el muro vertical del lado este colocando adobes atrás del repello de argamasa (López 1979; comunicación personal de Ismael Girón). Además, dejó un croquis de la imagen reconstructiva de la última estructura de dicho montículo, la cual muestra abajo un muro vertical, un andador, luego un muro en talud en el primer cuerpo y luego de un andador, un muro vertical en el segundo cuerpo parcialmente conservado; de allí, como indican los vestigios del

andador y arranque del talud del tercer cuerpo, seguirían cuerpos escalonados hacia arriba (comunicación personal, Julio César Ascencio).

Desde el año 1995 hasta el 2000, Kuniaki Ohi, de la Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto, dirigió el Proyecto Chalchuapa. En los trabajos se excavaron los montículos C1-1 (Edificio 1), C3-6 (Edificio 5) y C3-3 (Edificio 2) (Ohi 2000). Durante la excavación del montículo C1-1 (Edificio 1), se registraron las huellas de dos estructuras superpuestas, las cuales fueron denominadas como 1a y 1b desde la más reciente. No se pudo confirmar la existencia de otras 2 estructuras más antiguas que Sharer denominó como la tercera y cuarta estructuras (Ohi 2000: 48-50).

La estructura 1b mostraba, como primer cuerpo, un muro vertical, un andador y un muro en talud, arriba del cual comenzaban los cuerpos escalonados. Además, la misma estructura tiene otra escalinata con alfardas en el lado este. El estilo arquitectónico en planta presenta supuestamente una forma pentagonal (Ohi 2000:48-49).

Las huellas de la estructura 1a se encontraron sobre la parte superior del muro en talud del primer cuerpo de la C1-1 1a y consisten en un andador y un muro vertical del segundo cuerpo. Según Ohi, la estructura 1a tendría la misma forma arquitectónica de la 1b (Ohi 2000: 48-49). El núcleo de las estructuras 1a y 1b es de tierra compactada y no se observó huella del uso de adobe (Ohi 2000: 50).

Sobre la superficie de ambas estructuras se encontraron los restos del repello grueso que mide de 3 a 10 cm de espesor, con varias capas. Según el análisis del repello original, éste se encuentra compuesto de los materiales siguientes: pómez negra, pómez amarilla, arena negra y amarilla, barro café, talpetate y cal (Ohi 2000: 50). A 40 cm detrás del repello del muro vertical de 1a, es decir al frente del muro vertical de la estructura 1b, se registró una hilada de piedra; sin embargo, no se conoce su función arquitectónica (Ohi 2000:50).

La excavación del montículo C3-6 (Edificio 5) fue extensiva. Se registraron 3 estructuras superpuestas, las cuales Ohi denominó como la 5a, 5b y 5c desde la más reciente (Ohi 2000: 52-58).

De la estructura 5c se encontró una parte de la escalinata sin alfardas y algunas partes del piso (Ohi 2000: 52). Su núcleo es de tierra compactada. La superficie está repellada al igual que las estructuras de C1-1 (Edificio 1). Además, se encontraron muchas lajas durante la excavación y una laja se registró *in situ* en el lado este de la escalinata, aunque no se sabe cuál era su función (Ohi 2000: 56-57).

Las estructuras 5a y 5b presentan una forma casi similar, compuesta de dos basamentos, uno encima del otro. El basamento inferior de la estructura 5b tiene una forma casi pentagonal en planta con las esquinas remetidas en el lado norte; consiste en un muro vertical, un andador y un muro en talud. En el lado sur se encuentra una escalinata sin alfardas. El basamento presenta una planta cruciforme con un núcleo masivo de adobes; se eleva primero con un muro en talud, un andador y un muro vertical con cornisa y tiene una escalinata sin alfardas que se proyecta en el lado sur (Ohi 2000: 52-55). La estructura 5a muestra una forma pentagonal en planta; las escalinatas de ambos basamentos tienen alfardas (Ohi 2000: 52-

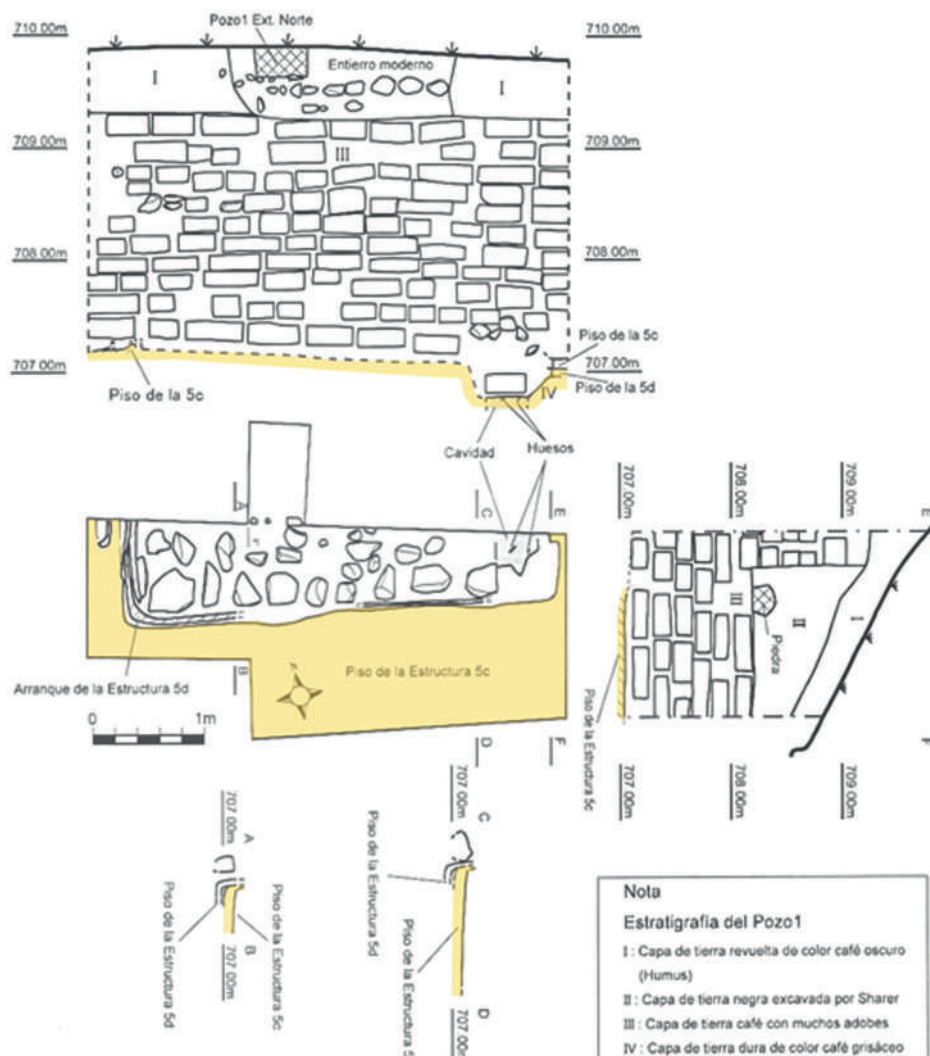


Figura 5. Plano y corte del sistema constructivo de las Estructuras 5c y 5d, Casa Blanca (Murano 2008: figura 37 modificada).

57). En el sistema constructivo de las estructuras 5a y 5b se utiliza el adobe para el muro de contención. La superficie de los cuerpos y escalinatas se revestía de repello (Ohi 2000: 56).

El montículo C3-3 (Edificio 2) se excavó parcialmente. En el lado oeste se encontró una escalinata ancha. Al lado norte del mismo montículo se registraron 2 arranques de muros verticales superpuestos a unos 24 cm de diferencia de altura (Ohi 2000: 28 y 51). El sistema constructivo es igual que el C1-1 (Edificio 1). Su superficie se revistió solamente con un repello (Ohi 2000: 51).

Durante los meses de noviembre y diciembre del año 2007 se llevó a cabo el Proyecto “Restauración e investigación arqueológica en la Estructura 5 (C3-6) y el montículo 6 (C3-7)

del Parque Arqueológico Casa Blanca Chalchuapa, El Salvador” bajo la dirección de Masakage Murano, voluntario japonés de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA en las siglas en inglés) (Murano 2008). En esta investigación se obtuvieron datos interesantes en las excavaciones de los pozos 1, 2 y 3 de la estructura 5, aunque en el montículo 6 se realizó solamente una pequeña excavación de sondeo.

En el pozo 1, ubicado atrás de la escalinata restaurada sobre el basamento superior de la estructura 5b, se descubrieron los restos de las estructuras (anteriores) 5c y 5d (figura 5 y figura 6). El piso de argamasa de la 5c tiene aproximadamente 10 cm de grosor y presenta una inclinación de norte a sur. Se registró en el piso un corte cuadrado y se observó parcialmente el arranque de la supuesta escalinata de la 5c (Murano 2008: 20).

Profundizando dentro de la parte cortada del piso de la estructura 5c, se encontró otra posible escalinata hecha de argamasa, que podría ser parte de la estructura 5d, cuyo repello de argamasa mide 5 cm de grosor. En el relleno se encontraban piedras alineadas, las cuales posiblemente funcionaban como reforzamiento de la huella de escalones, para resistir los pasos de las personas (Murano: 2008: 20-21). Según la observación de las estructuras 5c y 5d, no hay espacio de relleno de tierra entre ellas, como entre las estructuras 5b y 5c (Murano 2008: 20). En los cortes estratigráficos norte y este del pozo 1 se observan diversos adobes, los cuales están colocados formando hiladas dentro del relleno de la estructura 5b (figura 7). La orientación del eje de las estructuras 5c y 5d presenta una inclinación de aproximadamente 8° de norte al este, mientras las 5a y 5b se desvían unos 12° (Murano 2008: 20).

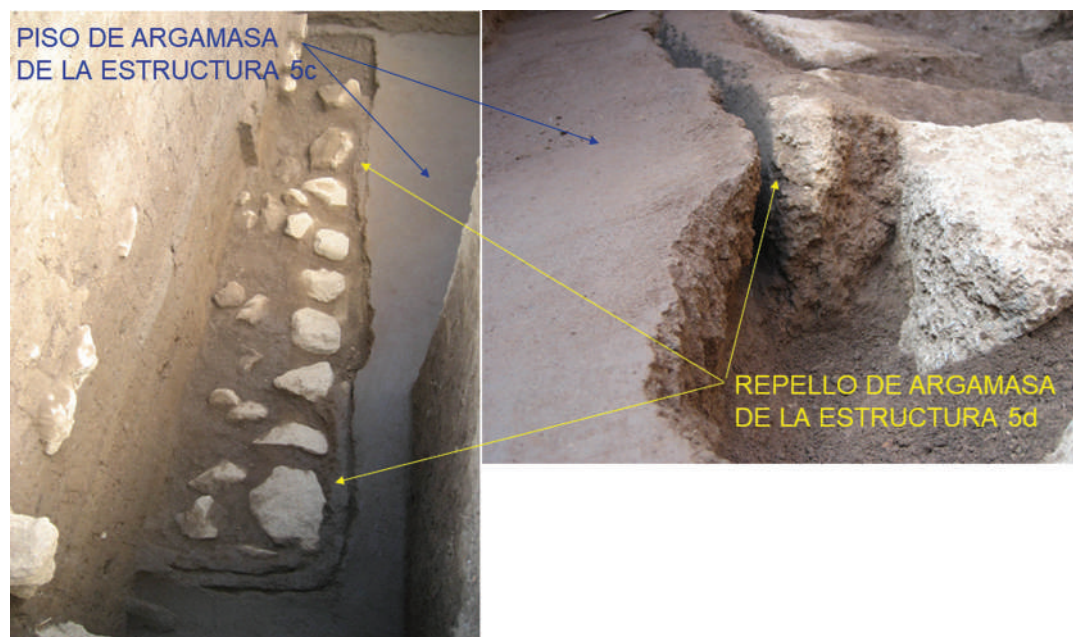


Figura 6. Sistema constructivo de la estructura 5c y 5d, Casa Blanca (Murano 2008).

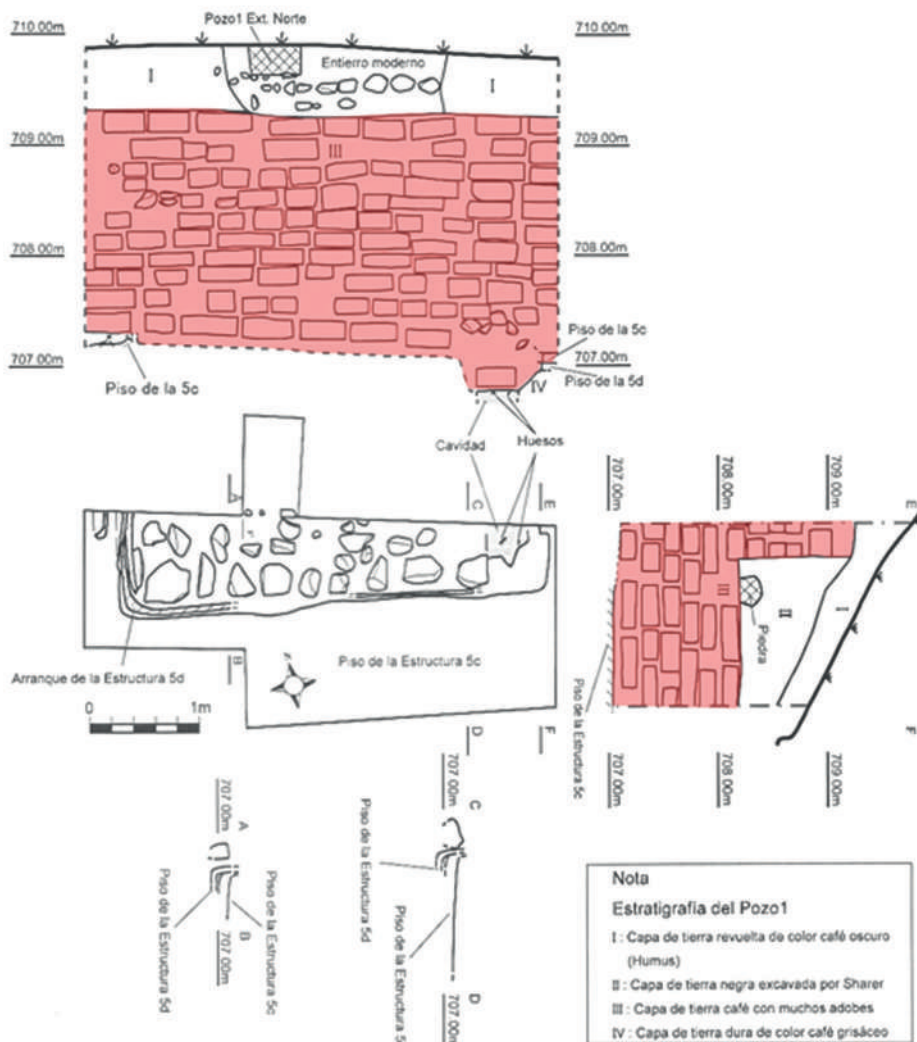


Figura 7. Corte del sistema constructivo de las Estructuras 5a y 5b, Casa Blanca (Murano 2008: figura 37 modificada).

En el pozo 2, ubicado al este del basamento inferior de la estructura 5, se registraron 3 estructuras superpuestas. La más antigua es la estructura 5c, la cual presenta el piso y el arranque hechos de argamasa de un grosor aproximado de 5 cm. El piso de argamasa se inclina desde el oeste al este (Murano 2008: 22) (figura 8 y figura 9).

El estilo arquitectónico de la estructura 5c se caracteriza por arrancar con un muro vertical a 50 cm de altura y luego seguir con un muro en talud con inclinación aproximada de 29 grados (Murano 2008: 22), no obstante, no hay evidencia entre ambos muros que pueda indicar la existencia de un andador (figura 8). El sistema constructivo muestra que primero se rellenó con tierra, posteriormente se recubrió con piedras dando la forma de la estructura

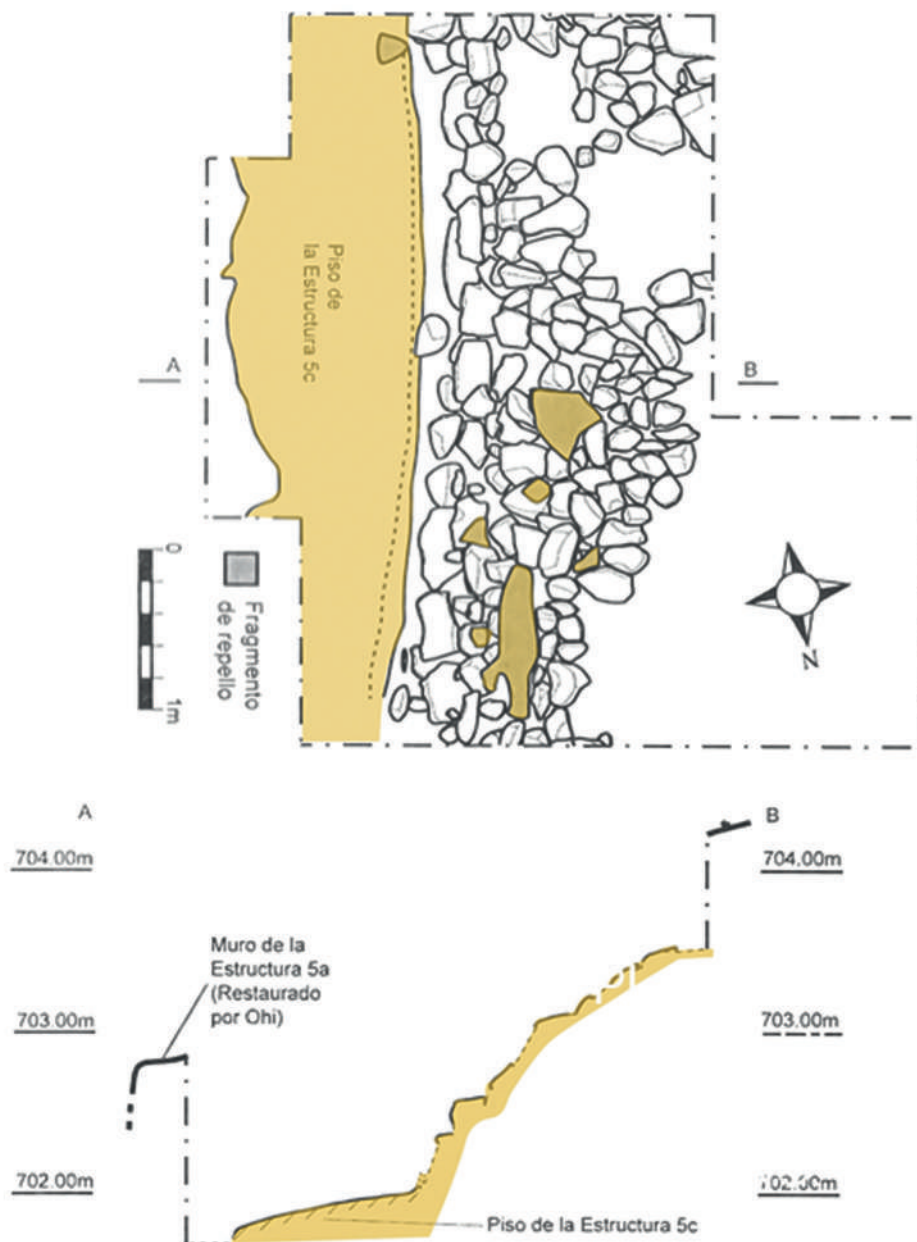


Figura 8. Plano y corte de la estructura 5c (Murano 2008: figura 42 modificada).

y finalmente se repelló con la mezcla de argamasa (Murano 2008: 22). En el pozo 3 ubicado en el lado norte del basamento superior se encontraron el piso y el arranque hechos de argamasa que pertenecen a la estructura 5b. En el corte estratigráfico sur del pozo 3 se observan hiladas de adobe que no estaban acomodadas tan regularmente como lo observado en los cortes norte y este del pozo 1 (Murano 2008: 87).

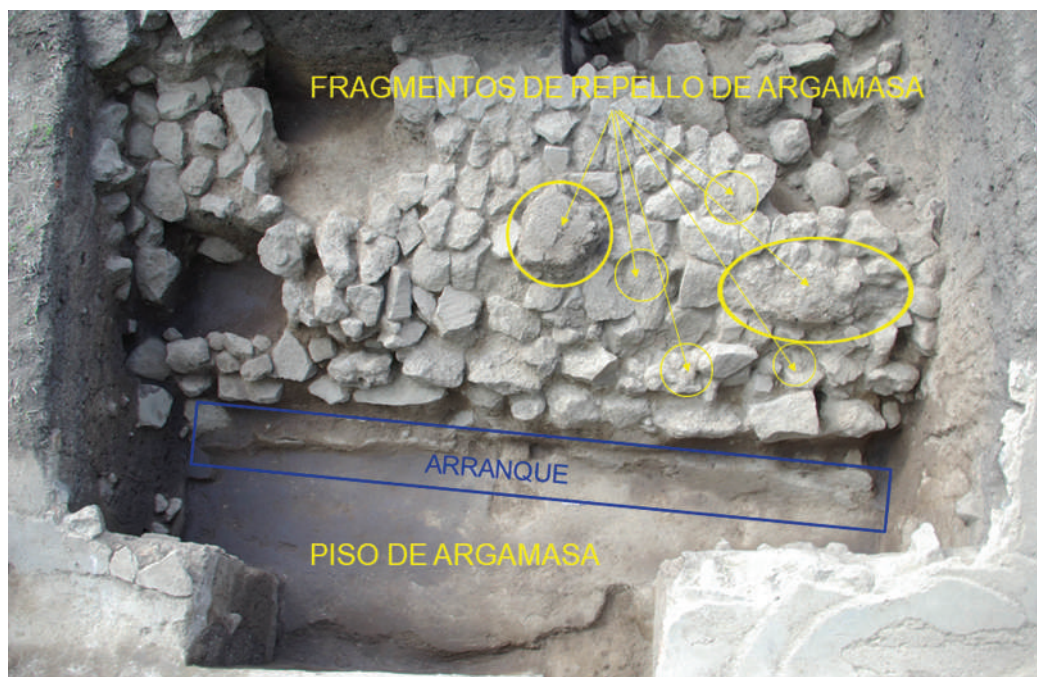


Figura 9. Sistema constructivo de la estructura 5c, Casa Blanca (S. Shibata).

En resumen, los resultados de las 4 investigaciones arqueológicas realizadas en el área de Casa Blanca permiten proponer la siguiente síntesis de las características de los estilos arquitectónicos y los sistemas constructivos de las estructuras encontradas en los montículos C1-1, C3-6 y C3-3, desde la más antigua hacia la más reciente.

C1-1

Esta estructura podría ser parte del sistema constructivo de la 3ª estructura de acuerdo con las observaciones citadas por Sharer y Ohi. Este último no reporta la existencia de una 4ª etapa ya que no presenta repello de argamasa sino una capa dura del color oscuro con 2 a 10 cm de grosor, lo cual podría ser la consecuencia de la compactación del relleno. Así, la 4ª estructura inferida por Sharer podría ser parte del sistema constructivo de la 3ª estructura, ya que tiene el relleno de tierra con gran cantidad de tepalcates y artefactos de obsidiana y presenta sucesivamente bandas horizontales del color oscuro, lo cual podría sustentar esta hipótesis.

Ohi tampoco confirma la 3ª estructura, aunque señala la presencia de siete escalones hechos de piedra en el lado este del montículo C1-1, ya reportados por Sharer, quien además reporta un material similar a la argamasa, el cual se registró en el arranque de ésta. Por lo tanto, nosotros consideramos que la 3ª estructura podría ser la primera subestructura.

La 2ª estructura podría estar conformada por un muro vertical abajo, luego un andador y después un talud; el resto de los cuerpos podrían ser escalonados. El edificio tiene la escalinata

en el lado este, sin alfardas. Cabe mencionar que, en la restauración de la 2ª estructura realizada por Ohi se observa una confusión en el estilo arquitectónico. La 1ª estructura tendría el mismo estilo arquitectónico que la 2ª y tendría forma hexagonal o pentagonal en planta, la única diferencia que presenta es una escalinata con alfardas.

El núcleo de la 1ª y 2ª estructuras es de tierra compactada y no se pudo observar huella del uso de adobe. Sobre la superficie de ambas estructuras se encontraron los restos del repello grueso. Al frente del muro vertical de la 2ª estructura se registró una hilada de piedra, cuya función arquitectónica se desconoce.

C3-6

La 4ª estructura (Estructura 5d) mostró parte de una posible escalinata hecha de argamasa en el lado sur del basamento superior. No se conoce muy bien el estilo arquitectónico total. También en la 3ª estructura (Estructura 5c) se localizó una parte de la escalinata y un piso hecho de argamasa en el lado sur del basamento inferior y un piso de argamasa con arranque en el lado este; además, en el lado sur del basamento superior hay evidencia de un piso de argamasa.

Acerca del estilo arquitectónico de la 3ª estructura, por las áreas de excavación muy limitadas, sólo se conoce una parte de un muro vertical inferior y el arranque de otro superior en talud. En cuanto al sistema constructivo, ambas subestructuras tuvieron un relleno de capas alternadas de arcilla y de tierra, con otras de pómez blanca y a veces rocas y arcillas en forma de lente. Luego la superficie se revistió con piedras dando la forma arquitectónica y encima se aplicó una capa de argamasa.

La 2ª estructura presenta un perfil con un muro vertical, andador y muro en talud en el basamento inferior; su planta podría ser pentagonal con las esquinas remetidas en el lado norte. En el lado sur tiene una escalinata sin alfardas. El basamento superior consiste en un muro en talud, un andador y un muro vertical con cornisa; presenta una planta cruciforme también con una escalinata sin alfardas al sur. El sistema constructivo es de relleno de adobe colocado en hiladas, entre las cuales se puso piedra (figuras 10 y 11).

La 1ª estructura presenta casi el mismo estilo arquitectónico de la 2ª y comparte la misma orientación, que difiere de la 4ª y 3ª estructuras. La única diferencia es que las escalinatas llevan alfardas. El sistema constructivo es igual que el de la 2ª.

C3-3

En el lado norte y sur de la segunda estructura se habían registrado huellas de arranque, cuya orientación parecía diferente de la primera estructura. Esta última presenta una escalinata ancha en el lado oeste, la cual se conecta con el piso de argamasa de la cima, es decir que la primera estructura podría ser como palacio. En los lados norte y sur se habían registrado arranques de piso de argamasa.



Figura 10. Corte del sistema constructivo de las estructuras 5 a y 5b, Casa Blanca (S. Shibata).



Figura 11. Sistema constructivo de las estructuras 5 a y 5b, Casa Blanca (S. Shibata).

ÁREA DE TAZUMAL

Boggs llevó a cabo excavaciones desde 1942 hasta 1952 en el área de Tazumal, que está al sur de la zona arqueológica Chalchuapa (figura 12). Las edificaciones prehispánicas se restauraron con repello de cemento y se promovió su valor a manera de icono del patrimonio arqueológico de El Salvador. Los resultados de sus excavaciones se publicaron parcialmente en algunos artículos (Boggs 1943a, 1943b, 1944, 1945), pero el informe final de dicho proyecto arqueológico no se entregó a la autoridad de El Salvador ni ha sido publicado hasta la fecha. Aunque sea así, hay datos interesantes sobre la arquitectura de Tazumal.

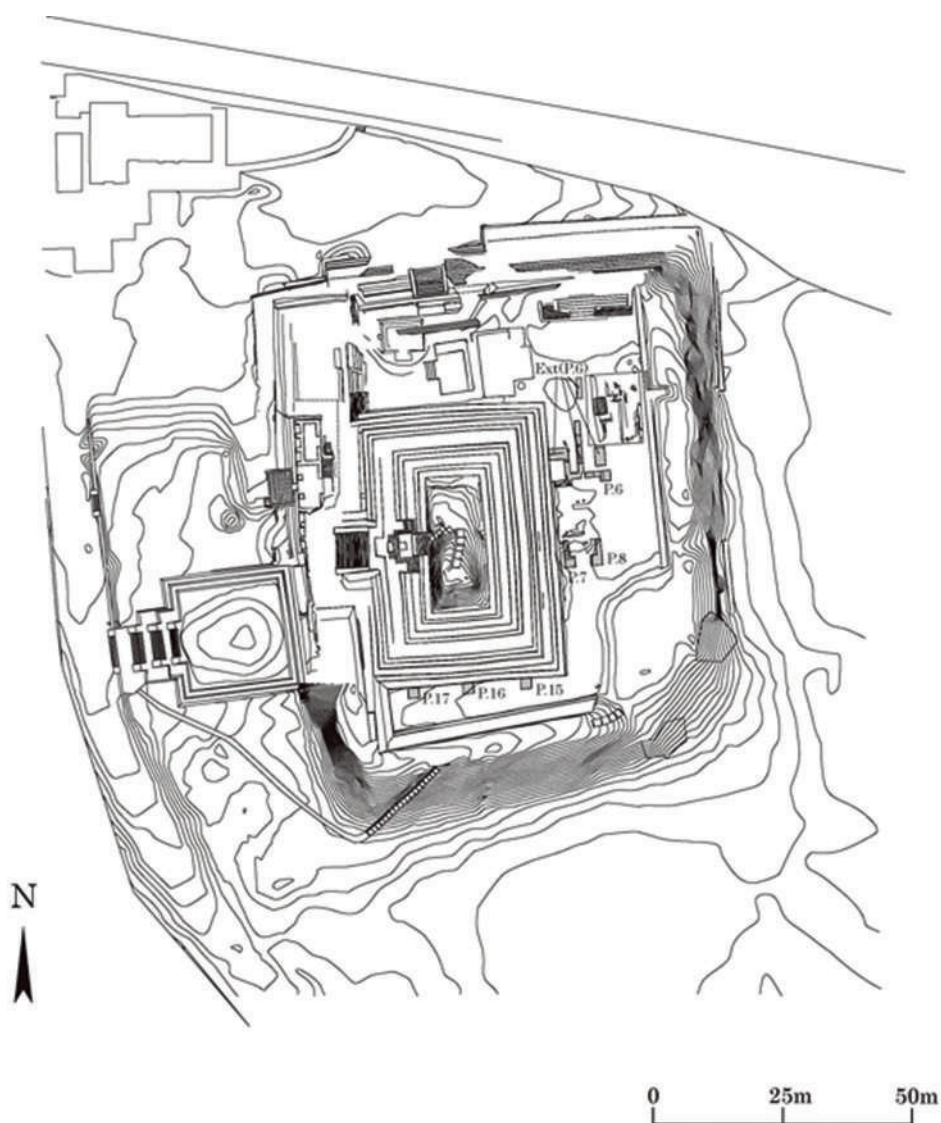


Figura 12. Plano del conjunto arquitectónico de Tazumal (S. Shibata).

Según Boggs, se utilizaron bloques de adobe en sus estructuras al igual que en las estructuras de la Campana-San Andrés; sin embargo, el adobe de Tazumal podría haber sido modelado a mano, mientras los de La Campana-San Andrés habrían sido elaborados con un marco rectangular a manera de molde. Esto se deduce de que entre los adobes utilizados hay mucha variedad: el promedio del adobe grande sería 1.2 x 1.2 x 0.5 ft. (aproximadamente 36 x 36 x 15 cm) y del pequeño 0.8 x 0.9 x 0.5 ft. (24 x 27 x 15 cm). Las estructuras de la fase temprana estaban construidas con argamasa, por otro lado, las de las etapas tardías usaban más piedra, especialmente para las paredes verticales. Además, el repello de argamasa de la fase temprana sería más grueso que el de la tardía (Boggs 1944: 56).

Entre noviembre del 2003 y enero del 2004 se realizó el levantamiento arquitectónico de las estructuras de Tazumal bajo la Dirección del Departamento de Arqueología del entonces Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, Concultura. El propósito del levantamiento fue el registro del estado de conservación de la arquitectura expuesta en Tazumal. En el proceso del trabajo se vio que Boggs había dejado una serie de huellas en las partes restauradas para comprender bien el desarrollo arquitectónico de Tazumal. Al finalizar el levantamiento arquitectónico, surgió una hipótesis de la existencia de 4 basamentos ubicados en los rumbos cardinales y de un templo principal o altar debajo de la Gran Pirámide B1-1 (Kato *et al.* 2006). Esta hipótesis debería modificarse por los resultados de las excavaciones posteriores.

Desde el año 2004 hasta el 2012 el Proyecto Arqueológico de El Salvador (PAES) se llevó a cabo bajo la dirección de Nobuyuki Ito de la Universidad de Nagoya (Ito 2016). En el PAES se excavaron diversos pozos y trincheras dentro del complejo arquitectónico B1-1 con el fin de comprobar la hipótesis antes mencionada. Por otro lado, se continuó el análisis de las fotos tomadas por Boggs durante el proyecto desde el año 1942 hasta 1952 para comprender mejor el desarrollo arquitectónico del mismo complejo. Finalmente se elaboró la siguiente propuesta sobre el desarrollo del complejo arquitectónico B1-1. Las primeras 2 estructuras (B1-1d-I y II) no se podían reconocer en su totalidad, debido a que las áreas de excavación fueron demasiado limitadas.

La tercera estructura, denominada Edificio de las Columnas (B1-1d-III), fue excavada y restaurada por Boggs. Es una plataforma rectangular de 2 cuerpos con muros en talud y una escalinata con alfardas en el centro de su fachada oeste; parece haber formado la fachada del conjunto arquitectónico más amplio que se extendía atrás y está conectada en el mismo eje por una escalinata que lleva al templo principal (Shibata 2016) (figuras 13 a 15). El templo arriba mencionado estaría construido sobre una plataforma grande en forma rectangular, más ancha que la 3ª estructura. En ambos lados del templo principal podrían extenderse plazas, en las cuales estarían construidas plataformas con un talud y muro vertical con cornisa (Shibata 2016).

La cuarta estructura (B1-1d-IV), que se construyó cubriendo la tercera, respeta el mismo estilo arquitectónico del Edificio de las Columnas, a excepción de la escalinata sin alfardas. El nivel de piso de la cuarta estructura se elevó y podría haber conectado directamente con el piso del templo principal. La plataforma rectangular grande que sostiene dicho templo se

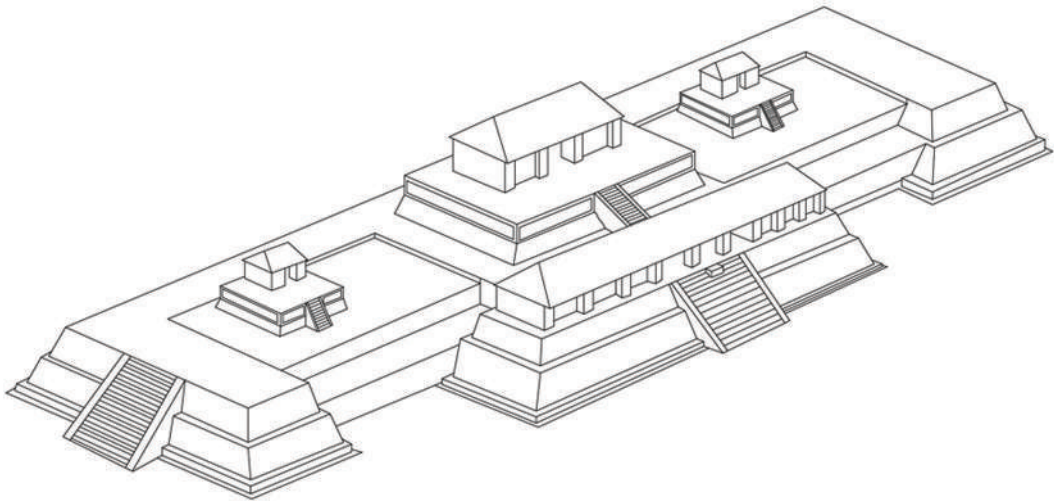


Figura 13. Imagen reconstructiva del Edificio de las Columnas (B1-1d III) (S. Shibata).



Figura 14. Edificio de las Columnas (B1-1d-III), Tazumal (S. Shibata).

extendería hacia el este (Shibata 2016). No se pudo observar mayor remodelación en las dos estructuras posteriores a la cuarta estructura (figura 16).

La séptima estructura (B1-1d-VII), podría ser el último edificio que respetara el estilo arquitectónico del original Edificio de las Columnas. Hay diferencias en que el basamento de ésta tiene tres taludes, su escalinata tiene alfardas y la plataforma grande se vuelve a ampliar hacia el este (Shibata 2016) (figura 17).



Figura 15. Escalinata del templo principal (B1-1d-III), Tazumal (S. Shibata).

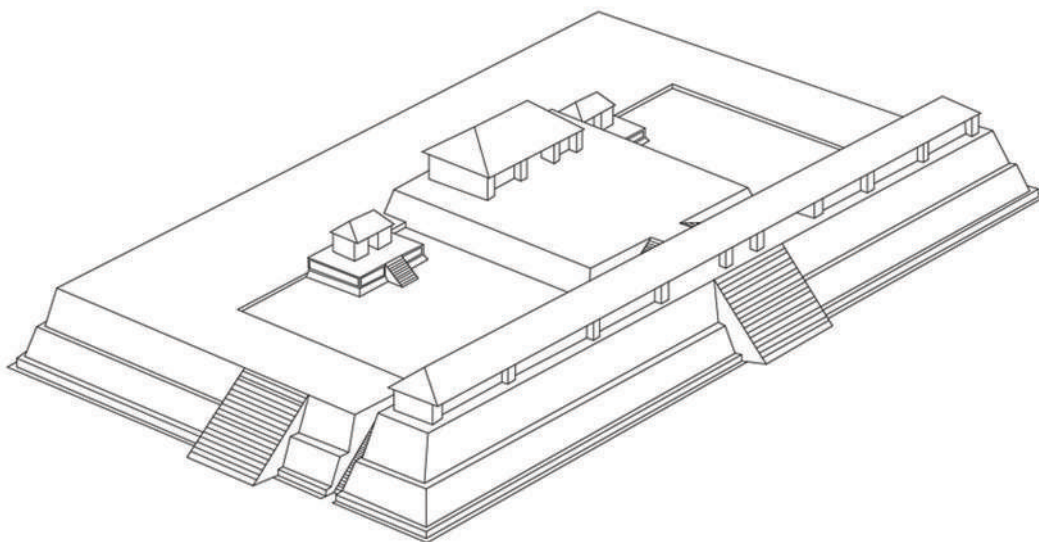


Figura 16. Imagen reconstructiva de la Estructura B1-1d-IV (S. Shibata).

Después de la séptima estructura el estilo arquitectónico cambió al conformarse en un basamento piramidal. Según el análisis de las fotografías de excavación que tomó Boggs, podrían contarse por lo menos seis etapas constructivas hasta alcanzar la Gran Pirámide B1-1, cuyos muros son verticales con cornisa. Además, la plataforma rectangular

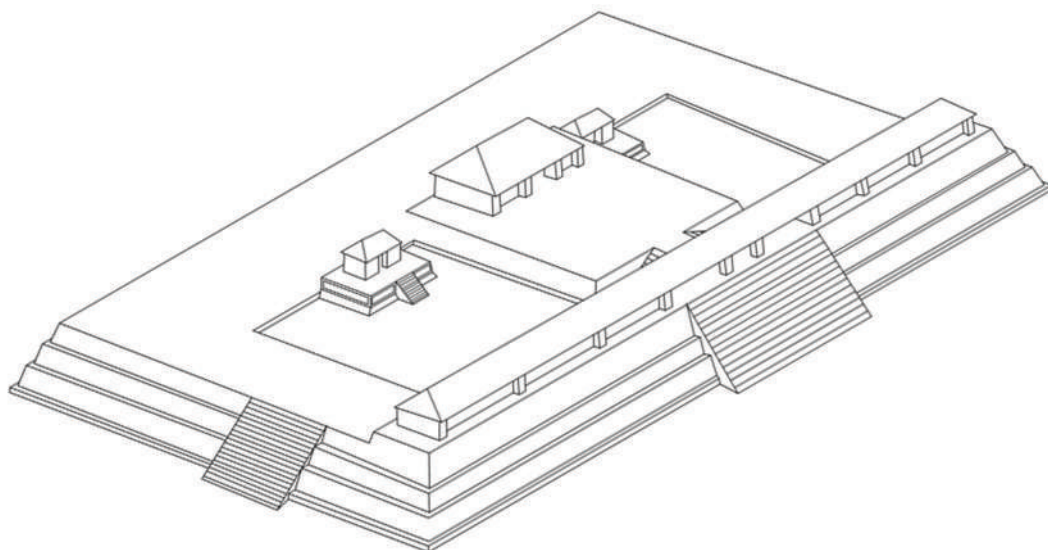


Figura 17. Imagen reconstructiva de la Estructura B1-Id-VII (S. Shibata).

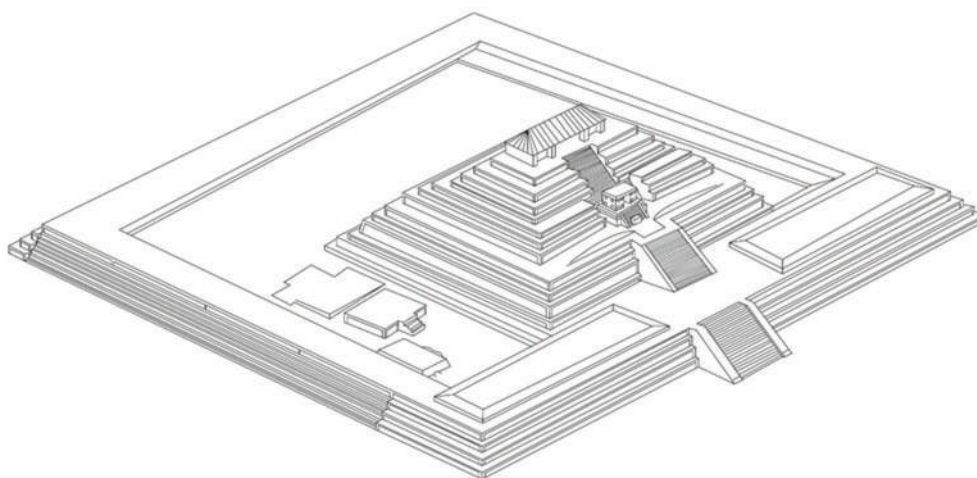


Figura 18. Imagen reconstructiva de la Gran Pirámide B1-1 (S. Shibata).

grande debajo de la Gran Pirámide B1-1 se extendió una vez más hacia el este (Shibata 2016). Desde la primera estructura hasta la Gran Pirámide B1-1, la escalinata principal del conjunto se encuentra siempre en el lado oeste. El eje central del conjunto arquitectónico B1-1 corre de este al oeste, aunque dicho eje se traslada hacia el sur después de la séptima estructura (Shibata 2016) (figuras 18 y 19).

Sobre el sistema constructivo de la primera estructura hasta la Gran Pirámide B1-1, se pudo confirmar lo que Boggs había indicado, es decir, lo relacionado con las diversas dimensiones de los adobes, el hecho de que se utilizaba más adobe en las construcciones posteriores y que los repellos de argamasa eran más gruesos en las construcciones tempranas.



Figura 19. Cambio de eje central del complejo arquitectónico hacia el sur (S. Shibata).

CRONOLOGÍA DE LAS ESTRUCTURAS DE TIERRA EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA CHALCHUAPA

En este apartado se ordenan cronológicamente las estructuras de tierra mencionadas arriba. Con base en los estudios de la cerámica y la ubicación estratigráfica de la capa de la ceniza volcánica primaria de la erupción del volcán Ilopango (TBJ), la estructura E3-1 de El Trapiche pertenecería al Preclásico tardío (Anderson *et al.* 1978).

Durante el agrandamiento de la estructura E3-1, la expansión del centro ceremonial se extendería hacia el sur y alcanzaría hasta el área de Casa Blanca. En aquel entonces la ocupación del área de Casa Blanca estaría en una fase temprana, anterior a la construcción de la gran plataforma en la misma área. La contemporaneidad entre la estructura E3-1 y la ocupación temprana del área de Casa Blanca podría asegurarse por la tipología de las vasijas encontradas en Cache 10 colocada antes de repellar con argamasa la tercera escalinata de la estructura E3-1 en El Trapiche (Anderson *et al.* 1978: 68 y 142) y aquellas de la ofrenda registrada dentro de la oquedad debajo de la orilla de la gran plataforma del área de Casa Blanca (Trinchera 4N) (Ito *et al.* 2010: 32-34). Dicha cerámica consiste en vasijas de tipo Usulután, la cerámica de color café-negro con decoración incisa fina y las vasijas del color café-negro con decoración incisa gruesa, entre otros (Sharer 1978b: 192 y 193, Ito 2010: 43 y 44).

Posteriormente, en el área de El Trapiche siguió el agrandamiento de la estructura E3-1 y en el área de Casa Blanca se levantó la gran plataforma con dimensión de unos 200 m de

lado, sobre la cual se construyeron la tercera estructura de C1-1, la segunda estructura de C3-3 y la tercera y cuarta estructuras de C3-6 (estructuras 5c y 5d). Cabe mencionar que algunas estructuras en las áreas de El Trapiche y Casa Blanca, como las estructuras E3-1 y C3-6, tenían una estela lisa y/o un altar al frente, respetando el eje central norte-sur (Anderson y Sharer 1978: 156, Ichikawa 2007: 43-45). Al final del Preclásico terminal o el inicio del Clásico temprano, las áreas de El Trapiche y Casa Blanca se abandonaron, ya que no se observa huella de ocupación en dichos periodos (Anderson *et al.* 1978, Ohi 2000).

En este mismo tiempo, la construcción de estructuras inició en el área de Tazumal, el cual se constituyó el nuevo centro ceremonial (Shibata 2016, Shibata *et al.* 2019). Durante el Clásico temprano se construyeron una sobre otra desde la primera estructura (B1-1d-I) hasta la séptima (B1-1d-VII), extendiendo las plataformas hacia el este. El eje central de las estructuras corre este-oeste. Al iniciar el Clásico tardío la estructura se convertiría en basamento piramidal. El fechamiento de *ca.* 547 y 632 años dC a 2 sigmas, se basó en el análisis de ¹⁴C de la muestra recolectada debajo de la ofrenda de la vasija cilíndrica tapada por otra cerámica (Ichikawa 2016), que se encontró en la esquina sureste de la plataforma grande de la séptima estructura (B1-1d-VII) (Shibata *et al.* 2019). En ese momento se expandió el centro ceremonial desde el área de Tazumal hacia Casa Blanca, en donde reinició la actividad constructiva con la segunda y primera estructuras de C1-1, la segunda y primera estructuras de C3-6 y la primera de C3-3 (Ohi 2000). En la última fase constructiva del Clásico tardío se construyó la Gran Pirámide B1-1 en el área de Tazumal. Allí se observa que al final del Clásico tardío, la tradición de estructuras de tierra llegó a su fin y vino el tiempo de la estructura de laja repellada con mortero simple (Shibata 2016).

DISCUSIÓN Y COMENTARIO FINAL

El asentamiento humano en la zona arqueológica de Chalchuapa comenzó por lo menos 1 200 años aC, y el sitio inició su desarrollo como centro ceremonial alrededor de 400 años aC, cuando se construyó la estructura E3-1, un templo piramidal de 22 m de altura en el área de El Trapiche, el cual está ubicado en el extremo norte de la misma zona.

A lo largo del Preclásico tardío el centro ceremonial se expandió hacia el sur y alcanzó el área de Casa Blanca. El estilo arquitectónico de las estructuras de tierra de este periodo no se conoce muy bien por falta de excavaciones. El caso mejor conocido es la estructura 5c del área de Casa Blanca, un basamento escalonado con un primer cuerpo vertical y un segundo cuerpo en talud. El sistema constructivo parece consistir en un relleno formado por capas delgadas compactadas de tierra y de otros materiales constructivos, colocando rocas como muros de contención. La superficie de las estructuras de tierra fue luego repellada con argamasa, más gruesa en el Preclásico que en el Clásico temprano y tardío.

En el Preclásico terminal o el Clásico temprano ocurre un cambio drástico de la ubicación del centro ceremonial principal en la zona arqueológica Chalchuapa, desde las áreas de El Trapiche-Casa Blanca, organizado conforme a un eje norte-sur, hacia el área de Tazumal,

que se convierte en el eje principal del centro ceremonial, con una estructura principal que crece primero de norte a sur y posteriormente de este a oeste (figura 20).

El estilo arquitectónico de las estructuras del Clásico temprano podría corresponder a la combinación de una plataforma rectangular con una escalinata en su centro, que funcionó como un edificio de acceso formando la fachada para un templo principal edificado sobre una plataforma mayor ubicada atrás de la plataforma de la fachada. La plataforma rectangular de acceso consiste primero en 2, luego en 3 cuerpos en talud y sobre su cima tiene unos cuartos con pórticos de columnas. El templo principal en su primera etapa parece tener un basamento en talud rematado por un muro vertical con cornisa, del mismo estilo que la plataforma pequeña que se encuentra en la plaza lateral del templo principal. Dicho estilo se parece morfológicamente al estilo “talud-tablero” de Teotihuacán, sin embargo, no se utilizó la *laja* (o *ixtapaltete*) en la parte superior del talud.

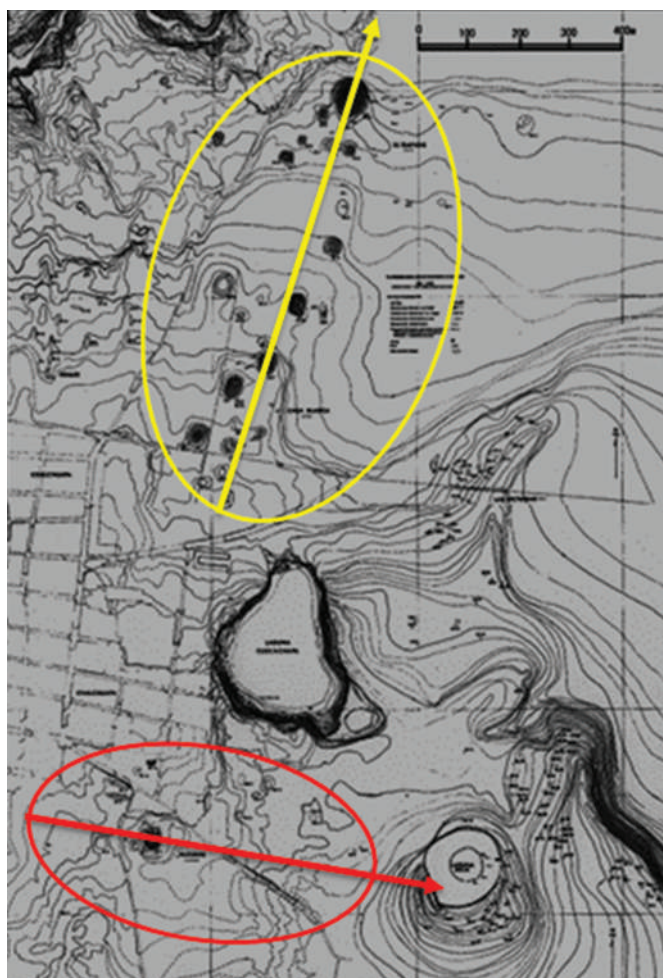
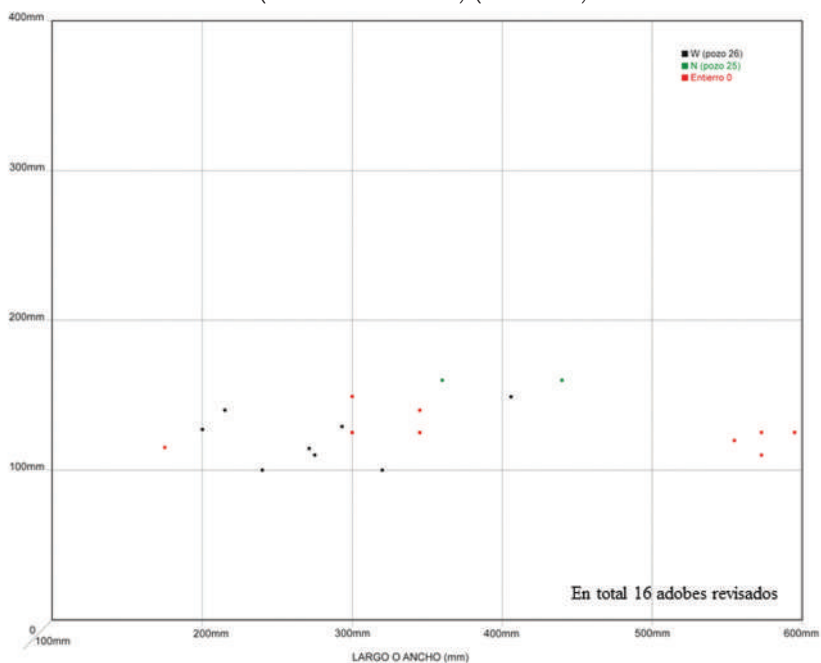


Figura 20. Cambio del eje principal de la ciudad prehispánica Chalchuapa entre el Preclásico y el Clásico (S. Shibata).

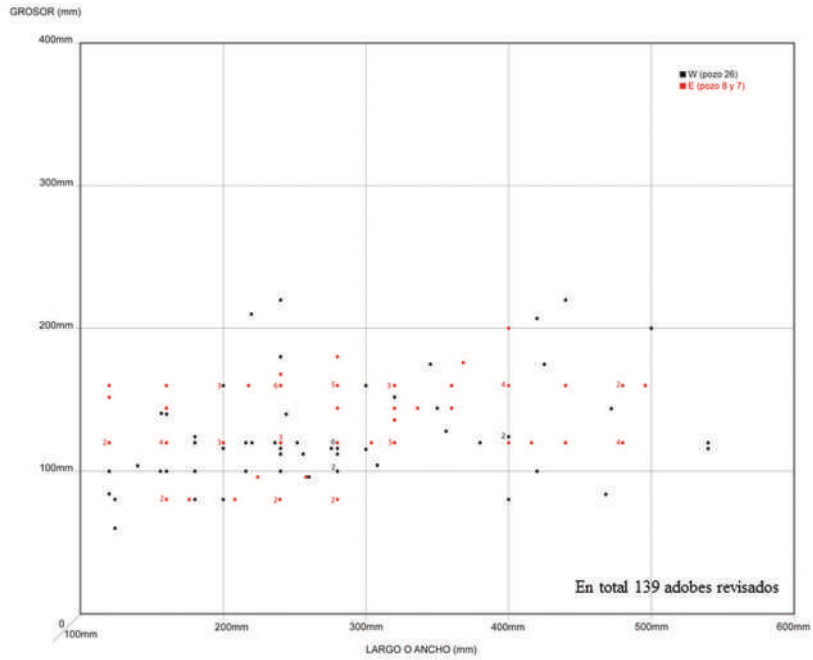
El sistema constructivo de las estructuras del Clásico temprano comprende rellenos de más tierra que piedra. Se registra el uso de adobe, hecho a mano, que no se había utilizado en las estructuras del Preclásico tardío (cuadros 1, 2 y 3). Al entrar el periodo Clásico tardío, el estilo arquitectónico de las estructuras en el área de Tazumal se convirtió en piramidal, con muros verticales con cornisa. El sistema constructivo de las estructuras de este periodo consiste todavía en rellenos de tierra, pero con más piedra. Se utiliza también más adobe que en el Clásico temprano y sus dimensiones son más grandes (cuadro 4). En el caso del relleno de las estructuras 5b y 5a del área de Casa Blanca, se colocaron los adobes en hiladas, entre las cuales pusieron piedras. Al final del Clásico tardío la tradición de las estructuras de tierra terminó y comenzó la de lajas repelladas con mortero.

En este capítulo se describieron las estructuras de tierra, tomando en cuenta sus estilos arquitectónicos y sistemas constructivos. No obstante, quedan por resolverse muchas preguntas: ¿Por qué inició la construcción de la arquitectura de tierra desde el Preclásico tardío en la zona arqueológica Chalchuapa? ¿Cómo ocurrió la introducción de la fabricación de adobe con el fin de utilizarlo como material constructivo? ¿Por qué se habría fabricado adobe a mano, considerando que ya se hacía en molde en el sitio arqueológico San Andrés, a escasos 35 km? Para contestar estas (y otras más) preguntas sería indispensable realizar más estudios, no solamente en la zona arqueológica Chalchuapa, sino en los sitios arqueológicos de diversas regiones de Mesoamérica en donde se encuentra la tradición de la arquitectura de tierra.

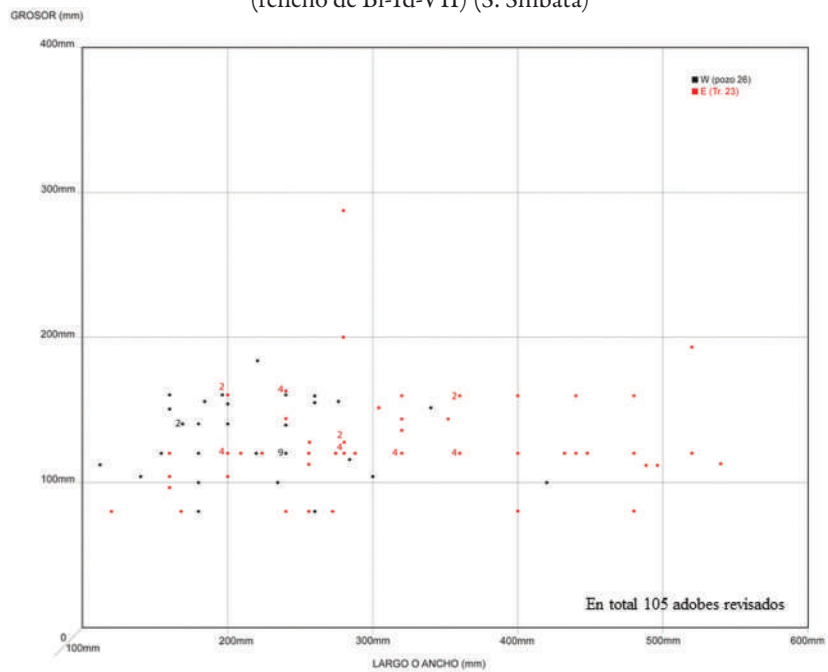
Cuadro 1. Gráfica de dispersión de dimensiones de adobe del Clásico temprano (relleno de Bi-1d-III) (S. Shibata)



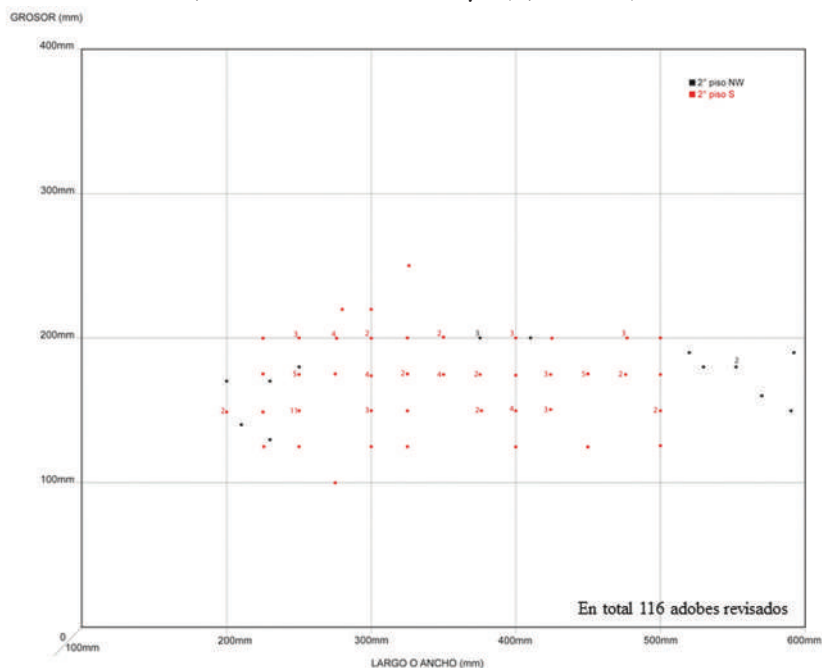
Cuadro 2. Gráfica de dispersión de dimensiones de adobes del Clásico temprano (relleno de Bi-1d-IV) (S. Shibata)



Cuadro 3. Gráfica de dispersión de dimensiones de adobes del Clásico temprano (relleno de Bi-1d-VII) (S. Shibata)



Cuadro 4. Gráfica de dispersión de dimensiones de adobes del Clásico tardío (relleno de la Estructura 5a y 5b) (S. Shibata)



AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincero agradecimiento a los siguientes colegas que me permitieron terminar este capítulo. La Dra. Annick Daneels, quien me dio la oportunidad de presentar una versión previa en el LVI Congreso Internacional de Americanistas y me invitó a ampliarlo para su publicación. Sin la colaboración del Sr. Pedro Ismael Girón Rodríguez yo no hubiera podido seguir este estudio hasta ahora. El Arqlgo. Óscar Camacho intercambió conmigo conocimientos e ideas sobre las estructuras prehispánicas de tierra registradas en el occidente de El Salvador. La Arqlga. Margarita Morán me apoyó con la revisión y corrección del idioma español. La Arqlga. Michelle Toledo colaboró con la elaboración de figuras, cuadros y fotografías. Muchas gracias a todas y todos.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, BRUCE A., ROBERT J. SHARER, DAVID W. SEDAT Y PAYSON D. SHEETS
 1978 Part 3: The Excavations, Robert J. Sharer (ed.), *The prehistory of Chalchuapa, El Salvador*, vol. I; *Introduction, surface surveys, excavations, monuments and special deposits*, University of Pennsylvania Press, Filadelfia: 41-152.

ARQUITECTURA DEL PRECLÁSICO Y CLÁSICO EN CHALCHUAPA, EL SALVADOR

ANDERSON, BRUCE A. Y ROBERT J. SHARER

- 1978 Part 4: monuments and Special Deposits, Robert J. Sharer (ed.), *The Prehistory of Chalchuapa, El Salvador* vol. I; *introduction, surface, surveys, excavations, monuments and special deposits*, University of Pennsylvania Press, Filadelfia: 155-194.

BOGGS, STANLEY H.

- 1943a Observaciones respecto a la importancia de «Tazumal» en la prehistoria Salvadoreña, *Tzunpame* 1: 127-138.
- 1943b Tazumal en la arqueología Salvadoreña, *Suplemento de la Revista del Ministerio de Instrucción Pública* 7: 3-23, San Salvador.
- 1944 Appendix C. Excavations in Central and Western El Salvador: II. Tazumal, John M. Longyear (ed.), *Archaeological investigations in El Salvador*, Memoirs of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, vol. IX, No.2, Harvard University, Cambridge: 56-74.
- 1945 Informe sobre la tercera temporada de excavaciones en las ruinas de Tazumal, *Tzunpame* 4: 33-45.

ICHIKAWA, AKIRA

- 2007 Investigación de la Estructura-5 en el Parque Arqueológico Casa Blanca, Chalchuapa, Akira Ichikawa (ed.), *Informe final proyecto de reparación de drenaje alrededor de la estructura-5*, Japan Overseas Cooperation Volunteers /Agencia de Cooperación Internacional de Japón y el Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, San Salvador: 13-81.
- 2016 Apéndice 1: fechamiento, Nobuyuki Ito (ed.), Informe final de las investigaciones arqueológicas en el área de Tazumal de la zona arqueológica de Chalchuapa, entregado a la Dirección de Arqueología, Secretaría de Cultura de la Presidencia, San Salvador: 344-349.

ITO, NOBUYUKI (ED.)

- 2010 *Casa Blanca, Chalchuapa (2000-2003)*, Proyecto Arqueológico de El Salvador y Museo Universitario de Antropología de la Universidad Tecnológica de El Salvador, San Salvador.
- 2016 Informe final de las investigaciones arqueológicas en el área de Tazumal de la zona arqueológica de Chalchuapa, entregado al Departamento de Arqueología, Secretaría de Cultura de la Presidencia, San Salvador.
- 2017 Informe preliminar de la Primera, Segunda, Tercera y Cuarta Temporada, Proyecto Arqueológico de El Trapiche, Chalchuapa (Etapa: 2015-2018), entregado al Departamento de Arqueología, Secretaría de Cultura de la Presidencia, San Salvador.

ITO, NOBUYUKI, SHIONE SHIBATA E HIROSHI MINAMI

- 2010 Las excavaciones en la trinchera 4N, Ito (ed.) Casa Blanca, Chalchuapa (2000-2003), Proyecto Arqueológico El Salvador, Museo Universitario de Antropología de la Universidad Tecnológica de El Salvador, San Salvador: 23-28.

SHIONE SHIBATA

KATO, SHINYA, SHIONE SHIBATA Y NOBUYUKI ITO

- 2006 Las investigaciones arqueológicas en Tazumal, 2004-2005, Juan P. Laporte, Bárbara Arroyo y Héctor E. Mejía (eds.), *XIX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala 2005*, Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala: 197-206.

KITAMURA, SHIGERU

- 2009 Apéndice 2: estudios estratigráficos de la tefra alrededor de la zona arqueológica de Chalchuapa, en el Occidente de El Salvador, Nobuyuki Ito (ed.), Informe final de las investigaciones arqueológicas en Tazumal, 2004-2008, entregado al Departamento de Arqueología, Secretaría de Cultura de la Presidencia, San Salvador: 139-170.

LÓPEZ, MANUEL ROBERTO

- 1979 Reporte detallado de los datos de excavación del Proyecto Casa Blanca, según datos de libretas de campo números 40 y 51, Documentación Interna de la Unidad de Arqueología de la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural del Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, CONCULTURA, San Salvador.

MURANO, MASAKAGE

- 2008 *Proyecto Restauración e Investigación Arqueológica en la Estructura 5 y el Montículo 6 del Parque Arqueológico Casa Blanca Chalchuapa, El Salvador*, Concultura, San Salvador.

OHI, KUNIAKI (ED.)

- 2000 *Chalchuapa, Memoria final de la investigación interdisciplinaria de El Salvador*, Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto, Kioto.

SHARER, ROBERT J.

- 1978a Part I: An introduction to the archaeological investigations at Chalchuapa, El Salvador, Robert J. Sharer (ed.), *The Prehistory of Chalchuapa, El Salvador*, vol. I: *Introduction, surface surveys, excavations, monuments and special deposits*, University of Pennsylvania Press, Filadelfia: 1-12.
- 1978b Part I: Pottery, R. J. Sharer (ed.), *The prehistory of Chalchuapa, El Salvador*, Vol. III: *Pottery and conclusions*, University of Pennsylvania Press, Filadelfia: 1-203.

SHIBATA, SHIONE

- 2016 I.8 Desarrollo arquitectónico en Tazumal, Nobuyuki Ito (ed.), Informe final de las investigaciones arqueológicas en el área de Tazumal de la zona arqueológica de Chalchuapa, entregado a la Dirección de Arqueología, Secretaría de Cultura de la Presidencia, San Salvador: 269-294.

SHIBATA, SHIONE Y ROCÍO HERRERA

- 2019 ¿Continuidad o abandono? El centro ceremonial de Tazumal, El Salvador C.A. después de la erupción del volcán Ilopango entre el siglo v-vi dC, *Koot* 10: 92-135. <https://www.lamjol.info/index.php/KOOT/article/view/6702> (consulta: 20 de marzo de 2020).

LA ACRÓPOLIS DEL SITIO ARQUEOLÓGICO SAN ANDRÉS, ARQUITECTURA DE TIERRA DEL PERIODO CLÁSICO EN EL VALLE DE ZAPOTITÁN, EL SALVADOR

Óscar Antonio Camacho Mayorga*

INTRODUCCIÓN

Para comprender el desarrollo constructivo en tiempos prehispánicos, es importante conocer y valorar el legado tecnológico heredado del pasado. En el presente capítulo se discutirá sobre el sitio arqueológico de San Andrés, ubicado en el valle de Zapotitán, en El Salvador, que alcanzó su máximo apogeo durante el Clásico. La arquitectura monumental de los basamentos piramidales demuestra que se consolidó como un centro ceremonial luego de la erupción del volcán Ilopango, ocurrida entre los siglos V y VI dC.

Este trabajo está enfocado principalmente en la secuencia de la llamada Acrópolis, pero toma en cuenta también las otras estructuras arquitectónicas más relevantes, fechadas durante su etapa de esplendor, con base en las excavaciones que se han realizado hasta la fecha, usando como eje central las etapas constructivas documentadas y los sistemas constructivos detectados.

Se describirán las técnicas de construcción observadas mediante las excavaciones en las áreas de la Acrópolis, la Gran Plaza y la Campana (Estructura 5), mediante comparación con los datos obtenidos de la arqueología de Chalchuapa, ubicado más al oeste, esperando contribuir a los conocimientos sobre la arquitectura del Clásico en la región occidental del país.

ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

El sitio arqueológico San Andrés fue un centro ceremonial ubicado en el valle de Zapotitán, municipio de Ciudad Arce, departamento de La Libertad (figura 1). Aunque la ocupación de este sitio rector podría remontarse a más de 2 500 años de antigüedad, su apogeo está fechado durante el Clásico (650-900 dC). Con una extensión estimada de 6 km², San Andrés

* Dirección de Arqueología del Ministerio de Cultura de El Salvador

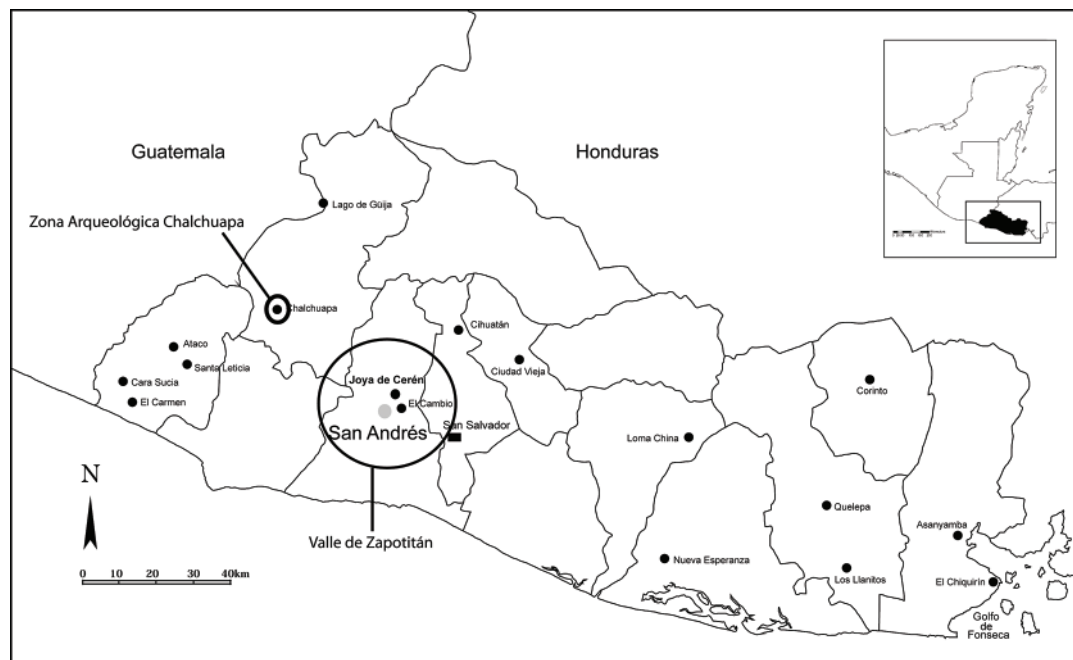


Figura 1. Ubicación de San Andrés en valle de Zapotitán, la zona arqueológica Chalchuapa y algunos de los principales sitios arqueológicos de El Salvador (O. Camacho).

está conformado por los siguientes conjuntos arquitectónicos: el grupo principal designado como Acrópolis, la Gran Plaza ubicada al norte del grupo principal, la Estructura 5 conocida localmente como La Campana debido a su forma, así como otras estructuras de escala menor (figura 2).

Para mayor detalle sobre la arquitectura y localización geográfica de San Andrés, véanse los artículos “Arquitectura de tierra en la frontera sureste maya: San Andrés en el valle de Zapotitán, El Salvador, C.A” de Ichikawa y Guerra y “Conservación de la arquitectura de tierra en San Andrés, El Salvador” de Ichikawa, en este volumen.

Los primeros reportes sobre la existencia de sitios prehispánicos en el área del valle de Zapotitán se remontan a 1892. En 1910, cuando un grupo de cartógrafos llevó a cabo mediciones en la antigua hacienda San Andrés, se habló de la existencia de varios montículos en sus descripciones (Cobos y Sheets 1997).

Entre 1940 y 1941 la llamada “Expedición Dimick”, bajo el auspicio del Middle American Research Institute de la Universidad de Tulane y a cargo de John Dimick, con la ayuda de Maurice y Muriel Ries y de Stanley H. Boggs, inició varias temporadas y proyectos de investigación en San Andrés. En esta época se realizaron las primeras labores de consolidación en algunas de las estructuras del sitio y hasta la fecha representan las excavaciones más intensas que se han realizado en el área monumental (Dimick 1941, Cobos y Sheets 1997, Amaroli 1996).

LA ACRÓPOLIS DE SAN ANDRÉS, EL SALVADOR

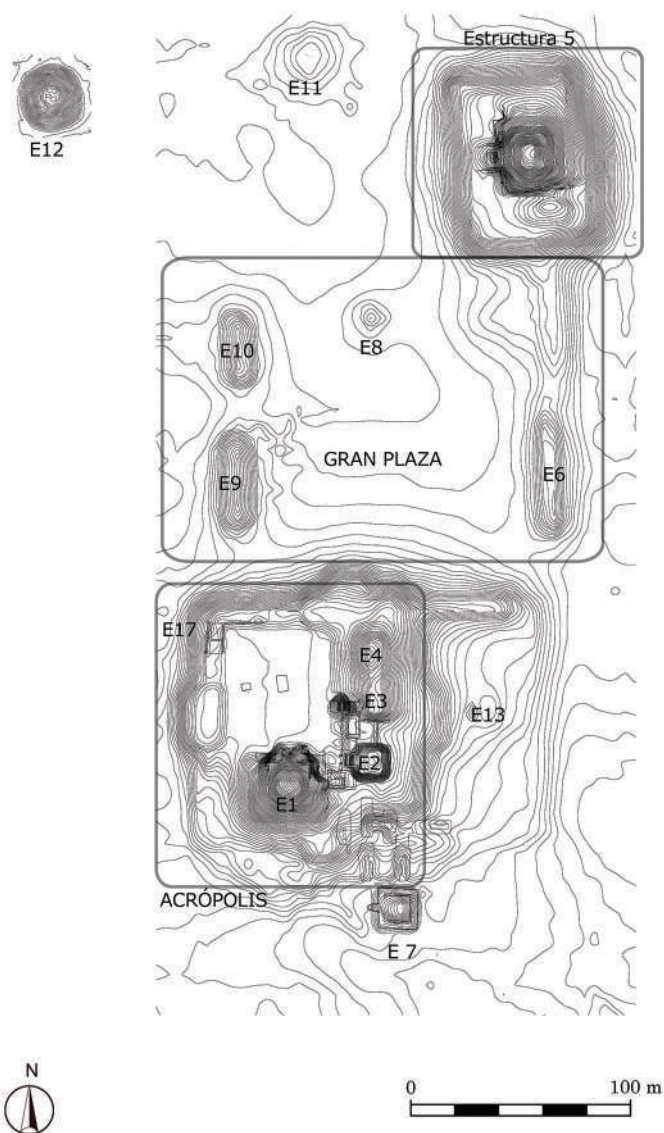


Figura 2. Plano de la zona monumental de San Andrés con el detalle de las estructuras y áreas discutidas en el presente artículo (O. Camacho).

En 1977 Jorge Mejía, bajo la dirección de Stanley H. Boggs, realizó investigaciones en la Estructura 7, las cuales fueron patrocinadas por la Dirección del Patrimonio Cultural. Dentro de este mismo proyecto se realizaron excavaciones en la trinchera (que aún permanece abierta) de la fachada oeste de la Estructura 3, con el objetivo de comprender el desarrollo constructivo de la Plaza Elevada que actualmente conocemos como la Acrópolis de San Andrés (Begley *et al.* 1997, Mejía 1984).

En 1990 el Dr. Boggs, jefe del Departamento de Arqueología de la Administración del Patrimonio Cultural, ordenó un sondeo junto al río Sucio, en la zona donde instalaría el parque arqueológico (Amaroli, 1996). Luego, en 1995, la extinta organización sin fines de lucro denominada Patronato Pro-Patrimonio Cultural, cuya gerente en ese momento era doña Ana Vilma de Choussy, patrocinó el proyecto denominado “Investigaciones arqueológicas en el área de nuevas instalaciones en el parque arqueológico San Andrés”, dentro del cual se llevaron a cabo excavaciones en el lugar donde se pretendía ubicar las nuevas instalaciones del parque, descubriéndose al oeste del río Sucio un obraje de añil que data de la época de la Colonia y que fue sepultado por la erupción de El Playón en 1658 (Amaroli 1996). Entre los años de 1996 y 1997 se realizó una segunda temporada de investigaciones en el obraje de añil, esta vez a cargo de Inez Leonthine Verhagen (Verhagen 1997).

También en 1996 se realizaron excavaciones en la Estructura 5, conocida como La Campana, y en la plaza asociada a ella que actualmente se conoce como la Gran Plaza. Esta temporada de investigaciones, denominada Proyecto arqueológico San Andrés, se ejecutó bajo el apoyo y financiamiento del Patronato Pro-Patrimonio Cultural, bajo la dirección de Christopher Begley y Timothy Sullivan (Begley *et al.* 1996). En 1997 se realizó una segunda temporada de excavaciones en la Estructura 5, La Campana, siempre a cargo de Christopher Begley, la cual incluyó también el “Montículo B” en la denominada Plaza Norte, y contó con el apoyo del arqueólogo Jeb Card (Begley *et al.* 1997). En el mismo año, Brian McKee inició una temporada de reconocimiento de la zona residencial de San Andrés en la zona ubicada al oeste de la Acrópolis y la Gran Plaza. En julio del mismo año, como resultado del reconocimiento, inició la excavación de un pozo de sondeo en un montículo ubicado en la zona (McKee 1997).

En el año 2007, la Fundación Nacional de Arqueología de El Salvador (Fundar) inició otra temporada de investigaciones a cargo del arqueólogo Paul Amaroli. En esta ocasión se investigó la Estructura 3, a través del método de túnel. Cabe mencionar que el informe de dicha investigación se encuentra en proceso de elaboración.

En el año 2011, a través de la entidad de gobierno encargada de la administración de parques arqueológicos inició el Proyecto Arqueológico San Andrés, coordinada por el entonces Departamento de Arqueología de la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural de la Secretaría de Cultura de la Presidencia. El proyecto se enfocó, desde el año 2011 hasta el año 2013, en realizar excavaciones en el Montículo 13, ubicado al este de la Acrópolis, identificando al menos tres etapas constructivas correspondientes al apogeo del sitio y antes del abandono del mismo. Los trabajos permitieron establecer que el desarrollo arquitectónico tuvo lugar en el Montículo 13 hacia el este (teniendo como punto de partida la Acrópolis) y que ocurrió entre el 600 y el 900 dC, temporalidad basada en el material cerámico encontrado y en la ubicación de la Estructura 13 bajo la Toba San Andrés que corresponde a la erupción de El Boquerón, fechada entre el 964 dC y 1040 dC (Ferrés *et al.* 2011).

En los años 2013, 2014 y 2015, se realizaron acciones de conservación para las estructuras 1, 2 y 17, ubicadas en la Acrópolis, desarrolladas de manera conjunta y en apoyo al proyecto de Akira Ichikawa, quien más adelante continuó las investigaciones en la Gran Plaza y la

estructura 5 (Ichikawa, este volumen). Desde 2015 hasta el 2019, se desarrollaron investigaciones en la Estructura 5, la Gran Plaza y las estructuras de sus alrededores, en el marco del “Proyecto Arqueológico en San Andrés y Cara Sucia, El Salvador, C.A.” a cargo de Akira Ichikawa, investigador visitante del Museo Nacional de Etnología/Estudios Comparativos de Antiguas Civilizaciones Americanas GRANT #26101003, financiado por la Sociedad Japonesa para la Promoción de Ciencia JSPS (por sus siglas en inglés).

LA ZONA MONUMENTAL DE SAN ANDRÉS

El área monumental de San Andrés se puede describir mediante dos zonas importantes: la primera es la Acrópolis, donde se ubican las estructuras 1, 2, 3, 4 y 17. La segunda está conformada por la Gran Plaza y la zona de la Estructura 5 o La Campana (figura 2).

LA ACRÓPOLIS

En sus trabajos Stanley Boggs la llamó “plaza meridional” y señaló en aquel entonces, que la mayor parte de las edificaciones del Grupo Principal, a excepción de la Estructura 7, usaron bloques de adobe hechos con molde, para el cuerpo de la construcción y estaban cubiertas con varias capas de mortero, parecidas al cemento (Boggs 1943).

La Acrópolis de San Andrés tiene cuatro basamentos piramidales. El mayor es la Estructura 1 (con unos 17 m de altura aproximada desde el nivel de superficie antes de la construcción de la Acrópolis). Según las excavaciones realizadas al frente de la Estructura 3, el desarrollo arquitectónico de la Acrópolis comenzó con la construcción de los basamentos piramidales y posteriormente se rellenó el espacio entre los mismos, elevando el nivel del suelo de ocupación durante el apogeo de San Andrés, en el Clásico tardío (650-900 dC). Por último, se construyeron elementos adosados a las estructuras principales, así como otras estructuras que delimitan el espacio elevado (figuras 2 a 5).

Se ha propuesto que el nivel entre las estructuras se elevó, para restringir a las personas comunes no sólo el acceso sino también la observación de las ceremonias y los rituales que se llevaban a cabo en dicho lugar. Por lo tanto, se piensa que la participación en las actividades que se desarrollaban en la plaza estaba reservada a un grupo selecto de personas, probablemente personajes importantes de la época y de la élite gobernante de San Andrés (Amaroli 2015, Ichikawa *et al.* en prensa).

LA GRAN PLAZA Y LA ZONA DE LA ESTRUCTURA 5 O LA CAMPANA

Las estructuras que integran la Gran Plaza son las 6, 7, 8, 9 y 10, así como la Campana (Estructura 5) (figura 2 y figura 6). Se ha planteado que este espacio pudo ser un mercado. Sin embargo, las excavaciones realizadas recientemente por Akira Ichikawa no han podido comprobar dicha hipótesis.



Figura 3. Vista hacia el sur de la Acrópolis donde se pueden apreciar las Estructuras 1, 2, 3 y 4, así como la conformación de la construcción de la misma (A. Ichikawa).



Figura 4. Estructuras 1 y 2 de la Acrópolis (Dirección de Arqueología del Ministerio de Cultura).

LA ACRÓPOLIS DE SAN ANDRÉS, EL SALVADOR



Figura 5. Estructura 2 con sus diferentes etapas constructivas
(Dirección de Arqueología del Ministerio de Cultura).



Figura 6. Estructura 5, conocida como La Campana
(Dirección de Arqueología del Ministerio de Cultura).

SECUENCIA DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

A continuación se describen los sistemas constructivos en el orden cronológico en que se utilizaron en el sitio.

NÚCLEO DE TIERRA CON REVESTIMIENTO DE PIEDRA

Las excavaciones en la Campana (Estructura 5) han documentado que la erupción del volcán Ilopango arrojó un material conocido localmente como tierra blanca joven (TBJ), que fue reutilizada luego de su deposición como materia prima para la construcción de montículos (TBJ secundaria). Este evento volcánico se ha interpretado en la arqueología de El Salvador como un evento catastrófico que causó el abandono de los sitios arqueológicos a inicios del Clásico (Dull *et al.* 2019, Ichikawa 2016, 2017). Sin embargo, las excavaciones recientes sugieren que no hubo un abandono generalizado, como por ejemplo en Tazumal, donde se ha encontrado un contexto que sugiere que la construcción no se detuvo cuando el evento ocurrió (Shibata y Herrera 2019). Akira Ichikawa propone que la ceniza se utilizó a manera de material constructivo compactado, previo a la etapa de núcleo de tierra con revestimientos de piedras. En este documento no ahondaremos al respecto ni discutiremos si corresponde a una etapa previa de la construcción; más bien reforzaremos la idea de que el sistema constructivo descrito como núcleo de tierra con revestimiento de piedra es, por ende, estratigráficamente posterior al evento volcánico del Ilopango, que según los análisis data aproximadamente de entre el 400-550 cal. dC. Por tanto, antes de este evento no sabemos cómo fue la construcción en San Andrés. En el caso de la Acrópolis, las excavaciones que se han realizado hasta el momento no han documentado una etapa constructiva previa. Se presume que Stanley Boggs obtuvo datos importantes relacionados con la erupción del Ilopango, pero que en aquel momento no entendió su relevancia debido a que no se tenían los conocimientos arqueológicos para identificarla y discutir al respecto, tanto en la cronología del sitio arqueológico como en la región.

NÚCLEO DE TIERRA CON REVESTIMIENTO DE ARGAMASA

Este sistema constructivo consiste en un núcleo de tierra con un revestimiento de una mezcla de barro, tierra, cal y una fracción importante de roca triturada de tamaño de arenas gruesas y gravillas de origen volcánico llamada piedrín o pómez negra; ha sido reportado, al igual que el caso anterior, en las excavaciones de la Estructura 5 o La Campana. Aunque se ha podido observar también en las excavaciones que se han realizado en la Acrópolis, los trabajos en La Campana han permitido establecer una relación estratigráfica por debajo del evento volcánico de Loma Caldera, mismo que sepultó la aldea prehispánica de Joya de Cerén hacia aproximadamente 650 cal. dC (Sheets 2006). Aunque es necesario tener más investigaciones al respecto y comparar información con las excavaciones en más sitios, la evidencia de la estructura 5 de San Andrés indica que la técnica se desarrolló antes de la

erupción de Loma Caldera. A pesar de su contemporaneidad, el tipo de argamasa característico de este periodo constructivo en San Andrés, un gran centro ceremonial, no aparece en Joya de Cerén, una aldea, donde los acabados son de barro sobre muros de bajareque y tierra apilada (Sheets 2002, 2006). Por lo tanto, puede ser un desarrollo tecnológico propio de la arquitectura monumental.

NÚCLEO DE ADOBES Y REPELLOS DE ARGAMASA

Este tipo de construcción es la que más se conoce, ya que coincide con el apogeo del sitio arqueológico y es la etapa más superficial del desarrollo arquitectónico del Clásico tardío (650-900 dC), después de la erupción de Loma Caldera, como se ha logrado establecer estratigráficamente en La Campana. Es necesario confirmar si la técnica de los adobes existe desde antes de dicha explosión o si en efecto se puede ubicar en un momento cronológicamente posterior al evento volcánico. Esta técnica se utilizó de forma masiva durante el Clásico tardío del 650-900 dC (Cobos y Sheets 1997, Amaroli 2015, Ichikawa 2017) y abarca dos etapas documentadas en La Campana, al menos cuatro etapas documentadas en las estructuras 1, 2, 3 y 4 de la Acrópolis, una etapa en la estructura 6 situada al este en La Gran Plaza y al menos tres etapas en la estructura 13 situada al este de la Acrópolis (Amaroli 1996, Boggs 1943, Begley *et al.* 1996, Camacho y Díaz 2014, Cobos y Sheets 1997).

Según el arqueólogo Paul Amaroli, los rellenos de la arquitectura monumental de San Andrés consisten en la colocación de bloques de adobes, probablemente hechos con moldes, y que por su tamaño variable suponemos se fabricaron en varios talleres. Considera que los miles de adobes necesarios para las construcciones se obtuvieron mediante el pago de tributo de las comunidades sujetas al reino de San Andrés. Según el investigador, para la construcción de la Acrópolis se utilizaron aproximadamente 600 000 adobes puestos en capas para elevar la plaza original, hasta formar una acrópolis. Para compensar la diferencia en los tamaños entre cada capa de adobes, se colocaron varios centímetros de mortero de barro (Amaroli 2015).

Stanley Boggs menciona la existencia de al menos cuatro etapas constructivas documentadas mediante sus excavaciones en las estructuras piramidales, las cuales reflejan el desarrollo arquitectónico durante el apogeo de San Andrés y reportan el uso de adobe (Boggs 1943, Amaroli 2015). Por otro lado, excavaciones en el Montículo 13 han identificado al menos tres construcciones o etapas al este de la Acrópolis (Camacho y Díaz 2014). De acuerdo con estas investigaciones, se confirma que, efectivamente, la construcción de la Acrópolis debió requerir un gran esfuerzo, tomando en cuenta el volumen de la construcción.

REVESTIMIENTOS DE ARGAMASA Y DECORACIONES EN LOS EDIFICIOS

En cuanto a la aplicación de los repellos, se pueden identificar al menos tres capas en las últimas etapas constructivas tanto de la Estructura 1 como de la 17 de la Acrópolis. Hay una discusión sobre la manera de interpretar estas capas: podrían representar tres etapas de mantenimiento de los edificios o podrían ser la forma habitual de aplicar el recubrimiento

sobre el núcleo en el momento de la construcción. Yo propongo que la aplicación ocurrió en el momento de la construcción: la primera, colocada inmediatamente sobre el núcleo, que en el caso de la Acrópolis es de adobe; la segunda capa es la que se aplica para dar el grosor deseado al repello y la última capa corresponde al acabado fino del repello. Lo anterior posiblemente no obedeció a cambios en la mezcla empleada, sino a la técnica en el momento de la aplicación. En el área de Chalchuapa también se han registrado tres capas de repello en el sitio arqueológico Casa Blanca (comunicación personal, Shione Shibata, 2016). Además de la aplicación de múltiples capas de repello, también hay decoraciones modeladas que se pueden observar en las últimas etapas constructivas de la Acrópolis. En la Estructura 1 se han documentado bandas decorativas de círculos y el uso generalizado de cornisas en los cuerpos de la estructura, que parece ser una “doble cornisa”. Según Amaroli, se edificaron hileras de cuartos formando una “L” en los lados norte y poniente en la Acrópolis, que se puede identificar como arquitectura palaciega. En el exterior de Los Aposentos (estructura 17) se decoró con los signos en forma de “T” llamados “ik” que en el mundo maya se asocian con palacios. Este símbolo de realeza podía ser apreciado desde cierta distancia fuera de la Acrópolis para resaltar su estatus de palacio (Amaroli 2015). Al igual que la “doble cornisa”, estos rasgos son elementos locales, consecuencia de la adopción del sistema constructivo durante la etapa del apogeo del sitio arqueológico. Por último, cabe destacar que, entre las cúspides de los basamentos piramidales, después de construir la Acrópolis, se construyó un muro vertical entre las estructuras 2 y 3.

NÚCLEO DE TIERRA CON REVESTIMIENTO DE BLOQUES DE TOBA CORTADA

Este sistema constructivo parece ser de los últimos adjudicados al Clásico tardío y, por tanto, al final del apogeo del sitio arqueológico. La estructura representativa de este sistema constructivo es la 7 (figura 7). Muchos investigadores describen este sistema como una forma de expresión que demuestra la relación de San Andrés con el sitio arqueológico Copán ubicado en Honduras (Amaroli 2015). Se utilizó en las estructuras adosadas a los basamentos piramidales de la Acrópolis (figura 8) (Dimick 1941).

Los eventos volcánicos y las excavaciones realizadas en las 3 áreas mencionadas han permitido identificar cuatro sistemas constructivos (figura 9). Sin embargo, quedan aún otras zonas sin investigar tanto de San Andrés como del valle de Zapotitán; sería necesario realizar el análisis de su material cultural (incluida su arquitectura) para afinar una cronología integral del sitio arqueológico. Existen casos de hallazgos fortuitos y reportes de sitios nuevos que se espera aporten nuevos datos relacionados con la arqueología regional.

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS FINALES

Salvo la cornisa, los elementos decorativos observados en la construcción de los edificios en San Andrés no han sido registrados hasta el momento en los sitios arqueológicos del área de

LA ACRÓPOLIS DE SAN ANDRÉS, EL SALVADOR



Figura 7. Estructura 7, construida con núcleo de tierra y revestimiento de bloques de toba cortada (Dirección de Arqueología del Ministerio de Cultura).



Figura 8. Edificación adosada la Estructura 1, construida cuando el nivel del suelo se elevó para conformar la Acrópolis (Dirección de Arqueología del Ministerio de Cultura).

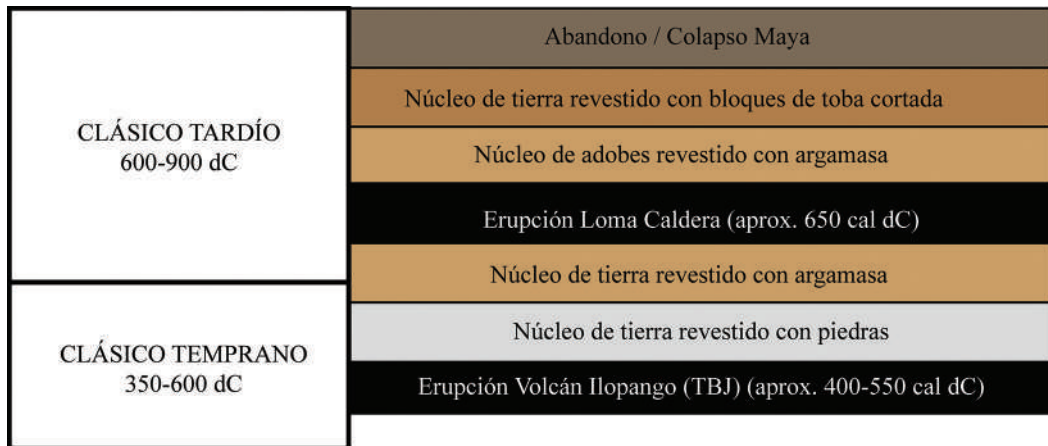


Figura 9. Resumen de los cuatro sistemas constructivos discutidos en el documento y relacionados con el Clásico tardío de San Andrés (O. Camacho).

Chalchuapa, en el departamento de Santa Ana. Considerando que la técnica de construcción con tierra tenía una tradición más antigua en la zona de Chalchuapa que en el valle de Zapotitán, surge la hipótesis de que la técnica, ya establecida en sitios arqueológicos como Casa Blanca y Tazumal en Chalchuapa, llegó a San Andrés, al menos después de la erupción del volcán Ilopango, ocurrida entre los siglos V y VI dC, y antes de la erupción del volcán Loma Caldera que sepultó la aldea prehispánica de Joya de Cerén en el 650 dC. Así, es posible que la técnica de la cornisa para decorar los edificios haya viajado desde la zona de Chalchuapa en algún momento y que San Andrés la adaptara a nuevas formas, siendo el ejemplo más preciso, el de la “doble cornisa”.

De ser cierta esta hipótesis, el uso de adobe en la construcción de la Acrópolis se pudo haber adoptado del área de Chalchuapa y reemplazó los preceptos locales, los cuales respondían a núcleos de tierra con revestimientos de piedras cortadas. El aparejo de los adobes realizado en la Acrópolis de San Andrés parece ser más riguroso en cuanto a la colocación, aplicación del mortero y densidad de la base estructural, en comparación con lo observado en los sitios Casa Blanca y Tazumal, en la zona arqueológica de Chalchuapa. Por otro lado, la evidencia arqueológica sostiene que, en la época prehispánica, para el caso de la construcción del Clásico tardío en San Andrés, posiblemente contaban con la tecnología tanto para cortar la piedra para revestimientos, como para elaborar los moldes que permitieron la elaboración de adobes de manera masiva sin dejar de lado la calidad de los mismos.

Los cuatro sistemas constructivos propuestos para el apogeo de San Andrés y relacionados con el Clásico tardío, reflejan la diversidad de tecnologías presentes en la época y por consiguiente deben ser entendidas en una línea de tiempo considerable, que permita la coherencia con lo complejo de las construcciones realizadas por los antiguos pobladores del valle (ver arriba figura 2). Aunado a ello, hay que considerar que algunos grupos llegaron a dominar la técnica mediante el ensayo y error (y no de manera casual como en algunos casos se tiende a pensar).

Los sitios con arquitectura de tierra son frágiles y vulnerables ante las condiciones de climas tropicales, por lo tanto, es lógico que las construcciones requerían mantenimiento cuando fuese necesario. Todos estos elementos en la actualidad nos dan la pauta para mencionar que los pobladores de aquel entonces realizaban toda una planificación de sus ciudades, pues tenían que considerar estos aspectos. En el valle de Zapotitán se encuentran muchos otros sitios arqueológicos que poseen construcciones con tierra, como Joya de Cerén, ubicado en el municipio de San Juan Opico Chuchucato, en el municipio de Sacacoyo y El Cambio en el municipio de San Juan Opico, todos del departamento de La Libertad, por lo que las investigaciones se deben orientar a obtener datos que nos permitan comprender el desarrollo del conjunto de asentamientos en el mismo valle.

Como último aspecto y no menos importante, se debe mencionar que conocer estos sistemas constructivos es vital para proteger y conservar de manera adecuada el patrimonio arqueológico. Los trabajos modernos orientados a conservar estos edificios utilizan técnicas tradicionales que dan la pauta para discutir sobre las técnicas de construcción en la época prehispánica. Lo anterior debería permitir establecer criterios para las intervenciones de conservación y restauración del patrimonio cultural en los casos de las estructuras hechas de tierra.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las Autoridades del Ministerio de Cultura de El Salvador y a toda la Dirección de Arqueología de este Ministerio. También a los señores Aminto Sagastume y Pedro Ismael Girón. Al proyecto Estudios comparativos de antiguas civilizaciones americanas GRANT #26101003 financiado por la Sociedad Japonesa para la Promoción de Ciencia JSPS (por sus siglas en inglés). Al proyecto Conacyt # 254328: "Identificación de una tecnología prehispánica de construcción con tierra cruda" de la Universidad Nacional Autónoma de México, a cargo de la Dra. Annick Daneels, a quien también agradezco el apoyo en el estudio de muestras constructivas.

BIBLIOGRAFÍA

AMAROLI, PAUL

- 1996 Investigaciones arqueológicas en el área de nuevas instalaciones en el Parque Arqueológico San Andrés, Informe, Patronato Pro-Patrimonio Cultural, San Salvador.
- 2015 *Arqueología de El Salvador*, Fundación Nacional de Arqueología de El Salvador, San Salvador.

BEGLEY, CHRISTOPHER, TIMOTHY SULLIVAN, LINDA BROWN, AIXA WILSON Y KATHRYN SAMPECK

- 1996 Proyecto arqueológico San Andrés, Informe 1996, tomo I, informe, Patronato Pro-Patrimonio Cultural, San Salvador.

ÓSCAR ANTONIO CAMACHO MAYORGA

BEGLEY, CHRISTOPHER, ROBERTO GALLARDO, JEB CARD, AIXA WILSON, LINDA BROWN Y NICHOLAS HERRMANN

1997 Proyecto arqueológico San Andrés, Informe 1997, Patronato Pro-Patrimonio Cultural, San Salvador.

BOGGS, STANLEY H.

1943 Notas sobre las excavaciones en la Hacienda San Andrés, Departamento de la Libertad, *Tzunpame* III (1): 104-126.

CAMACHO, ÓSCAR Y HUGO DÍAZ

2014 Proyecto arqueológico San Andrés, Temporada 2012, Bárbara Arroyo, Luis A. Méndez Salinas y Andrea Rojas (eds.), *XXVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala 2013*, Ministerio de Cultura y Deportes, Instituto de Antropología e Historia, Asociación Tikal, Guatemala: 571-580. <http://www.asociaciontikal.com/wp-content/uploads/2017/07/Simp28-35-Camacho-y-Diaz.pdf> (consulta: 28 de marzo de 2020).

COBOS, RAFAEL Y PAYSON SHEETS

1997 *San Andrés y Joya de Cerén. Patrimonio de la Humanidad*, Grupo Inmobiliario BANCASA, San Salvador.

DIMICK, JOHN

1941 Notes on excavations at Campana San Andrés, El Salvador, *Year Book of the Carnegie Institution of Washington* 40: 298-300.

DULL, ROBERT A., JOHN R. SOUTHON, STEPHEN KUTTTEROLF, KEVIN J. ANCHUKAITIS, ARMIN FREUNDT, DAVID B. WAHL, PAYSON SHEETS, PAUL AMAROLI, WALTER HERNÁNDEZ, MICHAEL C. WIEMANN Y CLIVE OPPENHEIMER

2019 Radiocarbon and geologic evidence reveal Ilopango as source of the colossal “mystery” eruption of 539/40 CE, *Quaternary Science Review* 222. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.07.037>, (consulta: 20 de marzo 2020).

FERRÉS, DOLORES, HUGO DELGADO GRANADOS, WALTER HERNÁNDEZ, CARLOS PULLINGER, HUGO CHÁVEZ, RAFAEL CASTILLO TARACENA Y CARLOS CAÑAS DINARTE

2011 Three thousand years of flank and central vent eruptions of the San Salvador volcanic complex (El Salvador) and their effects on El Cambio archeological site: a review based on tephrostratigraphy, *Bulletin of Volcanology* 73 (7): 833-850.

ICHIKAWA, AKIRA

2016 ¿Cuándo y cómo fue la erupción del volcán Ilopango, El Salvador?: síntesis desde la óptica arqueológica, *Journal of the School of Letters, Nagoya University* 12: 23-43.

LA ACRÓPOLIS DE SAN ANDRÉS, EL SALVADOR

- 2017 Secuencia constructiva de La Campana (Estructura-5), San Andrés, El Salvador, *Journal of the School of Letters, Nagoya University* 13: 45-55.
- ICHIKAWA, AKIRA, JUAN MANUEL GUERRA CLARÁ, ÓSCAR CAMACHO Y HIROAKI YAGI
En prensa Una milenaria historia entre las erupciones volcánicas; sitios arqueológicos San Andrés, valle de Zapotitán, El Salvador, Kazuo Aoyama y Rodrigo Liendo Stuardo (eds.), *Mesoamérica: el estudio de sus procesos de transformación social desde una perspectiva de larga duración*, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- MCKEE, BRIAN
1997 Informe preliminar sobre el reconocimiento de la zona residencial, sitio arqueológico San Andrés. Informe entregado al Departamento de Arqueología del Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, San Salvador, Departamento de Arqueología, San Salvador.
- MEJÍA, JORGE
1984 Las ruinas de San Andrés, excavaciones en la Estructura-7, *Flama* 14: 33-48.
- SHEETS, PAYSON D.
2002 *Before the volcano erupted: the ancient Cerén village in Central America*, University of Texas Press, Austin.
2006 *The Cerén site: An ancient village buried by volcanic ash in Central America* (2da edición), Thomson Wadsworth, Belmont.
- SHIBATA, SHIONE Y ROCÍO HERRERA
2019 ¿Continuidad o abandono? El centro ceremonial de Tazumal, El Salvador C.A. después de la erupción del volcán Ilopango entre el siglo V-VI d.C., *Kóot* 9 (10): 92-135.
- VERHAGEN, INEZ
1997 Proyecto San Andrés: investigaciones arqueológicas en el obraje de añil, octubre 1996 a enero 1997, Informe preparado para el Patronato Pro-Patrimonio Cultural, San Salvador.

ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA FRONTERA SURESTE MAYA: SAN ANDRÉS EN EL VALLE DE ZAPOTITÁN, EL SALVADOR

Akira Ichikawa*
Juan Manuel Guerra**

INTRODUCCIÓN

Este capítulo aborda el desarrollo arquitectónico del sitio arqueológico San Andrés, a partir de las investigaciones realizadas en el sector norte del sitio, a fin de fortalecer algunos conocimientos relacionados con la arquitectura de tierra prehispánica en Mesoamérica. Este sitio fue un centro regional, político, económico y religioso ubicado en la frontera sureste maya cuyo esplendor está registrado durante el Clásico tardío (650-900 dC). En este trabajo se propone que el desarrollo y la renovación de las técnicas de construcción de las estructuras hechas de tierra fueron dos aspectos relevantes para alcanzar tal apogeo. De acuerdo con nuestras investigaciones, la primera edificación pública inició después de la erupción del volcán de Ilopango (entre los años 400/450 dC), con un montículo hecho de tierra compactada y apisonada utilizando la ceniza proveniente de la misma erupción. La técnica de repello de argamasa se introdujo posteriormente alrededor de 600 dC. Por último, se adoptó la técnica de adobe moldeado y se construyeron la mayoría de estructuras del sitio, como la Acrópolis. Durante su apogeo se puede observar que se usaron técnicas de construcción con tierra, repellos de argamasa compactada, incluyendo decoraciones tanto en los repellos como elementos esculpidos en piedra, así como diferentes tamaños y composiciones de los adobes utilizados. La técnica de construcción es importante para comprender la organización social en el momento de la construcción y las relaciones políticas entre las aldeas y pueblos de esta área durante el Clásico.

El presente artículo tratará también de las experiencias de trabajo registradas durante las excavaciones en la arquitectura de tierra en San Andrés a través de las investigaciones realizadas por los autores desde el año 2015 hasta el 2018. Los autores desean argumentar

* Departamento de Antropología, Universidad de Colorado, Boulder; Centro de Investigación para Patrimonio Cultural y Texto, Universidad de Nagoya

** Dirección de Arqueología del Ministerio de Cultura de El Salvador

la importancia de los conocimientos empíricos de la gente local que sabe cómo manejar la tierra como materia prima para la construcción actual y que aportó información valiosa tanto para las investigaciones como para la conservación de los sitios arqueológicos con arquitectura prehispánica de tierra.

CONDICIONES DE MEDIO AMBIENTE Y CLIMA

El sitio arqueológico San Andrés se ubica en el municipio de Ciudad Arce, departamento de la Libertad, El Salvador, Centroamérica, en un área conocida como el valle de Zapotitán, que también alberga otros sitios arqueológicos que poseen arquitectura de tierra, como Joya de Cerén, El Cambio y Chuchucato (figura 1). El valle de Zapotitán, también conocido como valle de San Andrés, está situado en el altiplano occidental, entre el lago de Coatepeque y el volcán de San Salvador. Ocupa parte del municipio de El Congo, en el departamento de Santa Ana, parte de los municipios de Izalco, San Julián y Armenia, en el departamento de Sonsonate y parte de los municipios de Ciudad Arce, San Juan Opico, Colón y Sacocoyo, en el departamento de La Libertad.

El valle de San Andrés abarca una superficie aproximada de 546 km² y no se limita a la zona de la planicie misma, sino que incluye la cuenca alta del río Sucio (Black 1983, Escamilla 2000, OEA 1974). Su vasta planicie es el remanente de un lago del Pleistoceno y se encuentra limitada al norte por un desagüe (dividido por deposiciones volcánicas del Pleistoceno), al sur por la Cordillera del Bálsamo, al este por el complejo volcánico de San Salvador (aprox. 1900 msnm) y al oeste por el complejo volcánico de Santa Ana (aprox. 2400 msnm), el cual tiene una elevación de entre 400 y 450 m sobre el nivel del mar (Black 1983). Como se encuentra rodeado por los complejos volcánicos en este valle, se han registrado múltiples episodios de erupciones (Ferrés *et al.* 2011). Se ubica en la zona climática de tierras tropicales (sabanas tropicales cálidas), con temperatura anual promedio de 24.8 ° C y precipitación anual de aproximadamente 1500 mm, mientras que la humedad relativa es del 77% (MARN 2015). El año se divide en dos épocas: el “invierno” con la época de lluvia de mayo a octubre y el “verano” o época de seca de noviembre a abril, cuando a veces ocurren vientos fuertes, conocidos localmente como “nortes”.

Al igual que otras áreas centroamericanas, la flora y fauna son muy diversas, aunque actualmente el desarrollo de las ciudades ha tenido un impacto negativo drástico. Según el estudio de Howard E. Daugherty (1969: 41-47) y Payson Sheets (2006: 6-7), la mayor parte del área del valle de Zapotitán está actualmente cubierta por un denso bosque caducifolio, regado por las lluvias de la época invernal. Los árboles nativos más comunes son el bálsamo (*Myroxylon balsamum*), madre cacao (*Gliricidia sepium*), ceiba (*Ceiba pentandra*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), amate (*Ficus spp.*), volador (*Terminalia abocata*), ramón (*Brosimum terrabanum o alicastrum*) y cedro (*Cedrela spp.*). El bosque, siempre verde, por lo general se desarrolla cercano a las fuentes de agua. También se encuentran varios árboles frutales como el aguacate, jocote, nance, papaya, zapote y anona.

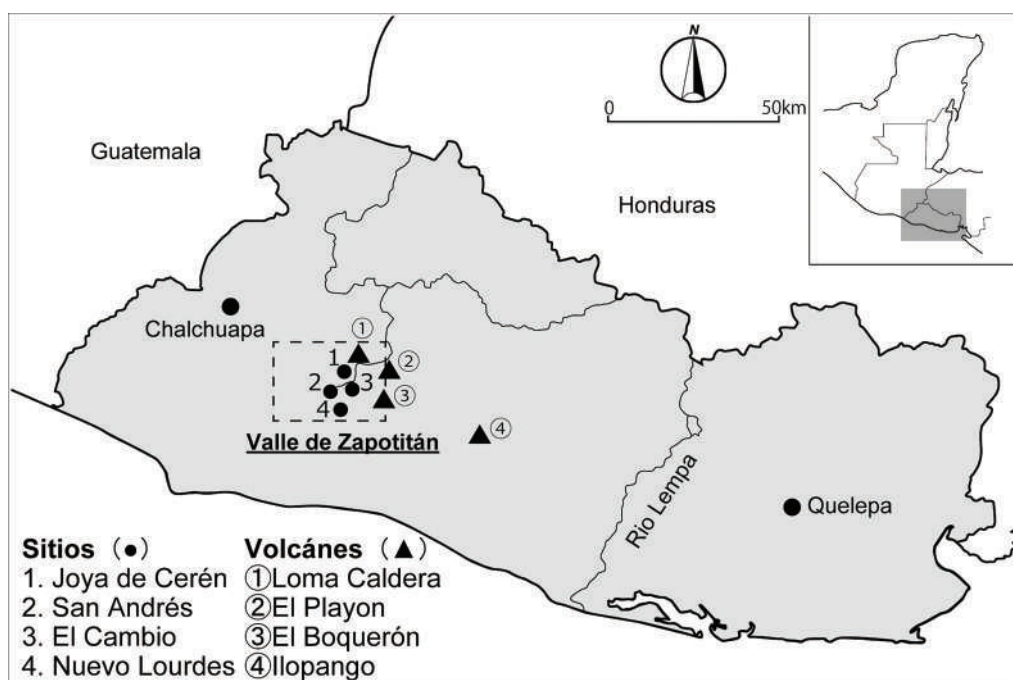


Figura 1. Mapa de El Salvador (A. Ichikawa).

En este valle se encuentran varios ríos y arroyos. A unos 6 km al oeste del sitio de San Andrés existía un lago o área pantanosa conocida como lago de Zapotitán, que pudo servir como una importante fuente de agua para los pobladores de valle. Actualmente ya no existe debido a obras de drenaje en años recientes, por lo que durante la época prehispánica el paisaje ecológico fue distinto al actual.

La fauna antigua debió de ser variada. Gracias a la zooarqueología, así como a representaciones zoomorfas en material arqueológico y las fuentes etnohistóricas, se puede comprender un poco de la misma (Brown 1991, Daugherty 1969). Según estos estudios, se puede plantear la existencia durante la época prehispánica del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el coyote (*Canis latrans*), el conejo (*Sylvilagus floridanus*), el zorro (*Urocyon cinereoargenteus*), el pecarí (*Tayassu tajacu*), el mono, el jaguar, la ardilla, el cocodrilo, la serpiente, la iguana, el sapo, el cangrejo, varias especies de peces y aves (buitre, búho), entre otros. Algunos animales pudieron haber sido domesticados, como el perro y el pato (Brown 1991).

TIPOS DE SUELO

INFORMACIÓN GENERAL DEL VALLE DE ZAPOTITÁN

La actual planicie del valle de Zapotitán se formó a partir del relleno de la depresión formada por la abertura del Graben Central. Esta depresión fue ocupada después por un lago, que se

fue azolvando con material lávico y piroclástico de las erupciones del Coatepeque y el San Salvador, volcanes situados en los extremos oeste y este del valle (Cárcamo y Mata Bennett 2009: 44). Alrededor de estos volcanes se encuentran varias capas de lava y ceniza provenientes de diversas erupciones del Pleistoceno. Por tanto, es posible observar la presencia de varias fuentes de rocas ígneas extrusivas o volcánicas (material piroclástico) y rocas sedimentarias (aluviones con intercalaciones de material piroclástico).

La fisiografía del valle de Zapotitán se puede dividir en planicies aluviales y planicies de piedemonte. Las planicies aluviales se forman por terrazas de río y abanicos aluviales disecados por el sistema de drenaje. El relieve es bajo y la topografía varía de plana a ligeramente ondulada, con pendientes del 1 al 8%. La erosión varía de suave a moderada y en cuanto a los suelos, las capas inferiores están constituidas por aluviones arenosos de material piroclástico y coluviones arcillosos con diferentes estados de cementación (OEA 1974). Debido a ello, la actividad principal que se realiza en la actualidad en este valle es la agricultura, ya que la tierra aluvial y lacustre es adecuada para tal fin.

En cuanto a las planicies de piedemonte, las pendientes predominantes varían del 5 al 10%, pero existen pendientes mayores del 20% en las áreas más disectadas y aledañas a las quebradas. En lo referente a los suelos, las capas inferiores están formadas por estratificaciones de talpetate¹ y otros materiales de origen volcánico, como escoria y ceniza pomecítica. El drenaje externo es moderado y el interno es bueno. Los suelos pertenecen a los grandes grupos regosol y regosol aluvial. Existen también planicies antiguas moderadamente disectadas, de topografía alomada, con suelos del gran grupo latosol arcillo rojizo. Los suelos predominantes son los grandes grupos regosol y regosol aluvial y en menor grado, latosol arcillo rojizo y gley húmico (OEA 1974).

En la zona del valle se reportan varios eventos volcánicos importantes: la erupción del volcán Ilopango entre los siglos V y VI (Dull *et al.* 2019; Ichikawa 2016); la erupción de Loma Caldera hacia 650 cal dC, que sepultó la aldea prehispánica de Joya de Cerén (McKee 2007); la erupción de El Boquerón alrededor del 1000 dC, que se ubica estratigráficamente arriba del abandono de San Andrés; y otras dos erupciones, de los volcanes El Playón en 1658 y El Boquerón en 1917 (Ferrés *et al.* 2011). Todos estos eventos determinaron la formación de los diferentes tipos de suelo en el valle. En la actualidad existen grandes depósitos de pómez negra (conocido localmente como “balastre” o “casajo”) proveniente de la erupción ocurrida en 1917, que se extraen del lugar conocido como El Jabalí, al noroeste del volcán de San Salvador y aproximadamente 5 km al este del sitio arqueológico San Andrés. Con esta fecha, es difícil proponer que este yacimiento haya servido como cantera para las construcciones del Clásico tardío. Como hipótesis, se plantea que el material proviene de la actividad volcánica de Loma Caldera, que se encuentra en el valle. Otro ejemplo en la misma área es la laguna de Chanmico, que en el pasado fue un cráter de origen volcánico. Como la zona arqueológica de Chalchuapa tenía sus propias fuentes de materias primas, no se descarta la posibilidad de

¹ “Talpetate” es un conglomerado poroso, blanquecino o amarillento que –cortado en bloques o sillares, como la cantera– se emplea en la construcción de casas o bardas (Gendrop 1997: 197).

que este sitio compartiera sus recursos con San Andrés. Sin embargo, estos aspectos no han sido investigados hasta la fecha. En la actualidad, cerca del municipio de Ciudad Arce se pueden observar algunos talleres de fabricación de adobe, probablemente como una actividad económica derivada del acceso a las materias primas en la zona.

ESTRATIGRAFÍA DEL SITIO ARQUEOLÓGICO SAN ANDRÉS

San Andrés está ubicado entre los ríos Sucio y Agua Caliente (figura 2). El nivel de suelo donde se desplantaron las estructuras prehispánicas se encuentra a más de un metro por debajo del nivel de la superficie actual. La estratigrafía del sitio varía dependiendo del lugar que se trate. Hasta el momento, es bastante claro que la mayoría de estructuras del sitio se construyeron arriba de las capas volcánicas de la erupción del Ilopango llamada tierra blanca joven (TBJ). Las estructuras se edificaron directamente encima de dichas capas o a veces quitándolas para luego construir. Debajo de la capa de TBJ hay capas de tierra del color café oscuro (7.5YR 5/3) con gravillas amarillentas y material cultural. Dichas capas tienen alrededor de 1 m de grosor, aunque esto no se ha registrado de la misma manera en los lugares donde se asentaron las estructuras. Brian McKee menciona que debajo de la TBJ se encuentran surcos de cultivos (McKee 2007). Dicha tierra es de mejor calidad que la actual para la producción agrícola.

Debajo de estas capas con material cultural se registra el nivel estéril de la siguiente forma y por orden estratigráfico (figura 3): tierra limo-arcillosa café oscura y compacta, mezclada con talpetate (10YR 4/2); tierra limo-arcillosa café oscura con poca gravilla y compacta (7.5YR 5/3); tierra limo-arcillosa café oscura sin piedrín y compacta (10YR 4/2); tierra limo-arenosa café oscura (10YR 4/2); capa de arena gris-azul muy suelta (10bj 4/1); tierra arcilla-limosa café oscura compacta (10YR 3/2); tierra limo-arcillosa café amarillenta no muy compacta (5Y 7/4) y por último tierra arcilla-limosa café-gris (2.5Y 9/1).

Es notorio el uso de pomez y arcilla como materia prima en la construcción de San Andrés; el uso de cal en las mezclas es un aspecto que todavía debe ser discutido y que necesita de mejores estudios. Como se mencionó en párrafos anteriores, las erupciones volcánicas locales y en las regiones cercanas al valle, y los suelos arcillosos locales, facilitaron la obtención de las materias primas para la construcción con tierra.

CRONOLOGÍA, CULTURA Y CONTEXTO SOCIO-POLÍTICO

San Andrés está integrado por los siguientes conjuntos arquitectónicos: el grupo principal designado como Acrópolis, la Gran Plaza (o Plaza norte) ubicada al norte del grupo principal, la Estructura 5 conocida localmente como “La Campana” debido a su forma, así como otras estructuras de escala menor (figura 2). Mediante el reconocimiento arqueológico, el área del sitio se ha estimado en por lo menos 3 km² y, si se incluyen otros sitios menores ubicados alrededor de San Andrés, tendría una extensión total de aproximadamente 10 km² (Black 1983: 80). Alrededor de San Andrés se encuentran otros sitios arqueológicos importantes,

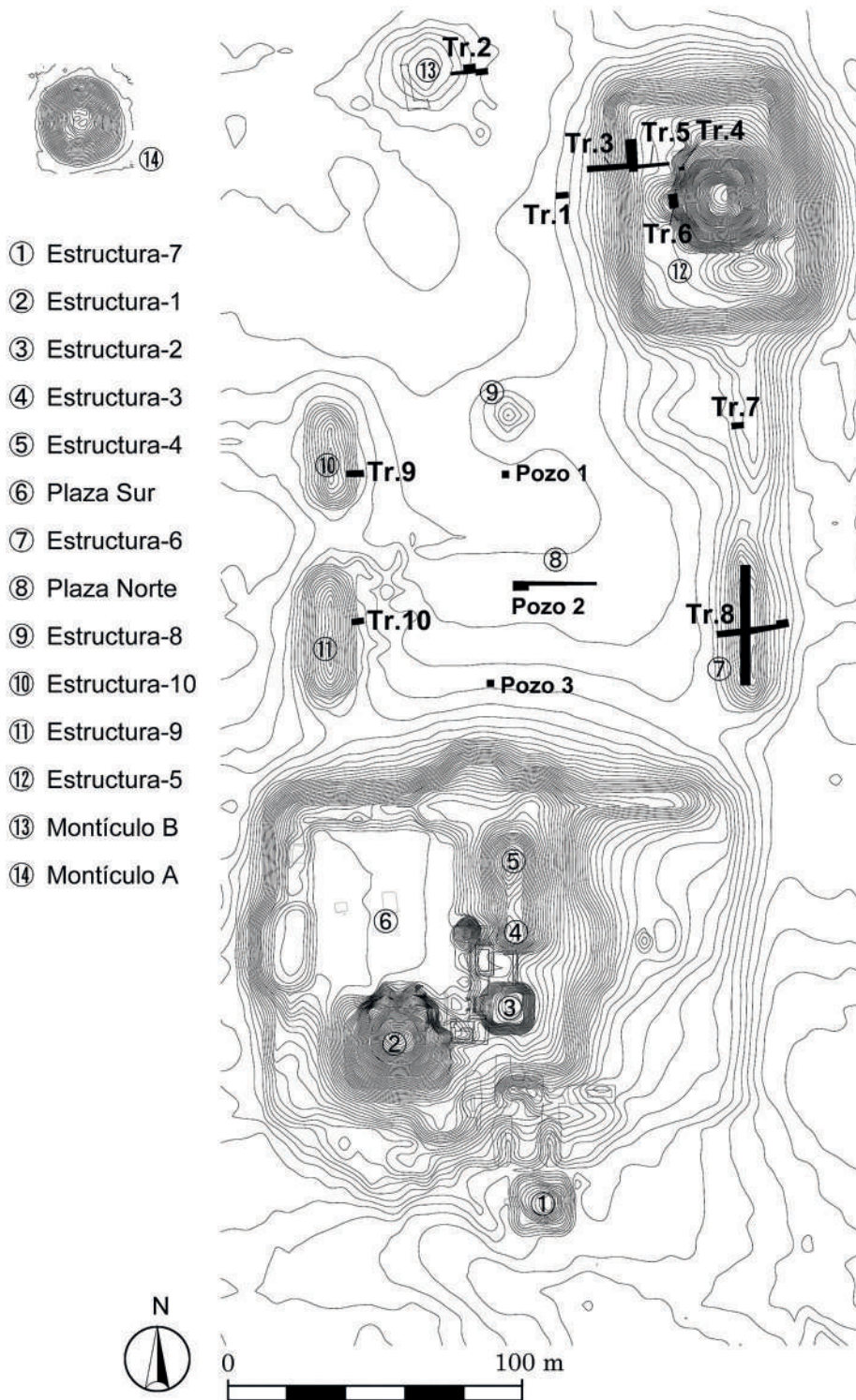


Figura 2. Plano del sitio arqueológico San Andrés (A. Ichikawa).

ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA FRONTERA SURESTE MAYA

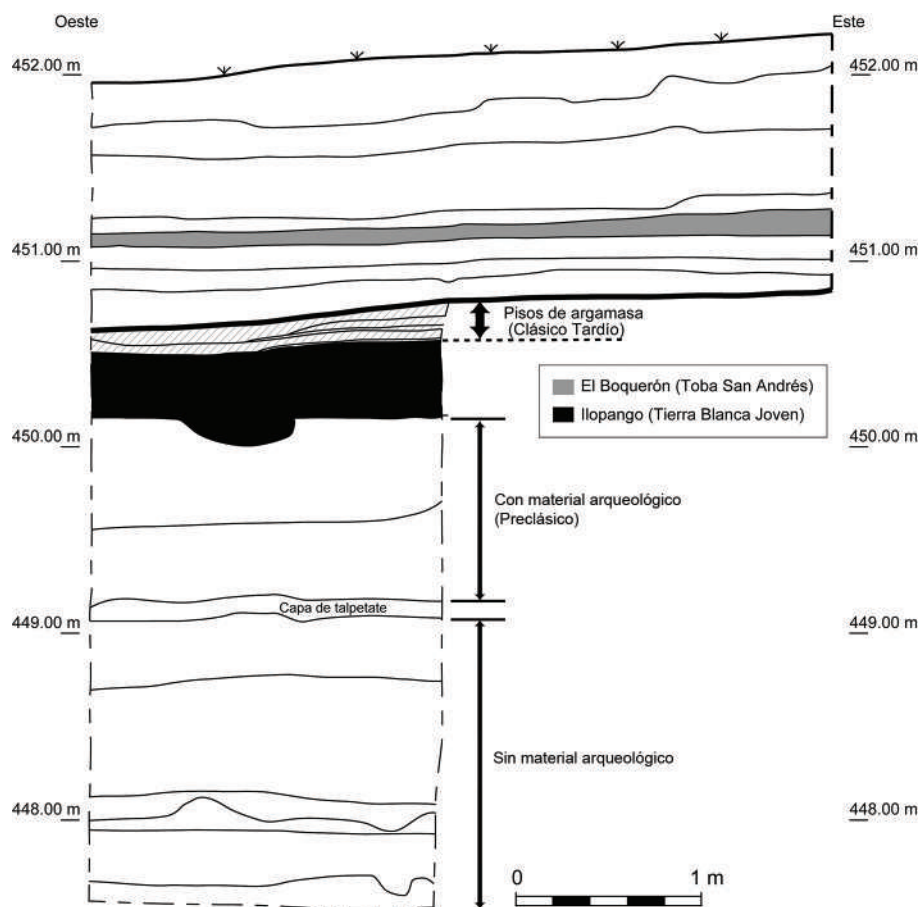


Figura 3. Corte estratigráfico de la Trinchera 1 (A. Ichikawa).

con ocupaciones que abarcan desde el Preclásico hasta el Postclásico, como Joya de Cerén, El Cambio, El Chahüite, Chanmico, Nuevo Lourdes Poniente y Chuchucato, entre otros. En general, San Andrés es considerado como un centro regional, político, económico y religioso del Clásico tardío (Amaroli 1996, Black 1983, Boggs 1943, Mejía 1984), con una población estimada en el valle de Zapotitán entre 40 000 y 100 000 habitantes (Black 1983: 82).

Aunque su auge se sitúa, sin lugar a dudas, en el Clásico tardío, San Andrés tiene una larga historia (figura 4). Según los análisis cerámicos, estratigráficos y los datos de radiocarbono (Ichikawa y Guerra 2018), la historia de San Andrés se puede remontar hacia el 600 aC, es decir al Preclásico medio, o incluso más temprano. Durante esa etapa, San Andrés probablemente fue un asentamiento pequeño, sin edificaciones comparables con los periodos posteriores. En lo que concierne al estilo cerámico observado en las excavaciones que se han realizado en San Andrés, se puede proponer una similitud con la zona arqueológica de Chalchuapa, en cuanto a una tradición cerámica continua, pero ambos sitios mantienen sus propias manifestaciones culturales, a pesar de que se encuentren en regiones cercanas (Ichikawa y Guerra 2018: 445). Aunque algunas propuestas sostienen que la erupción del

	Copan (Willey et al. 1994)	Chalchuapa (Sharer 1978)	Zapotitán (Beaudry 1983)	San Andrés		Eventos volcánicos
				Cerámica	Estructura	
1200		Ahal				
1100	Ejar	Matzin		Fase IV	Bloques de piedra	El Boquerón
1000						
900						
800	Coner	Payu	Estrato "E"	b	Adobe + Argamasa	Loma Caldera
700	Cueva		Estrato "G"	Fase III		
600						
500	Acbi	Xocco		a	Piedra + Ceniza Argamasa + Tierra ?	Ilopango
400					Tierra + Ceniza	
300	Bijac	Vec			(Tierra ?)	
200			Estrato "I"	Fase II		
100		Tardío				
d.C		Caynac	(Estrato "I" ?)			
I		Temprano				
a.C.	Chabij					
100						
200		Chul		Fase I		
300						
400						
500	Uir	Kal				
600						
700						

Figura 4. Esquema cronológico de San Andrés y otros sitios (A. Ichikawa).

volcán Ilopango (400/450 dC)² afectó drásticamente la ocupación prehispánica en la región (Sheets 1983), las últimas investigaciones en la Estructura 5 de San Andrés sugieren que fue en este momento cuando se construyó el primer edificio público con tierra y ceniza. Este punto se discutirá a detalle más adelante. Para el año 550 dC, se tiene evidencia de un edificio con revestimiento hecho de piedra sobre un núcleo de tierra.

Alrededor del 650 dC ocurrió la erupción del volcán Loma Caldera, que sepultó completamente la aldea prehispánica de Joya de Cerén. Dicho evento se pudo registrar también en San Andrés. Después de la erupción, en San Andrés se construyeron varios edificios públicos con bloques de adobe y recubiertos con repellos de argamasa.³ Considerando aspectos como las dimensiones y las técnicas de construcción, se puede proponer que existió una organización

² En este artículo se aplica 400/450 cal dC con base en la revisión de Ichikawa (2016). Sin embargo, una revisión reciente fecha la erupción del volcán Ilopango en 539-540 dC (Dull *et al.* 2019).

³ El término "argamasa" empleado en este artículo se refiere a una mezcla de arcilla y/o tierra y pómez negra, este último en mayor porcentaje. Esto difiere de la definición del diccionario de la Real Academia Española: "mortero hecho de cal, arena y agua, que se emplea en las obras de albañilería".

social muy compleja, que permitió el desarrollo de tales obras. En los contextos correspondientes a este periodo se han registrado restos óseos con deformación craneal y decoración dentaria, esculturas de piedra en forma de serpiente y de yugo, así como cerámica policroma como Copador, Ulúa y Nicoya. El hallazgo arqueológico más sorprendente fue registrado en 1977 en la Estructura 7: un pedernal excéntrico con la forma de un personaje, junto con una espina de mantarraya y conchas del género *Spondylus*, etc. (Mejía 1984). Este hallazgo sostiene la propuesta acerca de las relaciones políticas que San Andrés mantuvo con las élites mayas de otras ciudades durante el Clásico tardío (650-900 dC).

Si bien aún no se conocen las causas del ocaso de este sitio, las investigaciones apuntan a que San Andrés tuvo un declive en su ocupación antes de la erupción de El Boquerón, aproximadamente en el 1000 dC (Camacho y Díaz 2014, Escamilla 2000). Sin embargo, se reportaron vasijas con estilo cerámico de origen foráneo, como el Mixteca-Puebla y la cerámica plomiza, en niveles por arriba del material volcánico. En cuanto a la arquitectura, se observa un cambio drástico en la forma de construir, que demuestra una cultura distinta a la del periodo anterior. Esto se puede deber a un fenómeno migratorio proveniente del Altiplano Central de México o de otros lugares con otro tipo de elementos culturales.

TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

Con base en las investigaciones realizadas hasta la fecha (Amaroli 1996, Begley *et al.* 1996, 1997, Boggs 1943, Ichikawa 2017, McKee 2007), se puede reconstruir parte del desarrollo arquitectónico de San Andrés a través del tiempo.

Los datos que se ilustran en este artículo se basan tanto en las investigaciones arqueológicas en San Andrés dirigidas por especialistas, como en las fuentes bibliográficas y documentales relativas a este sitio. Los presentes autores han realizado excavaciones durante los años 2015-2018 en la Estructura 5 (La Campana), así como en la Gran Plaza y las Estructuras 6, 7, 9 y 10. Además, para este artículo el Lic. Óscar Camacho, del Departamento de Arqueología del Ministerio de Cultura de El Salvador, compartió los datos recabados en la investigación realizada entre los años 2011 y 2012 en la Estructura 13, ubicada al oeste del grupo Acrópolis.

TÉCNICA DE TIERRA Y CENIZA COMPACTADA

Aunque hay material arqueológico y estructuras hechas de tierra en el valle de Zapotitán antes de la erupción del volcán Ilopango, la primera edificación pública identificada hasta el momento en San Andrés fue construida después de este evento, utilizando la técnica de tierra y ceniza compactada. Es una subestructura que se encontró en la Estructura 5, cuya forma completa desafortunadamente aún no se conoce por lo restringido de las excavaciones (figura 5). Probablemente esta estructura fue renovada en distintas ocasiones, a juzgar por la presencia de varios niveles que pueden ser interpretados como pisos. Por la ubicación estratigráfica, los datos de radiocarbono y el material cultural, sabemos que las estructuras

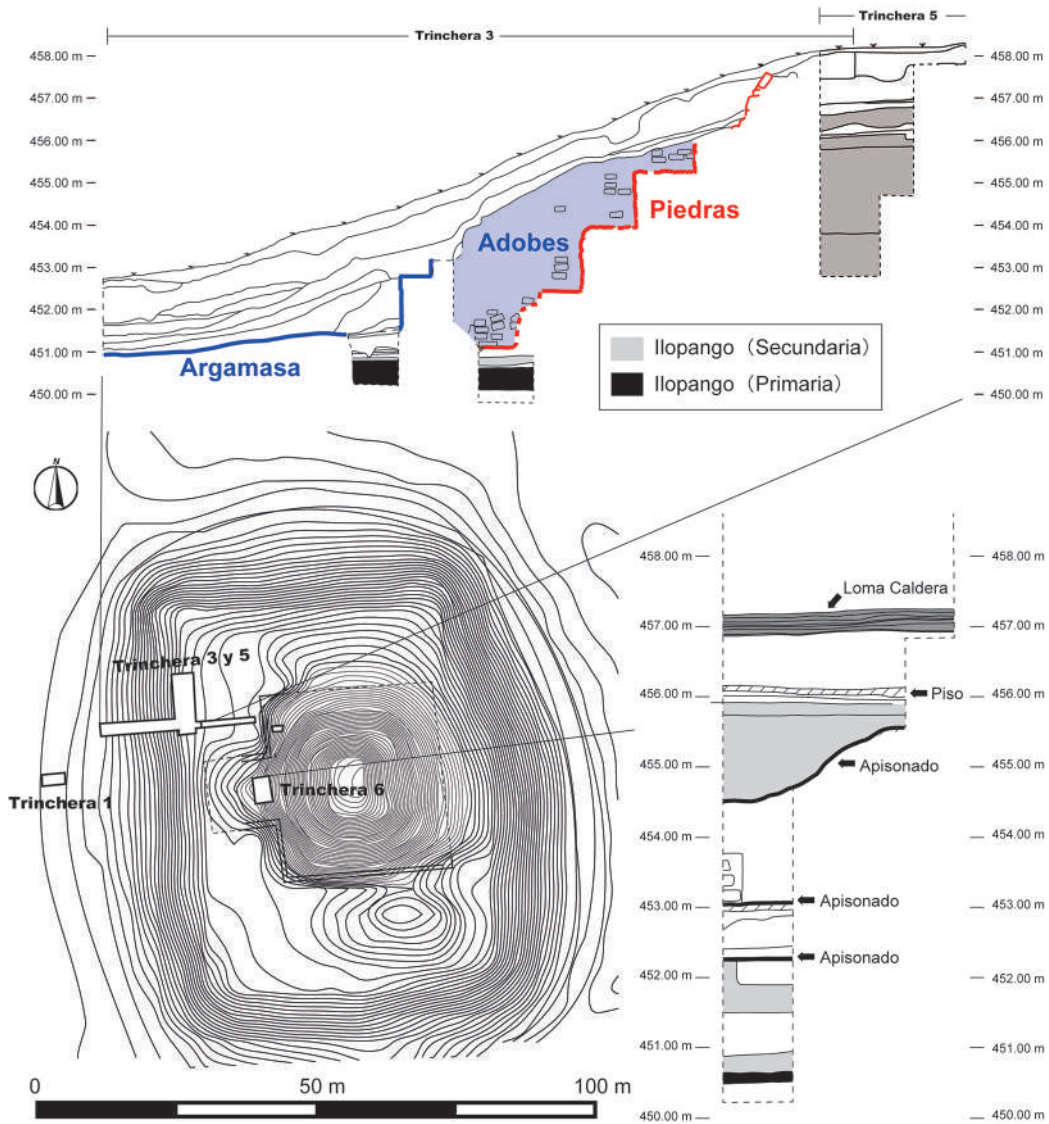


Figura 5. Cortes estratigráficos de la Estructura 5 (A. Ichikawa).

construidas utilizando la técnica de rellenos compactados datan de aproximadamente entre 400/450-550 cal dC.

Es muy importante señalar que la ceniza volcánica del Ilopango fue utilizada también como material constructivo (figura 6). Dicha ceniza es localmente conocida como “tierra blanca joven” (TBJ), debido a que corresponde a la última erupción del volcán Ilopango registrada en la geología de la región. Según la estratigrafía observada en distintos sondeos en San Andrés, el grosor de la capa primaria de la ceniza del Ilopango varía entre un mínimo de 0 cm a un máximo de 52 cm, con un promedio de unos 20 cm de espesor. Las capas más delgadas probablemente indican lugares donde extrajeron la ceniza para construir las primeras



Figura 6. Capas de ceniza del Ilopango como material constructivo (A. Ichikawa).

edificaciones del sitio, utilizándola como material constructivo. Las capas alternadas de tierra y de ceniza contienen poco material cerámico. Esto es distinto de las estructuras de tierra en Chalchuapa, donde la frecuencia de material cultural es mayor. Esta tendencia podría significar que había otro principio de preparación del material constructivo en aquel tiempo.

TÉCNICA DE TIERRA APISONADA

En la Estructura 5 se detectó una etapa constructiva hecha de tierra y ceniza compactada, cuya superficie fue apisonada (figura 5). En el corte se observó una capa de tierra de unos 5 cm de grosor, con poca cantidad de pómez negra, localmente conocido como “balastre” o “casajo”, que se interpretó como un apisonado. Aunque contiene pómez negra, es diferente del repello de argamasa que se aplicó en la época posterior. Se registraron al menos tres capas o niveles de tierra apisonada en la misma estructura. Lo anterior se puede interpretar de dos

formas: primero, que lo observado es parte de un proceso de construcción en el que se nivelaba y compactaba el relleno cuidadosamente a cada cierta altura. La segunda interpretación sugiere que hubo etapas constructivas diferentes, hasta alcanzar la altura de unos 5 m o más. Si éste fuese el caso, entonces se tendrían tres etapas superpuestas en una misma estructura, algo que es muy común en la tradición mesoamericana.

TÉCNICA CON NÚCLEO DE TIERRA Y CENIZA CON REVESTIMIENTO DE PIEDRA CORTADA

Durante la larga historia de San Andrés, los pobladores antiguos construyeron las estructuras a base de tierra y ceniza, revestidas con piedra cortada. En las excavaciones de la Estructura 5 se encontró una etapa que muestra el inicio del revestimiento con piedras cortadas, formando la transición entre la técnica de tierra compactada y la técnica de bloques de adobes y argamasa (figura 7). Esta transición es importante debido a que se puede relacionar con la adopción de la técnica de mampostería y la fabricación de adobes de molde, como parte de un mismo concepto de aparejo hecho con unidades regulares, adaptada a los nuevos materiales.



Figura 7. Revestimiento de piedra bajo de la estructura construida por adobes y argamasa (A. Ichikawa).

El núcleo de la estructura con revestimiento de piedras se formó con un gran volumen de ceniza volcánica del Ilopango y las piedras se colocaron directamente encima de la ceniza compactada.

La construcción con revestimiento de piedra se encuentra estratigráficamente entre las estructuras de tierra compactada y las capas de cenizas provenientes de la erupción de Loma Caldera (aprox. 650 cal dC). Con esto se argumenta que la edificación con este tipo de revestimiento y las construcciones en el sitio arqueológico Joya de Cerén eran contemporáneas, si bien en Joya de Cerén las estructuras fueron construidas con bajareque y tierra (Sheets 2006). Hasta el momento, no se ha registrado ni documentado en el valle de Zapotitán ni en la zona occidental de El Salvador este tipo de construcción con revestimiento de piedra antes de la erupción de Loma Caldera. A pesar de que se debe investigar más al respecto, se propone tentativamente que el uso de piedra es una técnica que llegó a esta zona desde el valle de Copán, Honduras, al norte, o desde Quelepa, El Salvador, al este.

La construcción con revestimiento de piedras requirió el uso de bloques, entre los que se identificaron dos formas, unos cortados de forma cuadrada y otros de forma irregular, pero con la cara plana. El tamaño de las piedras varía entre aproximadamente 30-60 cm de largo, 10-40 cm de ancho y 10-20 cm de grosor. Se utilizaba argamasa de tierra para acomodar las piedras e integrarlas (sisa).

Es difícil, por el momento, explicar el motivo por el que la construcción con revestimiento de piedras fue sustituida de manera repentina por la técnica de núcleos de basamentos hechos de bloques de adobe y repellados con argamasa. Sin embargo, la idea de los revestimientos con piedra careada pudo derivar en una oportuna invención y aplicación de la utilización de bloques de adobes moldeados para ser aparejados en el núcleo de las estructuras en San Andrés.

TÉCNICA DE NÚCLEOS DE ADOBES Y REPELLOS DE ARGAMASA

La mayoría de estructuras de San Andrés se construyeron utilizando la técnica de bloques de adobe y argamasa. Esta arquitectura es la que más se ha investigado, debido a que coincide con el apogeo del sitio arqueológico. La técnica de mampostería de bloques de adobes pegados con argamasa comenzó a utilizarse antes de la erupción de Loma Caldera y fue recurrente durante el Clásico tardío (650-900 dC).

LOS ADOBES

Los bloques de adobe funcionan como el núcleo constructivo de las estructuras. Cada adobe está, al parecer, hecho de tierra, barro, cascajo blanco y fibras de plantas (zacate). Aunque es necesario realizar análisis químicos, la observación directa sugiere el uso de diversas materias primas debido a la variedad de colores y grado de dureza en las muestras extraídas durante las excavaciones realizadas por los autores y en lo que se aprecia en los perfiles de algunas de las trincheras trazadas para entender el desarrollo arquitectónico del sitio.

Es importante mencionar que los fabricantes antiguos de adobes usarían marco o molde, probablemente hecho de madera (figura 8). Según la observación visual de los adobes recuperados en la excavación, presentan huellas que indican el uso del marco: hay estrías de desmolde verticales en los costados del bloque, que tiene una forma regular y bien definida en sus cuatro esquinas. Aunque se presume que se fabricaron utilizando moldes, el tamaño de los adobes varía. En un principio, existía la hipótesis de que el tamaño de los adobes estaba estandarizado por decisión de algunos grupos, respondiendo a una medida acordada. Sin embargo, otros investigadores han señalado que el tamaño de los adobes encontrados en la Estructura 5 no era uniforme: el largo varía entre 46-64 cm, el ancho entre 25-35 cm y el grosor entre 15-18 cm (Begley *et al.* 1997: 21). Estas cifras casi coinciden con los datos tomados en los adobes completos recuperados a través de nuestra investigación: 46-69 cm de largo, 23-36 cm

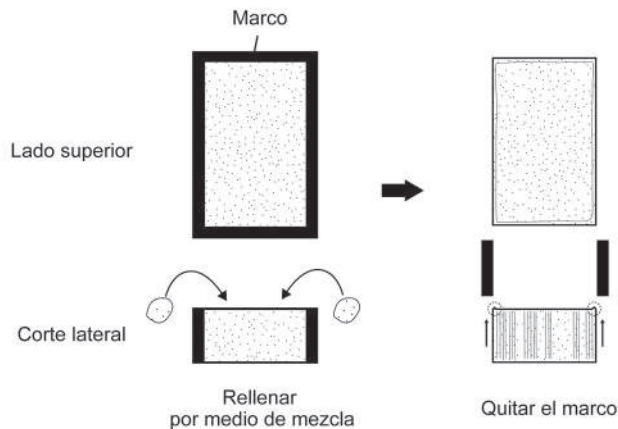
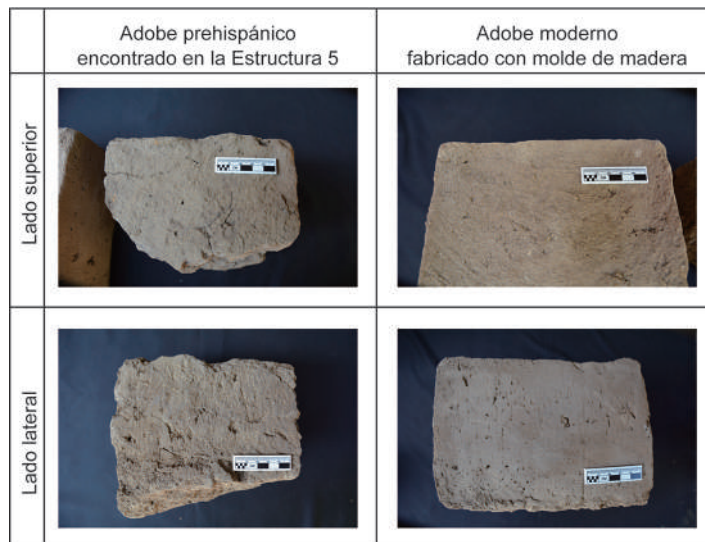


Figura 8. Comparación entre un bloque de adobe encontrado en la Estructura 5 y un adobe moderno hecho en molde de madera (A. Ichikawa).

de ancho, 12-16 cm de altura ($n = 13$). Además, hay cierta tendencia estadística en las medidas de adobes medidos a partir de los dibujos de perfil y planta de Belgey 1996 y 1997 y de nuestra investigación ($n = 516$) (figura 9). Sin embargo, se puede establecer que no hay tamaños estandarizados. Esto quiere decir que, aunque utilizaban molde, el tamaño del adobe era variado, lo que implicaría la participación de diferentes grupos, familias y/o personas en la fabricación de adobes (como ya lo sugería Amaroli, ver abajo).

En sus trabajos, Stanley Boggs describió como “plaza meridional” lo que conocemos actualmente como la Acrópolis de San Andrés (figura 10). El investigador señaló en aquel entonces, que la mayoría de edificaciones presentes en este Grupo Principal, a excepción de la Estructura 7, tienen un núcleo de adobes moldeados, cubierto con varias capas de mortero, parecidas al cemento (Boggs 1943: 107). El aparejo de los adobes observado en la Acrópolis de San Andrés, es más riguroso en cuanto a la colocación, aplicación del mortero y densidad de la base estructural, que lo observado en la zona arqueológica de Chalchuapa (ver Shibata, este volumen).

La Acrópolis de San Andrés tiene cuatro estructuras piramidales, la mayor es la Estructura 1 (con unos 17 m de altura aproximada sobre el nivel de superficie antes de la construcción de la Acrópolis). Boggs menciona la existencia de al menos cuatro etapas constructivas documentadas mediante sus excavaciones en las estructuras piramidales, que reflejan el desarrollo arquitectónico durante el apogeo de San Andrés (Boggs 1943). Por otro lado,

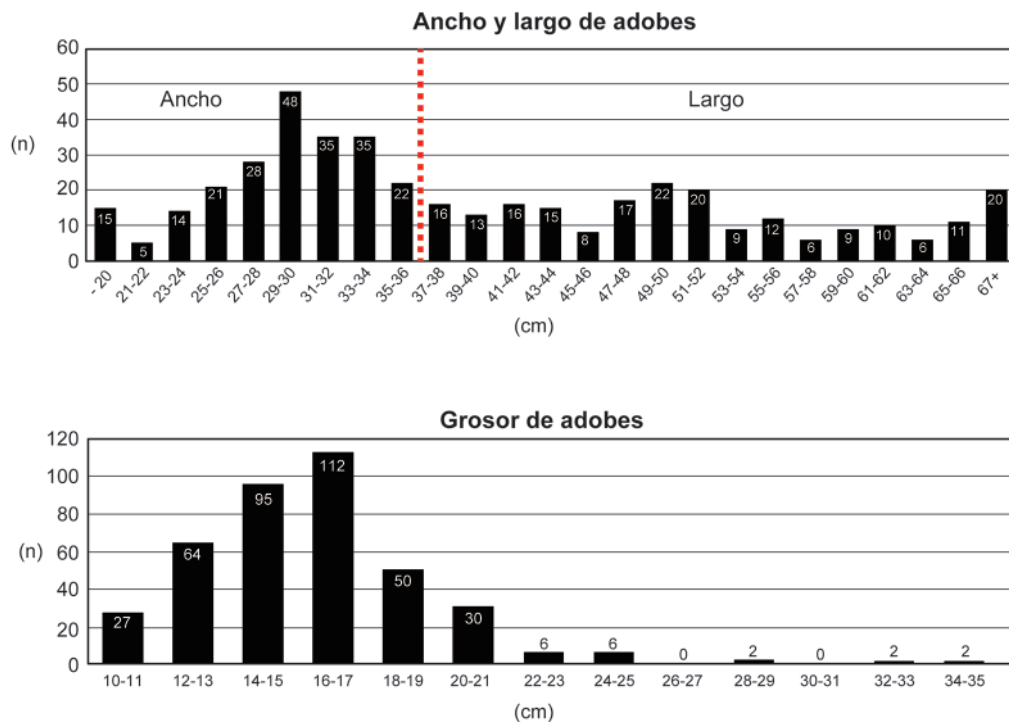


Figura 9. Cuadro de medidas de adobes (A. Ichikawa).



Figura 10. Acrópolis de San Andrés (A. Ichikawa).

las excavaciones que Camacho realizó en la Estructura 13, identificaron al menos tres construcciones o etapas al este de la Acrópolis (Camacho y Díaz 2014). El nivel de ocupación se elevó durante el apogeo de San Andrés, en el Clásico tardío y luego se construyeron elementos adosados a las estructuras principales, así como otras estructuras que delimitan el espacio elevado. Se presume que el motivo de elevar el nivel entre las estructuras, fue para restringir el acceso de las personas comunes a las ceremonias y rituales que se llevaban a cabo en dicho lugar y que no se debían observar desde las afueras de la misma. Por lo tanto, se piensa que tales actividades se reservaban a las élites de San Andrés (Amaroli 2015, Ichikawa *et al.* en prensa, Camacho en este volumen).

Según Amaroli, los rellenos de la arquitectura monumental de San Andrés consisten en la colocación de bloques de adobe que probablemente fueron hechos con molde, pero su tamaño variable reflejaría la existencia de varios talleres, ya que se utilizaron miles de adobes en las construcciones. Esto podría ser interpretado como un sistema tributario impuesto a las comunidades sujetas al reino de San Andrés. Amaroli estima que para la construcción de la Acrópolis se necesitaron aproximadamente 600 000 adobes puestos en capas para elevar la plaza de la Acrópolis hasta su nivel actual. Entre cada capa de adobes se colocaron varios centímetros de mortero de barro (Amaroli 2015: 210).

LOS REPELLOS LISOS Y EN RELIEVE

En cuanto a la aplicación de los repellos, se identifican al menos tres capas de aplicación en la última etapa constructiva tanto de la Estructura 1 como de la 17 de la Acrópolis (figura 11). Este hecho no responde a etapas constructivas diferentes, ni a reparaciones o mantenimiento



Figura 11. Repello aplicado en la Estructura 17 (O. Camacho).

en la época prehispánica, sino más bien a la técnica de aplicar el repello en el momento de la construcción, marcando tres capas: la primera es la que se coloca inmediatamente sobre la base, que para el caso de la Acrópolis es el núcleo de adobes; la segunda es la que se aplica para dar el grosor al repello y la última capa es la que corresponde al acabado. Lo anterior no parece obedecer a cambios en la mezcla empleada, sino en la aplicación directa luego de tener lista la base de adobes. Lo anterior fue comparado con casos en la zona arqueológica de Chalchuapa, encontrándose hallazgos similares en el sitio arqueológico Casa Blanca, donde también se ha interpretado las tres capas como la forma de aplicar del repello (comunicación personal, Shione Shibata 2016).

En la misma la técnica de repello se ejecutaron las decoraciones en relieve en la arquitectura que se pueden observar en las últimas etapas constructivas del sitio, específicamente en los aposentos de la Acrópolis (ver Camacho, este volumen) (figura 12).

DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LOS EDIFICIOS DE SAN ANDRÉS

LA ESTRUCTURA 5

En el caso de la Estructura 5 o La Campana, la técnica de argamasa se aplicó antes de la erupción de Loma Caldera (figura 13). La subestructura, cuya forma completa se desconoce,



Figura 12. Decoración de repello en la Estructura 1 de la Acrópolis (A. Ichikawa).

tiene una banqueta de 0.78 m de ancho, 1.9 m de largo y 0.5 m de alto; su repello de argamasa contiene una gran cantidad de pómez negra, tierra y barro. Éstos son los mismos materiales observados en las construcciones más tardías descritas arriba y la superficie es totalmente compactada y de buena calidad. El núcleo de esta subestructura es de tierra y no de bloques de adobe, como fue lo común después de la erupción de Loma Caldera.

Al igual que la Acrópolis, la Estructura 5 fue modificada varias veces después de que se estableciera la técnica de construcción con bloques de adobe y repellos de argamasa característicos del Clásico tardío. En su forma final, consiste en una plataforma grande, encima de la cual se erigió una pirámide escalonada y una pequeña estructura (denominada Estructura 5A). Según el último levantamiento arquitectónico de la Estructura 5, las dimensiones de la última etapa constructiva de la plataforma son de aproximadamente 77 m norte-sur, 67 m este-oeste y 7 m de altura. La base de la pirámide escalonada tiene aproximadamente 35 m norte-sur y 40 m este-oeste (incluida la escalinata y la estructura adosada) y su altura alcanza los 13 m. En el caso de la estructura piramidal, hasta el momento se pueden apreciar al menos tres etapas constructivas (Begley *et al.* 1997: 31-34). En la plataforma se observan por lo menos dos etapas de construcción que utilizaron bloques de adobe y argamasa. Varias capas de repello en los pisos indican el proceso de preparación o reparación del mismo durante la época prehispánica. La fachada de la estructura se encuentra en el lado oeste. A pesar de que todavía está en proceso de investigación, la plataforma parece tener una sola escalinata ubicada al sur de la fachada y de la pirámide escalonada.

Aunque no se pudo determinar la forma debido al estado de conservación, fue posible reconocer la técnica de repello en la última etapa constructiva del primer cuerpo de la plataforma (figura 14). El primer cuerpo consiste en un muro vertical con cornisa, al cual se adosó una pequeña banqueta en la base. La altura del primer cuerpo es de 1.4 m y el ancho del rellano o andador es de 0.7 m. La banqueta tiene 0.36 m de altura y 0.8 m de ancho. La cornisa está formada mediante el engrosamiento de la capa de repello de argamasa y tiene 0.32 m de altura. Se observan al menos dos capas de repello de argamasa, con un grosor total de 5 cm; estas podrían ser parte un mismo repello aplicado en dos capas, o una capa original y otra de mantenimiento o restauración durante la época prehispánica. El repello de argamasa contiene abundante piedrín y está compactado.

La plataforma tiene el mismo repello de argamasa aplicado a la pirámide escalonada (figura 15). Debido al grado de erosión de los cuerpos superiores, la información sólo pudo ser tomada del primer cuerpo, protegido por la capa de derrumbe. Al igual que la plataforma, el primer cuerpo de la pirámide consiste en un muro vertical con cornisa. La altura del primer cuerpo es de 1.1 m y el ancho del andador es de 0.7 m. La cornisa se formó mediante el engrosamiento de la capa de repello de argamasa y tiene una altura de 0.32 m. Algunas partes del muro y de la cornisa estaban en estado frágil, probablemente debido a la erosión y a que estaban sepultados.



Figura 13. Banqueta hecha de argamasa encontrada en la Estructura 5 (A. Ichikawa).



Figura 14. Repello de argamasa de la Plataforma de la Estructura 5 (A. Ichikawa).



Figura 15. Cuerpos de la estructura piramidal de la Estructura 5 (A. Ichikawa).

LA GRAN PLAZA

La Gran Plaza (o Plaza norte) abarca un área que comprende el grupo Acrópolis y la Estructura 5 (La Campana), así como las cinco estructuras alargadas asignadas como Estructuras 6, 7, 8, 9 y 10. Sus dimensiones (excluyendo el grupo de la Acrópolis), son 124 m este-oeste y 105 m de norte-sur, por lo que tiene un área aproximada de 13 020 m². Hasta hoy sólo se han realizado las excavaciones en tres pozos estratigráficos que se ubicaron en el sector norte, sector centro y sector sur (figura 2).

Éstas registraron la existencia de un piso de argamasa que es del mismo material constructivo que el aplicado a las estructuras monumentales (figura 16). Esto nos permite establecer que la Gran Plaza, aunque su extensión es grande, estaba cubierta con argamasa, dato que no se ha registrado en otros sitios arqueológicos de El Salvador. El grosor del piso es de unos 3 cm y se encontró en buen estado de conservación. Esta plaza fue construida después de la erupción de Loma Caldera, ya que estratigráficamente está arriba de las capas de ceniza (figura 17). Debajo del piso no se documentó el uso de bloques de adobes como en la Acrópolis, sino una pequeña capa con pómez negra, que podría ser de preparación del piso. En la excavación realizada en el Pozo 3, que se ubica al lado sur de la Gran Plaza y contiguo a la Acrópolis, se registró una gran capa compactada con una gran cantidad de pómez negra. Este piso de argamasa tendría un declive hacia el norte, el cual se ha interpretado para controlar el desagüe pluvial, en consideración de la orientación y forma de los edificios en la plaza.



Figura 16. Piso de argamasa encontrado en el Pozo 1 de la Gran Plaza (A. Ichikawa).

En los pozos 2 y 3 se registró una capa de talpetate amarillo (figura 18). Su presencia es más destacada en el pozo 2, ya que en el 3 sólo se encuentran fragmentos. Según la estratigrafía, esta capa se ubica arriba del piso de argamasa y debajo de la capa volcánica de El Boquerón (aprox. 1 000 dC). La mezcla constructiva se utilizó de forma molida y la superficie no está nivelada; el grosor varía entre 10 y 20 cm. A pesar de que en otros lugares del sitio no se ha registrado este tipo de evidencia, considerando su área de distribución, se podría pensar en otra etapa constructiva en la Gran Plaza.

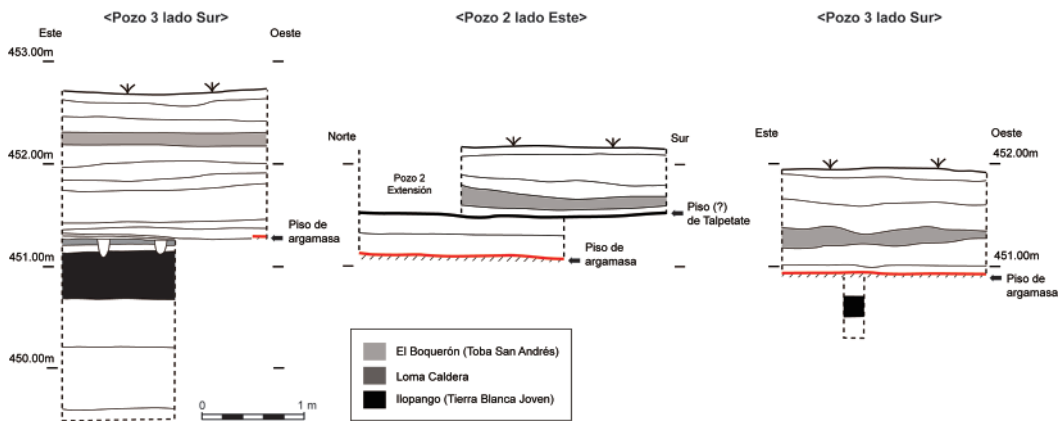


Figura 17. Cortes estratigráficos de los pozos establecidos en la Gran Plaza (A. Ichikawa).



Figura 18. Capa de talpetate en el Pozo 2 (A. Ichikawa).

Es importante mencionar que en este lugar se registró muy poco material arqueológico, siendo la explicación más razonable que la plaza se mantenía limpia. Originalmente se pensaba que podía haber funcionado como mercado en la época prehispánica, pero para verificar dicho planteamiento se requiere más investigación.

LAS ESTRUCTURAS QUE RODEAN LA GRAN PLAZA

Las cinco estructuras que rodean la Gran Plaza son las Estructuras 6, 7, 8, 9 y 10. Según la estratigrafía, todas se edificaron después de la erupción de Loma Caldera y están hechas con núcleos de bloques de adobes y repelladas con argamasa. Por su forma y ubicación, se cree que tuvieron funciones o usos diferentes de las estructuras monumentales como la Estructura 5 y las ubicadas en la Acrópolis.

La Estructura 6 se localiza en el lado sureste de la Gran Plaza. Según el último levantamiento arquitectónico, sus dimensiones son aproximadamente 50 m de largo, 15 m de ancho y más de 3 m de altura (figura 19). En la parte superior posee por lo menos cuatro cuartos. Por la ubicación de la entrada de cada cuarto, suponemos que la fachada de la estructura está orientada hacia la Plaza.

Con base en los datos de excavación, se registraron al menos dos etapas constructivas (figura 20). A pesar de que debajo de las capas volcánicas provenientes de la erupción de Loma Caldera se encontró una capa de tierra apisonada (probablemente un piso) no fue posible relacionarla con el arranque o el uso de la estructura. Así, aunque no se logró conocer la forma de la primera etapa constructiva, fue posible identificar el arranque de un cuarto con paredes de adobe. Mientras el núcleo de la estructura estaba formado con tierra y piedras irregulares, los cuartos se construyeron con muros de adobe y repellaron con lodo. Aunque la parte superior del cuarto fue destruida al renovar la estructura, tenía probablemente más de 1 m de altura y 2 m de ancho.

Es muy interesante mencionar que el repello aplicado en las paredes internas del cuarto es muy diferente al observado en las superficies de las otras estructuras. No contiene pómez negra, material típico de los repellos del sitio, sino que parece ser una mezcla de puro lodo (figura 21). Este material se usó en el piso y los muros internos del cuarto. La superficie parece haber sido alisada a mano y se puede observar que se le aplicó calor por fuego directo. No se encontraron muestras de carbón, posiblemente debido a que el fuego no fue resultado de un incendio, sino de una aplicación intencional y posteriormente se realizó una limpieza como parte del trabajo.

La aplicación de calor está relacionada con dos hipótesis. La primera, es que se aplicó calor para sellar la superficie e impermeabilizar los muros o tener buena resistencia (como lo sugieren en este volumen López *et al.* para Tlalancalca). La segunda, es que es el resultado de un ritual o la huella de una ceremonia de terminación, en la cual el repello fue aplicado como lodo crudo y después se quemó durante el ritual, limpiando el área al finalizar el mismo, ante de rellenar con los adobes y piedras toda la parte interna del cuarto a fin de realizar la otra etapa constructiva.

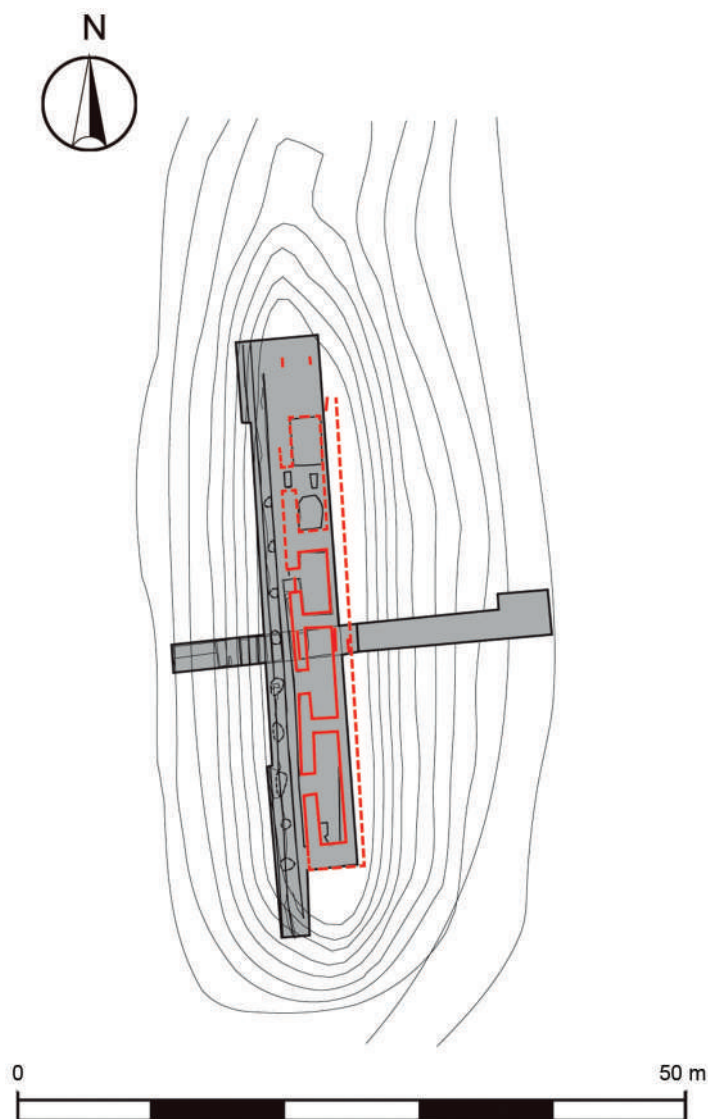


Figura 19. Plano de la Estructura 6 (A. Ichikawa).

En cuanto a los adobes registrados en la Estructura 6, se observan al menos tres tipos diferentes por sus características. El primer tipo es un adobe crudo normal de color café (10YR 4/4 o 3/3). El segundo tipo es un adobe quemado sólo en la superficie de las partes exteriores (posiblemente debido a que fue quemado cuando estaba colocado en la mampostería). El tercero es un adobe de color blanquecino (10YR 6/3), debido a la mezcla más fina en comparación con el adobe normal observado en San Andrés.

La segunda etapa constructiva estaba relativamente en buen estado de conservación. El núcleo de la estructura está hecho de bloques de adobe. Tiene cinco cuerpos escalonados cuya altura oscila entre 0.5 y 0.7 m, con rellanos entre 0.5 a 0.6 m de ancho. El último cuer-

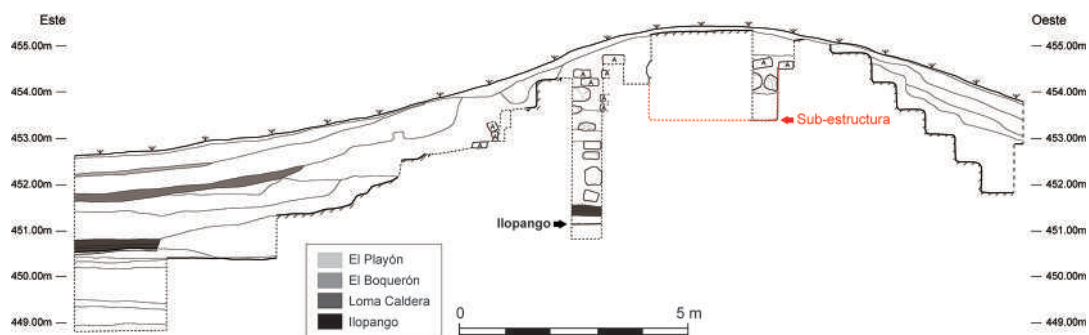


Figura 20. Corte estratigráfico de la Estructura 6 (A. Ichikawa).

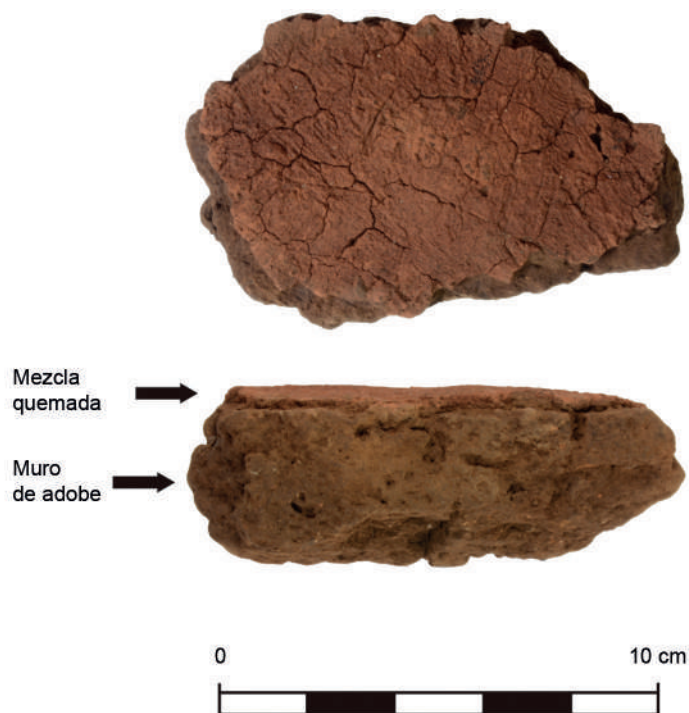


Figura 21. Repello quemado encontrado en la Estructura 6 (A. Ichikawa).

po tiene un rellano de 0.9 m de ancho, que pudo funcionar como andador al frente de los cuartos. Los cuerpos fueron repellados con argamasa. En la mezcla de repello de argamasa se observa una gran cantidad de pómez negra en la tierra y barro; las capas tienen unos 5 cm de grosor. Esta etapa constructiva tiene cuatro cuartos (ver figura 20). Aunque ya no existe la parte superior de los mismos, los rasgos de las formas y el material del piso y de los muros son evidentes. Su forma es rectangular y sus dimensiones varían entre 4.7 a 8.3 m de largo y 1.8 a 2.2 m de ancho. Uno de los cuartos tiene una entrada con una pequeña rampa en el eje central. El piso está repellado con la técnica de argamasa, interrumpiéndose donde una vez estuvieron en pie los muros de adobe entre los cuartos mismos que se deterioraron por el paso

del tiempo. A partir del arranque que se observó en el piso de argamasa se pudo interpretar que los muros probablemente también estuvieron recubiertos con el mismo material.

HIPÓTESIS SOBRE EL ORIGEN DE LAS TÉCNICAS DE ADOBE Y ARGAMASA EN SAN ANDRÉS

Los elementos decorativos observados en la construcción de edificios en San Andrés y descritos en los párrafos anteriores, no se han observado hasta el momento en los sitios arqueológicos de Chalchuapa, salvo el uso de la cornisa. Pero la técnica de adobe y argamasa tenía una tradición más antigua en la zona arqueológica de Chalchuapa que en el valle de Zapotitán. Al observar este fenómeno, los autores del presente, junto con Óscar Camacho, plantean la hipótesis de que la técnica ya establecida en sitios arqueológicos como Casa Blanca, en Chalchuapa, llegó al valle de Zapotitán, junto con la técnica de la decoración con cornisa, y que San Andrés las adaptó para construir y decorar los edificios, creando luego nuevas formas, como la “doble cornisa”. De ser cierta esta hipótesis, se podría entender que el aparejo de los adobes en la construcción de la Acrópolis siguió los lineamientos de la técnica, pero se realizó con la adopción de preceptos locales, los cuales respondían a la construcción con tierra y revestimientos de bloques de piedras cortadas.

PROBLEMAS Y SOLUCIONES METODOLÓGICAS PARA LA EXCAVACIÓN, IDENTIFICACIÓN, REGISTRO Y CONSERVACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA

En comparación con las construcciones de piedra, la arquitectura de tierra, desde el punto de vista arqueológico, es y fue una técnica bastante costosa considerando el dominio no sólo de la técnica en sí misma, sino también por la necesidad de mantenimiento a lo largo de la ocupación de los sitios. Cabe mencionar que los trabajadores del proyecto cuentan con varios años de experiencia en excavaciones arqueológicas en diferentes sitios; además tienen la experiencia de trabajar en albañilería, en la elaboración de adobes y en la construcción de casas de este material. Sin embargo, tanto para los estudiantes de la carrera de arqueología como para los arqueólogos que no tienen experiencia en excavación de arquitectura de tierra, es muy difícil trabajar con este tipo de arquitectura. Por tanto, hacemos a continuación algunas sugerencias o recomendaciones para excavar estructuras de tierra, basadas en la experiencia adquirida durante el proyecto.

HERRAMIENTAS

Para realizar las excavaciones se utilizan herramientas tales como palas, piochas (o pico), cucharas (o cucharillas) de albañilería, azadones y cavador (que en El Salvador se llaman “chuzo”). Algunas herramientas como las cucharas japonesas (parecidas a raspadores) son muy útiles para identificar adobes y argamasa. En definitiva, la excavación en sitios arqueológicos

lógicos con arquitectura de tierra difiere en gran medida de las formas de excavar en sitios arqueológicos cuya arquitectura es completamente de piedra.

Como regla general, en sitios con este tipo de arquitectura se prioriza el cuidado en el registro de los cambios de textura, color y dureza de las capas; en muchas ocasiones estos cambios son los que permiten identificar apisonados, núcleos de las estructuras, pisos sin terminar o en etapas de construcción, así como rasgos que por el abandono del sitio se encuentran en mal estado de conservación debido a la falta de mantenimiento. Es necesario adquirir experiencia a medida que se desarrollan las excavaciones, teniendo en cuenta que cada sitio presenta sus características propias.

Como último punto podemos decir que en algunas ocasiones han surgido herramientas tanto por inventiva del equipo de campo, como por gusto personal, adaptando otras ya existentes para otras actividades aplicadas a casos específicos, es decir, el uso de raspadores y cucharas de albañilería para identificar los cambios en las texturas de las capas de tierra; el empleo de bombas aspersoras para rociar agua y así diferenciar los rasgos de adobes y morteros; la aplicación de yeso dental en las cavidades identificadas en el momento de excavar para rescatar improntas o negativos (como en el caso de Joya de Cerén y Tazumal), o el uso de un mazo de madera (que sirve para machacar la carne) para compactar las mezclas ensayadas en los trabajos de restauración y conservación, tanto en Chalchuapa como en San Andrés, obteniendo resultados impresionantes.

IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE LAS TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS

En el caso de las estructuras de tierra es necesario distinguir entre tierra compactada, adobe, revestimientos de piedra, en algunos casos, o de argamasa en otros, repellos en paredes, etc. A ello se suma que se debe tomar en cuenta la costumbre mesoamericana de construir un edificio nuevo sobre otro, desmantelando parcialmente el viejo. En cuanto a la textura de la tierra excavada, a veces, como en la Estructura 5, es uniforme y con poca cantidad de material arqueológico, lo que dificulta su fechamiento.

TIERRA COMPACTADA Y APISONADA

La tierra apisonada, que parece ser la superficie de la capa de tierra compactada, se puede identificar debido a que contiene un poco de pómez negra, por lo que suena diferente al ser excavada con herramientas metálicas. Aunque contiene pómez negra, es muy diferente al repello de argamasa que se aplicó en la época posterior.

REPELLO DE ARGAMASA (MURO Y PISO)

El repello de argamasa es fácil de identificar si está en buen estado de conservación. Como se mencionó anteriormente, los repellos de argamasa contienen mucha pómez negra, localmente conocida como “balastre”, y están tan compactos como el mortero de cemento. La superficie

presenta un buen acabado. Para identificar los repellos de argamasa, la presencia de pómez negra es crucial. El aumento en la cantidad de pómez negra o fragmentos de piso de argamasa, señalaría con mucha probabilidad que la excavación se acerca a un repello de argamasa. Por otro lado, las raíces de plantas también son clave para identificar la presencia del repello de argamasa, debido a que, si el estado de conservación es bueno, las raíces no pueden penetrar la construcción y se extienden sobre la superficie, siguiendo los contornos arquitectónicos. Sin embargo, aunque esté en buen estado de conservación, no es suficiente para que las superficies mantengan su forma original, debido a la presión de la tierra acumulada, especialmente las partes relacionadas con muros. Es por ello que las excavaciones, en algunas ocasiones, se deben restringir para evitar el colapso de los elementos arquitectónicos encontrados.

Cuando se encuentra una estructura en mal estado de conservación, es difícil identificar el repello de argamasa. En este caso, a pesar de la gran cantidad de pómez negra, no forma una capa compacta, en comparación con los repellos en mejor estado. Esto puede indicar erosión y/o también deficiencias en el proceso de preparación o aplicación de la argamasa. Según la técnica actual establecida mediante los ensayos de conservación, existen varios procesos para repellar un muro. En primer lugar, se aplica el material de manera burda para luego pegar material fino encima de lo burdo. Por lo tanto, una gran cantidad de pómez negra indicaría la presencia de la capa burda de base.

ADOBE

Como se mencionó anteriormente, los adobes contienen tierra, barro, fibras de plantas y cascajo blanco. Son más duros que la tierra compactada y en ellos casi no se encuentra material arqueológico. Se observó en campo que es difícil romperlos aún con el pico, ya que son más duros que otro tipo de material. Para distinguir los adobes y las sisas (el mortero con el que se pegan los adobes), la presencia de cascajo blanco y las fibras de plantas son clave. No obstante, a veces es difícil identificar los adobes, sobre todo si la excavación se deja expuesta al aire y se seca. Por tanto, sería ideal señalar su forma en el momento de reconocerlos durante la excavación cuando la tierra está aún húmeda. En particular, es difícil identificar adobes en el perfil de la trinchera si se deja mucho tiempo al aire. Si el adobe está bien hecho, la sisa se quita fácilmente y se identifica por la esquina y orilla de adobe. Si es así, es posible registrar las dimensiones completas y extraer muestras (figura 22).

Aunque no se sabe la razón, en las trincheras abiertas por mucho tiempo (en este caso parte superior de la Estructura 5 y frente de la Estructura 3) se ve muy bien la forma del adobe. Esto se podría deber a la buena calidad del adobe o a la erosión diferencial entre el adobe y la sisa.

FACTORES ESTACIONALES QUE AFECTAN EL REGISTRO DE LA ARQUITECTURA

Tanto las condiciones húmedas como las secas tienen ventajas y desventajas. En la tierra húmeda o recién excavada es más fácil identificar los adobes. Cuando se seca, es más difícil, por lo que, en ese momento, se utiliza la bomba de agua para humedecer los cortes de la trinchera



Figura 22. Bloques de adobes en la Estructura 5 (A. Ichikawa).

y marcar los contornos y elementos arquitectónicos inmediatamente con una herramienta. El repello de argamasa a veces se encuentra en mal estado de conservación. En época de lluvia existe el riesgo de colapso, por lo cual es necesario hacer bordos de tierra alrededor de las trincheras de excavación para evitar que el escurrimiento penetre en las excavaciones y cubrirlas bien con plástico negro soportado con madera, al terminar la jornada.

En el sitio de San Andrés, cuando se encuentra repello de argamasa bien conservado, no se destruye el original para ver las estructuras anteriores, se prefiere buscar donde está colapsado o no queda huella de repello original. Con esta estrategia a veces es difícil entender las estructuras antiguas por la limitación de área de excavación, pero consideramos importante la preservación de lo original.

MÉTODO UTILIZADO PARA PRESERVAR LOS VESTIGIOS EXCAVADOS AL FINALIZAR LA TEMPORADA

Al finalizar la temporada, cubrimos con geotextil únicamente donde están conservados los vestigios de arquitectura de tierra (dando importancia a los repellos), y no todo el pozo, porque se debe tomar en cuenta la filtración del agua. Posteriormente rellenamos las trincheras con tierra de la excavación mientras se va compactando con los pies. Lo mejor es tener una trinchera para dar salida al agua, sin embargo, a veces el nivel donde se encuentran los vestigios es muy profundo (a unos 3 m desde la superficie). En este caso es difícil crear una trinchera para la salida de agua.

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS FINALES

Lo más difícil de los sitios con arquitectura de tierra es que son espacios frágiles y vulnerables ante las condiciones climatológicas. Se entiende que los constructores tenían claro el tiempo de vida útil de los edificios y programaban un mantenimiento regular. En la actualidad todos estos elementos nos dan la pauta para proponer que desde aquel entonces se realizaba toda una planificación de las ciudades, pues se debe haber considerado estos aspectos de mantenimiento desde su diseño y construcción, para que logran subsistir a lo largo de la historia.

Como se ha mencionado en este artículo, la técnica de arquitectura se desarrolló a través del tiempo y, dependiendo del tipo de estructuras, se aplicaron diferentes estrategias. Para entender mejor las técnicas de construcción de tierra y las fuentes de materia prima, necesitamos realizar análisis mineralógicos y químicos de adobes y repellos. Esto no sólo para la arqueología sino también para ejecutar la conservación de manera adecuada.

Además, también se necesita de la comparación regional e interregional. Alrededor del sitio San Andrés se han registrado otros sitios que poseen arquitectura de tierra, como Joya de Cerén, Chuchucato, El Cambio, entre otros, algunos de ellos contemporáneos a San Andrés, otros no. Chalchuapa tenía conocimiento del adobe moldeado antes que San Andrés y pudiera ser que la técnica de la elaboración de adobe viniera de esta zona. Por lo tanto, la comparación de estilo arquitectónico, técnica y materia prima podrían permitir entender los aspectos cultural, social y político de aquella época.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos agradecer a la Dra. Annick Daneels por invitarnos a participar en esta publicación. Agradecemos también al Ministerio de Cultura de El Salvador, principalmente a la Dirección de Arqueología de la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural, por permitirnos la realización de investigaciones y estudios. Además, queremos expresar nuestro agradecimiento a la Universidad Tecnológica de El Salvador por su colaboración. Al final, queremos agradecer al Lic. Óscar Camacho quien nos brindó valiosa información. Este estudio fue financiado parcialmente por la Sociedad Japonesa para la Promoción de Ciencia (#26101003), la Fundación Daiko, la Fundación Inamori y la Fundación Mitsubishi (Japón).

BIBLIOGRAFÍA

AMAROLI, PAUL

- 1996 Investigaciones arqueológicas en el área de nuevas instalaciones en el Parque Arqueológico San Andrés, Informe, Patronato Pro-Patrimonio Cultural, San Salvador.
- 2015 *Arqueología de El Salvador*, Fundación Nacional de Arqueología de El Salvador, San Salvador.

ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA FRONTERA SURESTE MAYA

- BEGLEY, CHRISTOPHER, TIMOTHY SULLIVAN, LINDA BROWN, AIXA WILSON Y KATHRYN SAMPECK
1996 Proyecto arqueológico San Andrés: Informe 1996, tomo I, Patronato Pro-Patrimonio Cultural, San Salvador.
- BEGLEY, CHRISTOPHER, ROBERT GALLARDO, JEB CARD, AIXA WILSON, LINDA BROWN Y NICHOLAS HERMANN
1997 Proyecto arqueológico San Andrés. Informe 1997, Patronato Pro-Patrimonio Cultural, San Salvador.
- BLACK, KEVIN D.
1983 The Zapotitán valley archeological survey, Payson Sheets (ed.), *Archeology and volcanism in Central America: the Zapotitán Valley of El Salvador*, University of Texas Press, Austin: 62-98.
- BOGGS, STANLEY. H.
1943 Notas sobre las excavaciones en la Hacienda San Andrés, Departamento de la Libertad, *Tzunpame* III (1): 104-126.
- BROWN, LINDA
1991 Animal-as-artifact/Animal-as-representation: An exploration of household and village animal use at the Ceren site, El Salvador, tesis, University of Colorado, Denver.
- CAMACHO, ÓSCAR Y HUGO DÍAZ
2014 Proyecto arqueológico San Andrés, Temporada 2012, Barbara Arroyo, Luis A. Méndez Salinas y Andrea Rojas (eds.), *XXVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala 2013*, Ministerio de Cultura y Deportes, Instituto de Antropología e Historia, Asociación Tikal, Guatemala: 571-580.
- CÁRCAMO, ILEANA Y PATRICIA MATA BENNETT
2009 *Crónicas de nuestra tierra: historia natural de El Salvador*, Aseguradora Suiza Salvadoreña, San Salvador.
- DAUGHERTY, HOWARD E.
1969 Man-induced ecologic change in El Salvador, tesis, University of California, Los Ángeles (Ann Arbor, Michigan, University Microfilms).
- DULL, ROBERT A., JOHN R. SOUTHON, STEPHEN KUTTEROLF, KEVIN J. ANCHUKAITIS, ARMIN FREUNDT, DAVID B. WAHL, PAYSON SHEETS, PAUL AMAROLI, WALTER HERNÁNDEZ, MICHAEL C. WIEMANN Y CLIVE OPPENHEIMER
2019 Radiocarbon and geologic evidence reveal Ilopango as source of the colossal “mystery” eruption of 539/40 CE, *Quaternary Science Review* 222. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.07.037> (consulta: 20 de marzo 2020).

AKIRA ICHIKAWA Y JUAN MANUEL GUERRA

ESCAMILLA, MARLON V.

- 2000 Fechamiento de la toba San Andrés a través del análisis cerámico pre y posterupción de El Boquerón. Sitio El Chahuite, Zapotitán, tesis, Escuela de Antropología, Universidad Tecnológica de El Salvador, San Salvador.

FERRÉS, DOLORES, HUGO DELGADO GRANADOS, WALTER HERNÁNDEZ, CARLOS PULLINGER, HUGO CHÁVEZ, RAFAEL CASTILLO TARACENA Y CARLOS CAÑAS DINATE

- 2011 Three thousand years of flank and central vent eruptions of the San Salvador volcanic complex (El Salvador) and their effects on El Cambio archeological site: a review based on tephrostratigraphy, *Bulletin of Volcanology* 73 (7): 833-850.

GENDROP, PAUL

- 1997 *Diccionario de arquitectura mesoamericana*, Editorial Trillas, México.

ICHIKAWA, AKIRA

- 2016 Cuándo y cómo fue la erupción del volcán Ilopango, El Salvador: síntesis desde la óptica arqueológica, *Journal of the School of Letters, Nagoya University* 12: 23-43.
- 2017 Secuencia constructiva de La Campana (Estructura-5), San Andrés, El Salvador, *Journal of the School of Letters, Nagoya University* 13: 45-55.

ICHIKAWA AKIRA Y JUAN MANUEL GUERRA

- 2018 Producción de Alfarería en el Sitio Arqueológico San Andrés, *Journal of Humanities* 1: 433-446.

ICHIKAWA, AKIRA, JUAN MANUEL GUERRA, ÓSCAR CAMACHO E HIROAKI YAGI

- En prensa Una milenaria historia entre las erupciones volcánicas; sitios arqueológicos San Andrés, valle de Zapotitán, El Salvador, Kazuo Aoyama y Rodrigo Liendo (eds.), *Mesoamérica: El estudio de sus procesos de transformación social desde una perspectiva de larga duración*, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

MCKEE, BRIAN

- 2007 Volcanism, household archaeology, and formation processes in the Zapotitan valley, El Salvador, tesis, Universidad de Arizona, Tucson (Ann Arbor, Michigan, University Microfilms).

MEJÍA, JORGE

- 1984 Las ruinas de San Andrés, excavaciones en la Estructura 7, *Flama* 14: 33-48.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN)

- 2015 *Boletín Climatológico Anual*, MARN, San Salvador.

ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA FRONTERA SURESTE MAYA

ORGANIZACIÓN DE ESTADOS AMERICANOS (OEA)

- 1974 Estudio realizado por el Departamento de Desarrollo Regional con la colaboración del Consejo Nacional de Planificación y Coordinación Económica (CONAPLAN) del Gobierno de El Salvador, San Salvador.” <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea35s/oea35s.pdf> (consulta: 28 de diciembre de 2018).

SHEETS, PAYSON (ED.)

- 1983 *Archaeology and volcanism in Central America: the Zapotitán valley of El Salvador*, University of Texas Press, Austin.
- 2006 *The Ceren site: an ancient village buried by volcanic ash in Central America*, 2da edición, Thomson Wadsworth, Belmont.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y CONSERVACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE COMALCALCO, TABASCO, MÉXICO

Ricardo Armijo Torres*
Miriam Judith Gallegos Gómora*

INTRODUCCIÓN

Este trabajo expone la definición del estilo arquitectónico maya de la costa central del Golfo de México, a partir del sitio arqueológico de Comalcalco. Desde su descubrimiento en 1880, Charnay ya resaltaba la peculiaridad del material constructivo local que sobresalía en la selva tropical con sus enormes bóvedas y muros hechos con mampostería de ladrillos, tierra y esculturas en bulto. En las últimas dos décadas de investigación interdisciplinaria y continua, además de entender la función de algunos espacios en la arquitectura monumental propios de esta ciudad maya del Clásico tardío, se ha logrado definir los sistemas constructivos, el material, así como las técnicas de construcción. A partir de ello se ha desarrollado una técnica de restauración específica para esta particular arquitectura de tierra y ladrillo del trópico húmedo.

El sitio arqueológico de Comalcalco se localiza en el extremo noroccidental del área maya en el estado mexicano de Tabasco, a 62 km al noroeste de la capital, Villahermosa, en la región nombrada en el siglo XVI como Chontalpa, sobre la margen este del extinto cauce del río Mazapa-Dos Bocas (actualmente río Seco) (Armijo y Gallegos 2011) (figura 1).

Esta caudalosa corriente y sus múltiples afluentes mantuvieron en su época bien comunicada esta ciudad prehispánica con las poblaciones asentadas a lo largo del río hacia el sur, como los olmecas, mayas y ahualulcos. Por otro lado, su cercanía con la franja costera del golfo (17 km) le permitió contar con una posición privilegiada para comunicarse e intercambiar bienes e ideas también por la vía marítima de cabotaje hacia el norte de la península de Yucatán, como lo han evidenciado los análisis de vasijas y figurillas, así como por otros cauces fluviales tierra adentro (Armijo y Gallegos 2011, Gallegos *et al.* 2012). El área seleccionada para edificar el sitio tenía una gran diversidad de recursos naturales característicos de la selva baja inundable, de la zona de manglares, de las lagunas costeras y de la costa marítima. Los análisis osteológicos realizados a una muestra de la población en el sitio, dieron indicios de una

* Centro INAH Tabasco



Figura 1. Localización de Comalcalco rodeado de selva, lagunas costeras y con el trazo del antiguo río Mazapa-Mezcalapa (imagen satelital de Google 2012).

buena dieta alimenticia, pero también presentaron huellas de anemias y otras enfermedades gastrointestinales derivadas del consumo de aguas contaminadas (Gómez y Armijo 2003).

Estos factores ambientales influyeron en la planificación urbana de la ciudad y el acondicionamiento de las áreas de desembarco, amarraderos y muelles alternos, entre muchos aspectos de la infraestructura necesaria para la construcción de un puerto de intercambio para los navegantes. Se sabe que por las rutas costeras del golfo y a través de las rutas fluviales río arriba se traía materia prima como calizas, esquistos, basalto, jade, sílex, cuarzo y obsidiana, que eran trasladados desde el sur de Veracruz, Guatemala y del valle de México e Hidalgo.

GEOLOGÍA Y PEDOLOGÍA

La geología de la llanura aluvial tabasqueña corresponde al Cuaternario. Está formada por una zona de sedimentos sin consolidar acarreados por los sistemas fluviales de la cuenca de los ríos Mezcalapa y Usumacinta (Psuty 1967, West *et al.* 1976). Estos suelos aluviales, también llamados suelos de vega, son profundos y muy fértiles, capaces de soportar numerosos cultivos; tienen un drenaje vertical y horizontal de relativa eficiencia, aunque son anegadizos durante las inundaciones. Desde el curso del río tienen una amplitud de unos 1000 m.

A partir de estos bordos aluviales se localizan los terrenos de transición que tienen una extensión de 700 m de ancho; son terrenos planos que se caracterizan por su mal drenaje, como se observa durante la época de lluvias, cuando permanecen anegados por lapsos de más de cinco días. Fue en estos terrenos de transición donde se localizó el mayor desarrollo constructivo del sitio.

Más allá de estas tierras se presentan los popales y pantanos que se ubican en un estrato más profundo, debido a una menor acumulación de sedimentos, con partículas más finas; son conocidos como suelos hidromórficos por estar saturados de agua durante la mayor parte del año. El nivel freático se localiza a poca profundidad como resultado de la presencia de depósitos finos con baja permeabilidad y mal drenaje, a lo que se suman las abundantes lluvias y las numerosas corrientes de agua. Esta conjunción de elementos produce un proceso de gleyzación que anula la oxigenación del sedimento, haciéndolo más ácido, transformando el hierro férrico en hierro ferroso y acumulando sales sobre el perfil, para producir al final suelos de tipo gley. Este tipo de suelos sumamente arcillosos son los que predominan en la región, con las variantes de vérticos y eútricos que, en cambio, son de gran fertilidad. Los gleysoles tienen normalmente capas superficiales de arcillas pesadas de un gris oscuro a negro, que continúan hacia abajo hasta 2 o más metros en algunos perfiles (INEGI 1986, West *et al.* 1976).

La composición litológica de la región está integrada por rocas de tipo sedimentario que incluyen la arenisca formada en ambientes marinos y fluviales, con textura clástica y de grano normalmente fino con un diámetro inferior a los 2 mm. El sedimento aluvial formado por depósitos terrígenos sin consolidar, tienen una granulometría que varía entre arenas gruesas hasta limos y arcillas en el centro de la planicie, mientras el sedimento palustre, que está compuesto por material arcilloso con alto contenido de materia orgánica en descomposición, de color negro y olor fétido, se acumulan siempre en las zonas bajas con drenaje deficiente. Estas zonas que están comúnmente inundadas, con excepción de la época de estiaje, durante la cual presenta una morfología de planicie.

Estas características en la composición de los suelos y sedimentos, combinadas con la humedad ambiental en la región de Comalcalco, fueron aprovechadas por los constructores especializados en la arquitectura de tierra para el modelado de plataformas, basamentos, escalinatas y alfardas entre otros elementos arquitectónicos, además de los alfareros dedicados a la manufactura de múltiples tipos y variedades de vajillas, figurillas, tubos de drenaje, alcantarillas y ladrillos entre otros.

Los análisis realizados por espectroscopía infrarroja y difracción de rayos X, a distintas muestras de cerámica arqueológica, procedentes de diferentes lugares del área nuclear y en los alrededores del asentamiento, a cargo del equipo interdisciplinario de arqueología y los físicos de la División de Ciencias Básicas de la UJAT, revelan que las arcillas mayormente utilizadas contienen montmorillonitas, las cuales se caracterizan por ser arcillas expansivas, que fueron de mucha ayuda para edificar recias plataformas de desplante y basamentos con alfardas y escalinatas, entre otros elementos arquitectónicos que han continuado existiendo hasta nuestros días (Gallegos *et al.* 2012).

CONDICIONES AMBIENTALES

En términos hidrológicos la región de Comalcalco se localiza en la cuenca del Grijalva-Usumacinta, en el sureste de la República Mexicana y en la porción que comprende el estado de Tabasco. Las partes más altas de esta cuenca están cubiertas por una vegetación de coníferas, pinos y encinos, mientras que la selva tropical predomina en sus elevaciones medias y bajas. La erosión de las serranías del norte dio lugar a la formación de extensos depósitos estructurales hacia el Golfo de México.

En la sierra, la temperatura media anual se ubica alrededor los 24 °C, con precipitaciones superiores a los 4 000 mm; en la llanura costera la temperatura media ronda los 41°C y la precipitación pluvial promedia los 2 093 mm llegando a alcanzar los 2750 mm anuales, lo que establece un gradiente de climas cálidos y semi cálido húmedos, con influencia marina en el norte y en la parte central de la región (West *et al.* 1976).

Al mezclarse estas temperaturas con las masas de aire frío del norte y los vientos húmedos tropicales del Atlántico y del Pacífico, provocan la mayoría de las precipitaciones anuales en la región, en la que llueve 10 de los 12 meses del año. Las lluvias se concentran en verano, otoño e invierno, y la primavera es la estación más seca. Durante el verano las lluvias son muy intensas, mientras que entre el otoño y el invierno soplan masas de aire frío con lluvias prolongadas y torrenciales que hacen de la planicie tabasqueña un área sujeta a las grandes inundaciones que se dan periódicamente en la región (Novelo y Lot 1988).

El sitio de Comalcalco se ubica en la llanura costera, en la sub-provincia de la llanura y pantanos tabasqueños. Su baja topografía, salpicada de pantanos, lagos y lagunas permanentes, constituye la tercera parte de su superficie. Los principales cuerpos de agua activos en la actualidad son el río Cuxcuxapa ubicado a 5 km al sureste del área central del sitio, la laguna costera de Mecoacán situada a 4 km al noreste del asentamiento y el Golfo de México a 17 km al norte del Templo I (figura 1). Con estas características, los alrededores del sitio arqueológico de Comalcalco mantienen una humedad ambiente del 94% en promedio.

LA ARQUITECTURA EN LA LLANURA ALUVIAL DEL GOLFO DE MÉXICO

Los ejemplos más tempranos de construcciones en territorio tabasqueño corresponden al Formativo ubicado entre el 1000 y el 400 aC en el sitio de La Venta. Aquí los olmecas emplearon tierra y arcilla compactadas como componentes principales de su arquitectura, que en el caso de la pirámide (Estructura C1) alcanzó una altura de 30 metros. Esta ciudad fue planificada con un gran número de estructuras orientadas hacia los puntos cardinales, y estaba conformada en conjuntos, vinculados con grandes esculturas de piedra. Además, comenzaron a experimentar con otros materiales como el adobe que implicó un avance en la tecnología constructiva. En la década de 1950, Drucker, Heizer y Squier (1959) identificaron en algunos cortes estratigráficos en el Complejo A la presencia de adobes, formando plataformas que protegían los mosaicos de piedras.

La riqueza y poderío de los habitantes de este asentamiento se observa también en el hallazgo de lo que fuera un acueducto, hecho de piedra tallada procedente del sur de Veracruz, que debió ser fundamental para mantener libre de anegaciones el área central del sitio durante la época de lluvias, y quizá también para diferenciar espacios o formar escenarios junto con las esculturas y edificios (figura 2).

LA ARQUITECTURA MONUMENTAL DE COMALCALCO

Comalcalco estuvo ocupado entre los años 200 aC y 814 dC. En el Clásico tardío alcanzó una extensión de 6 km² en los que incluyó espacios administrativos, religiosos y habitacionales en el área central del sitio, además de una gran cantidad de grupos domésticos en la periferia, que hasta ahora suman poco más de 450 estructuras. Destacan cuatro grupos de arquitectura monumental, identificados como Plaza norte, Gran Acrópolis, Acrópolis este



Figura 2. Acueducto de La Venta (fotografía de Drucker 1955; imagen del repositorio de la Smithsonian Institution, <https://repository.si.edu/handle/10088/15464>).

y Grupo oeste, los cuales se alinean sobre un eje orientado de este a oeste en el centro del asentamiento (Martínez 1973, Armijo y Gallegos 2008, Gallegos y Armijo 2017) (figura 3). En su época de esplendor, la arquitectura monumental con toda su decoración modelada en estuco, estuvo pintada profusamente, dándole un gran colorido a los edificios de la ciudad. Con ello, los artesanos especializados de esta región lograron la integración de las artes plásticas como la pintura y la escultura sobre la arquitectura, al modelar magistralmente las creencias religiosas y políticas de las élites gobernantes de esta ciudad maya (Armijo 2016).

Alrededor de Comalcalco, las viviendas domésticas se asentaron en las riberas altas de los ríos, patrón que se mantuvo hasta mediados del siglo XX. Fueron casas de madera con techos de palma sobre plataformas de tierra compactada y modelada (figura 4). Este hecho explica la distribución dispersa de los grupos habitacionales en la periferia, situación que contrasta con la disposición proyectada en los conjuntos monumentales del núcleo del asentamiento. Para elevar, nivelar y modelar la amplia explanada sobre la cual se edificaron los grupos arquitectónicos principales de la ciudad, se necesitó una fuerte inversión de recursos humanos y materiales, que evidencia la avezada planeación de la urbe (figura 5).

Los constructores del sitio hicieron primero grandes basamentos de tierra compactada y modelada, cubiertos con gruesos aplanados de estuco elaborado con la cal obtenida de la quema de concha de ostión. Estas plataformas escalonadas se decoraron con esculturas modeladas en bajorrelieve de estuco, relativas a la historia de sus ancestros, como se observa en los que aún se conservan en la subestructura del Templo VII (figura 6).



Figura 3. Imagen satelital del área nuclear del asentamiento con los grupos arquitectónicos de la Plaza norte, la Gran Acrópolis, la Acrópolis este y el Grupo oeste (imagen Satelital Quick Bird 2005).



Figura 4. Unidad doméstica de materiales perecederos sobre montículos habitacionales prehispánicos a 2 140 m al sureste de la Gran Acrópolis de Comalcalco (M. J. Gallegos).

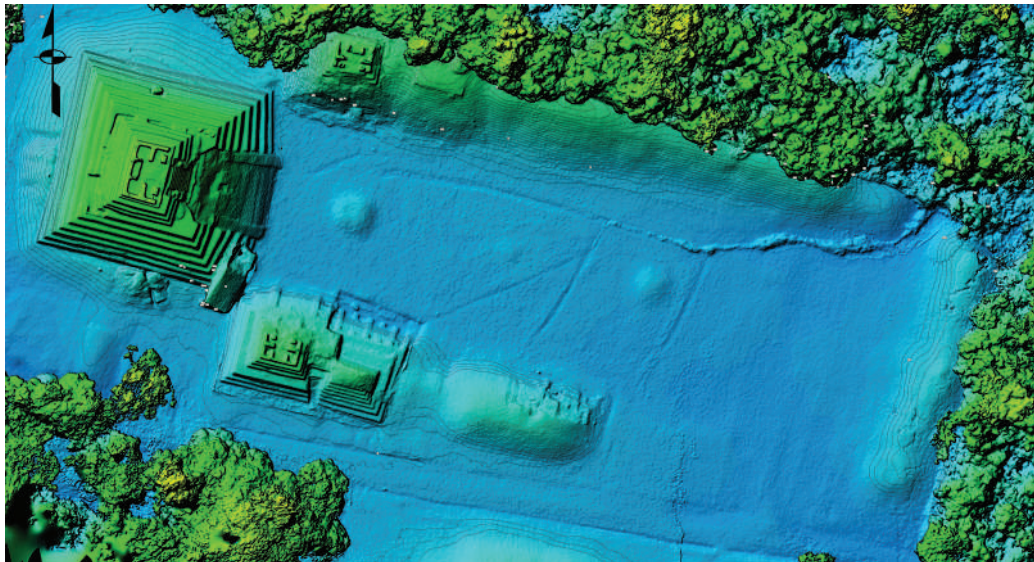


Figura 5. Levantamiento fotogramétrico en el que se observa la plataforma de desplante sobre la que edificaron los basamentos de tierra, en los extremos norte y sur de la Plaza norte (taller de drones y fotogrametría de la Dirección de Estudios Arqueológicos del INAH).

La arquitectura monumental excavada hasta ahora en el área nuclear de Comalcalco, se concentra en los conjuntos arquitectónicos de la Plaza norte y la Gran Acrópolis. La Plaza norte, así nombrada en 1925 por Frans Blom y Oliver La Farge (1986), muestra un espacio rectangular de 10 730 m² rodeado por once edificaciones de índole ceremonial (figura 7),



Figura 6. Decoración modelada en estuco del Templo VII Sub
(Archivo técnico proyecto Arqueológico Comalcalco).



Figura 7. Plaza norte vista desde el vestíbulo del Palacio (R. Armijo).

Hasta ahora el Templo II es el único edificio identificado como “Templo de las Nubes”, a través de la epigrafía descubierta en la Urna 26 (Zender *et al.* 2001) (figura 8). Al este de la plaza se ubica el Templo I, que es el edificio más grande del sitio y que aún conserva parte de su decoración en su esquina sureste, misma que muestra a un sapo alado, animal que nos sugiere que allí pudieron haberse celebrado las ceremonias agrícolas de *Cha'a-chaac* (“soltar



Figura 8. Templo de las Nubes (R. Armijo).

el agua” en maya), para la petición de lluvias (Armijo y Gallegos 2011). En la siguiente escena se observa una banqueta con elementos acuáticos, sobre la que se encuentran sentados tres personajes. Más hacia el norte se encuentra una etapa escultórica más antigua que muestra a un guerrero que sujeta por el cabello a un personaje obeso sobre una banca, mientras que otro individuo lleva un bordón de mando y un faldellín que cuelga de su cintura. La última escena del talud muestra a un emisario en cuclillas, entregando a su prisionero, probablemente a un gobernante de Comalcalco (Armijo 2016). También en la escalinata central superior del Templo I, se encuentra empotrada la escultura de un cráneo de basalto con la representación de la diosa Ix Pakal Tuun que fue una de las diosas patronas del sitio y también fue identificada en la Espina No. 4 de los textos de la Urna 26 (Zender 1998) (figura 9). Las dimensiones de este conjunto arquitectónico en el área central del sitio, sugieren que debió ser el punto de reunión para la realización de ceremonias agrícolas, además de las actividades vinculadas con el intercambio de productos debido a su cercanía con el río y la presencia de un amplio espacio hacia su plaza interior.

La Gran Acrópolis fue la construcción más importante de la ciudad (figura 10). Aquí se llevaban a cabo eventos públicos, como aquellos en donde los sacerdotes, la nobleza y las élites recibían a los emisarios de otras ciudades mayas. Aquí se observa la gran diversidad de representaciones de deidades patronas, mascarones de personajes importantes, representa-



Figura 9. Izquierda: cráneo de piedra; derecha: espina de mantarraya con inscripción glífica (R. Armijo).



Figura 10. Gran Acrópolis vista desde el vestíbulo del Templo I (R. Armijo).

ciones de fauna acuática y otros elementos iconográficos modelados en esculturas en bulto que fueron empotradas en las fachadas de los edificios palaciegos.

Este grupo arquitectónico ha sido excavado desde 1993. Tiene una superficie de construcción de 48 000 m² y presenta una planta arquitectónica en herradura abierta al oeste. En el área oeste de la Acrópolis se concentra la mayor cantidad de inmuebles palaciegos. A este

sector se accede por una amplia escalinata, a través de la cual se llega al segundo de los cinco niveles del conjunto. En las plataformas que se proyectan al norte y al sur, se encuentran seis construcciones de las cuales sólo cuatro han sido excavadas (figura 11).

En esta área las excavaciones arqueológicas controladas han descubierto espacios de carácter habitacional y ritual como un *Popolnah* o Casa del consejo, criptas abovedadas y crujías habitacionales. Éstas suman hasta ahora trece construcciones, aunque falta excavar en la cima de este conjunto once edificios más, entre los que destacan los juegos de pelota situados al oeste, además de los Templos XI, XIII y XIV.

Los Templos VI y VII están en el lado norte de la Gran Acrópolis; ambos presentan subestructuras constituidas por basamentos escalonados manufacturados con núcleos de tierra compactada y modelada y escaleras centrales delimitadas por alfardas elaboradas con la misma técnica constructiva; posteriormente fueron cubiertas con gruesos aplanados de cal de concha de ostión, en las que se modelaron escenas de la cosmovisión, como se puede apreciar en el Templo VII. Éste muestra decoración modelada en altorrelieve en sus seis taludes y en los dados de las alfardas que delimitan su escalinata central. Esta ornamentación presenta una sucesión de personajes sedentes con uno de sus brazos extendidos al frente, algunos de los cuales tienen fajines con elementos celestes marcados con líneas cruzadas. En el talud superior es posible observar el cuerpo de una serpiente que muestra elementos relacionados con Venus. La cabeza de este reptil se puede observar modelada en el vértice del talud superior (Armijo



Figura 11. Imagen ortofotogramétrica parcial de la Gran Acrópolis con los Templos VI, VII, VIII y XII (Taller de drones y fotogrametría de la Dirección de Estudios Arqueológicos del INAH).

2016) y la subestructura del Templo VI muestra en su escalinata central una escultura en alto relieve modelada en estuco con la representación del dios Itzamná creador del universo.

EL ESTILO ARQUITECTÓNICO

La evidencia arqueológica excavada hasta el momento ha permitido reconocer que el estilo arquitectónico de Comalcalco comparte elementos básicos con otras regiones del mundo maya, como el uso de bóvedas en saledizo, formadas por grandes ladrillos, muros en talud, grandes entablamentos cargados de esculturas arquitectónicas fusionadas en las cresterías que sobresalían de la parte media de las techumbres, la colocación de salientes en las pilastras para sustentar la decoración escultórica, e incluso la presencia de un gotero situado en la cornisa de los edificios, lo que impedía el escurrimiento directo de la lluvia sobre la decoración de sus paredes. Un rasgo semejante se observa en el sitio de Palenque, con el que comparte también la ubicación medial de la crestería, además del diseño de los templos de crujeías dobles paralelas bajo las cuales se construyeron criptas, como es el caso de los edificios funerarios de los Templos IV, V y IX (figura 12).

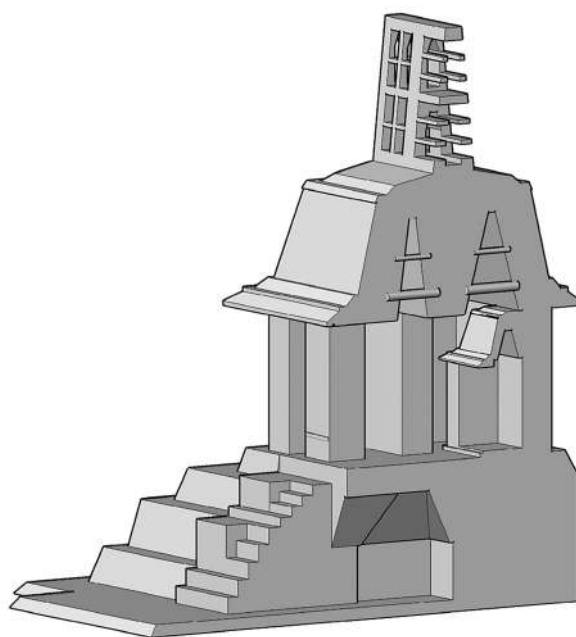


Figura 12. Corte longitudinal del edificio funerario del Templo IV, con elementos arquitectónicos que caracterizan la arquitectura maya de la costa del Golfo de México (dibujo R. Armijo y M. J. Gallegos).

Sin embargo, el estudio de la técnicas y materiales de construcción, la decoración, temporalidad y la localización de este tipo de construcciones en la región, nos permiten ahora definir que en Comalcalco se desarrolló un estilo particular denominado “arquitectura maya de la costa del golfo”, la cual se caracteriza por la gran dimensión de su bóveda *in situ* (figura 13), el uso de núcleos de tierra compactada y modelada en sus basamentos, escalinatas y alfardas, la audacia de su mampostería de ladrillo y la magnífica decoración modelada en compactos núcleos de tierra recubiertos con una fina argamasa, en bajorrelieve en sus etapas primarias y con esculturas de bulto de grandes dimensiones en la fase tardía del sitio durante los años 600 a 950 dC. Otro rasgo característico del estilo en este sitio, es la composición de los recintos funerarios, formados por un basamento escalonado con una escalera frontal que cerraba la entrada a la cripta, construida en la porción media del basamento; sobre la tumba los constructores erigieron un templo de ladrillo con doble crujía, como se puede observar en los edificios funerarios de los Templos IV, V Y IX en la Gran Acrópolis (figura 14).

En lo referente a los sistemas de drenaje usados en los edificios palaciegos, éstos evidencian la cuidadosa planificación en la última etapa constructiva de este conjunto, pues la red de tuberías de barro de diferentes grosores corría por debajo del Patio Hundido y la plataforma sureste del Templo IV. En las Estructuras 1, el *Popolnah* y el Templo IX también se han descubierto ductos que desaguan las crujías. Además, se identificó un sistema de estanques y atarjeas palaciegas que fueron abastecidas de agua a través de un colector pluvial que se encuentra bajo las gárgolas que había en los entablamentos del Palacio y las Estructuras 1 y 2 (figura 15).

Un elemento importante en la arquitectura de la región son los ladrillos usados en las banquetas, los basamentos y los edificios, elaborados con las estupendas arcillas locales. Estos ladrillos no tenían medidas estandarizadas (como los actuales de fábrica de 0,07 x 0,14 x 0,28 m) puesto que su longitud y espesor, así como las formas, variaban de acuerdo con el tipo de edificación a la que fueran destinados: banquetas, muros, pilastras, bóvedas o cresterías. Los más grandes y pesados se usaban en las partes más altas del intradós de las bóvedas, los muros mediales, los entablamentos y los sillares de las cresterías, como se ha podido constatar tanto en el muro medial sur del Palacio, como en la excavación de su escalera oeste en la Gran Acrópolis (Gallegos y Armijo 2005) (figura 16).

En los trabajos de campo efectuados en los muros desplomados de los edificios palaciegos de la Gran Acrópolis de Comalcalco entre 1993 y 2010, se ha observado un interesante dato iconográfico oculto en los macizos de mampostería. Desde la visita de Charnay al sitio en 1880, se conocía la existencia de ladrillos decorados, además de las apreciaciones hechas sobre su tipo de representación y técnica de manufactura en la decoración. Los ladrillos decorados incluyen una amplia gama de diseños hechos en la arcilla cruda mientras se secaban al sol, entre los que destacan personajes bailando, sacerdotes comiendo hongos, enanos ataviados con indumentarias de aves y felinos, cocodrilos en movimiento, tortugas, aves en vuelo, pecaríes engalanados, venados y saraguatos, diversos tipos de edificios ornamentados con cresterías, sobre basamentos escalonados que muestran escalinatas delimitadas por alfardas, o simples casas de materiales perecederos, además de elementos geométricos, celestes, acuáti-



Figura 13. Muro medial de la cruzja suroeste del Palacio y Edificio funerario *El' K'inich* (R. Armijo).



Figura 14. Edificios funerarios IV y V y su reconstrucción hipotética (imágenes de R. Armijo y dibujo de J. Pérez).

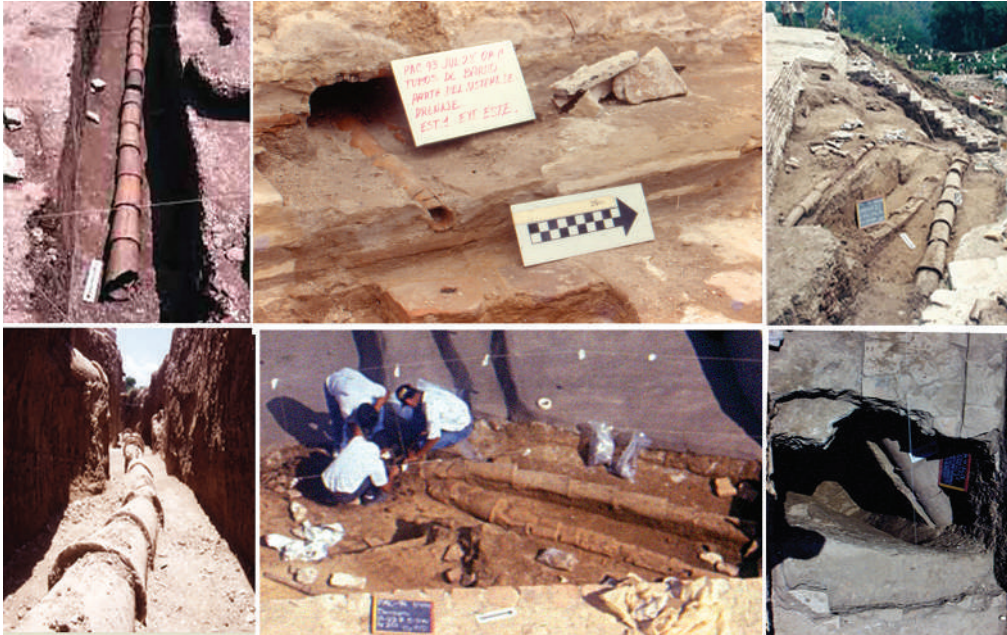


Figura 15. Diferentes ramales de tuberías de barro que corrían por debajo de las construcciones palaciegas de la Gran Acrópolis para desaguar y/o abastecer los espacios domésticos (R. Armijo).

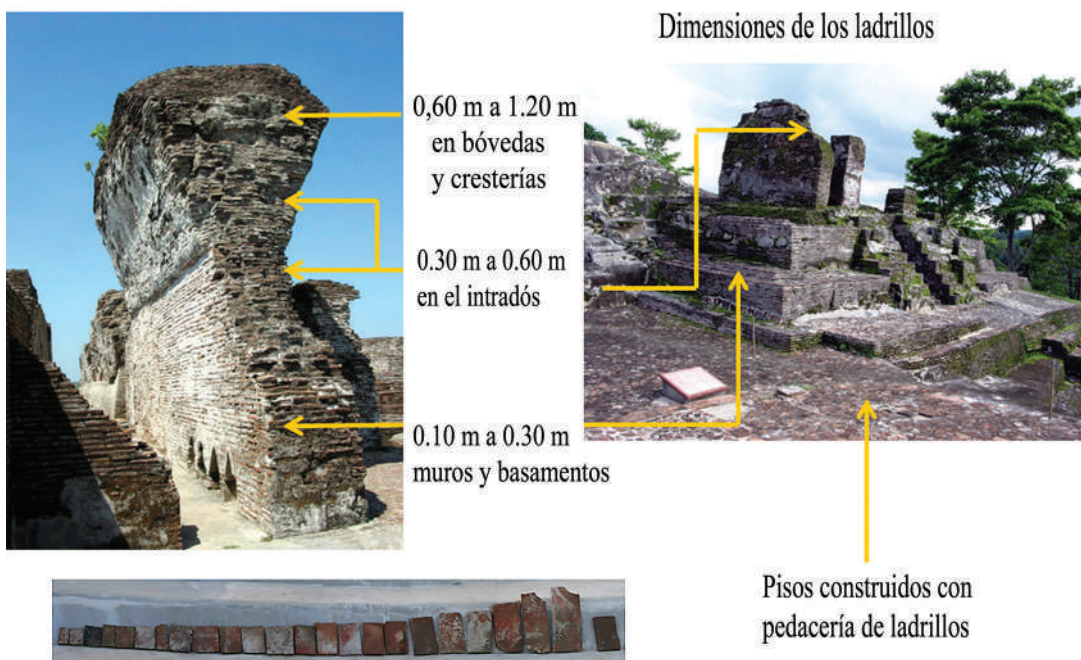


Figura 16. Ladrillos grandes en bóvedas y dinteles, medianos en muros y pequeños en los pisos (R. Armijo).



Figura 17. Ladrillos con representaciones humanas, animales y arquitectónicas (R. Armijo).

cos; algunos incluso tienen la impronta de alguna vestimenta que dejaron sobre éstos (figura 17). Ciertos ladrillos presentan textos epigráficos, que nos han permitido traducir las fechas de inauguración de las criptas funerarias de los gobernantes que las ocuparon, además de conocer los nombres de la ciudad y quien la gobernaba a mediados del siglo VII dC, entre muchos datos que continuamente se recaban en los 7 000 ladrillos hasta ahora recuperados.

Sin embargo, durante nuestras excavaciones controladas se llevó a cabo un registro puntual sobre su procedencia y posición dentro y fuera del área del desplome de cresterías, bóvedas, muros, cornisas, pilastras, banquetas y pisos, en los que se pudo reconocer una colocación intencional de ladrillos con ciertos motivos decorativos, independientemente de que éstos hubieran sido pintados, esgrafiados, incisos, impresos o grabados. El área con decoración regularmente se colocaba hacia arriba en la hilada de ladrillos, lo que confirma la idea de



Figura 18. Ladrillos con dibujos arquitectónicos en cornisas y bóvedas y representaciones humanas y animales en muros y banquetas respectivamente (R. Armijo).

que no sólo eran útiles para la construcción, sino que también poseían una importante carga simbólica para sus constructores. El registro realizado por el proyecto identificó que los ladrillos decorados con fauna se situaron en las banquetas de los edificios; los ladrillos con representaciones antropomorfas son comunes en los macizos de la mampostería de muros y pilastras; las piezas decoradas con elementos arquitectónicos se encontraron en las cornisas de templos y estructuras, y los ladrillos con motivos geométricos como líneas cruzadas y elementos celestes se recuperaron en frisos y cresterías (figura 18). En cuanto a los ladrillos con escritura epigráfica, es importante señalar que se encontraron principalmente dentro de los santuarios de los templos. Las lecturas de algunas de estas inscripciones nos ha permitido sugerir las fechas de inauguración de dichos espacios; así, se han establecido como una fuente de información escrita por los propios constructores de la arquitectura palaciega en la antigua ciudad de *Joy'Chan* hace más de 1 400 años.

TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS DE TIERRA Y TÉCNICAS MIXTAS

La arquitectura de Comalcalco cuenta con diversas técnicas constructivas, como es el caso de la edificación con tierra modelada *in situ*, la construcción de templos y estructuras habitacionales con ladrillos y el recubrimiento elaborado con cal de concha de ostión para dar mayor durabilidad y protección a todos los edificios construidos, a través de gruesos aplanados de

argamasa de cal, permitiendo que todos sus inmuebles tuvieran la transpiración de los excedentes de humedad durante las 24 horas del día.

A nuestro parecer, la mejor manera de documentar la técnica de construcción con tierra, corresponde a la descrita por Daneels (*et al.* 2018), quienes proponen con base en su evidencia arqueológica que los sedimentos se extraen de bancos de material, se colocan ligeramente húmedos y la compactación se obtiene por el mismo paso de los acarreadores. En el caso de Comalcalco, la alternancia de texturas permite contener el estrato de materiales conculíticos como la concha de ostión, que en nuestra evidencia arqueológica y, con base en la experiencia, se ha demostrado que funciona para estabilizar material arcilloso que se ha modelado ligeramente húmedo. Una vez terminado un relleno de estas características, el recubrimiento de aplanado de estuco permite la libre circulación de la humedad capilar y pluvial, sin debilitar la consistencia del volumen construido. Esta técnica constructiva nos permite entender la forma en que fue modelada la construcción de terraplenes, plataformas, basamentos, escaleras y alfardas en muchos de los edificios de la arquitectura monumental de Comalcalco. Sin embargo, a medida que los edificios iban requiriendo mayor altura, los artesanos especializados en la manufactura de estos elementos arquitectónicos, alternaban estratos de concha de ostión de 0.40 m de espesor por cada 0.60 m de arcilla modelada (figura 19).

La siguiente técnica constructiva registrada en Comalcalco ocupó como cimiento los edificios antiguos, a los cuales se agregaron nuevos terraplenes contenidos por taludes de arcilla modelada, para que sirvieran como plataformas de desplante sobre las que edificaron basamentos también de arcilla modelada, que volvieron a ser revestidos con millares de ladrillos pegados con argamasa de cal de concha de ostión y nuevamente recubiertos con gruesos aplanados de estuco.

Sobre estos basamentos de tierra modelada se construyó una banqueta de desplante de 0.30 m de altura, la cual se manufacturó a través de pisos de estuco de 0.05 m de espesor, alternados con pisos elaborados con fragmentos de ladrillos pegados con argamasa de cal también de 0.05 m; dicha banqueta se delimitó con ladrillos adheridos entre sí con argamasa de cal y además recubierta en su totalidad con estuco (figura 20).

Al parecer, los constructores daban a estos procesos de edificación el tiempo necesario para que el material utilizado funcionara conjuntamente, es decir, esperaban 24 horas a que la arcilla modelada, los ladrillos de las banquetas, así como el estuco y los aplanados perdieran humedad, con el objetivo de ver si no aparecían errores en la obra de cimentación, antes de continuar la construcción de los templos y unidades residenciales que debían ser edificadas con mampostería de ladrillos.

En esta arquitectura de tierra modelada destaca la cal obtenida de la quema de conchas de ostión que, al ser apagada en artesas durante algunos días, da una pasta adhesiva de gran calidad, que se mezclaba con agua de cal y conchas trituradas para obtener un mortero que permitía mampostar ladrillos, cubrir todos los elementos arquitectónicos elaborados con arcilla y ladrillo, además de decorar sus edificios con esculturas en bulto. Estas decoraciones vinculaban múltiples elementos de su historia ancestral y su cosmovisión, tal y como se puede

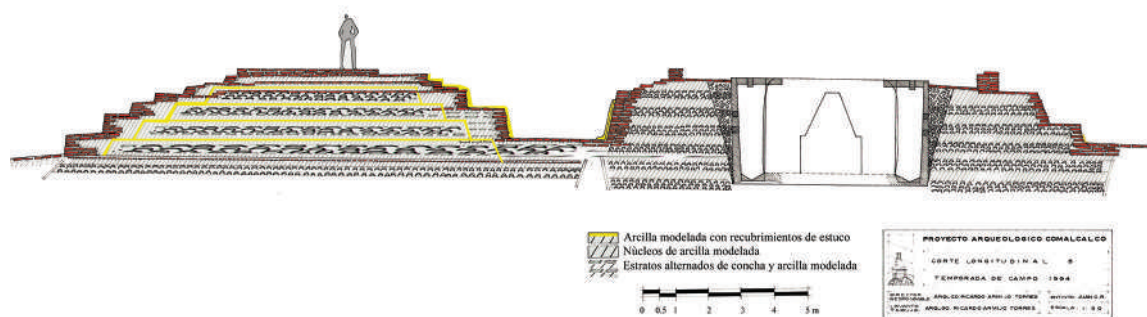


Figura 19. Corte longitudinal de los Templo x y IX en donde se aprecian los estratos de concha de ostión y arcilla en la subestructura y la última ocupación (R. Armijo).



Figura 20. Sector noroeste del Templo IV cuyo basamento desplanta de la banqueta que le circunda (R. Armijo Torres).

observar en las esculturas excavadas en las construcciones palaciegas de la Gran Acrópolis, expuestas en el museo de sitio.

Este procedimiento de la cal proporcionó un material muy resistente y que permitía transpirar los excedentes de humedad, evitando con ello que el conjunto perdiera estabilidad. Esta técnica se utilizó tanto en las viviendas domésticas como en las edificaciones del área nuclear de Comalcalco, en donde existía la imperiosa necesidad de hacer una arquitectura de mayor duración en un ambiente saturado de humedad y carente de piedra (Armijo y Gallegos 2011).



Figura 21. Estructura 1 vista desde el Palacio (derecha) y a la izquierda líneas rojas pintadas sobre el piso de estuco en donde los maestros albañiles desplantaban los muros de los edificios y el espesor de sus aplanados (R. Armijo).

Posteriormente, sobre el estuco de la banqueta alisada se pintaba el patrón arquitectónico de la construcción que se debía levantar, trazando la planta de los muros exteriores, los muros mediales, las pilastras que darían paso al vestíbulo y los espacios designados para el santuario interior, además del espesor de los aplanados. Estos datos se han podido constatar en las excavaciones arqueológicas de los edificios palaciegos de la Gran Acrópolis (figura 21).

El uso del ladrillo facilitó a los ingenieros del sitio edificar criptas dentro de los basamentos que sustentaron los templos, además de construcciones más audaces como las hechas en los edificios palaciegos de la Gran Acrópolis, logrando con ello tener cimentaciones más estables para este tipo de diseños arquitectónicos.

TRABAJOS DE CONSERVACIÓN

METODOLOGÍA DE TRABAJO

La extensión total de Comalcalco es de 577,11 ha, sin embargo, el Instituto Nacional de Antropología e Historia sólo resguarda las 36.29 ha del área central del asentamiento.¹ Las excavaciones de la arquitectura monumental que se han llevado a cabo en Comalcalco, ini-

¹ La poligonal envolvente de 577,11 ha propuestas por el INAH en 1981, fue mermada por la construcción de la carretera Cunduacán - Zona Arqueológica, restándole 22 ha. Posteriormente se efectuó en el 2010 la rectificación correspondiente en los vértices del sector suroeste de la poligonal de 1981, misma que ahora cubre 555-64-56.5283 ha.

cian con la ubicación del nivel cero geo-referenciado a partir del cual se ubica espacialmente y traza la retícula de excavación (figura 22).

Regularmente excavamos con grandes lonas de uso rudo que protegen de la luz solar o la lluvia y permiten tener una lectura adecuada de los elementos arquitectónicos de arcilla, ladrillo y estuco que se van descubriendo, así como los desplazamientos que éstos han tenido a través del tiempo. En contextos arqueológicos de esta naturaleza, lo mejor que se puede hacer para tener una excavación cuidadosa y controlada es utilizar la cucharilla marca Bellota del No. 6, bien afilada, instrumentos de madera de bambú, aspersores manuales, tijeras para cortar raíces, espátulas de pintor y una tabla Munsell, para poder tener un registro adecuado del cambio de color y la textura en la tierra que se está excavando. El registro tridimensional de toda la excavación se lleva a cabo por niveles métricos, ya que las capas naturales son de 5 m de espesor.



Figura 22. Imagen satelital con la poligonal envolvente (verde) del sitio de Comalcalco, la poligonal de 36 ha que protege el INAH (blanco) y en líneas azules el antiguo cauce del río Mezcaltapa (imagen Satelital Quick Bird 2005).

COMPOSICIÓN DE LAS MEZCLAS CONSTRUCTIVAS DE RESTAURACIÓN

La cal con la que se elaboran los morteros para la conservación y la restauración arquitectónica integral de los edificios de la zona arqueológica de Comalcalco, se elabora a partir de las conchas de ostión de la especie (*Crassostrea virginica*), las cuales se obtienen en las lagunas costeras del Golfo de México. Esta forma de obtener y procesar la cal se hizo no sólo para la nixtamalización del maíz, también se originó de la necesidad de obtener un material que fuera muy resistente, que protegiera la arquitectura de tierra modelada y que a su vez permitiera la transpiración de los excedentes de humedad de esta arcilla recubierta.

Para la elaboración de la cal se acumulan grandes cantidades de conchas, se queman en un tapesco, el cual se elabora con pencas de palmera y diversos estratos de cáscara seca de coco. Después se le prende fuego para que arda durante 12 horas hasta que las conchas se pulverizan dando origen a la cal viva, es decir al carbonato de calcio. Como ésta es una actividad masculina, los caleros evitan que las mujeres estén cerca del lugar de quema del tapesco; consideran que se debe hacer lejos de las miradas femeninas para impedir que “echen a perder la quema”. La cal se empaqueta y traslada en costales o en *benequén* que es un pequeño bulto elaborado con hojas de palma (Santos Chablé, comunicación personal 1998, Armijo y Gallegos 2011, Gallegos y Armijo 2005 y 2009) (figura 23).

Esta cal viva en polvo se coloca en artesas con agua, donde inicia su proceso de apagado, dejándola reposar durante 28 días, para que al final se obtenga hidróxido de calcio, mismo que se presenta como una pasta blanca, untosa y fuertemente adhesiva. Para preparar la argamasa de cal para la restauración de los edificios, se mezcla una proporción 40% de cal apagada, 30% de concha de ostión molida y 20% de arena como elemento de carga, con el agua de cal necesaria de la misma artesa. En lo que se refiere al uso de distintas mezclas constructivas, es importante saber qué elemento arquitectónico es el que se pretende intervenir y, a partir de ello, analizar los componentes de las cargas empleadas en éstos, ya que hemos localizado diferentes morteros en pisos, taludes, cornisas y banquetas, tanto de tierra modelada como de ladrillo (figura 24).

LA CONSERVACIÓN DE LOS EDIFICIOS

En Comalcalco los edificios excavados se han restituido volumétricamente a través de núcleos de tierra compactados y modelados, para luego ser cubiertos con aplanados de cal de concha de ostión que son alisados; una vez que tienen la dureza necesaria y presentan el agrietamiento característico de la pérdida de humedad, se aprietan todas las veces que sea necesario hasta que ya no haya fisuras. Posteriormente, con una llana se aplica una lechada de cal mezclada con arcilla para matizar la blancura de la cal.

Es de suma importancia conocer las propiedades de los materiales con los que están contruidos los edificios para evitar cometer errores en su conservación por falta de estudios integrales de las materias primas que existen en la región. Estos daños se pueden observar en los trabajos de restauración en los que se aplicó cemento para la conservación de los edificios.



Conchas de ostión



Tapesco con cocos secos



Quema de tapesco



Empacado de cal viva



Benequen en yahua

Artesas para el apagado de la cal en la Gran Acrópolis en 1994



Figura 23. Amontonamiento de conchas de ostión; elaboración de tapesco con cáscaras de coco y hojas de palma secas; quema de tapesco para hacer cal viva; empacado de cal en costales de papel y en yahua (espata fibrosa de la palma real o *Roystonea regia*) y artesas para apagar la cal durante los trabajos de campo en 1994 en el lado sur de la Gran Acrópolis (M. J. Gallegos y R. Armijo).

La aplicación de cemento sobre la arquitectura de los grupos arquitectónicos de la Plaza norte y la Gran Acrópolis, entre 1956 y 1992, selló los taludes cubiertos con aplanados de estuco que revestían la arquitectura de tierra modelada, evitando la transpiración que tenían desde su construcción. Esto causó daños importantes a los inmuebles, que no son irreversibles si se continúa con el trabajo interdisciplinario adecuado y permanente, como el que se ha venido desarrollando en la investigación integral del proyecto de investigación para la conservación y restauración arquitectónica que se lleva a cabo en Comalcalco desde 1993.



Figura 24. Proceso de restauración arquitectónica de la alfarda sureste del Templo I de Comalcalco en 2020 (R. Armijo).

Cuando se encuentran esculturas adheridas a la arquitectura, se hace un registro puntual de éstas, se restauran con una mezcla de cal y cargas de concha triturada de diferentes granulometrías, posteriormente se protegen y se vuelven a enterrar para evitar que algún visitante poco considerado las destruya, tal y como ha sido el caso de la alfarda del Templo XII, que tuvo que ser restaurada en dos ocasiones hasta que se volvió a cubrir para su conservación (figura 25).

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS FINALES

Como comentario final podemos decir que los estudios hasta ahora realizados en Comalcalco señalan que la técnica y los materiales de construcción, la decoración arquitectónica, la temporalidad y la localización de este tipo de arquitectura en la región, definen a este sitio como parte del estilo denominado como “arquitectura maya de la costa del golfo”, que se caracteriza por la gran dimensión de su bóveda *in situ*, el uso de núcleos de arcilla compactada, la audacia de su mampostería de ladrillos de múltiples dimensiones según el lugar donde se colocara en la obra, una decoración modelada de fina argamasa en bajorrelieve (en sus etapas primarias) y grandes esculturas en bulto (durante la fase tardía del asentamiento, entre el año 600 y el 950 dC). Otro rasgo distintivo son los recintos funerarios con una cripta en la porción media del basamento, rematada por un templo de ladrillo con doble crujía. La planeación de la ciudad es evidente también en su compleja red de drenaje de tuberías de barro, que drena los edificios palaciegos de la última etapa constructiva por debajo del Patio Hundido y la plataforma sureste del Templo IV; mientras, dentro de los muros de los edificios habitacionales y los santuarios, hay ductos que desaguan las crujías hacia un sistema de estanques y atarjeas que eran abastecidas a través de los colectores de aguas pluviales situados en las cresterías del Palacio y los edificios palaciegos.



Figura 25. Mascarón modelado en arcilla recubierto con estuco modelado en la alfarda noroeste de Templo XII (R. Armijo).

El estudio sobre la decoración arquitectónica ha identificado escenas hieráticas desarrolladas en bajorrelieve, donde se integraban personajes importantes de la realeza de esta ciudad, animales que tenían un gran poder en la cosmovisión maya de *Joy'Chan*, así como elementos naturales relacionados con el agua, la tierra, el viento y el fuego vinculados con espacios sobrenaturales como el inframundo y las deidades celestes, como se observa en los bajorrelieves de los Templos I, VI, VII y la Estructura 4. En cuanto a la ornamentación de la arquitectura de mampostería de ladrillo, ésta se distingue por las grandes esculturas en bulto de personajes masculinos, asociados con reptiles, aves y anfibios. Sabemos que existen varios sitios que se localizan en la franja costera del territorio tabasqueño, que muestran una tradición constructiva muy similar a la que se dio en Comalcalco, principalmente porque todos estos asentamientos se ubican en la gran llanura aluvial carente de piedra, en la que convivieron

con el agua, resolviendo de diversas formas el establecimiento de ciudades acuáticas, como lo evidencian El Bellote, Allende y el Pájaro entre otros. Sin embargo, de todos estos asentamientos, Comalcalco es el que mayor cantidad de estudios ha concentrado a lo largo de poco más de tres décadas de investigación integral que se lleva en el sitio desde 1993 hasta la fecha, lo que nos ha permitido definir su particular estilo arquitectónico.

En cuanto al tema de la conservación de la arquitectura de tierra, se pueden resaltar los principales logros hasta ahora y los retos a futuro para esta clase de patrimonio. La conservación de Comalcalco ha sido un importante desafío académico por las particularidades de hallarse en una región del trópico húmedo; requirió llevar a cabo el estudio integral de los materiales de construcción y de sus propiedades, a fin de saber cómo funcionan los estratos de concha, las mezclas de cal y sus elementos de carga en la arquitectura de tierra, con el objeto de orientar las actividades de restauración arquitectónica hacia el uso de materiales afines a los originales. Cabe destacar que los resultados hasta ahora obtenidos nos han ayudado significativamente a eliminar el uso de cemento, sin embargo, ahora el reto consiste en retirar este material que tanto ha afectado a los inmuebles en el sitio, para lograr recuperar una buena parte de éstos antes de que se desintegren.

BIBLIOGRAFÍA

ARMIJO TORRES, RICARDO

- 2016 Un Katún de investigaciones en Joy'Chan (Comalcalco), tesis, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

ARMIJO TORRES RICARDO Y MIRIAM J. GALLEGOS GÓMORA

- 2008 Una visión de Comalcalco a través de sus investigaciones científicas, *Los investigadores de Mesoamérica* 11: 23-60.
- 2011 Excavaciones recientes en la Gran Acrópolis: descubrimientos sobre su función, arquitectura, temporalidad y conservación, *Los investigadores de la cultura maya* 19 (2): 29-44.

BLOM, FRANS Y OLIVER LA FARGE

- 1986 [1926] *Tribus y templos*, Clásicos de la antropología 16, Instituto Nacional Indigenista, México.

DANEELS, ANNICK, MICHAEL LOVE Y ESTEBAN ÁVALOS BELTRÁN

- 2018 Control de presión interna de rellenos en basamentos de la Mesoamérica prehispánica, Celia Neves, Zazanda Salcedo y Obede Borges (eds.), *Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra "Tierra, Cultura, Habitat Resiliente y Desarrollo Sostenible, Memorias, USAC-CII/PROTERRA, La Antigua Guatemala: 36-45.*

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y CONSERVACIÓN DE COMALCALCO, TABASCO

DRUCKER, PHILIP, ROBERT HEIZER Y ROBERT SQUIER

- 1959 *Excavations at La Venta, Tabasco, 1955*, Bureau of American Ethnology Bulletin 17, Smithsonian Institution, Washington, D.C.

GALLEGOS GÓMORA, MIRIAM JUDITH, MANUEL ACOSTA, RICARDO ARMIJO TORRES Y SUSANA CHÁVEZ

- 2012 La alfarería de Comalcalco y Jonuta: un análisis arqueométrico interdisciplinario. Pottery of Comalcalco and Jonuta: an interdisciplinary Archaeometric Analysis, Ponencia presentada en el 77th Anniversary Meeting de la Society for American Archaeology, Memphis.

GALLEGOS GÓMORA, MIRIAM JUDITH Y RICARDO ARMIJO TORRES

- 2005 Sistemas constructivos y materiales en la arquitectura de Comalcalco, Tabasco, *Memorias del XXV Convengo Internazionale di Americanistica 2003*, vol. II, Centro di Studi Americanistici Circolo Amerindiano, Perugia: 391-398.
- 2009 El patrimonio inmaterial de las provincias costeras de tabasco y su entorno medioambiental: la producción artesanal de cal, *Las artesanías mexicanas, Memoria del III Coloquio Nacional de Arte Popular*, Consejo Veracruzano de Arte Popular, Gobierno del Estado de Veracruz, Veracruz: 87-98.
- 2017 Comalcalco, la ciudad maya de ladrillos: descubriendo su pasado y la conservación de su futuro, *Restauero Archaeologico XXV* (número especial): 128-147. https://issuu.com/dida-unifi/docs/ra_20numero_20speciale_7c2017 (consulta: 19 de abril de 2018).

GÓMEZ ORTIZ, ALMUDENA Y RICARDO ARMIJO TORRES

- 2003 Estudio preliminar de las condiciones de vida en el sitio arqueológico de Comalcalco, Tabasco, *Los investigadores de la cultura maya* 11 (2): 447-453.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI)

- 1986 *Síntesis geográfica del estado de Tabasco, México*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información, México.

MARTÍNEZ GUZMÁN, LOURDES

- 1973 Poblamiento, arquitectura y ornamentación de Comalcalco, Tabasco, tesis, Escuela de Ciencias Antropológicas, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

NOVELO RENATA, ALEJANDRO Y ANTONIO LOT-HELGUERAS

- 1988 *La cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta*, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

PSUTY, NORBERT P.

- 1967 *The geomorphology of beach ridges in Tabasco, Mexico*, Coastal Studies Series 18, Louisiana State University Press, Baton Rouge.

RICARDO ARMIJO TORRES Y MIRIAM JUDITH GALLEGOS GÓMORA

WEST, ROBERT, NORBERT PSUTY Y BRUCE GRAHAM THOM

1976 [1969] *Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México* (traducción), Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

ZENDER, MARC UWE

1998 Epigraphic Research at Comalcalco, Informe en Archivo técnico del Proyecto Arqueológico Comalcalco, Tabasco, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Villahermosa.

ZENDER, MARC UWE, RICARDO ARMIJO TORRES Y MIRIAM JUDITH GALLEGOS GÓMORA

2001 Vida y obra de Ah Pakal Tan, un sacerdote del siglo VIII en Comalcalco, Tabasco, México, *Los investigadores de la cultura maya* 9 (2): 118-123.

RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS PREHISPÁNICAS EN LOS PARQUES ARQUEOLÓGICOS DE TAZUMAL Y CASA BLANCA, CHALCHUAPA, EL SALVADOR

Shione Shibata*

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan las intervenciones de conservación en los Parques Arqueológicos de Tazumal y Casa Blanca, mientras estaban bajo la administración de la Dirección General de Patrimonio Cultural y Natural del Ministerio de Cultura de El Salvador. Son los dos parques abiertos al público de la zona arqueológica Chalchuapa que está conformada por 10 áreas, nombradas de norte a sur: El Trapiche, Pampe, Casa Blanca, Peñate, Las Victorias, Laguna Cuzcachapa, Tazumal, Nuevo Tazumal, Gavilán y Laguna Seca. En estos parques se encuentran importantes estructuras de tierra que fueron excavadas, restauradas y conservadas con la finalidad de que los visitantes puedan conocer y apreciar el patrimonio arqueológico nacional. En una primera parte se describen los métodos de las intervenciones realizadas en las estructuras desde la década de 1970 en Casa Blanca y la década de 1990 en Tazumal. En una segunda parte, se evalúa el estado de conservación en el que se encuentran. En este trabajo se hace un énfasis especial en la mezcla de argamasa que se elaboró después de 1997, la cual se ha aplicado para restaurar dichas edificaciones con buenos resultados.

PARQUE ARQUEOLÓGICO TAZUMAL

UBICACIÓN Y ANTECEDENTES

El Parque Arqueológico Tazumal se localiza a 75 km al noroeste de la capital San Salvador (figuras 1 y 2). Las excavaciones en este sitio dieron inicio en el año 1942 bajo la dirección de Stanley H. Boggs y continuaron hasta principios de la década de 1950, cuando se declaró parque arqueológico. Durante este proyecto se restauraron las pirámides B1-1 y B1-2 (figura 3) usando cemento (mezcla cemento/arena), como era usual en aquel entonces, y se construyó

* Dirección de Arqueología del Ministerio de Cultura de El Salvador

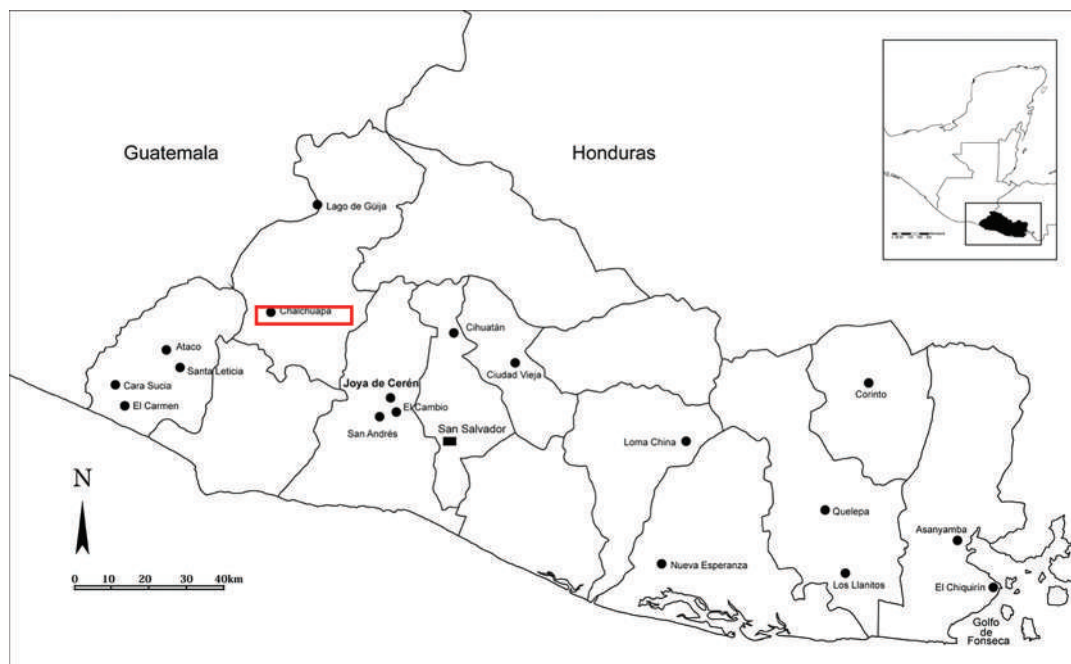


Figura 1. Mapa de El Salvador y la ubicación de la zona arqueológica de Chalchuapa (S. Shibata).

el primer museo del sitio en El Salvador con el objetivo de exhibir el material arqueológico encontrado hasta ese momento.

En virtud de los esfuerzos realizados por Boggs, las estructuras de Tazumal se convirtieron en el icono del patrimonio cultural prehispánico de El Salvador, incluso, en el año 2010, la imagen de la Gran Pirámide B1-1 de Tazumal se utilizó en el extinto billete de cien colones y fue elegida para el diseño de fondo del carnet del Documento Único de Identidad (DUI) de la República de El Salvador. Sin embargo, todo ese orgullo no fue proporcional con el cuidado de dicho patrimonio, ya que después de 70 años de exposición a condiciones naturales, las estructuras de Tazumal se siguen deteriorando poco a poco.

INTERVENCIONES REALIZADAS EN EL EDIFICIO DE LAS COLUMNAS (B1-1d) EN 1997

En 1997 inició el proyecto de restauración en el lado oeste de la Gran Pirámide B1-1 (figura 4), concretamente en el Edificio de las Columnas (B1-1d). El proyecto fue dirigido por el entonces Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, Concultura, con una duración de 9 meses. Sin embargo, para el mes junio del 2002 se reportó la caída de la pared sur de la sala central de esta estructura.

Como consecuencia de este deterioro imprevisto se realizaron estudios de daños en las estructuras prehispánicas del Parque Arqueológico Tazumal, con la asesoría del arqueólogo mexicano, Héctor Daniel Juárez Cossío, entonces director de Estudios Arqueológicos del Instituto Nacional de Antropología e Historia de México (INAH). Juárez visitó la República



Figura 2. Plano topográfico de la zona arqueológica de Chalchuapa (S. Shibata).

de El Salvador en el mes de octubre del año 2002 dentro del marco de cooperación técnica bilateral entre México y El Salvador y ejecutó los estudios de daños durante 2 meses en 5 parques arqueológicos que estaban entonces bajo la dirección del Concultura.

Con base en las observaciones y recomendaciones presentadas por Juárez se realizó el monitoreo de las condiciones de las estructuras en las áreas del Edificio de las Columnas (B1-1d) y la ventana arqueológica ubicada al este de la Gran Pirámide B1-1, en el periodo entre noviembre 2003 a enero 2004 (figura 5). En dichas áreas se observaban daños graves, comparándolos con otras del Parque Arqueológico Tazumal. Durante esta temporada de



Figura 3. Plano topográfico y arquitectónico del Parque Arqueológico Tazumal (S. Shibata).

trabajo se realizó el levantamiento arqueológico y el registro de daños, utilizando una estación total con el Sistema de SITE IV y cámara digital anti-polvo, ofrecidos por el Proyecto Arqueológico de El Salvador de la Universidad de Nagoya, Japón.

COLAPSO DE LA PARED DEL EDIFICIO DE LAS COLUMNAS (B1-1d) EN 2002 (FIGURA 4)

En el mes junio del 2002 colapsó la mayor parte de la pared sur de la sala central del Edificio de las Columnas (B1-1d), la cual formaba un espacio en la entrada. Se intervino hasta el mes octubre de 2006. Con base en la observación de daños anterior a la intervención, la causa de este deterioro, se debería posiblemente a las corrientes de agua de lluvia (Shibata 2015: 135-137). Al llover, el escurrimiento que se origina desde la cima de la Gran Pirámide B1-1, baja por la escalinata principal hasta empozarse al pie de dicha pirámide, es decir sobre el

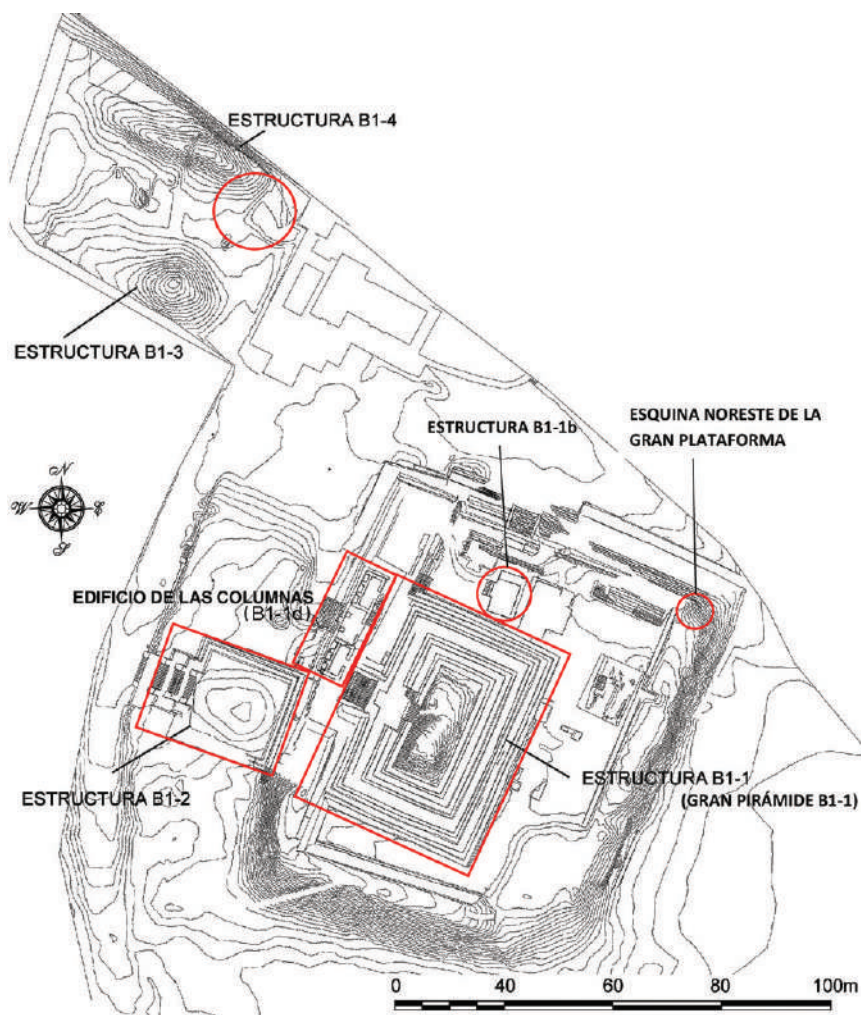


Figura 4. Ubicación de las áreas intervenidas en Tazumal (S. Shibata).

techo del cuarto sur del Edificio de las Columnas (B1-1d). No obstante, los pisos de argamasa compactados que se observan en el corte son gruesos, por lo menos 10 cm de grosor, por lo tanto, sería difícil la filtración de agua de lluvia desde la superficie del piso hacia dentro del relleno del cuarto sur (Shibata y Murano 2015: 135-137).

Al observar la pared caída, el repello original de la pared expuesta (o sea el lado norte de la pared colapsada) está totalmente destruido (Shibata y Murano 2015). Por otro lado, el repello interior original de la misma pared (o sea el lado sur de la pared colapsada) se conserva en su posición original. Es decir, que el agua originada por las lluvias no se filtró hacia adentro del cuarto sur desde el nivel de piso colocado arriba del cuarto sur, ni tampoco presionó la pared norte desde adentro del cuarto hacia afuera. Por lo tanto, debieron ser las goteras que habrían caído continuamente desde la orilla de los pisos de argamasa cortados, construidos arriba del cuarto sur del Edificio de las Columnas (B1-1d), las que penetraron en el núcleo

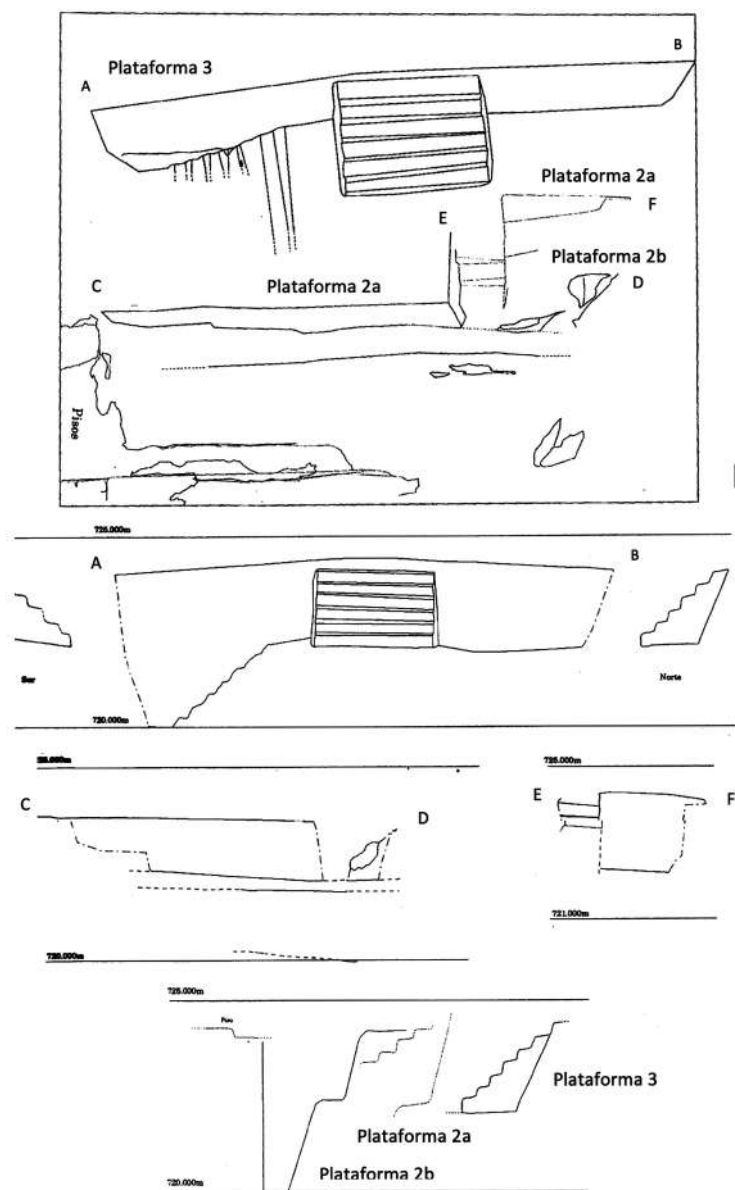


Figura 5. Plantas, fachadas y perfiles de las Plataformas 3, 2a y 2 en la ventana arqueológica de Tazumal (S. Shibata).

de la pared desde la parte de arriba destruyendo el repello del lado norte. Además, durante la restauración de 1997 se habían colocado piedras grandes en la parte superior de la pared norte del cuarto sur, cuyo peso excesivo afectó la parte inferior de dicha pared: no pudo sostenerla y la desestabilizó (Shibata y Murano 2015).

Las partes del muro y de las columnas que colapsaron del Edificio de las Columnas (B1-1d) se reconstruyeron totalmente con adobe, lodo y argamasa. El proceso duró nueve

semanas, entre octubre y diciembre del año 2006, con la cooperación de JOCV/JICA en El Salvador y el Departamento de Arqueología del entonces Concultura (Shibata y Murano 2008: 1060). La pared se levantó con adobes que miden 41 x 27 x 15 cm, pegados con lodo; de la misma manera se reconstruyeron las columnas. La pared y las columnas reconstruidas forman la letra “T” en su planta, la cual proporcionará más resistencia estructural. La superficie de la pared y las columnas reconstruidas se repellaron con dos capas de argamasa (Shibata y Murano 2008: 1060).

El material utilizado para elaborar el adobe es pómez negra y tierra de color café. Para preparar la argamasa se usó pómez negra, cascajo terciado, barro, tierra de color café y cal. Las proporciones de las mezclas son las siguientes (Shibata y Murano 2008: 1060):

Adobe: pómez negra : tierra café

• = 1 : 1

Argamasa: pómez negra : cascajo terciado : barro : tierra café : cal

• = 10 : 4 : 5 : 2 : 2

El lodo para pegar el adobe lleva el mismo porcentaje que el adobe (Shibata y Murano 2008: 1060).

El Edificio de las Columnas (B1-1d) está construido originalmente con tierra, adobe y un poco de piedra. En el corte de la pared colapsada se observaron por lo menos 5 hiladas horizontales de piedra, de aproximadamente 5 a 8 cm de diámetro. No se sabe la función estructural de dicha piedra para la construcción de la pared (Shibata y Murano 2008: 1062).

Cabe mencionar que no se volvió a utilizar cemento ni piedra grande para la restauración del Edificio de las Columnas (B1-1d), como se había hecho durante la restauración del año 1997 (Shibata y Murano 2008: 1062).

El proceso de restauración fue el siguiente: se elaboraron 880 adobes con la mezcla mencionada arriba de pómez negra y tierra de color café. Se construyó un techo provisional de lámina sobre estructura de madera para cubrir las partes dañadas (Shibata y Murano 2008: 1062). Se quitó el resto del relleno de la pared caída y el relleno de la pared del lado oeste que mide 3.15 m de largo y 2.03 m de altura. El fondo de la pared norte se excavó a 60 cm de la profundidad hasta el nivel de piso de la subestructura. Durante dicha excavación se recolectó material arqueológico como fragmentos de cerámica y lítica. Sin embargo, no se encontró ofrenda *in situ* (Shibata y Murano 2008: 1062).

La fundación se elaboró en el fondo de la pared norte, utilizando primero piedras grandes, posteriormente pequeñas y lodo preparado en las mismas proporciones que para el adobe. Se levantó hasta 15 cm arriba del nivel de piso del Edificio de las Columnas, como aislante de la humedad, para mantener seca la pared de adobe. Se levantaron las paredes y las columnas con adobe, uniéndolos con la misma mezcla de lodo (Shibata y Murano. 2008: 1062). La superficie de las paredes y las columnas se repelló con 2 capas de argamasa, una de azote y otra del repello fino sobre la capa de azote. Las partes repelladas se compactaron con un cabo de madera (Shibata y Murano 2008). Arriba del cuarto sur se puso un piso grueso hecho de

argamasa imitando el original, para evitar nuevas filtraciones de agua de lluvia hacia adentro de las paredes (Shibata y Murano 2008).

COLAPSO DEL LADO SUR DE LA ESTRUCTURA B1-2 EN 2004

La Estructura B1-2 de Tazumal sufrió un colapso en la parte lateral sur el día 18 de octubre de 2004 (figura 4). Se presume que la causa fue las fuertes precipitaciones en Chalchuapa durante la semana anterior del colapso, que desde la cima de la Estructura B1-2 se acumuló contra la base de la pared restaurada con cemento, presionando desde adentro hacia afuera, y provocó el derrumbe de la parte sur del edificio.

Al inspeccionar el derrumbe de la Estructura B1-2, el Departamento de Arqueología presentó un plan de intervención sobre el daño ante la Presidencia del entonces Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, Concultura, mencionando lo siguiente:

- Desalojar los escombros de la Estructura B1-2.
- Realizar investigaciones arqueológicas con el fin de buscar subestructuras registradas en las fotografías tomadas por Boggs en la década que va de 1940 a 1950.
- Consolidar y restaurar las subestructuras excavadas utilizando la mezcla de argamasa (ver arriba, la parte del Edificio de las Columnas).

Las investigaciones arqueológicas y los trabajos de restauración duraron un total de 20 meses, en dos temporadas, contando con el apoyo técnico de un arqueólogo de los voluntarios japoneses de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón, JICA. Todo el proceso finalizó el mes noviembre de 2006 (Valdivieso 2005a y b, Kato 2006). Al restaurar se consideraron los tres puntos que indicó el Profesor Kuniaki Ohi, Director General del Proyecto Chalchuapa de la Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto (Ohi 2000b: 225-237): a) fidelidad, b) firmeza, c) belleza y armonía.

Para mostrar la secuencia arquitectónica de dichas subestructuras, ciertas partes de ellas se reconstruyeron apegadas a los datos obtenidos durante las investigaciones arqueológicas. En la cima de la subestructura de la última etapa constructiva se levantaron los muros con altura de 35 cm, respetando las huellas de los muros originales registradas sobre el piso original, para que los visitantes comprendan la existencia de la superestructura sobre el basamento piramidal (Valdivieso 2005a y b).

El piso original de dicha subestructura se conservó cubierto con una capa de 15 cm de grosor hecha de piedras en una mezcla de argamasa, sobre la cual se colocó otra capa de argamasa de 5 cm de grosor. Esta cobertura tenía como objetivo evitar el deterioro del piso prehispánico y la filtración de agua de lluvia hacia el interior de las subestructuras, ya que ésta fue probablemente la causa principal del derrumbe de la Estructura B1-2 (Valdivieso 2005a y b). Para mantener la solidez de paredes laterales contra lluvia y viento, se retiró la tierra de entre las piedras superficiales hasta 5 cm de profundidad. Los espacios se rellenaron con argamasa y se compactaron con un cabo de madera de Bálsamo (*ibidem*).

RESTAURACIÓN DE LA ESTRUCTURA B1-4 EN 2006

En la Estructura B1-4 (figura 4) se conserva en buen estado el lateral norte de la cancha de juego de pelota del Postclásico, aunque por las actividades de enterramiento moderno se había destruido la mayor parte del lateral sur, la Estructura B1-3, ya que el área de las Estructuras B1-3 y 4 formaban parte del Cementerio Municipal de Chalchuapa (Shibata *et al.* 2009).

Por lo tanto, se comenzó el proceso de su restauración después de la excavación de la misma Estructura B1-4, con los siguientes objetivos:

- Proteger la Estructura B1-4 contra sus deterioros.
- Convertir la Estructura B1-4 en material didáctico para el estudio histórico-cultural en el Parque Arqueológico Tazumal.
- Agregar la Estructura B1-4 restaurada como otro elemento para el turismo cultural en la zona arqueológica de Chalchuapa.

Al igual que otras estructuras del Postclásico encontradas en la zona arqueológica de Chalchuapa, el núcleo de la Estructura B1-4 fue construido con piedra volcánica unida entre sí con lodo. Una capa delgada de piedrín volcánico del color rojo (su máximo grosor es de 1 cm) se observaba sobre la superficie del núcleo, formando un piso (Shibata *et al.* 2009).

Durante las temporadas del proyecto interdisciplinario de El Salvador de la Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto (desde septiembre de 1995 hasta marzo de 2000), se creó una mezcla de pómez negra, cascajo terciado, barro, tierra del color café y cal, que se aplicó para la restauración de las Estructuras 1, 2 y 5 del Parque Arqueológico Casa Blanca (Girón y Ohi 2000). La misma mezcla se había utilizado para la restauración del lado sur de la Estructura B1-2 del Parque Arqueológico Tazumal (Shibata *et al.* 2009).

Sin embargo, durante el seguimiento del estado de la mezcla aplicada en la parte sur de la Estructura B1-2 se observó la porosidad (Shibata *et al.* 2009). Según el análisis la causa de la porosidad era el cascajo terciado. Con esta nueva idea se elaboró otro tipo de mezcla, con pómez negra, barro, tierra del color café y cal. Sus proporciones son las siguientes:

- Argamasa: pómez negra : barro : tierra café : cal
 = 6 : 3 : 6 : 2

La nueva mezcla se aplicó en la restauración del lado norte y oeste de la Estructura B1-2 y así se pudo evitar la porosidad que se observaba en la parte sur de la misma arquitectura prehispánica (Shibata *et al.* 2009).

Durante el tiempo de la restauración de la Estructura B1-4 se utilizó la nueva mezcla como unión de la piedra del núcleo y en el acabado de la superficie. El proceso de la restauración de la Estructura B1-4 se inició el día 21 de abril y finalizó el 26 de mayo de 2007. Primeramente, se construyó una galera provisional con madera y lámina para cubrir todas las partes excavadas de la Estructura B1-4, cortar los rayos directos del sol y evitar un brusco

cambio de la temperatura sobre las superficies donde se había aplicado la mezcla (Shibata *et al.* 2009).

Luego se realizó la restauración de la Estructura B1-4 conforme los siguientes pasos:

- Sembrar césped sobre la parte plana de la cancha de juego de pelota, la parte inclinada y la cima del Montículo B1-4, para proteger su deterioro por las lluvias.
- Dejar la piedra del núcleo expuesta para mostrar el sistema constructivo de la Estructura B1-4.
- Proteger las partes originales de la capa de piedrín del color rojo y el posible estuco, cubriéndolos con argamasa.
- Mostrar las esquinas de la cancha de juego de pelota en forma de “H” cerrada.

En el proceso de la restauración el primer y segundo puntos se llevaron en paralelo y en el último tiempo se realizaron los trabajos del tercero y cuarto puntos (Shibata *et al.* 2009). Para mostrar el sistema constructivo, las piedras originales se retiraron de su lugar, se quitó el relleno de lodo y se volvió a colocar en su posición original, con base en el registro fotográfico digital y los dibujos tomados anteriormente. La piedra se unió con la mezcla, para evitar la destrucción del núcleo por el posible crecimiento de la hierba que se quedaría dentro del lodo original (Shibata *et al.* 2009). Además, en algunas partes de la Estructura B1-4 se agregó piedra para proteger el núcleo original, con base en los datos arquitectónicos registrados durante la excavación (Shibata *et al.* 2009). El piso y la pared de la banqueta se cubrieron con una capa de argamasa, protegiendo sus partes originales hechas de piedrín con color rojo y estuco (Shibata y Murano 2008).

INTERVENCIÓN DE LA GRAN PIRÁMIDE B1-1 EN 2011

Dentro del marco del Proyecto Tazumal etapa: 2010-2012, dirigido por Nobuyuki Ito de la Universidad de Nagoya, Japón, se planificó una excavación con el método de túnel y comenzó la excavación en el lado sur de la Gran Pirámide B1-1 (figura 4).

La tierra excavada contenía más humedad que la de otra excavación convencional. Al investigar la causa de esta humedad, se concluyó que podría ser a causa de las fisuras que se observaban en todos los cuerpos del basamento piramidal. Por ese motivo, en los meses de abril y mayo de 2011 se decidió tapar dichas fisuras utilizando cemento, ya que la mayor parte de la Gran Pirámide B1-1 se había restaurado con cemento en las décadas de 1940 y 1950.

INTERVENCIÓN EN LA ESQUINA NORESTE DE LA GRAN PLATAFORMA

El deterioro en la esquina noreste de la escalinata larga de la gran plataforma debajo de la Gran Pirámide B1-1 (figura 4) fue consecuencia de los insectos, es decir, las hormigas hacían su nido dentro del relleno de la escalinata amplia. Se cayeron la parte original de la escalinata

y la pared cubierta con cemento, cuya dimensión mide aproximadamente 3 m de ancho y 1 m de altura.

El método utilizado en este caso fue el mismo de la intervención en el Edificio de las Columnas ejecutado en 2006 (Alvarado y Méndez 2012):

- Se excavaron las partes dañadas por hormigas para eliminar su nido.
- Se rellenó el fondo del agujero con piedra y mezcla hasta el nivel superior de la escalinata amplia para formar una “fundación de piedra”.
- Se colocaron sobre la fundación adobes pegados con la mezcla de argamasa.
- Se repelló la superficie de adobes para protegerlos.
- Se compactó el repello de argamasa.

El Departamento de Arqueología había realizado el registro antes de la intervención a través de fotos digitales y levantamiento arquitectónico utilizando una estación total de Topcon y software de dibujo digital (Alvarado y Méndez 2012). Posteriormente se construyó la cubierta provisional arriba de la parte deteriorada para evitar que la lluvia y el sol la dañaran. Al mismo tiempo los trabajadores del Parque Arqueológico Tazumal elaboraron 200 adobes reforzados con medidas de 40 x 20 x 12 cm para rellenar las partes excavadas para desalojar el nido de hormigas (Alvarado y Méndez 2012). Estos adobes se elaboran no solamente con cascajo terciado y barro al 1:1, sino que se agregan pómez negra, tierra de color café y cal, para darle dureza.

El material usado en la elaboración de adobes y argamasa y sus proporciones son los siguientes (Alvarado y Méndez 2012):

- Adobe: pómez negra : cascajo terciado : barro : tierra café: cal
= 4 : 4 : 4 : 2 : 3
- Argamasa: pómez negra : barro : tierra café : cal
= 3 : 1 : 3 : 1

Cabe mencionar que esta vez se utilizó la tierra del color negro junto con la tierra del color café en una proporción de 1:1, ya que como fue un área pequeña de excavación no se produjo la cantidad suficiente de tierra del color café para elaborar adobes y argamasa (Alvarado y Méndez 2012). Se ha detectado cierta porosidad en el repello, sin embargo, no se observa mayor riesgo en la parte restaurada hasta la fecha.

El trabajo de restauración dio inicio el día 12 de marzo de 2012 y finalizó el 30 del mismo mes. Después de colocar el techo provisional, se demolió la parte dañada desde el cuerpo superior hasta la grieta y se retiró la piedra y el relleno de tierra puestos por Boggs en las décadas de 1940 y 1950. Luego se excavó parte del relleno de tierra prehispánico con el fin de eliminar el nido de hormigas (Alvarado y Méndez 2012).

En un primer momento se colocaron piedras con mezcla de argamasa como fundación, misma que se levantó aproximadamente a 25 cm sobre la parte superior de la escalinata amplia para aislar la pared de adobe de la humedad. Para formar los cuerpos escalonados se levantó la pared de adobe. Durante este proceso se formó la cornisa respetando el estilo original. Además, se reconstruyó la misma geometría en la parte superior del cuerpo como tenía antes. Los cuerpos escalonados se cubrieron con la mezcla de argamasa rústica, sobre la cual se aplicó la capa de argamasa fina. Dicha capa se compactó fuertemente con un mazo de madera y se marcó la superficie de los cuerpos escalonados con el fin de diferenciar la parte intervenida de la parte original (Alvarado y Méndez 2012). Finalmente, la parte trasera superior de los cuerpos escalonados se rellenó con tierra y algunos días después se retiró el techo provisional (Alvarado y Méndez 2012).

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS EN TAZUMAL AL 11 DE JULIO DE 2017

EDIFICIO DE LAS COLUMNAS

En este Edificio se observaron dos puntos en donde se debe realizar la intervención lo más pronto posible (figura 4). Uno se ubica en la parte inferior de la pared exterior del cuarto sur, la cual se encuentra entre la 2ª y la 3ª columna, desde el lado sur del mismo Edificio (figura 6).



Figura 6. Cavidad que se observa entre la 2ª y 3ª columnas del cuarto sur del Edificio de las Columnas (B1-d1) (S. Shibata).

La cavidad mide aproximadamente 96 cm de ancho y 57 cm de altura. El interior del hoyo se encuentra húmedo. No se observa la huella provocada por insectos y/o animales como hormigas o garrobos. Por lo tanto, la humedad indica que la causa de este deterioro podría ser la filtración de agua de lluvia desde arriba del cuarto sur hacia adentro del mismo. Sin embargo, sería difícil que el agua de lluvia infiltre desde la cima del cuarto, ya que es donde se conservan dos pisos de argamasa superpuestos con grosor de por lo menos 10 cm cada uno. El punto de infiltración de agua de lluvia podría ser la orilla de la parte reconstruida al final del año 2006.

Otro es la superficie de la pared exterior del cuarto norte ubicada entre la 3ª y 4ª columnas desde el lado norte del Edificio de las Columnas y la pared lateral norte de la 4ª columna (figura 7). El primer sector deteriorado mide aproximadamente 1.6 m de ancho y 1.08 m de altura, el segundo unos 0.6 m de ancho y 1.2 m de altura. Ambos se deben a la pérdida del repello aplicado en 1997, causado por el aislamiento desde la superficie del muro y la columna.

Además, hay otros tres puntos que intervenir, los cuales son un hoyo pequeño sobre la pared externa del cuarto norte ubicada entre la 2ª y 3ª columnas (figura 8), siete hoyos pequeños sobre la pared externa del cuarto norte ubicada entre la 1ª y 2ª columnas (figura 9) y una fisura sobre la pared norte del cuarto norte (figura 10).



Figura 7. Deterioro del repello observado en la superficie de la pared oeste del cuarto norte ubicada entre la 3ª y 4ª columnas desde el lado oeste del edificio de las Columnas (B1-d1) y de la pared lateral norte de la 4ª columna (a la derecha) (S. Shibata).



Figura 8. Puntos por intervenir sobre la pared externa del cuarto norte, ubicada entre la 2ª y 3ª columnas (S. Shibata).



Figura 9. Hoyos pequeños sobre la pared externa del cuarto norte, ubicada entre la 1ª y 2ª columnas (S. Shibata).



Figura 10. Fisura sobre la pared norte del cuarto norte (S. Shibata).

GRAN PIRÁMIDE B1-1

Se observan fisuras en la Estructura B1-1e (figura 4) y sus alrededores, sin embargo, su estado no es tan crítico como en los casos observados en el Edificio de las Columnas.

VENTANA ARQUEOLÓGICA UBICADA AL ESTE DE LA GRAN PIRÁMIDE B1-1

En esta ventana arqueológica se muestra el proceso de agrandamiento de la Gran Plataforma durante el Clásico (figuras 3 y 4). La Plataforma 3 ubicada en el lado oeste de dicha ventana consiste en un talud y dos escalinatas. El talud ya se había restaurado en la década de 1940 durante el proyecto dirigido por Boggs y en la parte superior del mismo se observa un pequeño desprendimiento. Tanto la escalinata superior como la inferior muestran diversos desprendimientos de repello restaurado y fisuras en las gradas y las partes laterales (figura 11).



Figura 11. Dos vistas de los desprendimientos de repello restaurado y de las fisuras en las gradas de la Plataforma 3 (S. Shibata).

La Plataforma 2 se compone de la Plataforma 2a y 2b, que consisten en dos taludes. En la Plataforma 2a se observan diversos desprendimientos de repello restaurado y fisuras, especialmente sobre el primer talud, el andador y las gradas de la escalinata. En la 2b también están registrados desprendimientos de repello restaurado y fisuras (figura 12).

ESTRUCTURA B1-1b

La Estructura B1-1b (figura 4) está ubicada al norte de la Gran Pirámide B1-1; fue reconstruida totalmente con cemento en la década de 1940. La parte inferior de dicha estructura se encuentra bajo el piso y está bien conservada.



Figura 12. Desprendimientos de repello restaurado y fisuras en las Plataformas 2a y 2b (S. Shibata).

GRAN PLATAFORMA

El lado oeste de la Gran Plataforma consiste en dos taludes superpuestos, en los que se observan por lo menos 20 hoyos medianos y pequeños; además, están registradas fisuras en las partes restauradas con cemento en las décadas de 1940 y 1950 (figura 13).

En el lado norte hay varias estructuras de diferentes etapas constructivas; en la escalinata con alfardas hay hoyos pequeños y fisuras (figura 14). La pérdida de repello se observa en la escalinata amplia, especialmente en la parte inferior de la primera grada y sobre las gradas (figura 15). El mismo fenómeno se advierte en la parte inferior del talud ubicado en el extremo norte de la Gran Plataforma (figura 16). La parte intervenida en el año 2012 ubicada en la esquina noreste de la Gran Plataforma, está en buen estado de conservación, con excepción de un desprendimiento pequeño causado por la actividad humana (figura 17).



Figura 13. Lado oeste de la Gran Plataforma: (arriba) hoyos en el talud inferior; (abajo) fisuras registradas en las partes restauradas con cemento en las décadas de 1940 y 1950 (S. Shibata).

En el lado este de la Gran Plataforma se encuentran dos banquetas, dos cuerpos escalonados y los restos de supuestas gradas que formarían una escalinata (figura 18). Según el estilo arquitectónico, estos vestigios pertenecerían al Clásico tardío, mientras estaba en función la Gran Pirámide B1-1. Entre la parte superior del primer cuerpo y el andador se desprendió el repello en cinco lugares, afectando el núcleo (figura 19).

Al sur de la Gran Pirámide B1-1, en el área de la supuesta cancha de juego de pelota se observa el desprendimiento de repello de cemento y fisuras (figura 20).



Figura 14. Escalinata norte y estructuras de diferentes etapas constructivas. En la escalinata con alfardas hay hoyos pequeños y fisuras (S. Shibata).



Figura 15. La pérdida de repello se observa en la escalinata amplia, especialmente en la parte inferior de la primera grada y sobre las gradas (S. Shibata).



Figura 16. El mismo fenómeno se advierte en la parte inferior del talud ubicado en el extremo norte de la Gran Plataforma (S. Shibata).



Figura 17. Parte intervenida en el año 2012 ubicada en la esquina noreste de la Gran Plataforma (S. Shibata).



Figura 18. Lado este de la Gran Plataforma, con dos banquetas, dos cuerpos escalonados y vestigios de supuestas gradas que formarían una escalinata (S. Shibata).



Figura 19. Repello desprendido de la pared, perteneciente al estilo arquitectónico del Clásico tardío (S. Shibata).



Figura 20. En el área de la supuesta cancha de juego de pelota ubicada al sur de la Gran Pirámide B1-1 se observa el desprendimiento de repello de cemento y fisuras (S. Shibata).

ESTRUCTURA B1-2

A consecuencia del colapso del lado sur de la Estructura B1-2 (figura 4) se había realizado, en los años 2005 y 2006, la excavación y la restauración masiva. Dicha estructura está en buen estado de conservación, sin embargo, al igual que en la época prehispánica, es indispensable realizar el mantenimiento constante de las estructuras excavadas, ya que durante el tiempo de lluvia crece maleza no solamente alrededor de las estructuras, sino directamente sobre paredes, pasillos y pisos de estructuras en donde se encuentran fisuras.

Además, es necesario revisar el estado de los repellos originales y restaurados. Si se detecta algún hueco debajo de las partes originales, se podría inyectar argamasa fina en líquido.

ESTRUCTURA B1-4

La Estructura B1-4 (figura 4) es una parte de la cancha de juego de pelota del Postclásico, la cual fue excavada y restaurada en 2006. El estado de conservación de dicha estructura es bueno, sin embargo, al igual que otras estructuras prehispánicas de la zona arqueológica Chalchuapa, es indispensable dar mantenimiento y eliminar las hierbas que crecen sobre ella.

PARQUE ARQUEOLÓGICO CASA BLANCA

UBICACIÓN Y ANTECEDENTES

Casa Blanca se localiza entre las áreas de Tazumal y El Trapiche (figura 2). Es el área más grande en la zona arqueológica de Chalchuapa. El Parque arqueológico Casa Blanca sólo ocupa una parte del área que contaba con 16 montículos, como menciona John M. Longyear (1944), el reconocimiento científico realizado a nivel nacional durante el mes septiembre de 1941 y abril de 1942.

En el año 1953 Alfred V. Kidder realizó el reconocimiento de las áreas de El Trapiche y Casa Blanca, a partir del cual supuso la ocupación durante el Preclásico en la zona de Chalchuapa, relacionada, supuestamente, con el Preclásico medio y tardío establecido en Kaminaljuyú, Guatemala (Sharer 1978). Desde el año 1968 hasta 1970, Robert Sharer dirigió el Proyecto Arqueológico Chalchuapa del Museo Universitario de la Universidad de Pennsylvania. Durante aquellas temporadas se registraron 58 estructuras grandes y 87 plataformas pequeñas (menos de 1 m de altura). Además, realizó un reconocimiento de superficie muy extenso en la zona de Chalchuapa y excavaciones en las áreas de Casa Blanca, El Trapiche, Peñate, Las Victorias, Laguna Cuzcachapa y Laguna Seca (Sharer 1978). El objetivo del proyecto era establecer la secuencia cronológica de ocupación prehispánica en la zona arqueológica de Chalchuapa. Así, en la investigación arqueológica de Sharer no se realizó consolidación ni restauración de las estructuras prehispánicas en el área de Casa Blanca.

Desde el mes febrero hasta el agosto de 1979, Stanley H. Boggs realizó la investigación y la conservación parcial del Montículo C1-1 (Estructura 1) en el área de Casa Blanca. La medida de conservación consistió en colocar 9 hiladas de adobe en posición de “trinchera” para construir un muro de contención atrás del arranque original del muro vertical del lado norte de la escalinata principal. Esta intervención ha prevenido el derrumbe del muro en talud. Boggs dejó un croquis de la imagen reconstruida del Montículo C1-1 (comunicación personal, Julio César Ascencio).

En el año 1995, la Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto inició el Proyecto de Investigación Arqueológica en el área de Casa Blanca. Durante el tiempo de dicho proyecto se habían excavado tres montículos C1-1 (Estructura 1), C3-3 (Estructura 2) y C3-6 (Estructura 5) (Ohi 2000a), los cuales fueron restaurados y se pueden visitar ahora dentro del Parque Arqueológico Casa Blanca (Ohi 2000b). Aunque el equipo de la Universidad de Nagoya, Japón, había profundizado desde el año 2000 hasta el 2003 la trinchera denominada 4N ubicada en Casa Blanca, en dicho proyecto no excavó ninguna estructura del parque mencionado (Ito *et al.* 2010).

En los años de 2006 y 2007, dentro del marco de la cooperación internacional entre El Salvador y Japón, los voluntarios japoneses con especialidad en arqueología, ciencia de conservación y arquitectura-paisajismo ejecutaron las excavaciones relacionadas con la construcción del drenaje de escurrimiento pluvial alrededor de la Estructura 5, así como la excavación y restauración de las partes intervenidas anteriormente en la Estructura 5 y la cala prueba en el Montículo 6 del Parque Arqueológico Casa Blanca (Ichikawa 2007, Murano 2008).

INTERVENCIÓN DE LA ESTRUCTURA 1 EN 1979

Con base en las excavaciones dirigidas por Sharer en 1968 y 1969, Boggs ejecutó una excavación y la conservación parcial en la Estructura 1 de Casa Blanca (figura 21); la estrategia de conservación consistió en levantar un muro hecho de adobe en el primer cuerpo vertical de la estructura y cubrir la parte del talud con plástico negro (comunicación personal, Julio César Ascencio). En dicha actividad se refleja la continuidad de la filosofía de la excavación y conservación de Boggs en la zona arqueológica Chalchuapa, aunque no se pudo completar la restauración de la Estructura 1 de Casa Blanca como en Tazumal. Este plástico negro se encontró roto aproximadamente 20 años después, cuando el equipo de la Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto excavó la Estructura 1; el muro de adobe que formaba el primer cuerpo vertical se conservaba en su posición.

INTERVENCIÓN EN LAS ESTRUCTURAS 1, 2 Y 5 ENTRE 1997 Y 2000

Durante las temporadas del proyecto arqueológico Chalchuapa de la Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto, las investigaciones arqueológicas se realizaron con una idea principal: que una vez se excavadas las estructuras prehispánicas se conservarían hasta lo posible, ya que sin ejecutar la consolidación y la restauración de dichas estructuras no se podrían excavar más

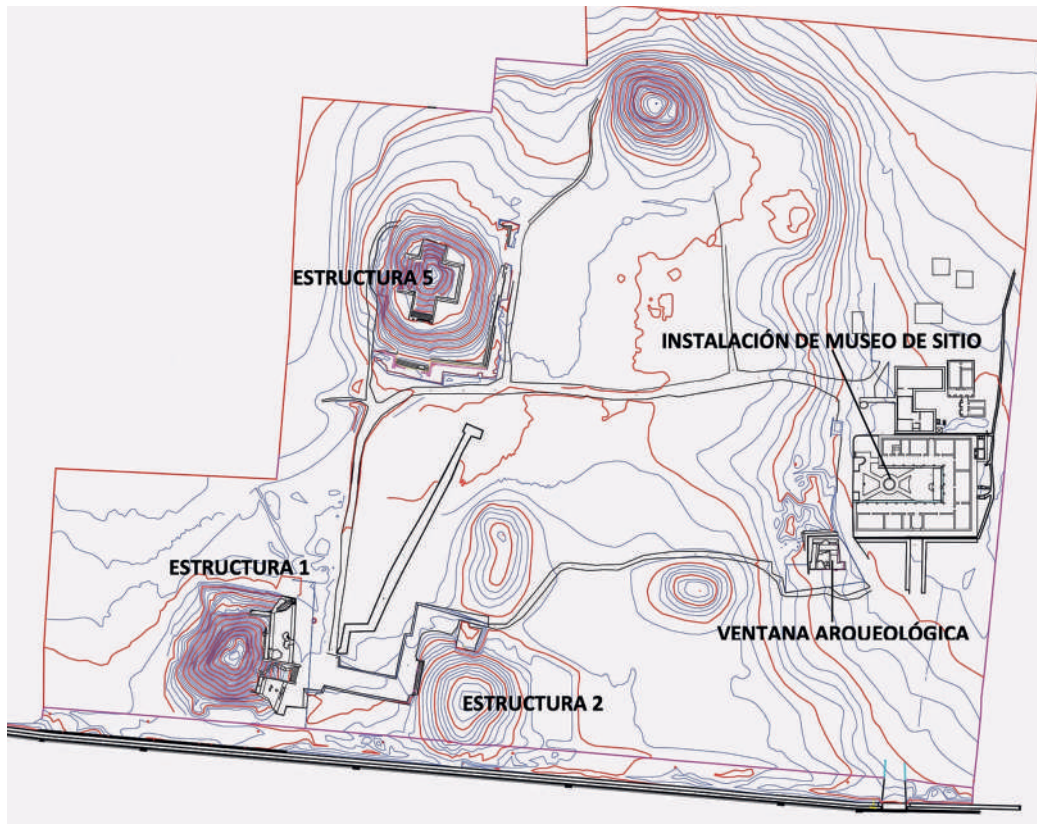


Figura 21. Plano topográfico del Parque Arqueológico Casa Blanca y la ubicación de las estructuras intervenidas 1,2 y 5 (S. Shibata).

por el peligro del derrumbe de las partes arquitectónicas originales y tampoco se podrían obtener datos científicos útiles para los arqueólogos (figura 21) (Ohi 2000b). Además, las estructuras consolidadas y restauradas podrían servir al público como muestra didáctica para la enseñanza de la historia prehispánica y de la importancia de proteger el patrimonio cultural, fortaleciendo la identidad cultural.

Esta idea es originaria de la arqueología mexicana y fue Manuel Gamio, gran arqueólogo mexicano, quien la aplicó por primera vez, cuando en su proyecto en Teotihuacán llevó a cabo la excavación, restauración y conservación de estructuras prehispánicas (este proyecto interdisciplinario se inició en el año 1917 y duró hasta el año 1921; sus resultados se publicaron en los cinco volúmenes del libro titulado *La población del valle de Teotihuacán*, Gamio 1922). Con base en estos principios, los arqueólogos japoneses excavaron los Montículos 1, 2 y 5 de Casa Blanca, Chalchuapa (Ohi 2000b).

Gracias al trabajo ejecutado por Boggs, la Estructura 1 se pudo reconstruir conforme al estilo arquitectónico original. De la Estructura 5, los arqueólogos norteamericanos excavaron únicamente el primer cuerpo del muro vertical y la escalinata principal. Por lo tanto, el segundo cuerpo de la misma estructura estaba muy bien conservado. De la Estructura 2

solamente se pudo comprender la existencia de una escalinata amplia en el lado oeste y el piso de la parte superior del montículo (Ohi 2000a).

Las tres estructuras mencionadas fueron construidas durante la época prehispánica con tierra, adobe y un poco de piedra. Por tal razón, para la restauración se utilizó adobe para rellenar atrás de la pared vertical (basamento inferior) de las Estructuras 1 y 5, pegándolos con una mezcla de lodo. Para el tratamiento superficial de adobe, se aplicó primero una capa de argamasa rústica como azote, luego una argamasa fina encima como acabado, compactándola con un mazo de madera, para endurecer más la superficie de la pared contra lluvia y viento (Ohi 2000b). Cabe mencionar que en las partes originales de pared y andador se aplicó el consolidante químico TOT (con base en silicato de etilo) con el objetivo de protegerlos (Toyoda *et al.* 2000). En la Estructura 2 se utilizó piedra como relleno de las gradas de la escalinata oeste para que resista el subir y bajar a la cima de la plataforma (Ohi 2000b). Al igual que los casos de las Estructuras 1 y 5 se aplicó el repello de argamasa rústica y fina (Ohi 2000b).

El material que se utilizó para elaborar el adobe es pómez negra y tierra de color café. Para preparar la argamasa se usó pómez negra, cascajo terciado, barro, tierra de color café y cal apagada. Sus porcentajes son los siguientes (Girón y Ohi 2000);

- Adobe: pómez negra : tierra de color café
= 1 : 1
- Argamasa: pómez negra: cascajo terciado: talpetate: barro : tierra de color café : cal
= 2 : 4 : 2 : 1 : 1 : 1

La reconstrucción de las Estructuras 1, 2 y 5 se realizó hasta donde había datos originales del estilo arquitectónico que conservan dichos edificios.

INTERVENCIÓN EN LA ESTRUCTURA 5 EN 2006 Y 2007

A los seis años de haber finalizado la intervención del equipo de la Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto en las Estructuras 1, 2 y 5, en 2006, los arqueólogos y el arquitecto paisajista de los voluntarios japoneses de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón y los técnicos del Departamento de Arqueología y la Coordinación de Museos Nacionales, ambos de la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural monitorearon el estado de conservación de la Estructura 5 y sus alrededores, conjuntamente (figura 21) (Ichikawa 2007).

Del diagnóstico resultó que era necesario de reconsiderar el sistema de desagüe en los lados sur y este de la Estructura 5, debido a que el pozo de drenaje francés (pozo de absorción) que se había instalado, no daba abasto y durante el tiempo de lluvia se acumulaba el agua en las esquinas suroeste y noreste de la Estructura 5 (Ichikawa 2007). También era necesario rellenar y ajustar el lado oeste de la misma Estructura, ya que se había dañado por la extracción de tierra con el objetivo de fabricar adobe en las décadas de 1950 y 1960 (Ichikawa 2007).

Con base en las observaciones arriba mencionadas se planificó y se ejecutó la construcción de un nuevo drenaje en los lados sur y este de la Estructura 5. En 2007 la restauración se centró en las partes reconstruidas de la Estructura 5 durante el proyecto arqueológico Chalchuapa de la Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto, ya que se observó que el repello reconstruido se desprendía del adobe por el impacto de la lluvia, entre otros (Murano 2008).

Además, se llevaron a cabo excavaciones debajo de la escalinata del segundo cuerpo y en el lado este del primer cuerpo de la Estructura 5. En ambas investigaciones se registraron datos interesantes sobre el sistema constructivo de dicha estructura (Murano 2008, Shibata, capítulo previo). El sistema constructivo encontrado en el lado este del primer cuerpo se conservó bajo techo como la segunda ventana arqueológica del Parque Arqueológico Casa Blanca (Murano 2008).

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS 1, 2 Y 5 EN CASA BLANCA AL 11 DE JULIO DE 2017

ESTRUCTURA 1

Se observa el desprendimiento del repello aplicado entre 1997 y 1998 en las partes inferiores de la pared vertical del lado sur del primer cuerpo. En la parte superior de la misma pared se encuentran fisuras (figura 22, figura 23 ①). Cerca de la esquina noreste del primer cuerpo se cayó totalmente el repello en dos puntos de la pared vertical. En cuatro puntos de la parte inferior de la pared vertical del mismo se observa el desprendimiento del repello aplicado entre 1997 y 1998 (figura 24, figura 23 ②).

Sobre el talud del lado norte del primer cuerpo, en donde se muestra el sistema constructivo, se registra el desprendimiento del repello aplicado entre 1997 y 1998 (figura 25, figura 23 ③). En la esquina noreste de la Estructura 1, el repello de reconstrucción que cubría la piedra desapareció. Además, se observa una perforación causada por las prácticas de anidación del torogoz (ave nacional de El Salvador) sobre la pared vertical del lado norte de la Estructura 1 (figura 26, figura 23 ④).

ESTRUCTURA 2

Sobre las tres primeras gradas de la escalinata amplia, ubicada en el lado oeste de la Estructura 2, se había caído el repello de reconstrucción realizado entre 1997 y 1998. El lateral norte de la escalinata principal muestra la misma situación (figura 27, figura 28 ①).

ESTRUCTURA 5

En las gradas del primer cuerpo de la Estructura 5b se observa un pequeño desprendimiento del repello aplicado en 2006 y 2007 (figura 29 ①, figura 30). En la primera y segunda

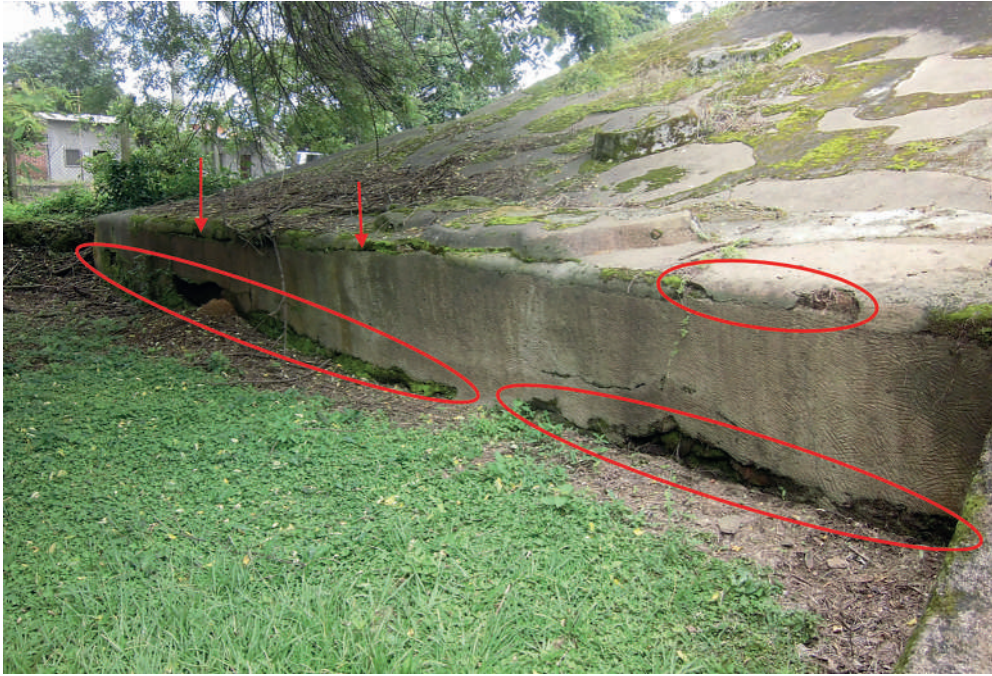


Figura 22. Estructura 1. Desprendimiento del repello aplicado entre 1997 y 1998 en las partes inferiores de la pared vertical del lado sur del primer cuerpo (S. Shibata).

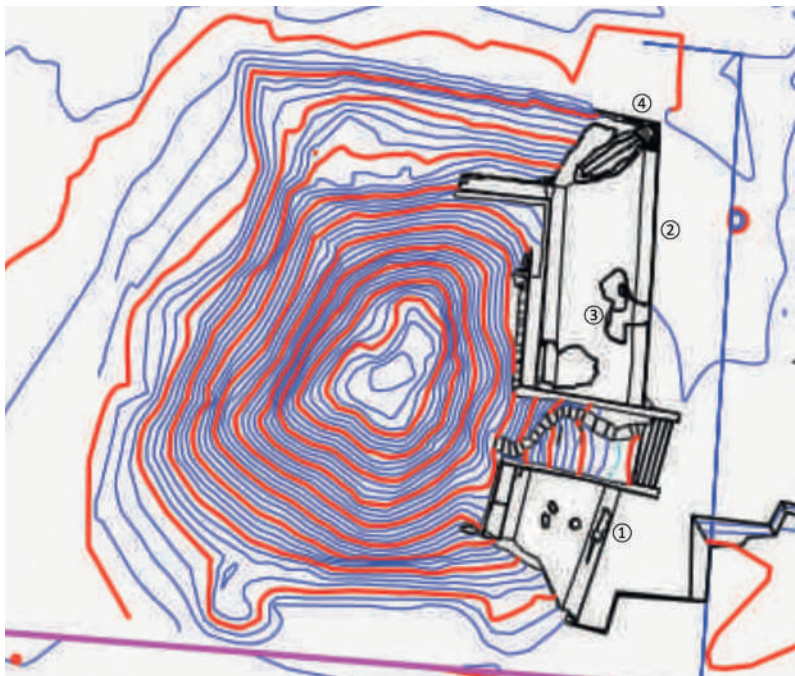


Figura 23. Monitoreo del estado de conservación de la Estructura 1 del Parque Arqueológico Casa Blanca (S. Shibata).



Figura 24. Esquina noreste del primer cuerpo donde se cayó totalmente el repello en dos puntos de la pared vertical (S. Shibata).



Figura 25. En el talud del lado norte del primer cuerpo, en donde se muestra el sistema constructivo, se registra el desprendimiento del repello aplicado entre 1997 y 1998 (S. Shibata).



Figura 26. En la esquina noreste de la Estructura 1, el repello de reconstrucción que cubría piedra desapareció (S. Shibata).



Figura 27. Lateral norte de la escalinata de la Estructura 2 (S. Shibata).

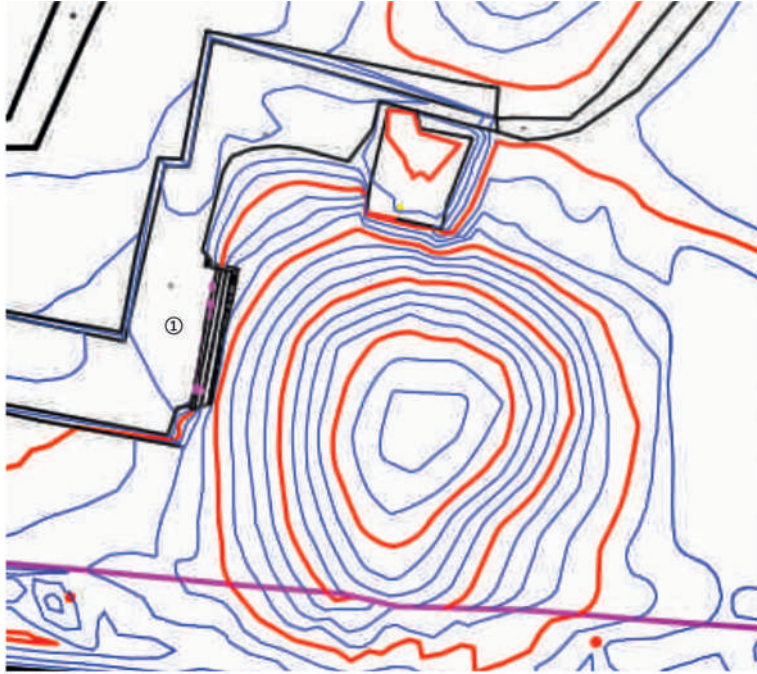


Figura 28. Área observada del estado de conservación en la Estructura 2 del Parque Arqueológico Casa Blanca (S. Shibata).

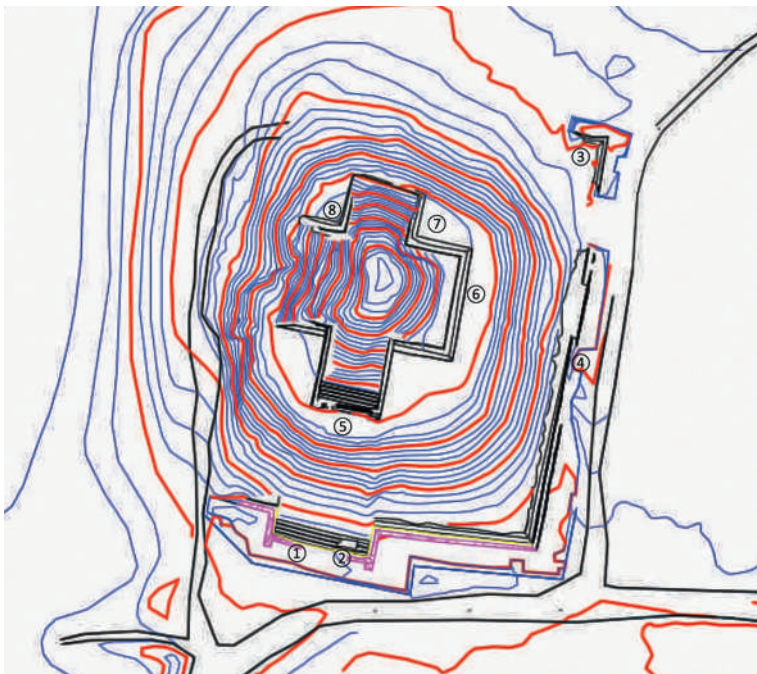


Figura 29. Monitoreo del estado de conservación de la Estructura 5 del Parque Arqueológico Casa Blanca (S. Shibata).



Figura 30. En las gradas del primer cuerpo de la Estructura 5b se observa un desprendimiento pequeño del repello aplicado en 2006 y 2007 (S. Shibata).



Figura 31. En la primera y segunda gradas del primer cuerpo de la Estructura 5c se registran fisuras (S. Shibata).

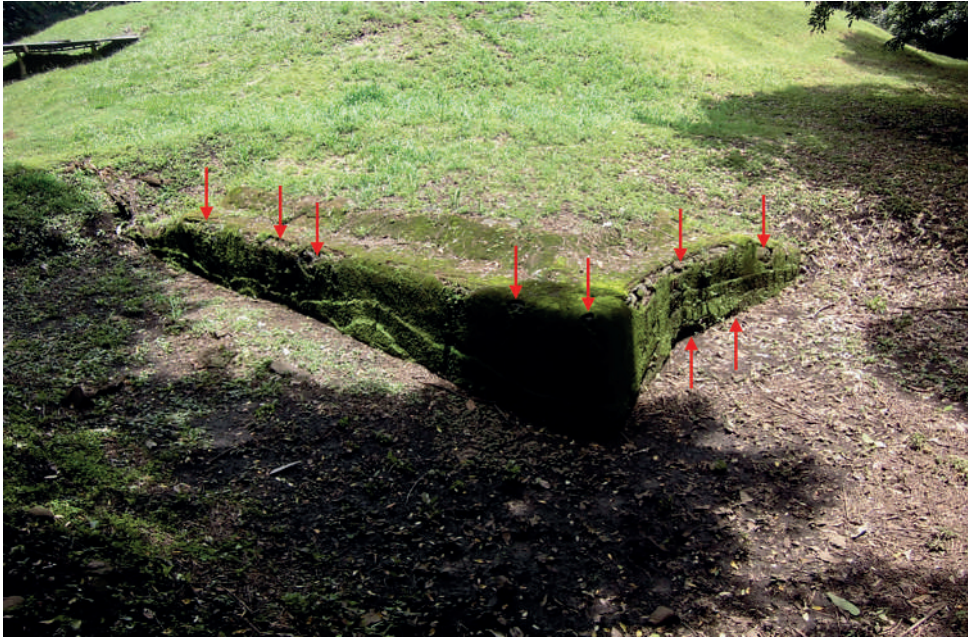


Figura 32. Esquina noreste del primer cuerpo de la Estructura 5b, se muestra el desprendimiento del repello aplicado en 2006 y 2007 (S. Shibata).



Figura 33. Ventana arqueológica ubicada al este de la Estructura 5, donde se observa la filtración de agua de lluvia entre el techo de lámina y la tierra del núcleo del montículo (S. Shibata).



Figura 34. En las gradas del segundo cuerpo de la Estructura 5a y 5b se registra el desprendimiento del repello aplicado en 2006 y 2007 (S. Shibata).

gradas del primer cuerpo de la Estructura 5c se registran fisuras (figura 31, figura 29 ②). En la esquina noreste del primer cuerpo de la Estructura 5b se muestra el desprendimiento del repello aplicado en 2006 y 2007 en las partes superior e inferior (figura 32, figura 29 ③).

En la ventana arqueológica ubicada al este de la Estructura 5 se observa la filtración del agua lluvia entre el techo de lámina y la tierra del cuerpo del montículo (figura 33, figura 29 ④).

En las gradas del segundo cuerpo de las Estructuras 5a y 5b se registra el desprendimiento del repello aplicado en 2006 y 2007 (figura 34, figura 29 ⑤). En el lado este del segundo cuerpo de la Estructura 5b se observan diversos hoyos muy pequeños, con diámetro de aproximadamente 1 cm que posiblemente serían causados por insectos (hormigas o avispas). En el mismo sector hay desprendimiento del repello de reconstrucción sobre el talud y la pared vertical (figura 35, figura 29 ⑥). En el sector noreste y noroeste del segundo cuerpo de la Estructura 5b se observan por lo menos 14 hoyos medianos y pequeños sobre los taludes. En las paredes verticales reconstruidas y la franja de protección del talud del mismo sector se registra desprendimiento de repello de reconstrucción (figura 36, figura 29 ⑦). También en el sector noreste del segundo cuerpo de la Estructura 5b hay desprendimiento del repello en las paredes verticales reconstruidas y en la franja de protección del talud del mismo sector. Además, se observan fisuras en las paredes de dichos sectores (figura 37, figura 29 ⑧).



Figura 35. Segundo cuerpo de la fachada este de la estructura 5b: (arriba) hoyos diminutos causados por insectos; (abajo) desprendimiento del repello de reconstrucción (S. Shibata).



Figura 36. Sector noreste del segundo cuerpo de la estructura 5b: (arriba) 14 hoyos medianos y pequeños; (abajo) desprendimiento del repello aplicado entre 1998 y1999 en las paredes verticales reconstruidas y la franja de protección del talud del mismo sector (S. Shibata).



Figura 37. Sector noroeste del segundo cuerpo de la estructura 5b: (arriba) 13 hoyos medianos y pequeños; (abajo) desprendimiento de repello aplicado entre 1998 y 1999 y fisuras observadas en las paredes verticales reconstruidas y la franja de protección del talud del mismo sector (S. Shibata).

COMENTARIOS FINALES

La investigación arqueológica realizada en Tazumal bajo la dirección de Stanley H. Boggs entre 1942 y 1953, estuvo enfocada no solamente el aspecto académico, sino también en la restauración y conservación de los edificios prehispánicos excavados. La idea de Boggs fue conservar las estructuras hasta donde fuera posible para futuros estudios y derivar ideas aplicables a la arquitectura moderna. Al mismo tiempo, él consideró que los visitantes salvadoreños y extranjeros experimentarían una emoción vívida de la maravillosa complejidad social prehispánica al contemplar las estructuras restauradas y conservadas (Boggs 1943:127 y 132).

Para restaurar y conservar los edificios descubiertos, Boggs cubrió las superficies originales de las estructuras con una delgada capa de cemento, ya que el color y textura de los acabados originales se parecía mucho al cemento moderno (*ibidem*: 132). Cabe mencionar que el uso de este tipo de material era habitual en las intervenciones de restauración en aquel entonces.

Desde 1991 hasta 1994 en la ciudad de Guatemala se realizó el Proyecto Kaminaljuyú dirigido por Kuniaki Ohi, profesor de la Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto. Ohi, mostró la importancia de restaurar y conservar las estructuras descubiertas (Ohi 1994). La mayoría de las estructuras prehispánicas del sitio arqueológico Kaminaljuyú también están construidas con tierra. El consolidante químico denominado OH (silicato de etilo) de la empresa alemana Wacker Chemie se aplicó en calas de prueba, logrando buenos resultados en los pisos y paredes originales; sin embargo, se dejó de usar debido a que el producto químico es muy costoso y peligroso en su aplicación (Ohi 1994).

En aquel tiempo, también se realizaron los trabajos de restauración y conservación en las estructuras de tierra excavadas en el sitio arqueológico Joya de Cerén, El Salvador, los que estuvieron bajo la dirección de Víctor Manuel Murcia, jefe de conservación de la entonces Dirección Patrimonio Cultural de El Salvador. Murcia, había usado la savia viscosa de la hierba denominada escobilla, cuya mezcla se utilizó para la consolidación y restauración de las estructuras en Joya de Cerén (Murcia 1994). Cuando Ohi visitó El Salvador, él vio esa técnica de consolidación en el sitio arqueológico y le solicitó a Murcia su colaboración junto con su equipo en la restauración y conservación de las estructuras. Finalmente, se restauraron la estructura B-I-1 (Mongoy) y la D-III-1 (Edificio de Chay) utilizando la mezcla del mucílago de escobilla (Ito 1994; Shibata 1994). No obstante, la primera mostró un mayor deterioro, por estar al aire libre, pero la segunda, que se encontraba cubierta con techo de lámina desde 1964, se conservó en buen estado. Es decir que la mezcla del mucílago de escobilla no resultó adecuada para conservar estructuras de tierra al aire libre.

Después de finalizar el Proyecto Kaminaljuyú, Ohi decidió que la siguiente área para los trabajos de investigación sería la zona arqueológica de Chalchuapa, la cual se encuentra en la misma región cultural prehispánica Kaminaljuyú y comparte la arquitectura de tierra. El Proyecto Chalchuapa inició oficialmente en el año 1997 en el área del sitio arqueológico Casa Blanca. El propósito de Ohi fue excavar las estructuras prehispánicas y restaurarlas, para que se conservaran, adecuando el área de Casa Blanca como parque arqueológico. Con base en este concepto Ohi contrató como maestro de obra de restauración y conservación a

Ismael Girón, uno de los discípulos de Murcia, quien formó parte del equipo de conservación en Kaminaljuyú. Es preciso señalar que Girón conoce la forma tradicional de construir con tierra y hacer mezcla de argamasa.

Con el avance de la excavación en la Estructura 1, comenzó a la par su consolidación y restauración. Se utilizó adobe como núcleo del edificio y mezcla de argamasa para pegar los adobes. Se necesitaron muchas carretillas de mezcla de argamasa para la Estructura 1. Eventualmente, Girón observó que sobre el camino de las carretillas la mezcla de argamasa se iba compactando, al punto que la mezcla quedó muy dura, tomando el color y textura similar al original. Desde ahí surgió la idea de compactar el repello de argamasa como proceso final de la restauración (comunicación personal, Ismael Girón).

En el Proyecto Chalchuapa se utilizó el consolidante químico denominado TOT (con base en silicato de etilo), inventado por los expertos del Proyecto, el cual se aplicó a los pisos y paredes originales de la estructura 1 y 5. Desde el año 1999 hasta el 2003 se realizó un experimento con adobe en el Parque Arqueológico Casa Blanca, registrando tanto los adobes repellados y compactados con la mezcla de argamasa, como aquellos a los que se aplicó TOT, así como otros adobes en diferentes condiciones controladas (Kato 2010). El método de aplicar conjuntamente la compactación del repello de argamasa y el consolidante químico TOT puede funcionar muy bien, sin embargo, el uso de TOT, aunque de manejo menos peligroso que el consolidante OH, es de alto costo. Por lo tanto, sería difícil utilizarlo en mayor cantidad dentro del marco presupuestario tan limitado de la institución gubernamental.

Por tal razón, desde el año 2000 después de finalizar el Proyecto Chalchuapa, se desarrolló el método de recubrimiento con mezcla de argamasa compactada sobre relleno de adobe, para proteger las estructuras hechas de tierra intervenidas en los Parques Arqueológicos de Tazumal, Casa Blanca y San Andrés a través de la entonces Dirección de Arqueología del Ministerio de Cultura. Hasta la fecha, a través de los monitoreos temporales, se pueden identificar diversas causas del deterioro de las estructuras hechas de tierra, tales como: el escurrimiento pluvial (uno de los factores de deterioro más importantes), el crecimiento de flora (hierba y líquen), la perforación por fauna (insectos, aves y garrobos), entre otros. Así, el constante monitoreo y mantenimiento es indispensable y la única manera para conservar el patrimonio arqueológico, ya que durante la excavación se encontró un resane prehispánico de la fisura sobre el muro original hecho de argamasa en la estructura de Tazumal, lo que significa que los constructores prehispánicos daban seguimiento de la misma manera que ahora.

BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO, JULIO CÉSAR Y MIRIAM MÉNDEZ

- 2012 Restauración de la esquina noreste de la Gran Plataforma del Sitio Arqueológico Tazumal, Chalchuapa, informe presentado ante el Departamento de Arqueología de la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural, Secretaría de Cultura, San Salvador.

RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE TAZUMAL Y CASA BLANCA, EL SALVADOR

BOGGS, STANLEY H.

- 1943 Notas sobre las excavaciones en la Hacienda San Andrés, Departamento de la Libertad, *Tzunpame* III (1): 127 y 132.

GAMIO, MANUEL

- 1922 *La población del valle de Teotihuacán*, Talleres Gráficos de la Secretaría de Educación Pública, México.

GIRÓN, ISMAEL Y KUNIAKI OHI

- 2000 Estudio analítico por la técnica tradicional del material de repello y adobe prehispánico, Kuniaki Ohi (ed.), *Chalchuapa: Memoria final de las investigaciones interdisciplinarias de El Salvador*, Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto, Kioto: 239-243.

ICHIKAWA, AKIRA (ED.)

- 2007 Informe final, proyecto de reparación de drenaje alrededor de la Estructura 5, informe entregado al Departamento de Arqueología, Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, San Salvador.

ITO, NOBUYUKI

- 1994 Trabajos de consolidación, restauración y conservación en el área de Mongoy, Kaminaljuyú, Kuniaki Ohi (ed.), *Kaminaljuyú (1991-'94)*, vol. II, Museo de Tabaco y Sal, Tokio: 541-548.

ITO, NOBUYUKI (ED.)

- 2010 *Casa Blanca, Chalchuapa (2000-2003), Proyecto Arqueológico de El Salvador*, Museo Universitario de Antropología de la Universidad Tecnológica de El Salvador, San Salvador.

ITO, NOBUYUKI, SHIONE SHIBATA E HIROSHI MINAMI

- 2010 Las excavaciones en la trinchera 4N, Ito (ed.) *Casa Blanca, Chalchuapa (2000-2003), Proyecto Arqueológico El Salvador*, Museo Universitario de Antropología de la Universidad Tecnológica de El Salvador, San Salvador: 23-28.

KATO, SHINYA

- 2006 Informe final, proyecto investigación arqueológica y restauración de la Estructura B1-2 del Parque Arqueológico Tazumal 2004 -2005, Chalchuapa, El Salvador, Departamento de Arqueología, Dirección Nacional de Patrimonio Cultural del Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, San Salvador.

KATO, TSUMUGI

- 2010 Experimentos y trabajos de conservación de estructuras prehispánicas hechas de tierra (1999-2003), Nobuyuki Ito (ed.), *Casa Blanca, Chalchuapa (2000-2003)*, Universidad Tecnológica de El Salvador y Universidad de Nagoya, San Salvador: 237-248.

SHIONE SHIBATA

LONGYEAR, JOHN M.

- 1944 *Archaeological Investigations in El Salvador*, Memoirs of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Cambridge.

MURANO, MASAKAGE

- 2008 Informe final, proyecto Restauración e investigación arqueológica en la Estructura 5 y el Montículo 6 del Parque Arqueológico Casa Blanca, Chalchuapa, El Salvador, entregado al Departamento de Arqueología, Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, San Salvador.

MURCIA, VÍCTOR MANUEL

- 1994 Un método natural para la conservación de estructuras arquitectónicas hechas de tierra, Kuniaki Ohi (ed.), *Kaminaljuyú (1991-'94)*, vol. II, Museo de Tabaco y Sal, Tokio: 565-571.

OHI, KUNIAKI

- 1994 En busca de la técnica para la conservación de las estructuras arquitectónicas de tierra, Kuniaki Ohi (ed.), *Kaminaljuyú (1991-'94)*, vol. II, Museo de Tabaco y Sal, Tokio: 533-536.
- 2000a Desarrollo de las investigaciones arqueológicas en el área de Casa Blanca, Kuniaki Ohi (ed.), *Chalchuapa: Memoria final de las investigaciones interdisciplinarias de El Salvador*, Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto: 16-43.
- 2000b Excavación y conservación de las estructuras arquitectónicas hechas de tierra del área de Casa Blanca, Kuniaki Ohi (ed.), *Chalchuapa: Memoria final de las investigaciones interdisciplinarias de El Salvador*, Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto, Kioto: 225-237.

SHARER, ROBERT J.

- 1978 Part I: An Introduction to the Archaeological Investigations at Chalchuapa, El Salvador, Robert J. Sharer (ed.), *The prehistory of Chalchuapa*, vol. I, Introduction, Surface Surveys, Excavations, Monuments and Special Deposits, University of Pennsylvania Press, Filadelfia: 1-12.

SHIBATA, SHIONE

- 1994 Restauración y conservación del Edificio de Chay, Kaminaljuyú, Kuniaki Ohi (ed.), *Kaminaljuyú (1991-'94)* Vol. II, Museo de Tabaco y Sal, Tokio: 553-559.

SHIBATA, SHIONE Y MASAKAGE MURANO

- 2008 "Investigación arqueológica en el Edificio de las Columnas (B1-1d) de Tazumal, Chalchuapa", Juan Pedro Laporte, Bárbara Arroyo, Héctor Mejía (eds.), *XXI Simposio de Investigaciones arqueológicas en Guatemala*, vol.2, Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala: 1059-1069.
- 2015 Restauración del Edificio de las Columnas en el Parque Arqueológico Tazumal, El Salvador C.A., *Anales* 54: 129-142.

RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE TAZUMAL Y CASA BLANCA, EL SALVADOR

SHIBATA, SHIONE, MASAKAGE MURANO Y AKIRA ICHIKAWA

- 2009 “Apéndice 3 Conservación de la Estructura B1-4”, Nobuyuki Ito (ed.), *Informe final de las investigaciones arqueológicas en Tazumal, 2004 - 2008*, Universidad de Nagoya, Nagoya: 171-180.

TOYODA, MASAHIRO, YASUSHI TANAKA Y KUNIAKI OHI

- 2000 Analysis and evaluation of Casa Blanca remains treated with strengthening chemical solutions (TOT), Kuniaki Ohi (ed.), *Chalchuapa: Memoria Final de las Investigaciones Interdisciplinarias de El Salvador*, Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto, Kioto: 245-250.

VALDIVIESO, FABRICIO

- 2005a Tazumal Estructura B1-2, Fabricio Valdivieso (ed.), *Chalchuapa: fuentes arqueológicas. Selección de informes realizados entre 1996 -2005*, Dirección Nacional de Patrimonio Cultural del Con-cultura Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, San Salvador: 171-215.
- 2005b Tazumal: avance del proyecto de investigación arqueológica y restauración en la estructura B1-2 del sitio arqueológico Tazumal, zona arqueológica Chalchuapa, El Salvador, C.A., *El Salvador Investiga* 1 (1): 5-24.

CONSERVACIÓN DE ARQUITECTURA DE TIERRA EN SAN ANDRÉS, EL SALVADOR

Akira Ichikawa*

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan los trabajos más recientes de conservación de la arquitectura de tierra en San Andrés, El Salvador. Actualmente el sitio está abierto al público como un Parque Arqueológico Nacional; en 2017 recibió aproximadamente 65 000 personas, lo que lo convirtió en uno de los sitios turísticos más visitados del país. Por tal razón, el desarrollo del trabajo de conservación en San Andrés es muy importante para el beneficio tanto cultural como económico del país.

Este documento describe las intervenciones realizadas entre 2015 y 2018 en la Estructura 5, conocida localmente como “La Campana”, la más grande tanto del sitio como de la región. Con base en las observaciones e investigaciones llevadas a cabo antes de la intervención, se adoptó la estrategia combinada de “capa de sacrificio” y “refuerzos y reconstrucción”. Aunque es necesario monitorear los resultados a largo plazo, podemos decir que después de casi dos años, las áreas intervenidas se mantienen en buen estado y los originales están protegidos sin colapsar. Además, en este capítulo se resalta la importancia del conocimiento y las técnicas de los pobladores locales y de su aplicación en la conservación de arquitectura prehispánica de tierra.

EL SITIO DE SAN ANDRÉS

Ubicado aproximadamente a 460 m sobre el nivel del mar, San Andrés es reconocido como el centro político, religioso y económico más importante del valle de Zapotitán en el Clásico tardío, entre 650 y 900 dC (Amaroli 1996, Black 1983, Boggs 1943, Mejía 1984). No obstante, según los estudios cerámicos y análisis de ¹⁴C (Ichikawa y Guerra 2018), su historia podría remontarse hasta el Preclásico medio (aproximadamente 600 aC) y su abandono

* Departamento de Antropología, Universidad de Colorado, Boulder; Centro de Investigación para Patrimonio Cultural y Texto, Universidad de Nagoya

hasta el Posclásico temprano (aproximadamente 1200 dC). Para mayor información sobre su contexto geográfico y ecológico, véase el capítulo de Ichikawa y Guerra en este volumen.

San Andrés está conformado por el complejo arquitectónico que incluye la Acrópolis, la Gran Plaza (ubicada al norte de ésta), la Estructura 5, conocida popularmente como “La Campana” debido a su forma, y otras estructuras de escala menor (figura 1). Por el reconocimiento arqueológico, el área de San Andrés se estima en por lo menos 3 km² y si se incluyen otros sitios menores ubicados en los alrededores, tendría una extensión total de aproximadamente 10 km² (Black 1983:80).

ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

La conservación de la arquitectura prehispánica de tierra en Mesoamérica es un campo relativamente joven y las metodologías están en discusión y desarrollo, debido a las dificultades que surgen por las particularidades de la composición de los materiales (véase Daneels 2014, Guerrero *et al.* 2012, Ohi 1994, 2000, Soria *et al.* 2015). En los últimos años la Dra. Annick Daneels, arqueóloga de la Universidad Nacional Autónoma de México, quien ha trabajado sobre este tema en el sitio La Joya, Veracruz, sintetizó las condiciones de la arquitectura de tierra, especialmente de México, y las estrategias de preservación de ésta, para lo cual menciona siete categorías existentes: 1) re-enterramiento, 2) techado, 3) consolidación *in situ*, 4) capa de sacrificio, 5) refuerzo y reconstrucción, 6) retiro de los restos de tierra, 7) no intervención (Daneels 2014: 37-39).

Para el presente proyecto se detallará más adelante la combinación de la categoría 4 (capa de sacrificio) y la 5 (refuerzo y reconstrucción) para proteger el vestigio original y permitir el acceso al público en un futuro cercano. Con fines de desarrollo cultural y económico, primordialmente, se descartan las opciones 6 (retiro de los restos de tierra) y 7 (no intervención).

El procedimiento 1 (re-enterramiento) es el más generalizado y en términos de conservación del patrimonio, el más efectivo (Daneels 2014: 37). Sin embargo, luego del re-enterramiento, el vestigio arqueológico ya no es visible, por lo cual los investigadores interesados no pueden observar físicamente las características arquitectónicas. Pero lo más importante es que al público en general, en particular a las comunidades que conviven con este patrimonio, se les niega un importante recurso educativo y de identidad, necesario para comprender su propia historia.

El procedimiento 2 (techado), es la estrategia más frecuentemente documentada en la literatura sobre la arquitectura de tierra, especialmente en los casos donde hay pintura mural. Sin embargo, la aplicación de este método no está libre de problemas, ya que cambia las condiciones de humedad y de circulación de aire, y el anclaje de los soportes puede afectar la estabilidad del subsuelo y las estructuras; cuando el techado incrementa la humedad, favorece la invasión de flora y microflora; si al contrario lleva al resecaimiento, puede provocar desagregación de los materiales constructivos (Daneels *et al.* 2014: 111). El procedimiento 3 (consolidación *in situ*) fue una de las estrategias preferidas en las décadas de 1970 y 1990,

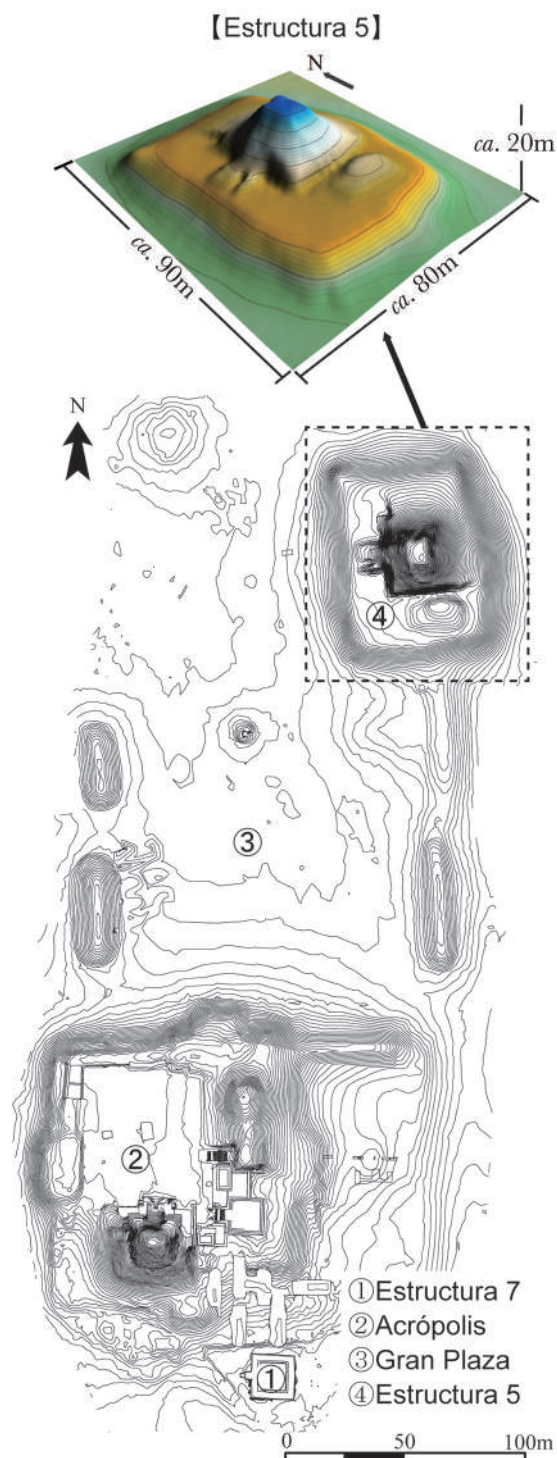


Figura 1. Plano del sitio San Andrés (A. Ichikawa).

lo cual llevó consigo la aplicación de tratamientos químicos. No obstante, con base en los principios de conservación emitidos por ICOMOS, actualmente ya no está recomendada por ser una intervención irreversible y que provoca exfoliación superficial a mediano plazo (ICOMOS 2003).

Por otro lado, el procedimiento 4 (capas de sacrificio), el cual implica un recubrimiento que será el expuesto a la intemperie, puede proteger el vestigio original, mientras el procedimiento 5 (refuerzos y reconstrucción) contribuye a mostrar los vestigios de manera comprensible para los visitantes en el caso de los sitios abiertos al público. Además, este último garantiza la estabilidad de la arquitectura de tierra ante el impacto ambiental y la seguridad de los visitantes (Daneels 2014: 38). Es importante señalar que la combinación de los dos métodos arriba mencionados es reversible y flexible para futuros trabajos tanto arqueológicos como de conservación encaminados a mejorar las condiciones del sitio a largo plazo.

BREVE HISTORIA DEL PROYECTO DE CONSERVACIÓN

Los trabajos de conservación en el sitio San Andrés se remontan a la década de 1940 (Boggs 1943). Las labores en el grupo arquitectónico principal de la Acrópolis durante ese periodo permitieron la apertura del parque arqueológico al público. Al reconstruir y consolidar la arquitectura de tierra original, los especialistas de aquella época usaban el cemento, procedimiento que a nivel mundial ya no se recomienda en tareas de conservación. Sin embargo, es importante mencionar que las intervenciones se basaban en los estilos arquitectónicos originales y las fases de construcción reveladas por la investigación arqueológica. Además, aunque se hayan observado varias fisuras y grietas en las estructuras, hoy en día los visitantes todavía pueden apreciar la consolidación que se aplicó en los años 1940.

Las actividades posteriores de conservación se llevaron a cabo en la Estructura 5 en 1996 y 1997 (Begley *et al.* 1996, Begley *et al.* 1997). El equipo de investigadores invitó al conservador guatemalteco Rudy Larios. Aunque él participó por pocos días, aplicó nuevos materiales para consolidar la arquitectura original: arcilla, arena, talpetate (lecho de roca), y un pegamento natural obtenido del árbol de caulote o guácima (*Guazuma Ulmifolia*) y de la escobilla (*Sida Acuta*), una maleza de la familia de las malváceas (Begley *et al.* 1997:48). Además, sobre el área excavada el equipo colocó un techo hecho de zacate (*Poaceae*) y palma (*Arecaceae*) para reducir la erosión causada por la lluvia y el viento. Sin embargo, un incendio inesperado lo destruyó en 1999 (comunicación personal de un trabajador local, 2016). En 2009 la Fundación Nacional de Arqueología en El Salvador volvió a cubrir el área excavada en 1996 con un techo de lámina metálica apoyado en paredes de bloques de concreto (vea la página web: www.fundar.org.sv). No obstante, la erosión y el colapso de la Estructura 5 por la lluvia, el viento y la presencia de animales progresan anualmente.

A partir de la década de 2010, se iniciaron nuevas actividades de conservación para abordar el problema de las grietas y el colapso de los sectores consolidados con cemento en la década de 1940. Arqueólogos con experiencia en la conservación de la arquitectura de

tierra prehispánica llevaron a cabo intervenciones en el sitio de Chalchuapa (arqueólogos del Departamento de Arqueología de la Secretaría de Cultura, actualmente el Ministerio de Cultura de El Salvador) y trabajadores locales con un rico conocimiento de la construcción en tierra moderna. Las actividades de conservación se basaron en la estrategia y la metodología probadas en experimentos con adobe y repello de argamasa en el sitio de Chalchuapa (Camacho 2015, Camacho *et al.* 2016, Shibata y Murano 2015, Shibata, este volumen). Para la conservación sostenible de la arquitectura de tierra, no sólo se puso atención en el desarrollo de la metodología, sino también en el importante conocimiento local y las técnicas vernáculas vigentes en el área estudiada.

CONDICIONES ANTERIORES A LA INTERVENCIÓN DE LA ESTRUCTURA 5 (LA CAMPANA)

Los datos arqueológicos son un aporte muy importante para la conservación ya que son la base para trabajos de restauración profesionales. Por ello, antes de iniciar las intervenciones, se analizaron con cuidado los informes de las obras de 1996-1997 y se procedió a registrar detalladamente el estado de la Estructura 5 mediante observación visual, fotografía y datos topográficos de la estación total.

La Estructura 5 es una plataforma grande, con una pirámide escalonada encima y otra plataforma más pequeña al lado, designada Estructura 5A (figura 1, arriba). La gran plataforma tiene una dimensión de 7 m de altura, 90 m de norte a sur por 80 m de este a oeste aproximadamente. La pirámide tiene 45 m de largo de este a oeste, incluido el relleno de la primera terraza de la pirámide, por 35 m de norte a sur, y aproximadamente 13 m de altura. La Estructura 5A está ubicada al sur de la pirámide principal y mide aproximadamente 15 m de norte a sur, 12 m de este a oeste y 2.5 m de alto.

El grado de erosión y de colapso obligaron al equipo a priorizar la intervención de conservación en la pirámide escalonada. La Estructura 5 se construyó originalmente utilizando al menos tres tipos de materiales de construcción: tierra (para los adobes y repellos), bloques tallados de talpetate y bloques de toba localmente llamada “Toba San Andrés”. El material de construcción principal es el adobe, cuya superficie está cubierta con repello. Con base en la inspección visual en el lado oeste de la pirámide escalonada, los adobes y repellos se erosionaron y colapsaron extensamente. Los adobes probablemente estaban compuestos de arcilla fina, tierra y fibra vegetal y no tenían un tamaño uniforme. Según la estadística, su dimensión promedio es de 14 cm de grosor, 28 cm de ancho y 53 cm de largo. El repello original estaba compuesto principalmente de piedra pómez negra (aproximadamente <5 mm de diámetro) y tenía un espesor promedio de entre 3 y 5 cm. El equipo observó varias capas superpuestas de repello, lo que sería evidencia de mantenimiento durante el periodo prehispánico.

Es interesante mencionar que la investigación arqueológica realizada entre 1996 a 1997, y la inspección visual, confirmaron la evidencia de la reconstrucción prehispánica en la esquina suroeste de la pirámide principal (figura 2). En este mismo espacio se pueden observar algunas hiladas de piedra cortada que forman una esquina que conecta con la línea de muro de



Figura 2. Restauración prehispánica en la esquina suroeste de la Estructura 5 (A. Ichikawa).

adobe repellado con argamasa. Esto indica que la arquitectura de tierra se había erosionado y abandonado extensamente. Posteriormente se erigió una nueva etapa constructiva con una nueva tecnología. Es interesante señalar que aun con diferentes técnicas de construcción, los arquitectos prehispánicos aprovechaban los edificios anteriores. Por tanto, la restauración debe tomar en cuenta también cómo demostrar las diferentes fases y materiales de construcción.

La pirámide escalonada tuvo probablemente 13 niveles originalmente, con una escalinata de 10 m de ancho en el centro de la fachada oeste (figura 3). El primer cuerpo, de pared vertical, se levanta 1.1 m, incluyendo una cornisa que mide 0.4 m de arriba abajo, y remata en un andador de 0.7 m de ancho. El segundo cuerpo vertical tiene 1 m de altura, sin cornisa y un andador de 0.7 m de ancho; este cuerpo se erosionó más que el primero. El tercer cuerpo vertical tiene 1 m de altura; su andador estaba tan erosionado que no se pudo medir.

Veinte años después de las primeras actividades de conservación en la Estructura 5, la arquitectura de tierra original había sido expuesta sin mantenimiento ni tratamiento adecuado, a excepción de la cubierta vegetal de pasto en la superficie. Aunque tiene paredes y terrazas verticales bien conservadas, la Estructura 5 se encuentra en una situación difícil.

MATERIAL

Los materiales utilizados para la conservación se determinaron con base en las observaciones visuales, los trabajos y experimentos realizados en Chalchuapa y la discusión y colaboración



Figura 3. El lado noroeste de la Estructura 5 antes de las intervenciones (A. Ichikawa).

con el Sr. Ismael Girón, trabajador del Parque Arqueológico Casa Blanca, quien posee amplio conocimiento y experiencia al respecto (Girón y Ohi 2000). Debemos mencionar las limitaciones de este trabajo, ya que nuestro estudio todavía carece del análisis mineralógico y químico para saber exactamente qué materiales se utilizaron en la época prehispánica. Se procuró una aproximación y no se utilizó ningún tratamiento químico.

Las proporciones por volumen (siendo la unidad una carretilla de 4 pies cúbicos) del material para la conservación son las siguientes:

a) lodo para rellenar partes deterioradas y cimientos

tierra negra¹ : pómez negra : barro café

5 : 2 : 2

b) adobe para colocar sobre la parte original

talpetate amarillo : casajo blanco : barro café : cal hidratada

3 : 3 : 2 : 1

c) argamasa para repellar la superficie de los adobes

pómez negra : tierra negra : barro café : cal hidratada

(1ª capa) 6 : 2 : 2 : 1/2

(2ª capa) 5 : 1 : 1 : 1

¹ Tierra negra se refiere la tierra extraída durante la excavación arqueológica.

d) material para rellenar entre la parte original y adobe ceniza blanca

Dicho material, a excepción de la cal hidratada, se consiguió con ladrilleros del municipio de Ciudad Arce. Es interesante mencionar que actualmente en Ciudad Arce se encuentran varios talleres de ladrillos, ya que abunda el material adecuado para su elaboración. Únicamente la pómez negra fue extraída de cerro Singuil, cerca de Chalchuapa. En el lugar conocido localmente como el Jabalí, a unos 5 km al noreste de San Andrés, hay fuentes de pómez negra y roja. Sin embargo, el material en esa zona está protegido por el Ministerio de Medio Ambiente, por lo que la extracción está restringida. En cuanto a la cal hidratada se usó la distribuida por la empresa HORCALSA, adquirida en una ferretería que está ubicada cerca del Parque Arqueológico San Andrés.

Para llevar a cabo la mezcla del material arriba indicado, se necesitó agua como recurso primordial. Cerca del sitio hay ríos que tuvieron un papel preponderante en las diferentes actividades cotidianas de los antiguos pobladores prehispánicos, entre los que destaca la construcción de edificios de tierra. Sin embargo, a fin de trabajar con mayor eficiencia, se instaló un tanque de captación de agua cerca del área de trabajo y ésta llegaba por medio de tuberías. Es importante aclarar que no se usó cemento durante el proyecto. Aunque es superior en términos de resistencia, el cemento bloquea la transpiración de la humedad dentro de la estructura original, lo que aumenta la vulnerabilidad de la parte interna de la estructura. El estudio del colapso de la Estructura B1-2 en el sitio de Tazumal, Chalchuapa, concluyó que las malas condiciones de humedad dentro de las estructuras fueron uno de los factores clave de su colapso (Kato 2006: 20, Shibata, este volumen). También es desventajoso en términos de flexibilidad, ya que es difícil hacer algún cambio/modificación después de la aplicación.

La clave del trabajo fue la cal. Este material fue ampliamente utilizado tanto en las construcciones de piedra como en las estructuras de tierra durante la época prehispánica (Villaseñor y Barba 2012). También es reconocida en el campo de la conservación por su durabilidad e impermeabilidad (Guerrero *et al.* 2012: 217). A pesar de que no se detectó químicamente cal en el material constructivo original, por los buenos resultados obtenidos en los experimentos realizados en Chalchuapa (Shibata y Murano 2015, Shibata, este volumen), se decidió usar este material. Los trabajadores locales señalaron que el proceso de hacer cal dura es gradual y lento; sin embargo, fortalece la unión entre los materiales. En otras palabras, la cal endurecida produce un repello de argamasa de gran calidad. También en el caso de la tierra, el secado rápido con luz solar potente produce un adobe frágil; es más conveniente un secado lento a la sombra.

Sabemos, por la observación, que el adobe original presenta huellas de fibra vegetal, lo que evidencia que en el pasado se utilizó algún tipo de zacate (fibra vegetal). Éste se usó originalmente para dar resistencia mecánica a los adobes. Sin embargo, decidimos no usar este material porque al ser orgánico se degrada, lo que aumenta la vulnerabilidad del adobe para la conservación a largo plazo. En segundo lugar, el uso de adobe sin fibra vegetal permite distinguir entre las piezas originales y restauradas.

La ceniza blanca se utilizó para llenar el espacio entre las partes originales y restauradas, y la roca volcánica porosa se utilizó como base para la pared vertical de adobe. Dicho material también se puede extraer a los alrededores del sitio.

PROCEDIMIENTO

Con base en los trabajos de restauración y consolidación en los Parques Arqueológicos Casa Blanca y Tazumal en Chalchuapa, realizados desde la segunda mitad de la década de 1990 hasta el presente (Kato S. 2006, Kato T. 2010[2003], Murano 2008, Ohi 2000, Shibata y Murano 2015, Valdivieso 2007, Shibata, este volumen), y los antecedentes de las obras de conservación y restauración que se han llevado a cabo en San Andrés hasta el momento (Camacho 2015, Guerrero y Camacho 2015), se contemplaron los siguientes procedimientos generales de la reconstrucción:

- 1) Limpiar las estructuras para registrar el estado actual de conservación con la fotografía y estación total y para colocar piedras con lodo como cemento en las partes deterioradas del cuerpo de estructura.
- 2) Construir el cimiento con unos 15 cm de altura desde el pie del primer cuerpo, utilizando piedras cuya dimensión oscila alrededor de 10 cm de diámetro, pegadas con lodo. Dicho cimiento servirá como base y aislante de la humedad para mantener seca la pared de adobe (figura 4).



Figura 4. Fundación de piedra para colocar bloques de adobes (A. Ichikawa).



Figura 5. Levantamiento la pared de adobes (A. Ichikawa).

- 3) Rellenar las partes deterioradas con lodo y adobe.
- 4) Levantar las paredes con adobes de dimensiones de 45 x 25 x 15 cm, colocados en aparejo a soga (también conocido como “lazo” en El Salvador), frente al primer cuerpo original, dejando un espacio de 5 cm que se rellenará con ceniza blanca para marcar la separación (figura 5).
- 5) Rellenar con tierra blanca entre la parte original y el muro de adobe construido (figura 6).
- 6) Para los andadores de los cuerpos de la estructura, será necesario colocar una hilada a tizón (también conocido en El Salvador como el aparejo en “trinchera”) para amarrar el final del aparejo a soga del cuerpo inferior con el inicio del aparejo a soga del cuerpo superior del andador (figura 7).
- 7) Antes de repellar, rayar los adobes y sisas con el propósito de que el repello quede bien adherido (figura 7).
- 8) Repellar con argamasa las paredes y los rellanos de adobe. En este procedimiento se aplican dos tipos de argamasa: un repello de azote² (figura 8) y posteriormente repello fino para dar un acabado (figura 9).

² Azote (azotar): en albañilería, regionalmente se le conoce a la aplicación vertical de mezcla con cuchara de albañil, mediante la técnica de golpe, buscando la adherencia de la mezcla (Camacho 2015: 10).



Figura 6. Rellenar con tierra blanca el espacio entre la parte original y los adobes colocados (A. Ichikawa).



Figura 7. Proceso de formar el andador y el muro (A. Ichikawa). Se pueden ver partes rayadas para que se adhiera bien el repello.



Figura 8. Repellado de la pared de adobes (A. Ichikawa).

9) Compactar las paredes repelladas y cubrir las obras con plástico negro para evitar que la pérdida repentina de humedad provoque grietas en la mezcla (figura 9). Al pie del basamento superior se recubre con argamasa un nivel en declive para garantizar un correcto desagüe de las aguas lluvias (figura 10).



Figura 9. Compactación de la pared con mazo de madera (A. Ichikawa).

- 10) Las orillas, donde ya no existen partes originales, se cubren con un repello de lodo, considerando la salida del agua de lluvia para evitar la erosión. En el caso de La Campana, la última fase constructiva fue de piedra, por lo que se colocaron piedras como si se hubieran colapsado en el último momento de la estructura (figura 11).



Figura 10. Rampa para garantizar un correcto desalajo de las aguas lluvias (A. Ichikawa).



Figura 11. Colocación piedras para demostrar el estado de última etapa constructiva (A. Ichikawa).

Como se mencionó en líneas anteriores, durante el proceso de excavación y restauración se encontraron los bloques de piedra de la de la última fase constructiva de la Estructura 5 *in situ*. En este caso realizamos los siguientes procedimientos:

- 1) Limpiar la superficie del área para definir la ubicación *in situ* de las piedras, tanto las que aún están en su espacio original como las piedras colapsadas (figura 12). Luego fotografiar y registrar con la estación total.
- 2) Quitar la tierra a poca profundidad entre las piedras para rellenar con nuevo lodo.
- 3) Rellenar con lodo entre las piedras como mortero (figura 13). Antes de rellenar con lodo, es recomendable echar agua a las piedras para que se adhiera bien el lodo.
- 4) Colocar piedras con el fin de proteger, a la vez que se realiza una réplica respetando la construcción original.
- 5) Compactar la tierra de relleno entre las piedras con mazos de madera (figura 14).
- 6) Dejar rayas marcadas en mortero para distinguir cuáles piedras están *in situ* o y cuáles no (figura 15).
- 7) Compactar la tierra con pisón alrededor de lugares intervenidos para la salida del agua de lluvia (figura 16).



Figura 12. Vista después de la limpieza alrededor de las piedras de los paramentos de la última etapa constructiva (A. Ichikawa).



Figura 13. Rellenar con lodo entre las piedras (A. Ichikawa).



Figura 14. Compactar las juntas de tierra entre piedras con mazos de madera (A. Ichikawa).



Figura 15. Dejar rayas marcadas en el mortero para distinguir entre piedras originales y piedras colocadas para el proceso de intervención (A. Ichikawa).



Figura 16. Vista de los paramentos de la última etapa constructiva al final de la intervención (A. Ichikawa).

MONITOREO

El trabajo de conservación de la Estructura 5 todavía está en proceso. Por lo tanto, en esta sección se reporta solamente el estado de la parte noroeste de la pirámide. La intervención del primer cuerpo quedó terminada en el mes de mayo del año 2016; el segundo y tercer cuerpo se terminaron en el mes de agosto del mismo año (figura 17). El último monitoreo se realizó en el mes de junio del 2018, por tanto, se describirá el estado de conservación a casi dos años después de finalizar la intervención.

El estado de las partes intervenidas es en general bueno. No se observa colapso grave. No obstante, se advierten algunos cambios y los siguientes problemas:

- 1) La superficie del repello de argamasa cambió un poco de color, pero armoniza con el paisaje natural (figura 18). Se pueden observar hongos en la superficie de la argamasa sin evidencia de que provoquen mayores daños. Aunque hay salida de agua de lluvia, se sigue acumulando mucha humedad durante la época de lluvia en el cuerpo inferior. En el caso del noroeste de la pirámide se podría deber a su orientación, ya que le llega poca luz de sol en el día.
- 2) Se abrieron pequeñas grietas en el repello de argamasa, de 1 mm de ancho o menos (figura 19). Por el momento, no se observan grietas más grandes. Generalmente las grietas



Figura 17. Fotografía general del sector noroeste de la Estructura 5 tomada después de terminar la intervención, en el día 25 de agosto de 2016 (A. Ichikawa).



Figura 18. Fotografía general del mismo sector, tomada en el día 13 de junio de 2018 (A. Ichikawa).



Figura 19. Grieta en la superficie del repello de argamasa del segundo cuerpo, registrada el 13 de junio de 2018 (A. Ichikawa).



Figura 20. Maleza creciendo en las juntas del recubrimiento de piedras (A. Ichikawa).

comienzan en la parte del andador y luego se corren hacia el muro. Para evitar que se abrieran más, se rellenaron con argamasa de repello.

- 3) Crecieron zacates y maleza entre las juntas (figura 20). La invasión vegetal es el problema más grande de todos. Hay que deshierbar y tener siempre limpios los alrededores de las estructuras de tierra; es decir, este tipo de mantenimiento es un tratamiento mínimo para la preservación a largo plazo. No hubo problema en la mayor parte de las áreas donde la tierra fue compactada, aunque en algunas partes se observó que nació pasto. Sin embargo, la solución es quitar de raíz el zacate, rellenar con lodo compactar y luego volver a rellenar y compactar otra vez.

A pesar de los problemas arriba mencionados, lo importante es que las partes originales estén protegidas por los paramentos de bloques de adobe reforzado y repello de argamasa. Además, se puede monitorear cómo se comporta el repello de argamasa a través de tiempo. Al final estas acciones serán útiles para los estudios tanto de conservación como de arqueología.

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS FINALES

El tema más importante en las actividades de conservación de arquitectura prehispánica de tierra es la protección de las estructuras originales contra la erosión y el colapso; a la vez se debe considerar la reversibilidad y la flexibilidad para dejar abierta la posibilidad de estudios

e intervenciones en el futuro. En consecuencia, el proyecto decidió adoptar un método de refuerzo/restauración después de cubrir la arquitectura de tierra original con una capa de protección.

Este trabajo también ha destacado la efectividad del conocimiento local en las actividades de conservación de la arquitectura de tierra prehispánica. El proyecto privilegió el diálogo con trabajadores originarios que poseen un gran conocimiento en las técnicas de la albañilería vernácula actual. Es necesario monitorear el trabajo efectuado a lo largo del tiempo. Sin embargo, con base en las intervenciones y los experimentos realizados previamente en el área de Chalchuapa desde 1995 y en San Andrés desde 2011, la efectividad de los métodos adoptados es grande. Incluso con grietas o colapsos, la estrategia utilizada en la conservación actual puede abordar los problemas gracias a la colaboración de una red compuesta por especialistas y trabajadores locales que pueden colaborar en el desarrollo de conocimientos y técnicas existentes para que sea sostenible.

En el futuro será importante realizar registros más detallados desde una perspectiva etnográfica del conocimiento y las técnicas locales de arquitectura de tierra tradicional, ya que dicho conocimiento está desapareciendo paulatinamente. Este saber local es conocimiento intangible que prospera y se desarrolla específicamente para su clima y suelo. Ni siquiera los restauradores profesionales pueden dominar fácilmente los conceptos como la proporción de tierra y agua, el control del secado y el gesto corporal. Por lo tanto, los especialistas deben prestar atención al conocimiento y a las técnicas de la arquitectura de tierra local. En el caso del proyecto, se han contratado trabajadores de diferentes edades con el propósito de transmitir valiosos conocimientos a las nuevas generaciones, ya que esto contribuirá a resaltar el valor de conocimiento intangible, así como crear una estrategia sostenible para la conservación de patrimonio cultural.

En reconocimiento a la importancia del análisis químico sobre los aditivos orgánicos que se pudieran haber usado en la antigüedad para estabilizar la tierra (Kita y Daneels 2014, 2015, Daneels *et al.* 2020), se contempla incluir en el futuro análisis químicos de los repellos y adobes originales. No obstante, tal investigación siempre requiere expertos, laboratorios especializados y grandes apoyos económicos. Por lo tanto, si los especialistas pretenden evitar la desaparición de un patrimonio cultural valioso y lo utilizan como un recurso cultural, entonces los recursos locales y humanos deberán aprovecharse de manera eficiente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dra. Annick Daneels por la invitación a colaborar en esta publicación. Estamos muy influenciados por sus esfuerzos en el estudio de la arquitectura de tierra. Asimismo, agradecemos a la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural y Natural del Ministerio de Cultura de El Salvador por permitirnos realizar la intervención. Además, estamos muy agradecidos por los esfuerzos de los trabajadores del proyecto: sus conocimientos y experiencia

de trabajar con tierra son muy valiosos y sin ellos no habríamos logrado terminarlo. Y finalmente, los trabajos presentados en este capítulo fueron financiados por la Sociedad Japonesa para la Promoción de la Ciencia (#26101003), la Fundación de Inamori, la Fundación Daiko y la Fundación Mitsubishi (Japón).

BIBLIOGRAFÍA

AMAROLI, PAUL

- 1996 Investigaciones arqueológicas en el área de nuevas instalaciones en el Parque Arqueológico San Andrés, Informe, Patronato Pro-Patrimonio Cultural, San Salvador.

BEGLEY, CHRISTOPHER, TIMOTHY SULLIVIAN, LINDA BROWN, AIXA WILSON Y KATHRYN SAMPECK

- 1996 Proyecto Arqueológico San Andrés, Informe 1996, tomo I, Patronato Pro-Patrimonio Cultural, San Salvador.

BEGLEY, CHRISTOPHER, ROBERT GALLARDO, JEB CARD, AIXA WILSON, LINDA BROWN Y NICHOLAS HERMANN

- 1997 Proyecto Arqueológico San Andrés, informe 1997, Patronato Pro Patrimonio Cultural, San Salvador.

BLACK, KEVIN D.

- 1983 The Zapotitán valley archeological survey, Sheets (ed.), *Archeology and Volcanism in Central America: The Zapotitán Valley of El Salvador*, University of Texas Press, Austin: 62-98.

BOGGS, STANLEY H.

- 1943 Notas sobre las excavaciones en la Hacienda San Andrés, Departamento de la Libertad, *Tzunpame*, III (1): 104-126.

CAMACHO, ÓSCAR

- 2015 Técnicas tradicionales en la práctica de la restauración y la conservación de estructura de tierra en San Andrés, valle de Zapotitán, La Libertad, El Salvador, C.A., Mariana Correia, Celia Neves y Delmy Núñez (eds.), *Arquitectura de tierra: patrimonio y sustentabilidad en regiones sísmicas*, PROTERRA y Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima, San Salvador: 1-10.

CAMACHO, ÓSCAR, AKIRA ICHIKAWA Y SHIONE SHIBATA

- 2016 Earthen architectures on archaeological sites of El Salvador: Problems and challenges concerning the conservation and restoration of pre-Hispanic architectures, Presentación de póster en Terra Lyon 2016, XII World Congress on Earthen Architectures, Lyon, 11-14 de julio.

DANEELS, ANNICK

- 2014 Los sitios arqueológicos de tierra en México: un primer catálogo, Mariana. Correia, Celia Neves y Delmy Núñez (eds.), *Memoria de arquitectura de tierra: patrimonio y sustentabilidad en regiones sísmicas*, PROTERRA y Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima, San Salvador: 34-40.

DANEELS, ANNICK, LUIS FERNANDO GUERRERO, YUKO KITA, GIOVANNA LIBEROTTI Y DAVID PIÑA

- 2014 Conservación de edificios prehispánicos de tierra cruda en la costa de Veracruz, Olimpia Nigli, Lizeth A. Cervantes Reyes y Pastor A. Sánchez Cruz (eds.), *México, Restauración y protección del patrimonio cultural* vol. I, Serie Esempi di Architettura (EDA) 26, Aracne, Roma: 109-129.

DANEELS, ANNICK, ALFONSO ROMO DE VIVAR-ROMO, LAURA CHÁVEZ-GONZÁLEZ, MARISOL REYES-LEZAMA, EVERARDO TAPIA-MENDOZA, MAYRA LEÓN-ALVARADO, EDITH CIENFUEGOS-ALVARADO, FRANCISCO JAVIER OTERO-TRUJANO

- 2020 Bitumen-stabilized earthen architecture: the case of the archaeological site of La Joya, on the Mexican Gulf Coast, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 34, Part A. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102619>.

GIRON, ISMAEL Y KUNIAKI OHI

- 2000 Estudio Analítico por la técnica tradicional del material de repello y adobe prehispánicos, Kuniaki Ohi (ed.), *Chalchuapa, Memoria de la investigación interdisciplinaria de El Salvador (1995-2000)*, Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto, Kioto: 240-243.

GUERRERO, LUIS FERNANDO, MARIANA CORREIA Y HUBERT GUILLAUD

- 2012 Conservación del patrimonio arqueológico construido con tierra en Iberoamérica, *Apuntes 25* (2): 210-225.

GUERRERO, LUIS FERNANDO Y ÓSCAR CAMACHO

- 2015 Recubrimiento de tierra compactada para la conservación del patrimonio arqueológico de México y El Salvador, María C. Achig Balarezo (ed.), *Tierra, sociedad, comunidad: Memoria de 15º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra*, Universidad de Cuenca, Cuenca:1-11.

GUERRERO, LUIS FERNANDO, MARIANA CORREIA Y HUBERT GUILLAUD

- 2012 Conservación del patrimonio arqueológico construido con tierra en Iberoamérica, *Apuntes 25* (2): 210-225.

ICHIKAWA AKIRA Y JUAN MANUEL GUERRA

- 2018 Producción de Alfarería en el Sitio Arqueológico San Andrés, *The Journal of Humanities* 1: 433-446.

AKIRA ICHIKAWA

INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES (ICOMOS)

- 2003 *Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico*, ratificado por la XIV Asamblea General del ICOMOS, en Victoria Falls, Zimbabwe, octubre de 2003.

KATO, SHINYA

- 2006 Informe final, proyecto investigación arqueológica y restauración en la Estructura B1-2 del Parque Arqueológico Tazumal 2004-2005, Chalchuapa, El Salvador, Departamento de Arqueología, Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, San Salvador.

KATO, TSUMUGI

- 2010[2003] Experimentos y trabajos de estructuras prehispánicas hechas de tierra (1999-2003), Nobuyuki Ito (ed.), *Casa Blanca, Chalchuapa (2000-2003)*, Museo Universitario de Antropología de la Universidad Tecnológica de El Salvador, San Salvador: 237-248.

KITA, YUKO Y ANNICK DANEELS

- 2015 Evaluación de bitumen como estabilizante para patrimonio construido en tierra bajo el clima trópico húmedo, Yumari Pérez Ramos y Guadalupe de la Torre Villalpando (eds.), *Estudios sobre conservación, restauración y metodología*, volumen II, Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete", México: 129-144.

MEJÍA, JORGE

- 1984 Las ruinas de San Andrés excavaciones en la Estructura 7, *Flama* 14: 33-48.

MURANO, MASAKAGE

- 2008 *Informe final, proyecto Restauración e investigación arqueológica en la estructura 5 y el Montículo 6 del Parque Arqueológico Casa Blanca, Chalchuapa, El Salvador*, Comité de Restauración del Templo Santiago Apóstol, Departamento de Arqueología de la Dirección Nacional de Patrimonio Cultural del Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, Agencia de Cooperación Internacional de Japón, San Salvador.

OHI, KUNIAKI

- 1994 En busca de la técnica para la conservación de las estructuras arquitectónicas de tierra, Kuniaki Ohi (ed.), *Kaminajuyú*, Tomo II, Museo de Tabaco y Sal, Tokio: 527-536.
- 2000 Excavación y conservación de las estructuras arquitectónicas del área de Casa Blanca, Kuniaki Ohi (ed.), *Chalchuapa, Memoria de la investigación interdisciplinaria de El Salvador (1995-2000)*, Universidad de Estudios Extranjeros de Kioto, Kioto: 225-237.

SHIBATA, SHIONE Y MASAKAGE MURANO

- 2015 Restauración del edificio de las columnas en el parque arqueológico Tazumal, El Salvador, C.A., Mariana. Correia, Celia Neves y Delmy Núñez (eds.), *Arquitectura de tierra: patrimonio y sus*

CONSERVACIÓN DE ARQUITECTURA DE TIERRA EN SAN ANDRÉS, EL SALVADOR

rentabilidad en regiones sísmicas, PROTERRA y Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima, San Salvador: 1-8.

SORIA LÓPEZ, FRANCISCO JAVIER, LUIS FERNANDO GUERRERO BACA Y ALMA BEATRIZ GARCÍA KOCH
2015 Técnicas de bajo impacto para la conservación y reutilización de arquitectura patrimonial de tierra, Félix J. Sandoval y José L. Sáinz Guerra (eds.), *Memoria de XI Congreso Internacional de arquitectura de tierra: construcción con tierra: investigación y documentación*, Cuenca de Campos, Valladolid: 137-148.

VALDIVIESO, FABRICIO

2007 *Tazumal y La Estructura B1-2: Registro de una deconstrucción arqueológica y nuevos aportes para su interpretación*, Departamento de Arqueología, Dirección Nacional de Patrimonio Cultural, Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, San Salvador.

VILLASEÑOR ALFONSO, ISABEL Y LUIS BARBA PINGARRÓN

2012 Los orígenes tecnológicos de la cal, *Cuicuilco* 19 (55): 11-41.

ARQUITECTURA
MESOAMERICANA DE TIERRA
Volumen II

Editado por el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, se terminó de imprimir el 30 de noviembre de 2021 en los talleres de Litográfica Ingramex, S. A. de C. V., Centeno 162, Granjas Esmeralda, Iztapalapa, 09810, Ciudad de México, México. Alejandro Mendoza Conde con apoyo editorial de Esperanza Avendaño realizaron la composición en tipos Garamond Premier Pro 12/14 y 10/14 puntos; la corrección estuvo a cargo de Adriana Incháustegui. La edición de imágenes a cargo de Alejandro Mendoza Conde. La edición consta de 150 ejemplares impresos en papel bond de 90 g. encuadernación rústica. Estuvo al cuidado de Martha González Serrano.

Edición digital Silvia Abdalá