

# USO DE LAS FRACCIONES LIGERAS DEL CRUDO COMO ESTABILIZANTE DE TIERRA

Yuko Kita<sup>1</sup>, Annick Daneels<sup>2</sup>, Alfonso Romo de Vivar<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México, kitayuko@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México, annickdaneels@hotmail.com

<sup>3</sup> Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma México, México, México, aromovi@unam.mx

**Palabras clave:** biomarcadores, origen de materiales petrolíferos, tecnología prehispánica, preservación de patrimonio construido, trópico húmedo

## Resumen

La arquitectura monumental del sitio arqueológico de La Joya, Medellín de Bravo, Veracruz, ha perdurado mil años por algún tipo de estabilizante, el cual se interpretó en los trabajos anteriores como bitumen diluido en aceite vegetal. Recientemente, en el proceso de análisis químico detallado aplicando el método para caracterizar crudos e identificar origen de bitumen arqueológico, se descubrió que las muestras de construcción prehispánica carecen de las fracciones más pesadas, las de resinas (NSO) y asfaltenos. Por lo tanto, el estabilizante original no es bitumen (que contiene fracciones pesadas), sino son fracciones más ligeras (aceite) de crudo. El muro experimental de adobes que se estabilizó en enero de 2013 sólo con la pequeña proporción de aceite que soltó el bitumen sólido al calentarse en agua, ha resistido más que el muro de control y los muros estabilizados con extractos vegetales. Esto indica la eficacia de proporciones muy bajas de las fracciones ligeras de crudo. Análisis geoquímicos combinados de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG-EM) y espectrometría de masas de isótopos estables (IRMS) están en curso para confirmar el uso intencional de estas fracciones ligeras como estabilizante de tierra para la construcción prehispánica. Por otro lado, se continúan experimentos en el sitio que permiten fortalecer la investigación sobre la tecnología de arquitectura prehispánica, evaluando la efectividad de los estabilizantes, y al mismo tiempo examinar este material petrolífero como estrategia para la preservación.

## 1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta los avances de la investigación sobre el estabilizante original de la construcción de tierra del sitio arqueológico de La Joya. El sitio se encuentra en el Centro de Veracruz, en la planicie costera del Golfo de México y fue ocupado desde el periodo Preclásico por alrededor de mil años (100 - 1000 d.C.) (Daneels, 2002). Todas las estructuras fueron construidas solamente con tierra, sin utilizar piedras ni cal.

La investigación sobre el estabilizante original se ha desarrollado desde 2012; consiste en estudios químicos para identificar el estabilizante original y experimentos *in situ* para comprobar su eficacia. Se han encontrado hidrocarburos saturados y aromáticos en residuos orgánicos de materiales de construcción. Inicialmente estos componentes se interpretaron como parte de un material petrolífero, el bitumen, cuyo uso se reconoce en las culturas antiguas de la costa del Golfo (Wendt; Lu, 2006; Wendt; Cyphers, 2008). Asimismo, los experimentos en el sitio han comprobado la eficacia de materiales bituminosos como estabilizante de construcción de tierra en el ambiente de trópico húmedo (Kita et al, 2013, 2014).

### 1.1 Estudios sobre arcilla

En 2009 se realizó el análisis de la difracción de rayos X (XRD) sobre la fracción fina de los materiales de construcción. Los resultados indicaron que el tipo de arcilla fue montmorillonita, arcilla expansiva. Además, a través de los análisis de granulometría, se reconoció que todos los materiales contenían una alta concentración de fracción fina. Estas son condiciones adversas para la estabilidad de los materiales constructivos,

particularmente en condiciones de fuertes variaciones de humedad, como las que imperan en la costa del Golfo. Por lo tanto, se consideró probable que se haya usado algún tipo de estabilizante (Daneels; Guerrero-Baca, 2011).

## 1.2 Identificación de sustancias orgánicas

Mediante los análisis químicos de muestras constructivas por espectrometría de infrarrojo, de resonancia magnética nuclear, y cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas, en los extractos orgánicos en *n*-hexano se halló una cantidad relativamente alta de hidrocarburos saturados lineales y aromáticos, acompañados con triglicéridos y azelato de dibutilo. Por lo tanto, el estabilizante original se identificó inicialmente como bitumen diluido en aceite vegetal (Kita; Daneels; Romo de Vivar; 2013, 2014).

## 1.3 Experimentos en sitio

Se prepararon dos series de experimentos en sitio en 2013 y 2014 respectivamente.

La primera serie consistió en cinco muros de prueba, uno sin estabilizante (C), dos con extractos vegetales de plantas que se utilizan en construcción de tierra en la zona de trópico húmedo en Centroamérica: malva (M) y guácima (G), y dos muros estabilizados con productos bituminosos: bitumen sólido diluido (B) y producto comercial de emulsión asfáltica (A). Los extractos de malva se obtuvieron de los tallos y hojas machacados y posteriormente sumergidos en agua. Los de guácima se extrajeron de la corteza sumergida en agua. En cuanto al bitumen, en principio, se pretendió diluirlo en agua caliente, sin embargo no se diluyó, solamente se reblandeció, soltando un poco de aceite transparente. Para el muro "B" se prepararon los adobes para el muro de "bitumen" con el agua en la que se hirvieron los bloques de bitumen sólido; después se utilizó el bitumen diluido en aceite de linaza para la mezcla de aplanados intermedio y fino. Para el muro y los aplanados "A" se utilizó IMPERTOP® A, un producto de emulsión asfáltica base agua de Comex™. Ambos muros con productos bituminosos fueron los más resistentes a la intemperie en el ambiente de trópico húmedo (Figura 1).

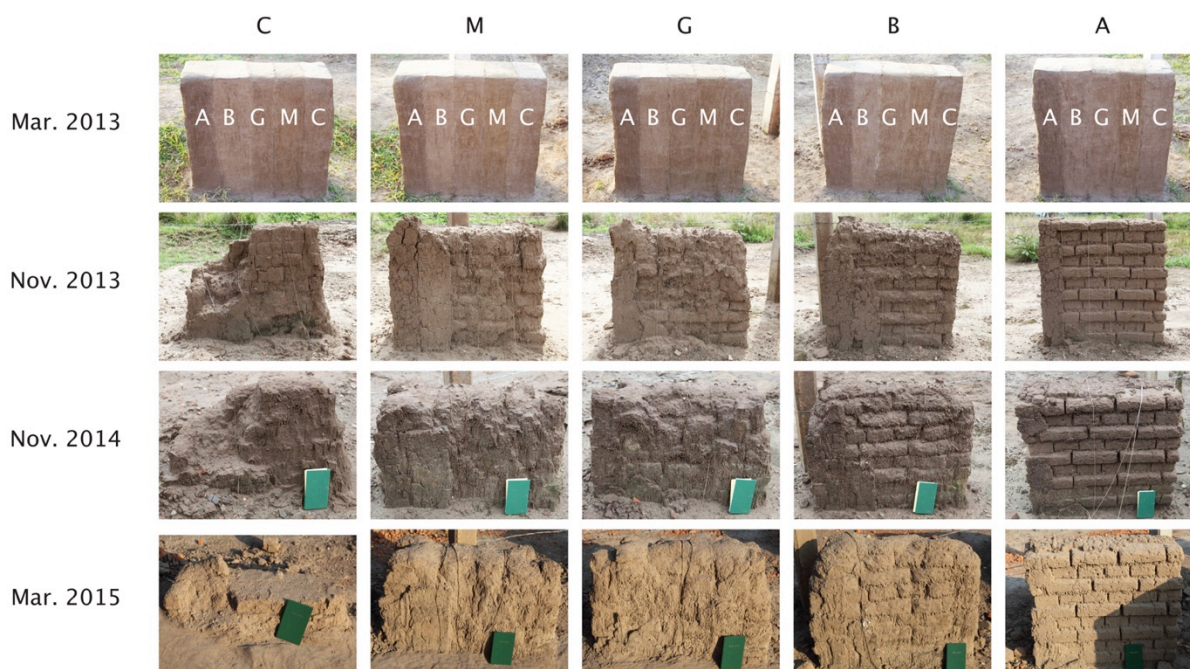


Figura 1. Monitoreo de la primera serie de los muros de prueba de la resistencia a la intemperie. C: control (sin estabilizante); M: extracto de malva; G: extracto de guácima; B: bitumen; A: emulsión asfáltica.

La segunda serie comparó diferentes preparaciones de materiales bituminosos, además de la eficacia entre materiales bituminosos y cal, material común y recomendado como

estabilizante de tierra en zonas áridas y semiáridas. Sin embargo, en el ambiente de trópico húmedo se observó que la cal tiende a guardar la humedad dentro del muro de adobes provocando la exfoliación de los aplanados por eflorescencia y el crecimiento de musgos. Entre los tres productos bituminosos (bitumen diluido en aceite de linaza, bitumen diluido en aceite de maíz y emulsión asfáltica comercial), la emulsión asfáltica fue la que se comportó homogéneamente (Kita; Daneels; Romo de Vivar, 2014; Kita; Daneels, 2014).

#### 1.4 Aplicación a la pirámide

Se ha utilizado la mezcla de tierra arcillosa con arena consolidada con un producto base a etilvinilsilicato (Wacker Chemie AG™ VINNAPAS® 5044 N) e hidrofugada con un producto de silicona (Wacker Chemie AG™ SILRES® Powder D) para la capa de sacrificio de la pirámide del sitio de La Joya desde 2010. Esta capa gruesa tiende ser rígida y poco permeable, y además de promover el crecimiento de biopelículas.

Desde 2014 se empezó a utilizar los aplanados delgados de tierra estabilizado con emulsión asfáltica (Comex™ IMPERTOP® A) al cinco por ciento en volumen de la mezcla para la capa de sacrificio. En el talud de contención nuevo al norte y parte del corte posterior se aplicó directamente sobre geotela, con buena adherencia y resistencia a la intemperie (Figura 2).



Figura 2. Capa de sacrificio de tierra estabilizada con emulsión asfáltica

## 2 TAREAS

Para confirmar que las sustancias orgánicas que se encontraron en los materiales de construcción prehispánica provienen de bitumen diluido en aceite vegetal, los extractos orgánicos de materiales de construcción se compararon con los de bitumen prehispánico pintado sobre vasijas. Por otro lado, se compararon con los de paleosuelos para discriminar los componentes orgánicos que existen naturalmente en suelo local y aclarar su uso intencional.

### 2.1 Comparación de las sustancias orgánicas

A través de estudios químicos se reconocieron sustancias orgánicas semejantes en materiales de construcción prehispánica, bitumen prehispánico y paleosuelo, como hidrocarburos saturados y aromáticos. Sin embargo, se reconocieron también diferencias, como la ausencia de triglicéridos en el bitumen y la ausencia de azelato de dibutilo en el paleosuelo.

## 2.2 Identificación de origen de los compuestos petrolíferos

Para identificar el origen de las sustancias orgánicas que se encuentran en los materiales de construcción prehispánica, el bitumen prehispánico pintado sobre vasijas y el paleosuelo, se empezaron los estudios geoquímicos mediante cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG-EM) y espectrometría de masas de isótopos estables (IRMS).

## 3 METODOLOGÍA

Se desarrolló el protocolo experimental con base en los métodos descritos principalmente para caracterizar crudos (García; Sánchez; Guzmán, 1999; GeoMark Research Ltd., 2013) e identificar el origen de bitumen arqueológico (Connan, 2012; Connan; Deschesne, 1992, Kato et al, 2008), ajustando el procedimiento a las condiciones de la infraestructura disponible (Figura 3).

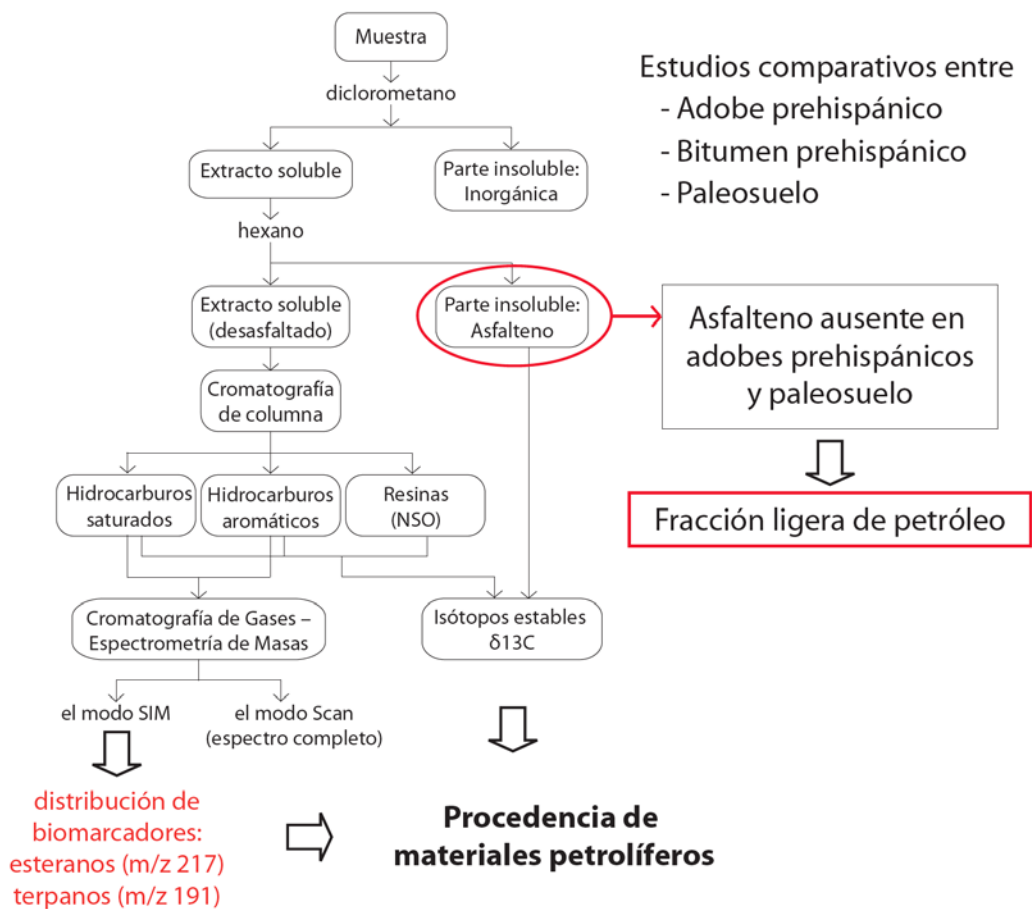


Figura 3. Protocolo experimental

### 3.1 Preparación de muestras para los análisis

Los materiales petrolíferos se separaron en las fracciones de hidrocarburos saturados, hidrocarburos aromáticos, resinas y asfaltenos. Se aplicó el siguiente procedimiento.

Primero, las sustancias orgánicas se extrajeron de las muestras (de adobe prehispánico, bitumen prehispánico y paleosuelo) con diclorometano. La parte soluble en diclorometano es bitumen, que después se separa en el extracto desasfaltado (soluble en *n*-hexano) y asfaltenos (insoluble en *n*-hexano). El extracto desasfaltado se separa luego por cromatografía de columna en las fracciones de hidrocarburos saturados, hidrocarburos aromáticos y resinas (compuestos de nitrógeno, azufre y oxígeno (NSO)).

Las fracciones de hidrocarburos saturados y aromáticos se analizan por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG-EM) y todas las fracciones por espectrometría de masas de isótopos estables (IRMS).

### 3.2 Análisis para estudiar origen de sustancias orgánicas

Mediante el análisis de CG-EM se reconocen las moléculas de los compuestos orgánicos; especialmente en el modo de detección de monitoreo selectivo de iones (modo SIM) se puede obtener información sobre el número de carbonos y la distribución de los isómeros de biomarcadores. Los marcadores biológicos o biomarcadores son moléculas fósiles presentes en las muestras geológicas y productos naturales que pueden indicar su origen biológico particular.

Aparte de CG-EM, el análisis de IRMS permite reconocer el origen específico de los biomarcadores, así como reconstruir el paleoambiente. Se analiza el isótopo estable de  $^{13}\text{C}$  de cada fracción separada de las muestras.

## 4 RESULTADOS PARCIALES

En el proceso de preparación de muestras, se observó que las muestras de adobe prehispánico y paleosuelo no contenían asfaltenos. Por lo tanto, el estudio se enfocó a las fracciones ligeras: hidrocarburos saturados y aromáticos (Figura 4).

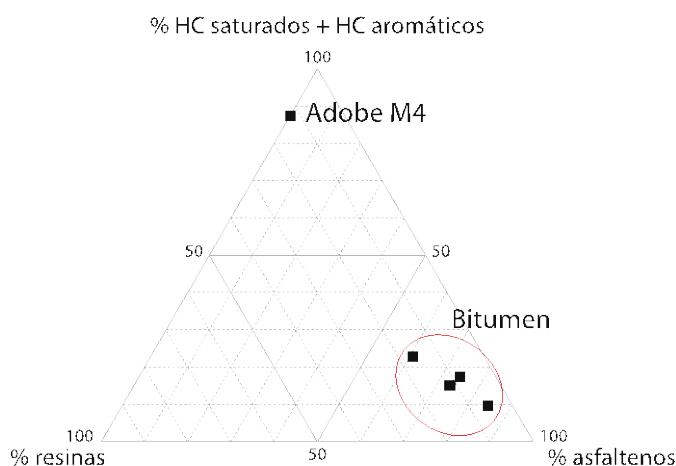


Figura 4. Composición de materiales orgánicos

Los análisis por CG-EM en el modo de barrido total del espectro (modo SCAN) proporcionaron los espectros de masas completos de las muestras. Las muestras de adobe prehispánico, bitumen prehispánico y paleosuelo contienen sustancias orgánicas parecidas, que sin embargo difieren en las concentraciones de cada compuesto (Figura 5). Las muestras de adobe prehispánico abundan en hidrocarburos saturados lineales (*n*-alcanos) e isoprenoides. Las de bitumen prehispánico son ricas en ftalatos; por otro lado, debido a que el material está concentrado, se pudieron detectar los biomarcadores importantes para caracterizar materiales petrolíferos: terpanos y esteranos. Las de paleosuelo consisten principalmente en un triterpeno.

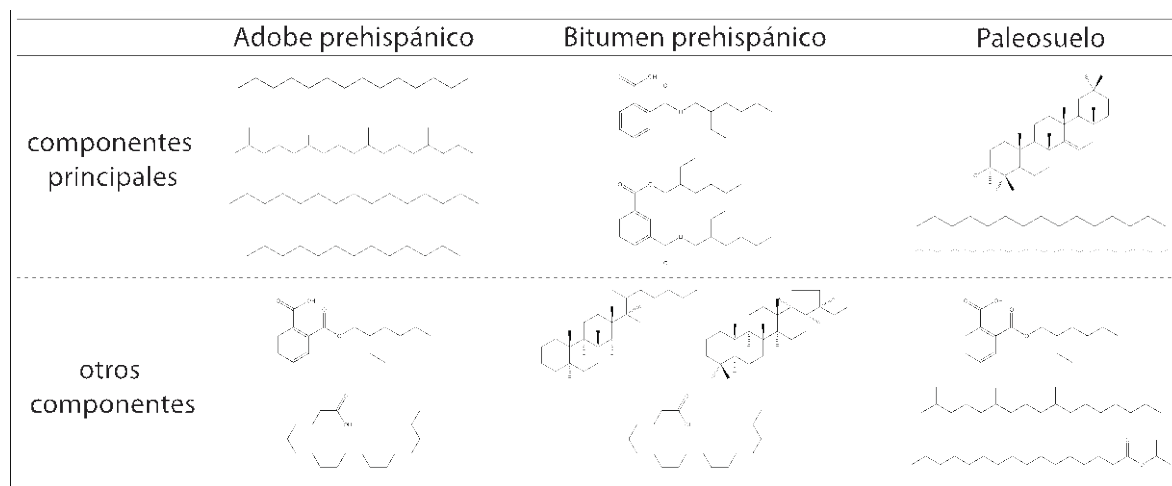


Figura 5. Estructuras identificadas por CG-EM de los extractos desasfaltados

Actualmente está pendiente el análisis por CG-EM en el modo SIM de las fracciones de hidrocarburos, que proporcionará información importante sobre los biomarcadores de materiales petrolíferos: el número de carbonos y la distribución de isómeros de terpanos y esteranos.

En cuanto al análisis por IRMS, se han obtenido resultados de la mitad de las muestras preparadas. En los resultados parciales se observa que el valor de isótopos estables de carbono 13 de una muestra de adobe prehispánico está cerca de los del grupo de bitumen prehispánico, mientras el valor de una muestra de paleosuelo está alejado de ambos (Figura 6).

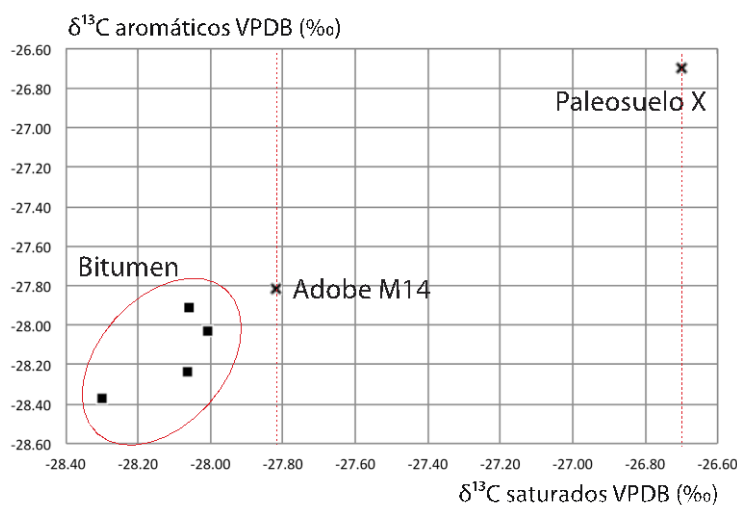


Figura 6. Composición de isótopo estable de  $^{13}C$  de hidrocarburos saturados y aromáticos

## 5 DISCUSIÓN

A través del proceso de preparación de las muestras para estudiar sus orígenes, se reconoció que las sustancias orgánicas presentes en las muestras de construcción prehispánica del sitio de La Joya no provinieron de bitumen diluido en aceite vegetal como se había interpretado anteriormente, sino que podrían ser las fracciones ligeras de material petrolífero.

Se observaron diferencias en el tipo y la concentración de sustancias orgánicas entre las muestras del adobe prehispánico, bitumen prehispánico y paleosuelo mediante los análisis de CG-EM. Según la información sobre el isótopo estable de carbono 13 de las muestras, se ve que los valores de adobe prehispánico se parecen a los de bitumen (material petrolífero)

prehispánico, mientras que hay una diferencia más grande entre los de bitumen y los de paleosuelo. Esto podría indicar que los hidrocarburos que se encuentran en el adobe prehispanico y el bitumen prehispanico sean de un mismo origen. Para averiguar este punto, todavía falta realizar el análisis de CG-EM en el modo SIM para obtener información detallada sobre los biomarcadores, así como realizar el análisis de IRMS de más muestras para obtener el rango de distribución de los valores del isótopo estable de carbono 13.

Hasta ahora no se han realizado experimentos en el sitio con las fracciones ligeras de crudo, no obstante, en la primera serie de los muros experimentales se prepararon los adobes con agua en el que se hirvieron bloques de bitumen sólido. A pesar de que la concentración de aceites que soltó el bitumen hervido en agua fue muy baja, el muro construido con estos adobes “estabilizados” resistió bastante (Figura 1-B), comparando con el muro sin estabilizante y los muros estabilizados con extractos vegetales (Figura 1-C, 1-M, 1-G). Para confirmar su eficacia como estabilizante se necesitará diseñar otro experimento con las fracciones ligeras de petróleo.

A pesar de que el bitumen no fue el estabilizante original de tierra en el sitio de La Joya, la capa de sacrificio delgada estabilizada con emulsión asfáltica se ha comportado de manera compatible con el vestigio original, presentando flexibilidad y permeabilidad.

La emulsión asfáltica se ha desarrollado en los años 1930 en EE.UU., respondiendo a la necesidad de preservar patrimonio construido en tierra y se utilizó extensamente hasta los años 1950 extensamente (Charnov, 2011; NPS, 1962; Trott 1997). Después se dejó de utilizar en el área de preservación, según Charnov (2011) debido a problemas con sales, la dificultad de controlar su proporción y los cambios cromáticos del color de la mezcla. Sin embargo, estos efectos inapropiados no se han observado en el sitio de La Joya<sup>1</sup>, posiblemente porque el producto que se utiliza en el sitio de La Joya es base agua y no contiene disolventes que se evaporan más rápido que el agua. Existen también resultados favorables a largo plazo bajo el clima árido (Oliver, 2000). Por otro lado, la interrupción del uso de emulsión asfáltica podría relacionarse con la tendencia que surgió en los años 1970 de preservar a la vista las superficies originales de los bienes culturales por medio de consolidación utilizando los productos químicos que puedan penetrar a los poros de materiales originales que surgió en los años 1970s (Torraca; Chiari; Gullini, 1972).

## 6 CONSIDERACIONES FINALES

El descubrimiento de las fracciones ligeras de crudo representa un aporte importante en el estudio de las sustancias orgánicas en los materiales de construcción prehispanica del sitio arqueológico de La Joya. La aclaración de su uso intencional como estrategia prehispanica para conservar construcciones de tierra en ambientes de trópico húmedo está en curso mediante los análisis geoquímicos de biomarcadores e información isotópica.

Otra serie de experimentos en el sitio con la fracción ligera de crudo permitirá examinar su aptitud como estabilizante de tierra, así como comparar su resistencia a la intemperie con la de la emulsión asfáltica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Charnov, A. A. (2011). 100 years of site maintenance and repair: conservation of earthen archaeological sites in the American Southwest. *Journal of Architectural Conservation*, 2 (17): 59-75.
- Connan, J. (2012). *Le bitume dans l'Antiquité*. Arles: Éditions Errance.
- Connan, J.; Deschesne, O. (1992). Archaeological bitumen: identifications, origins and uses of an ancient Near Eastern material. In: *Materials Research Society Symposium Proceedings*, vol. 267. Pittsburgh: Materials Research Society.

---

<sup>1</sup> Solamente en el muro de bitumen diluido en aceite de maíz (aceite semi-secante) se presenta un notorio cambio cromático al color negro, después de seis meses de monitoreo.

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

Daneels, A.; Guerrero-Baca, L. F. (2011). Millenary earthen architecture in the tropical lowlands of Mexico. *APT Bulletin*, 42 (1): 11-18.

García, J. A.; Sánchez, J. A.; Guzmán, M. A. (1999). Esteranos y terpanos como marcadores biológicos en la prospección petrolera. *Revista de la Sociedad Química de México*, 43 (1): 1-6. Disponible en <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47543201>>. Acceso en 29/4/2015.

GeoMark Ltd. 2013. OILS 2013. An Internet Enabled, Global Oil Geochemical Database, GIS Mapping System, and Associated Analytical Service Program (Reservoir Fluid Database – Oil Information Library System). Houston: GeoMark Research. Disponible en <<http://geomarkresearch.com/database-products/>>. Acceso en 20/4/2015.

Kato, K.; Miyao, A.; Ito, J.; Soga, N.; Ogasawara, M. (2008). The search for the origin of bitumen excavated from archaeological sites in the northernmost island in Japan by means of statistical analysis of FI-MS data. *Archaeometry*, 50 (6): 1018-1033.

Kita, Y.; Daneels, A. (2014). Evaluación de aditivos orgánicos para intervención de la construcción prehispánica en tierra del sitio arqueológico de La Joya, Veracruz, México, a través de experimentos en el sitio. In: Neves, C.; Nuñez, D. (Eds.). 14° SIACOT - Arquitectura de Tierra: Patrimonio y sustentabilidad en regiones sísmicas. San Salvador: Red Iberoamericana PROTERRA y FUNDASAL. p. 58-65.

Kita, Y.; Daneels, A.; Romo de Vivar, A. (2013). Chemical analysis to identify organic compounds in pre-Columbian monumental earthen architecture. *The Online Journal of Science and Technology*, 3 (1): 39-45. Disponible en <<http://www.tojsat.net/index.php/tojsat/article/view/78/102>>. Acceso en 20/4/2015.

Kita, Y.; Daneels, A.; Romo de Vivar, A. (2014). Chapopote como estabilizante de la construcción de tierra cruda. In: Román Kalisch, M. A.; Canto Cetina, R. E. (Eds.). *Tecnohistoria - Objetos y artefactos de piedra caliza, madera y otros materiales*. Mérida: Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Yucatán; Dirección de Estudios Históricos del Instituto Nacional de Antropología e Historia. p. 174-193.

National Park Service, US Dept. of the Interior. (1962). *Handbook for Ruins Stabilization, Part 2: Field Methods*. Washington, D.C.: NPS, US Dept. of the Interior. Disponible en <<http://nps.history.com/publications/handbook-ruins-stabilization.pdf>> Accessed 20/4/2015.

Oliver, A. (2000). Fort Selden adobe test wall project – phase I: final report. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, ICCROM, CRATerre-EAG. Disponible en <[http://www.getty.edu/conservation/publications\\_resources/pdf\\_publications/pdf/terraftselden.pdf](http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/terraftselden.pdf)> Accessed 20/4/2015.

Torraca, G.; Chiari, G.; Gullini, G. (1972). Report on mud brick preservation. *Mesopotamia. Rivista di archeologia, epigrafia e storia orientales antica*, 7: 259-287.

Trott, J. (1997). Ruins preservation – Pre Columbian and historic ruins preservation in the arid Southwest. *Cultural Resource Management*, 20 (10): 46-49. Disponible en <<http://www.nps.gov/history/CRMJournal/CRM/v20n10.pdf>> Accessed 20/4/2015.

Wendt, C. J.; Lu, S. T. (2006). Sourcing archaeological bitumen in the Olmec Region. *Journal of Archaeological Science*, 31 (1): 89-97.

Wendt, C. J.; Cyphers, A. (2008). How the Olmec used bitumen in ancient Mesoamerica. *Journal of Anthropological Archaeology*, 27 (2): 175-191.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al financiamiento por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM, al proyecto PAPIIT IN 300812 “Patrimonio arquitectónico en tierra: estudio y gestión” (2012-14), siendo responsable la segunda autora quien además está a cargo del proyecto arqueológico en el sitio de La Joya. Por otro lado, los autores agradecen el apoyo económico por



parte del presupuesto del Laboratorio 2-7 del Instituto de Química de la UNAM, a cargo del tercer autor.

La primera autora agradece al programa de Becas Posdoctorales en la UNAM, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, periodo 2011-II y 2012-II, así como a la Beca "Genaro Estrada" para Expertos Mexicanistas del Gobierno de México 2014.

Los autores agradecen al Dr. Francisco Javier Pérez Flores del Laboratorio de Espectrometría de Masas del Instituto de Química de la UNAM por los análisis de CG-EM, y al M. en C. Francisco Javier Otero Trujano, a la M. en C. Edith Cienfuegos Alvarado y al M. en C. Pedro Morales Puentes del Laboratorio de Isótopos Estables del Instituto de Geología de la UNAM por los análisis de isótopo estable de carbono 13.

La fabricación de los adobes y muros experimentales fue realizada con la ayuda de Alberto Fernández Enríquez y Miguel Soto Plata, Ciriaco Martínez del Mazo, Noel Felipe Fernández y Juan Daniel Enríquez Pérez, Ismael Felipe Fernández y Gerardo González Castañeda, y la Mtra. Rocío Velasco Fuentes.

Todos los análisis de muestras prehispánicas, experimentos en el sitio arqueológico de La Joya y las obras de preservación de la pirámide fueron realizados con los permisos del Consejo de Arqueología del Instituto Nacional de Antropología e Historia de México.

## **AUTORES**

Yuko Kita, doctora en arquitectura, maestra en conservación y restauración de bienes culturales inmuebles, arquitecta; profesora investigadora de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Investigación posdoctoral sobre tecnología original de arquitectura prehispánica de tierra en el sitio arqueológico de La Joya, Medellín de Bravo, Veracruz y su preservación. Investigación actual sobre el patrimonio construido en tierra en la zona norte de México.

Annick Daneels, doctora en antropología, doctora en arqueología, arqueóloga; investigadora de tiempo completo de la UNAM; miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA; editora del Anales de Antropología; responsable del proyecto Exploraciones en el Centro de Veracruz, responsable del proyecto de excavación, investigación y preservación de la arquitectura monumental del sitio arqueológico de La Joya, Medellín de Bravo, Veracruz.

Alfonso Romo de Vivar, doctor en química, químico; investigador emérito de la UNAM y del Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México; miembro del Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y la Conservación del Patrimonio Cultural de México.