

HOMENAJE A LA DOCTORA MARÍA TERESA CABRERO GARCÍA

LA CUEVA DE LOS HACHEROS: UN PROBABLE SITIO DEL PLEISTOCENO TARDÍO Y HOLOCENO TEMPRANO, MICHOACÁN, MÉXICO. *The Cueva de los Hacheros: A Probable Late Pleistocene and Early Holocene Site, Michoacan, Mexico* (pp. 3-8).

ÁNFORAS OLEARIAS TIPO TIÑOSA EN PORTUGAL. *Tiñosa Olearia Amphorae in Portugal* (pp. 9-15).

LA CULTURA BOLAÑOS EN EL VALLE DE MEZQUITIC, JALISCO. *The Bolaños Culture in the Mezquitic Valley, Jalisco* (pp. 16-32).

NUEVOS DATOS SOBRE LA CRONOLOGÍA DE LOS PUEBLOS DEL BAJO MAGDALENA EN EL PERIODO FORMATIVO TARDÍO: EL SITIO DE BARRIO ABAJO, BARRANQUILLA (COLOMBIA). *New Data on the Chronology of the Lower Magdalena Peoples in the Late Formative Period: The Barrio Abajo Site, Barranquilla (Colombia)* (pp. 33-38).

CUEVA LA ENCAÑADA: UN SITIO DEL ARCAICO EN CHIAPAS. *La Encañada Cave: An Archaic Site in Chiapas* (pp. 39-44).

THE PYRAMIDS AND TEMPLES OF GIZEH: FLINDERS PETRIE, ARQUEÓLOGO DEL SIGLO XIX. *The Pyramids and Temples of Gizeh: Flinders Petrie, a Nineteenth Century Archaeologist* (pp. 45-53).

CAMINOS ABORÍGENES CONECTADOS AL QHAPAQ ÑAN, CUENCA DEL RÍO CHANCHÁN, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, ECUADOR. *Aboriginal Roads Connected to the Qhapaq Ñan, the Chanchan River Basin, Chimborazo Province, Ecuador* (pp. 54-64).

PRODUCCIÓN Y CIRCULACIÓN ALFARERA EN QUEBRADA DEL TORO DURANTE EL PERIODO FORMATIVO: UNA MIRADA DESDE EL ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE LA CERÁMICA. *Pottery Production and Circulation in Quebrada del Toro during the Formative Period: A View Based on the Petrographic Analysis of Ceramics* (pp. 65-80).

INVESTIGATIONS OF HELLENISTIC MORTAR FROM UMM QAIS (GADARA), JORDAN (pp. 81-92).

ARQUEOLOGÍA DE LA ARQUITECTURA GRIEGA EN EL TRATADO *DE VARIA COMMENSURACION* DE JUAN DE ARFE. *Archaeology of Greek Architecture in the Treatise De Varia Commensuracion by Juan de Arfe* (pp. 93-100).

BOLTZMANN Y LA CONEXIÓN DE LA TERMODINÁMICA CON LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES. *Boltzmann and the Connection of Thermodynamics with the Archaeology of Social Phenomena* (pp. 101-104).

A Peer-Reviewed Open Access Journal of World Archaeology

<http://purl.org/aia> - <http://laiesken.net/arqueologia/>

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea

© Pascual Izquierdo Egea, 2018. Licencia CC BY 3.0 ES.

Correo: <http://purl.org/aia/info>. *Printed in Spain.*

ARQUEOLOGÍA IBEROAMERICANA

VOLUMEN 40 • DICIEMBRE 2018 • AÑO X • ISSN 1989-4104

REVISTA CIENTÍFICA DE ACCESO ABIERTO REVISADA POR PARES Y DOBLE CIEGO

(A PEER-REVIEWED OPEN ACCESS JOURNAL OF WORLD ARCHAEOLOGY)

CONSEJO EDITORIAL (*Editorial Board*)

Editor y Director (*Editor & Publisher*)

Dr. Pascual Izquierdo-Egea (Laboratorio de Arqueología Teórica, ES)

Ayudantes Editoriales (*Editorial Assistants*)

Prof. Dr. Emily Lena Jones (University of New Mexico, US), Dr. Shannon Dugan Iverson (University of Texas at Austin, US), Michelle Young (Yale University, US), Jessica MacLellan (University of Arizona, US), Valerie E. Bondura (Columbia University, US), Dr. Kirby Farah (University of Southern California, US), Rachel Egan (University of Colorado Boulder, US), Dr. Daryn Reyman-Lock (University of New Haven, US).

CONSEJO ASESOR (*Advisory Board*)

Dra. Silvia Alfayé Villa (Univ. de Zaragoza, ES), Prof.ª Dra. Bárbara Arroyo de Pieters (Univ. del Valle de Guatemala, GT), Prof. Dr. Javier Baena Preysler (Univ. Autónoma de Madrid, ES), Prof. Dr. Andrew K. Balkansky (Southern Illinois University at Carbondale, US), Prof. Dr. Marshall Joseph Becker (West Chester University of Pennsylvania, US), Dr. Gustavo Bujalesky (CONICET, AR), Dra. M.ª Teresa Cabrero García (UNAM, MX), Prof.ª Dra. M.ª Cruz Cardete del Olmo (Univ. Complutense de Madrid, ES), Prof. Dr. Pedro A. Carretero (Univ. Nacional de Chimborazo, EC), Prof.ª Dra. Teresa Chapa Brunet (Univ. Complutense de Madrid, ES), Prof. Dr. Luis Carlos Duarte Cavalcante (Universidade Federal do Piauí, BR), Prof. Dr. José d'Encarnação (Universidade de Coimbra, PT), Prof. Dr. Marcelo Fagundes (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, BR), Dra. Valeria Franco Salvi (CONICET, AR), Prof.ª Dra. Magdalena A. García Sánchez (El Colegio de Michoacán, MX), Dra. Heidi Hammond (CONICET, AR), Dr. Guillermo N. Lamenza (CONICET, AR), Prof. Dr. Francisco Javier Jover Maestre (Univ. de Alicante, ES), Prof.ª Dra. María Lazarich González (Univ. de Cádiz, ES), Dr. Jesús Carlos Lazcano Arce (UNAM, MX), Dr. Alexandra Legrand-Pineau (Maison René-Ginouvès d'Archéologie et Ethnologie, FR), Prof. Dr. Antonio Lezama (Univ. de la República, UY), Dra. María Laura López (CONICET, AR), Dr. José Antonio López Sáez (CSIC, ES), Dra. Julieta Lynch (CONICET, AR), Prof. Dr. Joyce Marcus (University of Michigan, US), Dr. Simon Martin (University of Pennsylvania, US), Dr. Matías E. Medina (CONICET, AR), Dr. Joan Negre (UAB, ES), Dr. Marcos Plischuk (CONICET, AR), Prof. Dr. John W. Rick (Stanford University, US), Prof. Dr. Daniel Schávelzon (CONICET, AR), Prof. Dr. G. Richard Scott (University of Nevada, Reno, US), Dr. Osvaldo Sironi (CONICET, AR), Prof. Dr. Charles Stanish (Cotsen Institute of Archaeology at UCLA, US), Prof.ª Dra. Vera Tiesler (Univ. Autónoma de Yucatán, MX), Prof. Dr. Alexandre Tokovinine (The University of Alabama, US), Prof.ª Dra. Gabriela Uruñuela y Ladrón de Guevara (Univ. de las Américas Puebla, MX), Prof. Dr. Lidio M. Valdez (MacEwan University, CA), Prof. Dr. Mary Van Buren (Colorado State University, US), Prof. Dr. Desiderio Vaquerizo Gil (Univ. de Córdoba, ES).

<http://www.laiesken.net/arqueologia/>

Revista científica arbitrada de acceso abierto, trimestral, distribuida a través de Internet en formato electrónico PDF. *Online open access journal published quarterly in PDF electronic format.* ISSN 1989-4104. Tít. abreviado: *Arqueol. Iberoam. SPARC Europe Seal for Open Access Journals.* Indexada en *Directory of Open Access Journals (DOAJ), LATININDEX, Scopus, European Reference Index for the Humanities and Social Sciences (ERIH PLUS), Emerging Sources Citation Index (Web of Science), Anthropological Literature, Academic Search Premier, Fuente Académica Plus, Regesta Imperii, REDIB, DICE, WorldCat, Library of Congress, Google Académico (Google Scholar), DULCINEA, ISOC-Arqueología y Revistas de Ciencias Sociales y Humanidades del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).* © De esta edición, Pascual Izquierdo Egea, 2018. Graus, ES. Licencia *Creative Commons Attribution 3.0 Spain (CC BY 3.0 ES).* Printed in Spain. Correo: <http://purl.org/aia/info>.

RESEARCH ADVANCE

LA CUEVA DE LOS HACHEROS: UN PROBABLE SITIO DEL PLEISTOCENO TARDÍO Y HOLOCENO TEMPRANO, MICHOACÁN, MÉXICO

The Cueva de los Hacheros: A Probable Late Pleistocene and Early Holocene Site, Michoacan, Mexico

José Luis Punzo Díaz,¹ Dante Bernardo Martínez Vázquez²

¹ Instituto Nacional de Antropología e Historia, México; ² Escuela Nacional de Antropología e Historia, México (jose_punzo@inah.gob.mx)

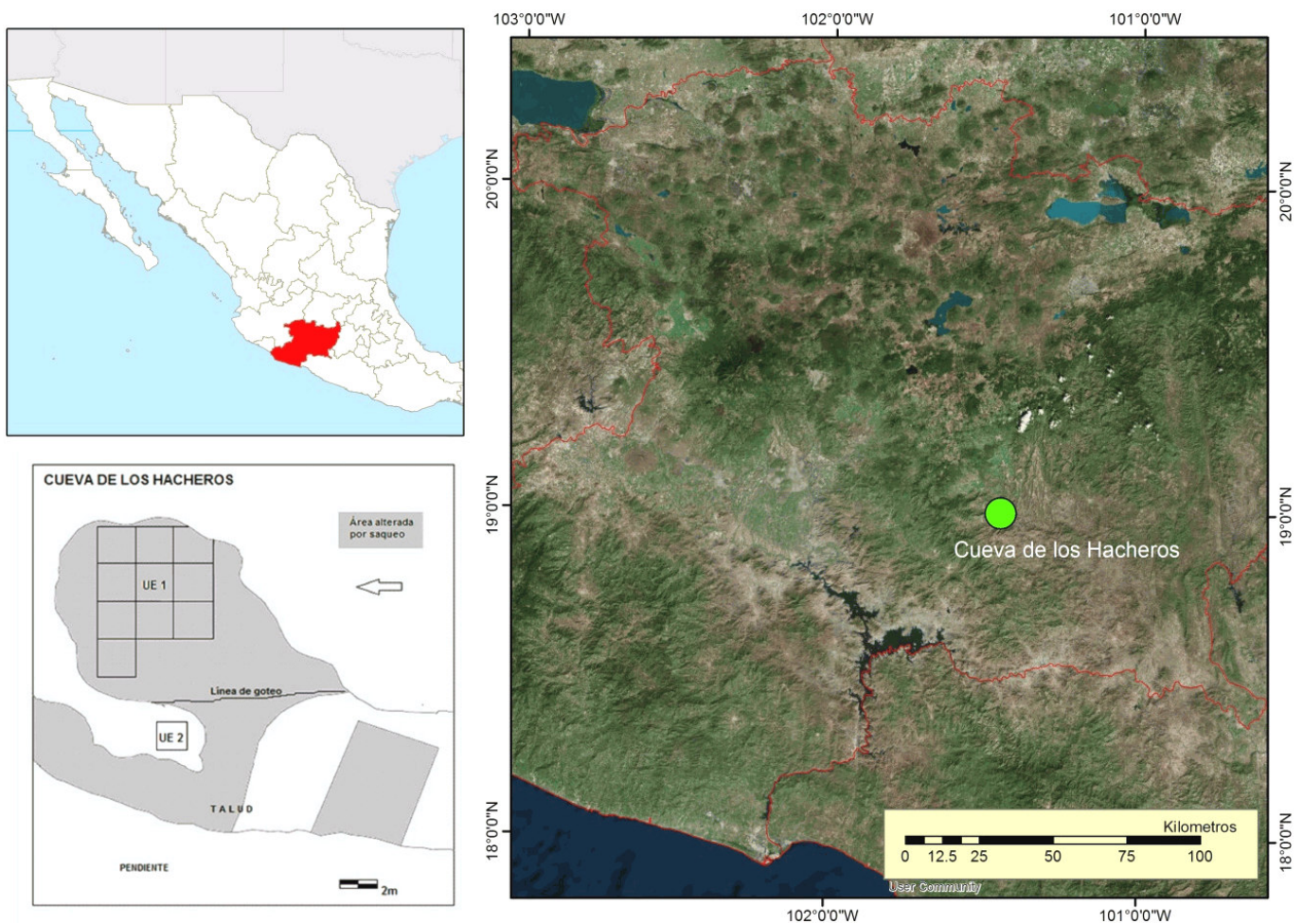


Figura 1. Localización general de la Cueva de los Hacheros y planta del sitio con ubicación de las excavaciones.

RESUMEN. Este artículo es un avance de investigación relacionado con el trabajo que se realizó en el sitio arqueológico de Cueva de los Hacheros (Michoacán, México). Aquí se hace una presentación de los primeros datos recabados, las dataciones obtenidas por radiocarbono y algunos análisis de los materiales que se encontraron dentro de la cueva. Esta

Recibido: 21-9-2018. Aceptado: 27-9-2018. Publicado: 4-10-2018.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Valerie E. Bondura. Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://laiesken.net/arqueologia/archivo/2018/4001>.

información parece indicar que el lugar tuvo una ocupación humana bastante larga, desde tiempos arcaicos hasta época prehispánica, destacando los elementos que posiblemente plantean una de las ocupaciones humanas más antiguas dentro del actual territorio mexicano.

PALABRAS CLAVE. *Arqueología de Michoacán; Arcaico; Pleistoceno tardío; lítica.*

ABSTRACT. *This article advances research related to fieldwork that has been conducted at the site of the Cueva de los Hacheros, in Michoacan, Mexico. This paper presents initial data, radiocarbon dates, and some analysis of the materials found in the cave. This preliminary analysis indicates a long history of human occupation at the site, from the Archaic period to the pre-Hispanic period. The paper highlights some elements that may indicate one of the oldest human occupations known within the territory of Mexico.*

KEYWORDS. *Michoacan archaeology; Archaic; Late Pleistocene; lithics.*

LOCALIZACIÓN Y CONTEXTO DE LA CUEVA DE LOS HACHEROS

El sitio arqueológico de la Cueva de los Hacheros se encuentra en el área centro-sur del estado de Michoacán, en el municipio de Turicato (fig. 1). Está ubicado en la Tierra Caliente, en la cuenca del río Balsas, en un área con altas temperaturas y pocas precipitaciones a lo largo del año, generando un clima seco y semiárido con vegetación de selva seca y matorrales. El sitio se encuentra en la ladera del «Cerro del Ahorcado», frente al arroyo de «Chiquito Grande», que se une al río Tacámbaro-Turicato, principal afluente del río Balsas en esta zona, que ha sido anteriormente estudiada por su posible relación con el origen de la agricultura y el poblamiento antiguo del hombre (Piperno *et al.* 2007). El sitio lo conforma un abrigo rocoso de una sola cámara de 12 m de profundidad por 35 m de largo cuya entrada tiene una orientación hacia el oeste. Este abrigo se formó a partir de conglomerados de toba y roca andesítica. Su descubrimiento tuvo lugar en el año 2015 a partir de una denuncia por excavaciones ilegales realizada por el municipio de Turicato.

ESTADO DE CONSERVACIÓN Y RESCATE ARQUEOLÓGICO

Durante la inspección sobre la denuncia realizada en el año 2015, se pudo constatar que el abrigo rocoso había sufrido una gran pérdida de suelo producto de excavaciones no profesionales llevadas a cabo por pobladores del municipio de Turicato. Esto significó una grave pérdida de información y la descontextualización de cientos de objetos arqueológicos (fig. 2).

No obstante lo anterior, en el año 2016 el Centro INAH Michoacán procede a desarrollar un rescate arqueológico dentro del abrigo para tratar de recuperar la mayor cantidad de información posible. Durante la temporada de excavación, se pudieron constatar los daños producidos, que llegaban hasta los 2.70 metros de profundidad, lo cual significó el agotamiento total de suelo en algunas de las zonas interiores del abrigo. El área más profunda fue la única zona que preservaba restos de suelo gracias a un derrumbe del techo del abrigo que impidió el avance del saqueo y preservó así una zona todavía viable para una excavación sistemática.

Del análisis de los materiales recuperados del saqueo se constató la presencia de entierros humanos: aproximadamente 24 individuos acompañados de diferentes materiales como metates, hachas de piedra pulida, vasijas de barro, ornamentos de concha, puntas de proyectil, cuchillos ceremoniales, navajillas prismáticas, hueso animal y algunos elementos de lítica pulida que presentan restos de pintura roja. Evidentemente, la información correspondiente a estos objetos y su relación con los restos humanos se perdió.

Fue así como se planteó realizar una excavación controlada para reconstruir la estratigrafía natural y cultural del sitio, rescatar los contextos arqueológicos que se encontraban debajo del derrumbe para poder obtener una secuencia ocupacional de la cueva, conseguir muestras para dataciones y poder conocer las cronologías de ocupación. Entonces se optó por abrir dos unidades de excavación: una dentro de la cueva, en la zona del derrumbe, en el área de penumbra (unidad de excavación 1); y la segunda en el exterior de la cueva, en el área del talud (unidad de excavación 2).

En la unidad de excavación 1 se intervinieron 6 metros cuadrados en la parte donde se consideró que exis-



Figura 2. Vista desde el interior del abrigo, en donde se puede observar el área saqueada con respecto al nivel original y la zona del techo colapsado.

tía mayor cantidad de suelo y se preservaban mejor los vestigios. Cabe destacar que en esta área el suelo fue sellado por un derrumbe; durante la excavación nos percatamos de la ausencia de cerámica, así como de ciertos materiales que presumiblemente aparecieron en los niveles superiores, como piedras de molienda y artefactos de obsidiana, que son indicadores de ocupación humana tardía.

Dentro del área de excavación, pudimos reconocer que la presencia humana estaba presente en los contextos arqueológicos, reflejada en la aparición de una importante cantidad de artefactos líticos como puntas de proyectil, raspadores, raederas, cuchillos y un gran número de desechos de talla (lascas, láminas, macrolascas). De forma mayoritaria, estos materiales fueron hechos a partir de rocas basálticas y, en menor medida, con sílex o pedernal.

Es preciso señalar que tales artefactos se encontraban a su vez asociados a hueso animal (presumiblemente algún tipo de cérvido) y restos de algún crustáceo tipo cangrejo o langostino. Por ende, se llegó a la conclusión de que se trataba de un contexto asociado a sociedades cazadoras-recolectoras acerámicas.

En el exterior del abrigo se realizó la unidad de excavación 2. A diferencia de la unidad de excavación 1, en esta no se hallaron contextos significativos, ya que esta área se encontraba muy perturbada por el saqueo al cual se ha hecho referencia anteriormente.

MATERIALES ARQUEOLÓGICOS

Como se mencionó más arriba, en el saqueo se hallaron osamentas humanas, elementos cerámicos, ollas, cajetes, ornamentos de concha provenientes del océano Pacífico, lítica, metates y piedras de molienda con restos de pigmento rojo, navajillas prismáticas, un cuchillo de obsidiana, puntas de proyectil de obsidiana y basalto (fig. 3), hachas de piedra pulida y un gran número de lascas de basalto, sílex y obsidiana, de entre las cuales destacan algunas de obsidiana de color verde.

No obstante, todo el contexto relacionado con estos materiales se perdió al provenir de excavaciones no controladas y ahora solo pueden brindar información de carácter descriptivo. Por el contrario, en la unidad de excavación 1 se recuperaron más de 1500 objetos, de



Figura 3. Ejemplos de cada uno de los diferentes tipos de puntas que se encontraron en la Cueva de los Hacheros.

los cuales 980 corresponden a artefactos líticos y el resto lo componen materiales orgánicos como hueso, astas y fragmentos de crustáceos; la mayoría de ellos recuperados dentro de los niveles más profundos.

Por otro lado, poniendo especial énfasis en la ausencia de cerámica y en las características que presenta el contexto, todo parece indicar que dentro del abrigo existió un campamento de cazadores-recolectores precerámicos que, al analizar la diversidad de las herramientas líticas, nos habla posiblemente de varias ocupaciones humanas en periodos arcaicos.

Los artefactos líticos encontrados están asociados a actividades de caza, procesamiento de alimentos y actividades domésticas, destacando las puntas de proyectil que, en varios casos de estudio, han sido utilizadas como parámetros temporales a través de un buen análisis tipológico. Aunque no son necesariamente exactas ni son lo más recomendable para determinar la antigüedad de un sitio, sin embargo sirven para poder tener un primer indicio sobre la cronología. Algunos ejemplos de puntas indicativas para sitios tempranos son las puntas

Clovis y *Folsom* (Justice 2002: 55-76). En el caso de la Cueva de los Hacheros, no aparecieron puntas pertenecientes a la tradición de puntas acanaladas; al contrario, se halló una gran variedad de puntas que parecen corresponder a diferentes etapas de ocupación.

En general, se encontraron 3 variantes de puntas: la primera está integrada por puntas bifaciales lanceoladas de forma foliácea ($n = 8$) que se asemejan tipológicamente a las puntas *Agate Basin* (Justice 2002: 89-93), las cuales precisamente se asocian a tecnologías paleoindias tempranas. El segundo tipo de puntas presenta una forma bastante singular, ya que se trata de puntas de forma triangular con pedúnculo bifurcado por una muesca basal, muescas laterales y puede tener o no una denticulación en los bordes ($n = 14$); estas puntas son morfológicamente muy similares a los tipos *Kirk Serrated* y *Kirk Bifurcated* pertenecientes al periodo arcaico temprano (Hranicky 2011: 160-161). Finalmente, se tiene un grupo de puntas de proyectil de forma triangular con pedúnculo y aletas a los costados ($n = 14$), cuya forma es muy común en diferentes periodos. Es

Fechas (AP)	Michoacán	Resto de México
7500-6500	Cueva de los Portales ⁶	
8500-7500		
9500-8500		Santa Isabel Iztapan (Estado de México) ⁵
10500-9500		Tlapacoya (Estado de México) ⁴
11500-10500		Guilá Naquitz (Oaxaca) ³
12500-11500	Cueva de los Hacheros	Cueva de Santa Marta (Chiapas) ²
13500-12500		El Fin del Mundo (Sonora) ¹

Figura 3. Cronología de la Cueva de los Hacheros con respecto a otros sitios de México. Referencias: ¹ Sánchez *et al.* 2012, ² Acosta 2011: 227-235, ³ Flannery 1986, ⁴ Lorenzo y Mirambell 1986, ⁵ Aveyra 1955, ⁶ Faugère *op. cit.*

preciso señalar que todas las puntas encontradas en excavación están hechas sobre materiales como basalto, sílex, riolita y dacita.

DATACIONES ABSOLUTAS Y COMENTARIOS FINALES

Durante la etapa de excavación se pudieron recolectar muestras de carbón para dataciones provenientes de los niveles más profundos, es decir el 4 y el 5. Los materiales fechados fueron restos de materia orgánica que se encontró concentrada en ambos estratos. Tales muestras están asociadas a esos niveles donde se rescató abundante material arqueológico producto de la habitación humana, aunque no se determinó que dichas concentraciones de materia orgánica pudieran haber procedido de un fogón u otra actividad similar.

Las muestras fueron enviadas al Laboratorio Nacional de Espectrometría de Masas con Aceleradores, perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México, para su análisis por radiocarbono, arrojando los siguientes resultados:

Nivel 5
2σ (95 %) 12039-11706 cal. AP.¹

Nivel 4
2σ (95 %) 11935-11399 cal. AP.²

Estas fechas sitúan a la Cueva de los Hacheros como el sitio más antiguo encontrado hasta el momento en el actual territorio del estado de Michoacán. Asimismo, lo convertirían en el sitio más antiguo del Occidente y uno de los más antiguos en México.

En Michoacán, con anterioridad, solo existía un sitio perteneciente a etapas precerámicas trabajado de forma sistemática, conocido como la Cueva de los Portales; proyecto de investigación que fue llevado a cabo por el Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos del Gobierno de Francia (CEMCA), cuya fecha de 5200 a. C. lo ubica dentro del periodo Arcaico medio (Faugère 2006). También existen antecedentes del registro de artefactos líticos (en este caso puntas) que, por su tipología, parecieran corresponder a etapas tempranas, como son una punta acanalada similar a las *Clovis* y una punta lanceolada similar a las *Agate Basin* encontradas en el interior del abrigo rocoso conocido como Cueva del Platanal, en el municipio de Zacapu (Faugère 1996: 108-109), y una punta tipo *Scottsbluff* (Arcaico temprano) que apareció en el interior de una tumba del sitio preclásico de El Opeño y que es un artefacto anacrónico en dicho contexto (Oliveros *et al.* 2003: 31-44).

El estudio de la Cueva de los Hacheros aún se encuentra en fase preliminar y se espera que los análisis

¹ Clave LEMA 767 1.1 d13 C – 24.

² Clave LEMA 768 1.1 d13 C – 11.

que están en proceso, los estudios de todo el material obtenido durante la excavación, así como futuras excavaciones en esta y otras cuevas ya identificadas en la zona, nos brinden más información acerca de un área que posee un potencial muy alto para el estudio de sociedades cazadoras-recolectoras tempranas; y que a su vez genere datos que nos ayuden a comprender un periodo poco investigado del poblamiento de América y contribuir a entender las formas de vida de los primeros humanos que habitaron en el Occidente de México.

Agradecimientos

Quisiéramos expresar el más profundo agradecimiento a la Dra. Corina Solís y la Dra. María Rodríguez del LEMA-IG-UNAM y los participantes en los trabajos de la Cueva de los Hacheros: a los arqueólogos Mijaely

Castañón, Lissandra González, Alejandro Valdés, Max Ayala, Cinthia Campos, Miguel Ibarra y Marcelo Ibarra.

Sobre los autores

JOSÉ LUIS PUNZO (jose_punzo@inah.gob.mx) es Licenciado y Doctor en Arqueología por la Escuela Nacional de Antropología e Historia y Maestro en Ciencias y Humanidades por la Universidad Juárez del Estado de Durango. Actualmente es investigador de tiempo completo del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Entre sus líneas de investigación está el estudio del Prehispánico y Colonial temprano en el sur de Michoacán.

DANTE BERNARDO MARTÍNEZ VÁZQUEZ es estudiante de licenciatura en arqueología de la Escuela Nacional de Antropología e Historia (Dante_dalton@outlook.com).

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, G. 2011. El poblamiento de las regiones tropicales de México hace 12 500 años. *Anales de Antropología* 45: 227-235.
- AVELEYRA, L. 1955. *El segundo mamut fósil de Santa Isabel Iztapan, México, y artefactos asociados*. México, D. F.: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- FAUGÈRE, B.
— 1996. *Entre Zacapu y Río Lerma: culturas en una zona fronteriza*. Cuadernos de Estudios Michoacanos 7. México: CEMCA.
— 2006 (ED.). *Cueva de los Portales: un sitio arcaico del norte de Michoacán, México*. México: INAH, CEMCA.
- FLANNERY, K. 1986. *Guilá Naquitz: Archaic Foraging and Early Agriculture in Oaxaca, Mexico*. Studies in Archaeology. Orlando, Florida.
- HRANICKY, J. 2011. *Prehistoric Projectile Points Found Along the Atlantic Coastal Plain*. Boca Raton, Florida: Universal Publishers.
- JUSTICE, N. D. 2002. *Stone Age Spear and Arrow Points of the Southwestern of the United States*. Indiana University Press.
- LORENZO, J. L. & L. MIRAMBELL, EDS. 1986. *Tlapacoya: 35 000 años de historia del lago de Chalco*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- OLIVEROS, A. & G. CASSIANO. 2003. El pasado del pasado. Artefacto prehistórico en una tumba de El Opeño, Michoacán. *Arqueología* (2.ª Época) 29: 31-44.
- PIPERNO, D. R., J. E. MORENO, J. IRIARTE, I. HOLST, M. LACHNIET, J. G. JONES, A. J. RANERE & R. CASTANZO. 2007. Late Pleistocene and Holocene environmental history of the Iguala Valley, Central Balsas Watershed of Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* 104/29: 11874-11881.
- SÁNCHEZ, G., V. HOLLYDAY, N. MARTÍNEZ & I. SÁNCHEZ. 2012. Hallazgos en el Fin del Mundo: arqueólogos encuentran otra punta Clovis. *Señales de Humo* 9/28. Boletín del Centro INAH Sonora.

RESEARCH ADVANCE

ÁNFORAS OLEARIAS TIÑOSA EN PORTUGAL

Tiñosa Olearia Amphorae in Portugal

Pedro A. Carretero Poblete

Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador
(pcarretero@unach.edu.ec)

RESUMEN. *El presente estudio multidisciplinar de las ánforas denominadas tipo Tiñosa es el inicio de la investigación sobre las primeras producciones de aceite de oliva en el área de la campiña gaditana y el envase en el que se transportó a lugares de la órbita púnico-turdetana del Estrecho de Gibraltar, como es el caso de las documentadas en el área del Algarve portugués y más concretamente en el asentamiento de Castro Marim, donde aparecieron asociadas a centros de culto, por tanto, a un uso ritual.*

PALABRAS CLAVE. *Ánforas Tiñosa; aceite de oliva; Algarve; campiña gaditana; arqueometría.*

ABSTRACT. *This is a multidisciplinary study of the amphorae type known as Tiñosa, and reflects the preliminary research about the earliest productions of olive oil in the area of the Cadiz countryside. Tiñosa amphorae were the containers used to transport olive oil from Cadiz to the Turdetan-Punic region near the Strait of Gibraltar. The presence of such amphorae has been documented in the area of the Portuguese Algarve. Specifically, in the settlement of Castro Marim, Tiñosa amphorae were recovered in association with cult centers and ritual practices.*

KEYWORDS. *Tiñosa amphorae; olive oil; Algarve; Cadiz countryside; archaeometry.*

INTRODUCCIÓN

Más de diez años después (Carretero 2007) de la última actualización del análisis y difusión de las ánforas púnico-turdetanas denominadas tipo Tiñosa (Belén y Fernández 1978; Rodero 1991), siguen siendo escasos los datos que nos llegan sobre este tipo anfórico oleario

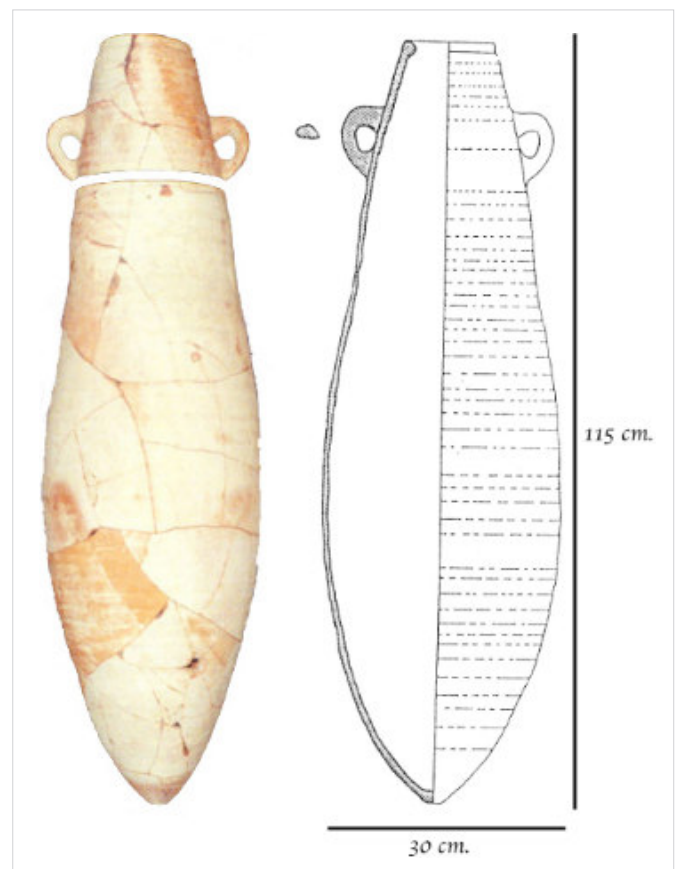


Figura 1. Ánfora tipo Tiñosa de Cerro Naranja (Jerez de la Frontera, Cádiz).

(Carretero 2007: 57-67) fabricado en la campiña gaditana y su difusión hacia el área portuguesa. Por tanto, se hace necesaria una revisión previa a la interpretación de nuevos fragmentos que puedan ir surgiendo en las zonas portuguesas de difusión.

En la Edad del Hierro de la península ibérica, entre los siglos IV y III a. C., podemos observar la aparición, en el área gaditana bajo control púnico, de varios tipos

Recibido: 11-10-2018. Aceptado: 15-10-2018. Publicado: 22-10-2018.

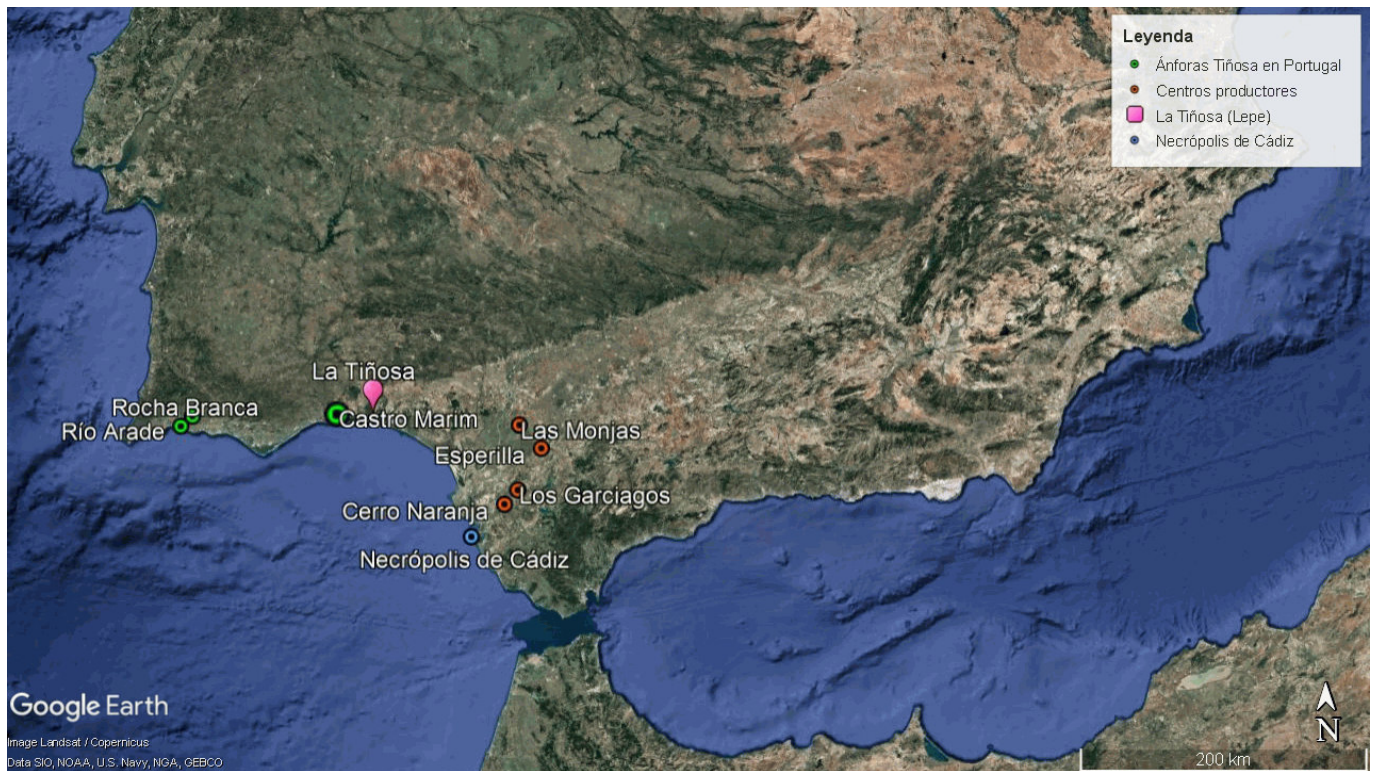


Figura 2. Dispersión de las ánforas tipo Tiñosa conocidas en el Algarve (Portugal).

de envases anfóricos novedosos que no siguen las formas establecidas hasta el momento en la región. Entre ellas destaca el ánfora tipo Tiñosa. Gracias a la analítica efectuada, hoy podemos asegurar que se fabricaron en un área indeterminada de la campiña gaditana en su extensión hacia Sevilla y que contenían aceite de oliva (Carretero 2006, 2007). No solo las analíticas nos indican su fabricación en esta zona, sino que su mayor concentración en el área de Jerez de la Frontera (Cádiz) podría estar señalando una zona de cultivo extensivo del olivo para obtener una considerable producción de aceite (Carretero 2003).

UNA PROCEDENCIA INDISCUTIBLE

Aunque las ánforas Tiñosa aún no han sido documentadas en áreas de fabricación asociadas a hornos en ninguno de los sitios arqueológicos donde se han registrado, las analíticas de pasta efectuadas (Carretero 2006, 2007) y la distribución en lugares de producción agrícola de la campiña gaditana indicarían con casi toda seguridad que fueron producidas en esa zona.

El desconocimiento de dicho tipo anfórico (no por su escasez) ha hecho que algunos arqueólogos cometan errores en cuanto a la adscripción de estos envases a lugares como Sevilla (Jiménez 2006: 291), donde se

determina su aparición en zonas como la calle Abades, confundiendo esas ánforas con las de un tipo mucho más difundido y bien conocido: el Mañá-Pascual A4 (1951). Yo mismo procedí al reconocimiento y dibujo de este fragmento sevillano, dejando claro que no se trataba de un ánfora Tiñosa. A ello tampoco ha ayudado la asimilación de Ramón con sus grupos ebusitanos, señalando el autor que las Tiñosa derivaban del tipo T-8.1.1.1 (Ramón 1995: 222). Aunque ambas formas aparecen a finales del siglo V o principios del IV a. C., las formas de la Campiña se diferencian claramente de las ebusitanas en su forma, fabricación y uso; además, en el área de Ibiza ni siquiera aparecen documentadas las ánforas tipo Tiñosa.

Por suerte, contamos con algún ejemplar completo como el n.º 44 (Carretero 2007: 270), depositado en la sala turdetana del Museo de Jerez de la Frontera y asociado a un gran número de estos envases (46) en el asentamiento agrícola de producción de aceite de oliva de Cerro Naranja (Jerez de la Frontera, Cádiz), que nos permite determinar las características del recipiente sin margen de error (fig. 1).

En el área peninsular se ha documentado un total de 211 ánforas tipo Tiñosa, de las cuales 19 fueron recuperadas en Castro Marim (Carretero 2007: 411-430). Se pueden describir como envases con labio recto, el borde engrosado hacia el interior, con una acanaladura

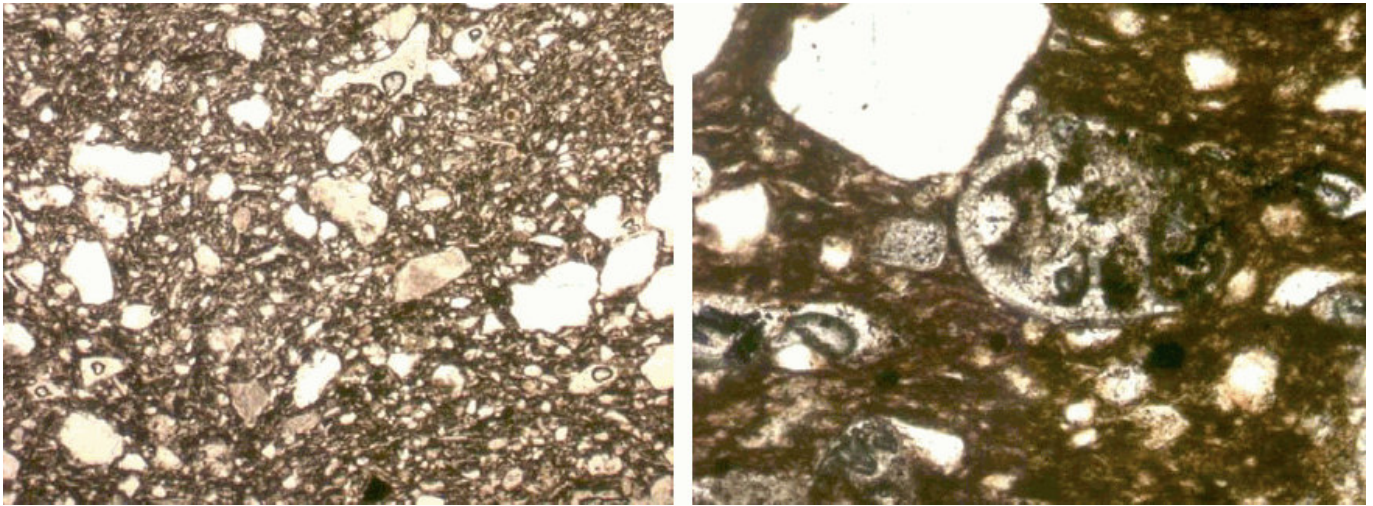


Fig. 4. Láminas delgadas de ánfora tipo Tiñosa de Castro Marim (Portugal).

dulos de calcita, feldespato y minúsculos trozos de cuarzo. Gracias a la aparición de illita y esmectita, podemos saber que las piezas fueron cocidas en un horno que alcanzó una temperatura entre 850-900 °.

LAS ÁNFORAS TIÑOSA EN EL ALGARVE (PORTUGAL)

La aparición de las ánforas Tiñosa de la campaña gaditana en el sur de Portugal (fig. 2), vinculadas a la desembocadura de los grandes ríos, no hace otra cosa que mostrarnos las rutas comerciales empleadas en la Edad del Hierro en esta zona, que a todas luces parece estar bajo la órbita de Cartago y Cádiz. La abundancia del envase en las costas gaditanas, onubenses y del Algarve nos estarían indicando la importancia del aceite de oliva en los mercados locales y regionales de influencia púnica.

Las ánforas Tiñosa de Castro Marim

El mayor número de ánforas de este tipo en Portugal aparece en Castro Marim (fig. 3), asentamiento situado en la desembocadura del río Guadiana, una zona apta para recibir y distribuir mercancías, pero también con una importante área ceremonial. La cultura material documentada aquí es similar a la procedente de la región gaditana. La zona donde aparecieron apiladas las ánforas Tiñosa se corresponde con un área de conchas que parece destinada al culto (Arruda 2000).

Para determinar la procedencia de estas ánforas, se realizó el análisis mineralógico de las 19 piezas documentadas en esta intervención mediante la observación

de las matrices cerámicas con lupa binocular y microscopía óptica de polarización; también se efectuó el análisis por difracción de rayos X y espectrometría de absorción atómica (Carretero 2007: 11). Los datos ofrecidos por la analítica mineralógica mostraron una gran homogeneidad entre estos 19 fragmentos y los documentados en la campaña gaditana, indicando que la arcilla, los desgrasantes y el proceso de fabricación de las ánforas documentadas en el Algarve procedían del área gaditana (Carretero 2006; Niveau 2001).

Para comparar con el resto de ánforas Tiñosa peninsulares, se procedió a estudiar dos de los fragmentos mediante la técnica de microscopía óptica de polarización (Kerr 1972), donde la muestra de Castro Marim T-33 dio idénticos resultados a la T-21 procedente de los Cuarteles de Varela de Cádiz (Carretero 2007: 19), compuesta por un conglomerado artificial de aspecto homogéneo consistente en una mezcla de desgrasantes y una base arcillosa castaña con alto contenido en carbonatos; como desgrasantes se identifican acumulaciones de óxido de hierro, cristales de feldespato (algunos alterados a pertitas), cuarzo con extinción ondulante, láminas de biotita y numerosas vacuolas de disolución de carbonatos; además, abundan los fósiles de tamaño variable (fig. 4).

La otra muestra analizada mediante este método, la T-36 de Castro Marim (fig. 4), es similar formalmente con la anterior y la analítica señala que es idéntica a las ánforas documentadas como T-1, T-3, T-4, T-5 y T-7 procedentes del centro productor de Los Garciajos (Jerez de la Frontera); T-14 del sitio conocido como Regajo (Jerez de la Frontera); T-23 de las excavaciones arqueológicas de urgencia realizadas en las obras de alcantarillado de Cádiz; T-24 y T-25 procedentes de la

excavación realizada en la avenida Ciudad de Santander de Cádiz; T-28 procedente de la prospección arqueológica superficial efectuada en Esperilla (Espera, Cádiz); T-29 procedente de la excavación de urgencia realizada en Cap Negret (Alicante); T-49, T-50, T-51, T-53, T-54 y T-55 procedentes de Cerro Naranja (Jerez de la Frontera). Se caracterizan por ser un conglomerado artificial de desgrasantes con una base de arcillas verdes, con desgrasantes de cristales de cuarzo aristados y redondeados, feldespatos aristados con exfoliación, cuarzo policristalino, nódulos de carbonato, fragmentos de rocas metamórficas, nódulos de óxidos de hierro y biotitas (Carretero 2007: 22).

Todo ello nos está indicando que las ánforas de Castro Marim, por sus características arqueométricas, proceden de dos puntos de fabricación en la campiña jerezana: Los Garcíagos y Cerro Naranja.

Dos posibles ánforas tipo Tiñosa en la desembocadura del río Arade (Algarve)

En Rocha Branca, cerro con forma de islote en el río Arade, aparecieron dos fragmentos de posible adscripción al tipo Tiñosa. El primero, en las excavaciones arqueológicas realizadas entre 1981 y 1985 en el Cerro de Rocha Branca (Silves), una elevación costera ocupada en época fenicia con materiales púnico-turdetanos procedentes del área gaditana (cerámica tipo Kuass [Niveau 2003] y turdetana con bandas ocres-rojizas). En este lugar se documentó un ánfora que parece del tipo Tiñosa (Gomes 1993) asociada a una estructura con abundantes restos de combustión y fauna. Aunque el autor no describe la pasta, sí que señala que posee un engobe blanquecino-amarillento en el exterior.

Por otra parte, en la desembocadura del mismo río Arade, durante el dragado (Dias *et al.* 2000: 102), se documentó un borde de lo que parece también un ánfora Tiñosa; presenta la problemática de que apareció con materiales descontextualizados de otras épocas.

EL TRANSPORTE Y USO DEL ACEITE DE OLIVA EN ÁNFORAS TIPO TIÑOSA EN EL ALGARVE

Aunque no se realizaron análisis químicos de contenidos en los 19 fragmentos de ánforas tipo Tiñosa recuperados en Castro Marim, sí se hicieron en sus similares procedentes de Jerez y Cádiz. En total se analizaron 29 fragmentos de ánforas Tiñosa peninsulares

mediante diferentes técnicas para la identificación de residuos, como la observación microscópica combinada con lupa binocular, la microscopía óptica de contraste de fase de Zernike, la microscopía electrónica de barrido con microanalizador de rayos X y la técnica combinada de cromatografía de gases y espectrometría de masas (Carretero 2007: 59).

El objetivo del muestreo se centró en la detección de compuestos orgánicos, sobre todo ácidos grasos y esteroides, ya que los restos orgánicos pueden sobrevivir absorbidos en las microoquedades, poros y fracturas de las cerámicas. De las 29 muestras analizadas, 13 dieron resultado positivo y todas ellas señalaban que pudieron contener lo mismo: ácido oleico, es decir, aceite vegetal, con casi toda seguridad aceite de oliva concentrado (sin filtrar o con solo un filtrado) antes de ser envasado. Además, dos de las muestras (M-17 y M-22), del centro agrícola productor de Cerro Naranja (Jerez de la Frontera, Cádiz), reforzaban esta idea al tener rastros de pelos peltados, esclereidas subepidérmicas en forma de T características de las hojas de olivo (*Olea europaea*) y oxalatos prismáticos tipo *Olea*. Estas esclereidas también están presentes en la pulpa y los huesos de las aceitunas, mientras que los cristales de oxalato cálcico son propios de la piel de la aceituna y la cubierta de la semilla. Estaríamos, por tanto, ante el envase púnico-turdetano propio del aceite de oliva producido en la campiña gaditana, además de ante la primera prueba peninsular de una agricultura extensiva del olivo para obtener un producto que, como veremos, estaba destinado a un uso concreto.

La aparición de ánforas tipo Tiñosa en Castro Marim (además de en otros centros peninsulares) en un suelo de conchas destinado al culto, junto con otros espacios gaditanos en los que aparecen usados en los rituales funerarios, nos estaría señalando el uso del contenido de estas ánforas. Tenemos dos tipos diferenciados de espacios sagrados o destinados al culto en que se empleó el aceite de oliva que transportaban desde el área gaditana las ánforas Tiñosa: enterramientos (necrópolis gaditanas, necrópolis del Rosario en Jerez) y áreas de culto religioso, como es el caso del Algarve, con Castro Marim a la cabeza (en España, en Aljaraque, La Escuera, etc.).

CONCLUSIONES

Una vez analizados los elementos característicos de la producción de ánforas tipo Tiñosa en el área de la

campiña gaditana, queda claro que todas las recuperadas en el Algarve portugués procedían de esta zona. El tipo de ánfora venía caracterizado por su contenido; así, el analizado aquí solo debió de contener aceite de oliva producido en la Campiña y comercializado, junto con otros productos de la zona, en áreas cercanas como el Algarve (Niveau 2001). El uso del aceite en esta zona, según los elementos asociados, pudo ser para el culto o rituales religiosos en estos centros poblados desde época

fenicia. Además, estarían señalando una producción especializada desde inicios del siglo IV a. C., un consumo específico, una difusión comercial de los productos gaditanos hacia su órbita inmediata de influencia, como es el caso del Algarve, donde esas ánforas serían recibidas como un bien preciado dado el uso al que fue destinado el aceite que contenían. Nuevas intervenciones arqueológicas podrán reafirmar estas teorías iniciales que se muestran en el presente trabajo.

Sobre al autor

PEDRO A. CARRETERO (pcarretero@unach.edu.ec), Doctor en Historia Antigua por la Universidad Complutense de Madrid (2004), es en la actualidad profesor de Arqueología y Museología en la carrera de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Chimborazo en Ecuador, en la que es director del grupo de investigación «Puruhá: arqueología e historia de la nacionalidad Puruhá hasta la actualidad» y director de la revista «Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades». Ha publicado recientemente en «Arqueología Iberoamericana» varios artículos sobre arqueología ecuatoriana (Carretero y Samaniego 2017; Carretero et al. 2017; Mejía y Carretero 2017; Ríos y Carretero 2017).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ARRUDA, A. 2000. As cerâmicas de importação de Castelo de Castro Marim no âmbito do comércio ocidental dos séculos V a III a. C. En *Actas del IV Congreso Internacional de Estudios Fenicios y Púnicos (Cádiz, 1995)*, pp. 727-735. Cádiz: Universidad de Cádiz.
- BELÉN, M. & M. FERNÁNDEZ-MIRANDA. 1978. La Tiñosa (Lepe, Huelva). *Huelva Arqueológica* 4: 197-298.
- CARRETERO POBLETE, P. A.
- 2003. Las villas agrícolas púnico-turdetas de la campiña gaditana (Cádiz, España). En *Las ciudades fenicio-púnicas en el Mediterráneo occidental*, pp. 187-208. Almería: Universidad de Almería.
 - 2006. Archaeometry of a New Punico-Turdetano Amphora Type: The Oil Amphorae from the Campiña Gaditana (Cádiz, Spain). En *36th International Symposium on Archaeometry (Quebec, Canada)*. Quebec: CELAT.
 - 2007. *Agricultura y comercio púnico-turdetano en el Bajo Guadalquivir. El inicio de las explotaciones oleícolas peninsulares (siglos IV-II a. C.)*. British Archaeological Reports (BAR), International Series 1703. Oxford.
- CARRETERO POBLETE, P. A. & W. M. SAMANIEGO ERAZO. 2017. Prospección arqueológica en el sitio Puruhá de Collay, Riobamba, Ecuador. *Arqueología Iberoamericana* 33: 18-26.
- CARRETERO POBLETE, P. A., W. M. SAMANIEGO ERAZO, A. ABAD & R. CEVALLOS MOSCOSO. 2017. Prospección arqueológica del Qhapaq Ñan en el tramo Sevilla-Nizag de cara a un aprovechamiento sociocultural (Chimborazo, Ecuador). *Arqueología Iberoamericana* 33: 42-56.
- DIAS A. M., J. CARDOSO & F. REINER. 2000. Un conjunto de ânforas recuperadas nos Dragados da foz do rio Arade, Algarve. *Revista Portuguesa de Arqueologia* 3/2: 81-118.
- GOMES, M. V. 1993. O estabelecimento fenício-púnico do Cerro da Rocha Branca (Silves). *Estudos Orientais* 4: 73-107.
- GONZÁLEZ, R. 1987. Cerro Naranja. Un asentamiento rural púnico en la campiña de Jerez. *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1985/3: 90-95.
- JIMÉNEZ, A., E. GARCÍA, F. GARCÍA & E. FERRER. 2006. Aportación al estudio de la Sevilla prerromana y romano-republicana. Repertorios cerámicos y secuencia edilicia en la estratigrafía de la calle Abades 41-43. *SPAL* 15: 281-312.
- MEJÍA CALDERÓN, D. F. & P. A. CARRETERO POBLETE. 2017. Análisis de paisajes arqueológicos de cuenca visual (*viewshed*) en el sitio Puruhá de Collay. *Arqueología Iberoamericana* 36: 43-47.

NIVEAU DE VILLEDARY Y MARIÑAS, A. M.

— 2001. El espacio geopolítico gaditano en época púnica. Revisión y puesta al día del concepto de «Círculo del Estrecho». *Gerión* 19: 313-354.

— 2003. *Las cerámicas gaditanas «tipo Kuass»: bases para el análisis de la bahía de Cádiz en época púnica*. Bibliotheca Archaeologica Hispana 21. Madrid: Real Academia de la Historia.

RAMÓN, J. 1995. *Las ánforas fenicio-púnicas del Mediterráneo central y occidental*. Barcelona: Instrumenta.

RÍOS RIVERA, E. H. & P. A. CARRETERO POBLETE. 2017. Interpretación de la cosmovisión amazónica shuar a través de un monolito antropozoomorfo procedente de Wapula (Morona Santiago, Ecuador). *Arqueología Iberoamericana* 34: 39-49.

RODERO, A. 1991. Las ánforas del Mediterráneo occidental en Andalucía. *Trabajos de Prehistoria* 48: 275-298.

RESEARCH ARTICLE

**LA CULTURA BOLAÑOS EN EL VALLE
DE MEZQUITIC, JALISCO**
The Bolaños Culture in the Mezquitic Valley, Jalisco

María Teresa Cabrero G.

Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México
(cabrerot@unam.mx)



Figura 1. Localización geográfica del valle de Mezquitic.

RESUMEN. *En el valle de Mezquitic, Jalisco, se excavaron cuatro sitios; el primero mostraba un patrón circular similar a los ya descritos en el valle de Valparaíso, Zacatecas, y tres sitios que reflejan el cambio del patrón circular*

al rectangular efectuado por un grupo de gente extraña a los integrantes de la cultura Bolaños. Se piensa que este movimiento poblacional provino del oeste de Zacatecas y pertenecía a la cultura Loma San Gabriel, la cual tenía

Recibido: 16-10-2018. Aceptado: 22-10-2018. Publicado: 31-10-2018.

un nexo profundo con la cultura Chalchihuites asentada en esa misma zona.

PALABRAS CLAVE. *Cultura Bolaños; valle de Mezquitic; Jalisco; México.*

ABSTRACT. *In the Mezquitic Valley, Jalisco, four sites were excavated. The first shows a circular pattern similar to those already described in the valley of Valparaiso, Zacatecas. Three sites reflect the change from the circular to the rectangular pattern made by a group who were strangers to members of the Bolaños culture. It is thought that this migration originated west of Zacatecas and belonged to the Loma San Gabriel culture, which had a deep connection with the Chalchihuites culture located in the same area.*

KEYWORDS. *Bolaños culture; Mezquitic Valley; Jalisco; Mexico.*

INTRODUCCIÓN

En el centro de Jalisco, desde principios de la era cristiana, proliferaron las sociedades que acostumbraban a construir conjuntos arquitectónicos consistentes en la colocación de plataformas rectangulares formando un círculo y una plataforma circular en el centro del espacio interior; a esta manera peculiar de distribución espacial arquitectónica se la conoce como conjuntos circulares y se asocian a la costumbre mortuoria de las tumbas de tiro. Ambos rasgos se reprodujeron en menor tamaño en el cañón de Bolaños, por lo que se piensa que grupos pertenecientes al centro de Jalisco fueron los autores de la colonización del cañón de Bolaños dentro del primer siglo de nuestra era.

La ocupación del cañón de Bolaños por estas sociedades se debió seguramente a dos factores principales: la necesidad de obtener piedra verde, que se explotaba en el suroeste de Zacatecas bajo el dominio de la cultura Chalchihuites, y así extender el intercambio comercial de ese preciado producto por todo el Occidente de México. El segundo factor sería que el cañón de Bolaños estaba casi deshabitado y tenía un río transitable, por lo que no sería difícil ocuparlo, además de representar el paso más directo para llegar a la zona de Chalchihuites utilizando dicho curso fluvial como vía de comunicación.

La cultura Chalchihuites ocupaba el suroeste de Zacatecas, conviviendo con los integrantes de la cultura

Loma San Gabriel, la cual se extendía hasta el sur de Durango (Kelley 1972, 1974, 1980, 1985; Foster 2000). Ambas culturas construían centros ceremoniales formando un patrón arquitectónico rectangular, es decir, colocaban cuartos distribuidos alrededor de un espacio rectangular. En ocasiones, el espacio rectangular era hundido con escaleras de acceso. De ellos se tienen varios ejemplos, sin embargo, el patrón rectangular en la superficie era el más común (Kelley 2002).

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CAÑÓN DE BOLAÑOS

El cañón de Bolaños comienza en el valle de Valparaíso, situado en el límite suroeste de Zacatecas, y corre hacia el sur, en el norte de Jalisco, hasta la desembocadura con el río Grande de Santiago en los límites de Jalisco y Nayarit; lo limitan dos altas sierras en cuyo fondo corre el río que lleva su nombre. En su trayecto hacia el sur, presenta dos pequeños valles: Mezquitic, con un pueblo pequeño, y San Martín de Bolaños, que alberga los pueblos de Chimaltitan, Bolaños y San Martín de Bolaños. El clima es semicálido, con vegetación de cactáceas y matorral espinoso. Para fines de este trabajo, solo se describirán los asentamientos prehispánicos descubiertos en los alrededores del valle de Mezquitic (Cabrero 1989; Cabrero y López 2002) (fig. 1).

ANTECEDENTES ARQUEOLÓGICOS EN EL VALLE DE MEZQUITIC

En 1902 Ales Hrdlicka, durante su recorrido por la zona, descubrió el sitio de Totuate ubicado al sur de dicho valle; hizo un boceto del conjunto principal y mencionó la presencia de un montículo semicurvo, tres cuadrangulares y uno circular en el centro del conjunto. Este autor realizó pequeñas excavaciones en el montículo central, reportando la existencia de cremación y entierros humanos asociados a restos de textil de algodón, trompetas de caracol, narigueras de concha, ornamentos de pirita, pendientes de amazonita, cuchillos de obsidiana, hachas de piedra con caras humanas labradas, tiestos «muy finamente» decorados y presencia de petroglifos labrados sobre las rocas del suelo. Durante su estudio por la zona, reporta varios sitios más ubicados en las laderas este y oeste de la sierra y al sur de Totuate; entre ellos mencionó Cerro Prieto, situado frente a Totuate sobre la ladera oeste (Hrdlicka 1903).

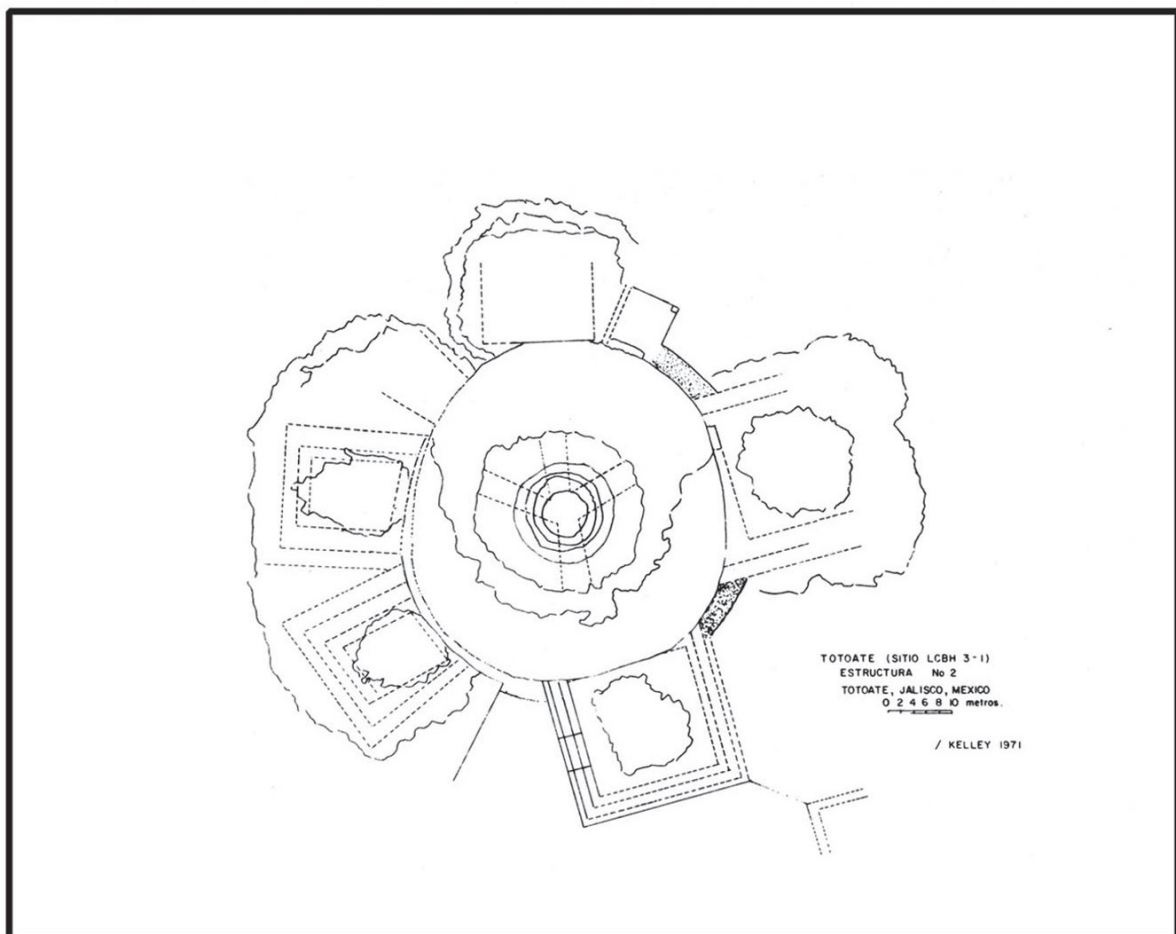
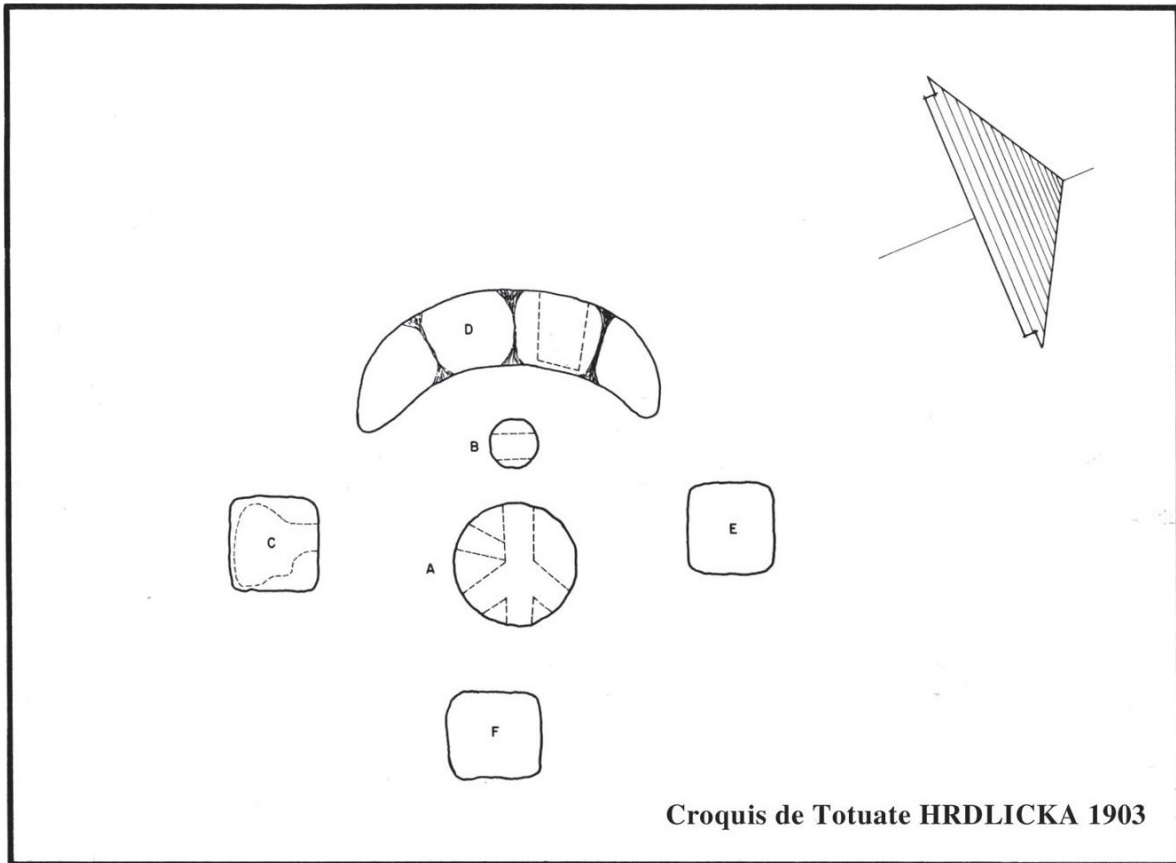


Figura 2. Croquis de Totuate elaborados por Hrdlicka (1903) y Kelley (1971).

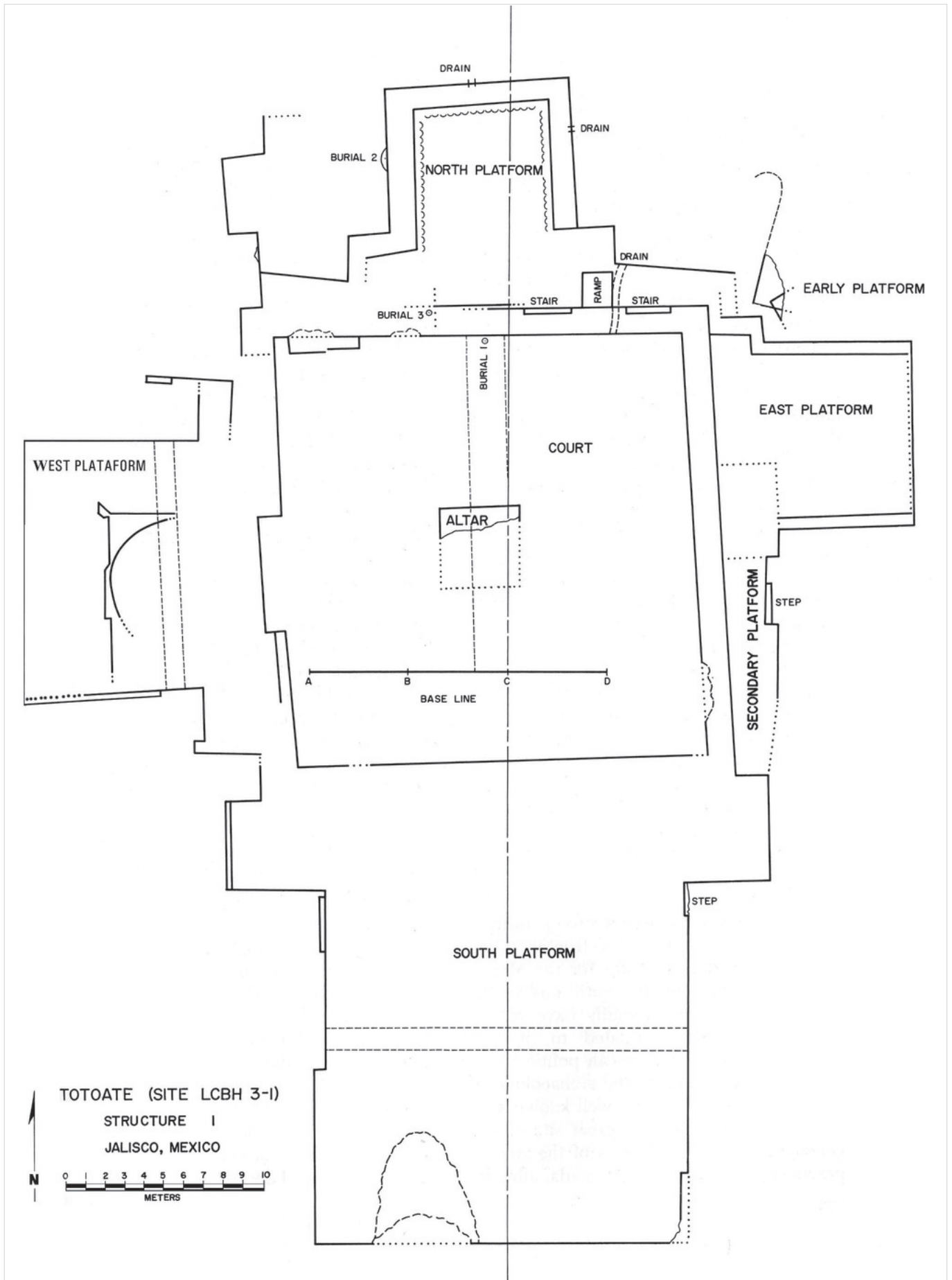


Figura 3. Croquis de la plataforma excavada por Kelley (1971).

En 1960 J. C. Kelley lleva a cabo nuevas excavaciones en Totuate con la finalidad de constatar lo dicho por Hrdlicka y conocer más a fondo el comportamiento arquitectónico del sitio. Su trabajo arqueológico le permitió corregir el croquis realizado por Hrdlicka del conjunto circular e identificó 5 estructuras rectangulares alrededor y una circular en el centro del conjunto. Además, excavó una plataforma rectangular con un altar central y cuatro estructuras cuadrangulares orientadas a los cuatro puntos cardinales. Reportó también la presencia de los mismos materiales arqueológicos que había descubierto Hrdlicka a excepción de la cremación humana (Kelley 1971) (figs. 2 y 3).

Las fechas de carbono 14 señalaron 51 y 82 a. C. bajo la plataforma rectangular y 460 y 505 d. C. asociadas a la ocupación principal del sitio (Kelley 1971).

INVESTIGACIONES EN EL PROYECTO ARQUEOLÓGICO EN LA CAÑADA DEL RÍO BOLAÑOS, ZACATECAS Y JALISCO

En 1982 dio inicio el proyecto bajo mi dirección; se decidió recorrer la región de norte a sur, principiando

en el valle de Valparaíso, Zacatecas, lugar donde comienza el cañón. Dentro de este valle, se localizaron más de 50 sitios que presentaban un patrón de asentamiento de conjunto circular; en dos se identificó la presencia de tumbas de tiro muy destruidas y solo se pudieron realizar pequeñas excavaciones en dos de ellos.

En 1985 se recorrió el valle de Mezquitic, localizando terrazas artificiales que mantuvieron un doble propósito: el cultivo anual y la vivienda del campesino. Cada terraza presentó los cimientos de dos estructuras rectangulares situadas en la parte posterior con la finalidad de aprovechar mejor el terreno de cultivo. En esa ocasión solo Totuate y Cerro Prieto presentaban el patrón circular ya identificado por Hrdlicka y Kelley y únicamente se realizaron pequeñas excavaciones en Cerro Prieto (Cabrero 1989) (fig. 4).

Al sur de los sitios mencionados, se localizó el Banco de las Casas, así llamado por los lugareños debido al agrupamiento de restos habitacionales prehispánicos; el sitio ocupa una península que forma el río. A pesar de no haberse excavado debido a su lejanía a cualquier poblado, se identificaron un conjunto circular y un conjunto rectangular; este último se asoció a un juego de pelota abierto. Lo anterior indica su larga ocupación,



Figura 4. Vista del sitio de Totuate (1982).

ya que abarca la presencia de ambos periodos (Cabreró 1989: 139).

EXCAVACIONES EN CERRO PRIETO

El sitio se ubica frente al sitio de Totuate, en el extremo sur del valle de Mezquitic; ocupa la parte alta del cerro, donde existen dos conjuntos circulares abiertos hacia el este (espacio sin estructuras, solo con una hilera de piedras que cerraban el círculo) con 6 estructuras rectangulares y un montículo circular en la parte central de cada uno.

El primer conjunto circular ocupa la mesa superior del cerro (conjunto norte) (fig. 5) y, sobre un nivel inferior, existe un segundo conjunto semejante al anterior (conjunto sur) (fig. 6); ambos se unieron mediante terrazas artificiales, cada una con una rampa para as-

cender al siguiente nivel hasta llegar a la mesa superior. Sobre la ladera se identificó una serie de habitaciones dispersas que se extienden hasta la orilla del río; estas se consideran la población dependiente de los centros ceremoniales.

El conjunto superior mostraba edificios altos de distintos tamaños, con un espacio abierto orientado hacia el este. La excavación se limitó a una cala de acercamiento al montículo central, con la que se lograron identificar dos etapas constructivas; en la más antigua, el muro de la plataforma era recto y en la segunda se cubrió con un muro en talud; bajo el desplante del muro recto, se descubrió el entierro de un adulto masculino acompañado con una ofrenda de un caracol y un fragmento de figurilla hueca (figs. 5 y 7).

El segundo conjunto circular (sur) presentaba edificios de distintos tamaños también aun cuando eran menores al anterior; hacia el este se cerraba por una

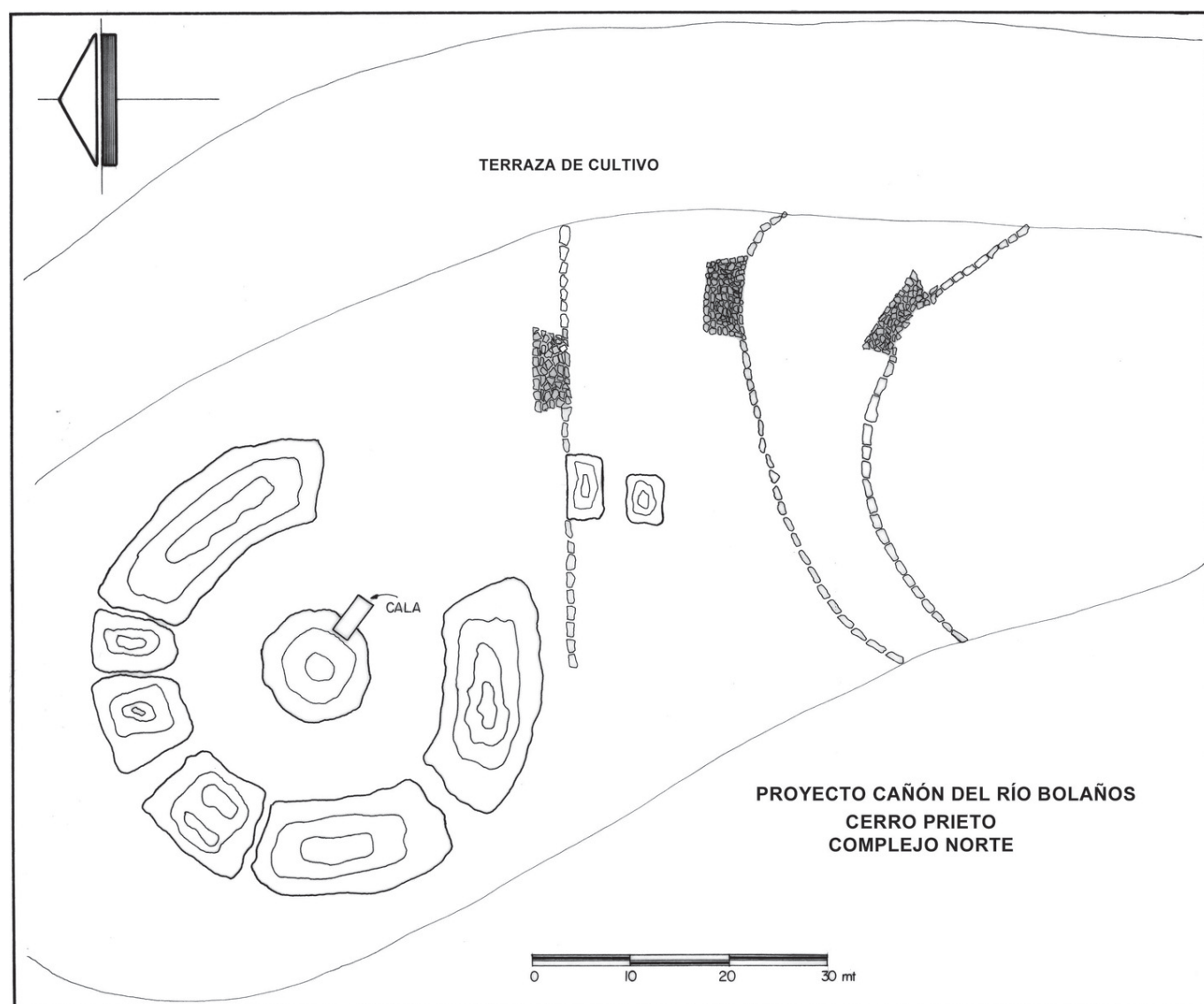


Figura 5. Conjunto norte de Cerro Prieto.

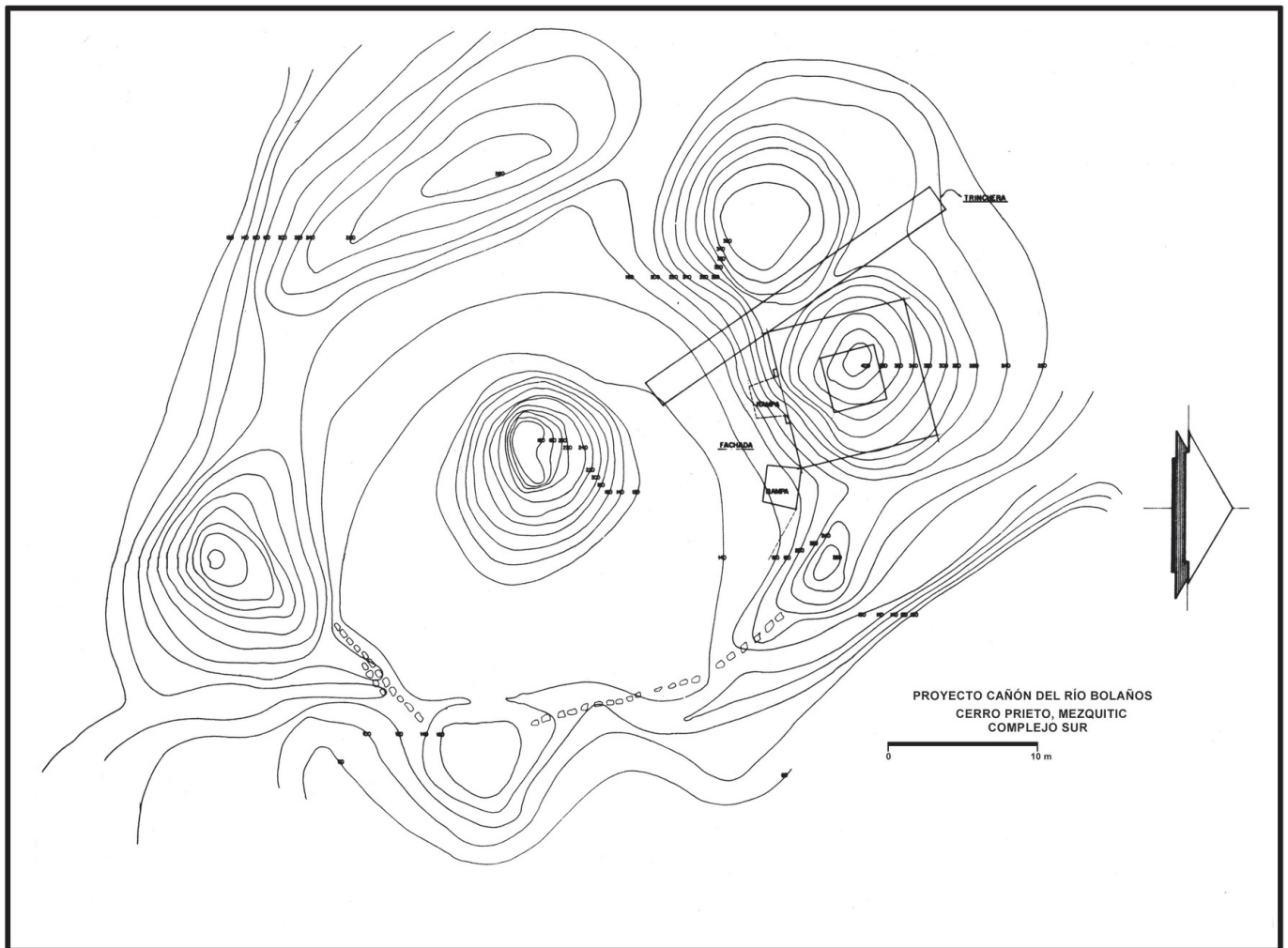


Figura 6. Levantamiento topográfico del conjunto sur de Cerro Prieto.

hilera de piedras. Se abrió una cala desde la parte central del patio interior que atravesó dos edificios con la intención de conocer la forma, el sistema constructivo y la unión existente entre ellos. Con ello se descubrió que los edificios estaban unidos por un muro; por ello se decidió ampliar la excavación hacia el edificio mayor, siguiendo la fachada y posteriormente su forma y dimensiones; con ello se logró conocer que este presentaba tres etapas constructivas: la más antigua fue la creación de una plataforma rectangular con fachada de lajas angostas; en la segunda se cubrió la plataforma original ampliando el edificio, la fachada se estucó y se colocó una pequeña banqueta estucada también sobre el piso del espacio interno del conjunto. Durante la tercera etapa se colocó una habitación en la parte superior, cuyo acceso fue a través de una rampa colocada en la parte media del edificio hasta la habitación superior. La unión entre los dos edificios fue mediante un muro recto pero, durante la última etapa constructiva, se cubrió para colocar una rampa. El empleo de rampas de

acceso fue un rasgo único de este sitio (Cabrero 1989: 183) (fig. 8).

La presencia de conjuntos circulares a lo largo del cañón y la de tumbas de tiro ratifican que los autores de la colonización del cañón de Bolaños fueron grupos pertenecientes a la «tradición Teuchitlán» propuesta por Weigand en la parte central de Jalisco (Weigand 1976, 1998), con sus variantes locales derivadas de su adaptación al paisaje agreste del cañón de Bolaños y su propio desarrollo posterior.

EXCAVACIONES EN LA LADERA OESTE DEL VALLE DE MEZQUITIC

Sobre la ladera alta del lado oeste de la sierra que delimita el cañón se excavaron tres sitios que mostraron la transición del conjunto circular al patrón rectangular presente en el área de Chalchihuites y en la cultura Loma San Gabriel.

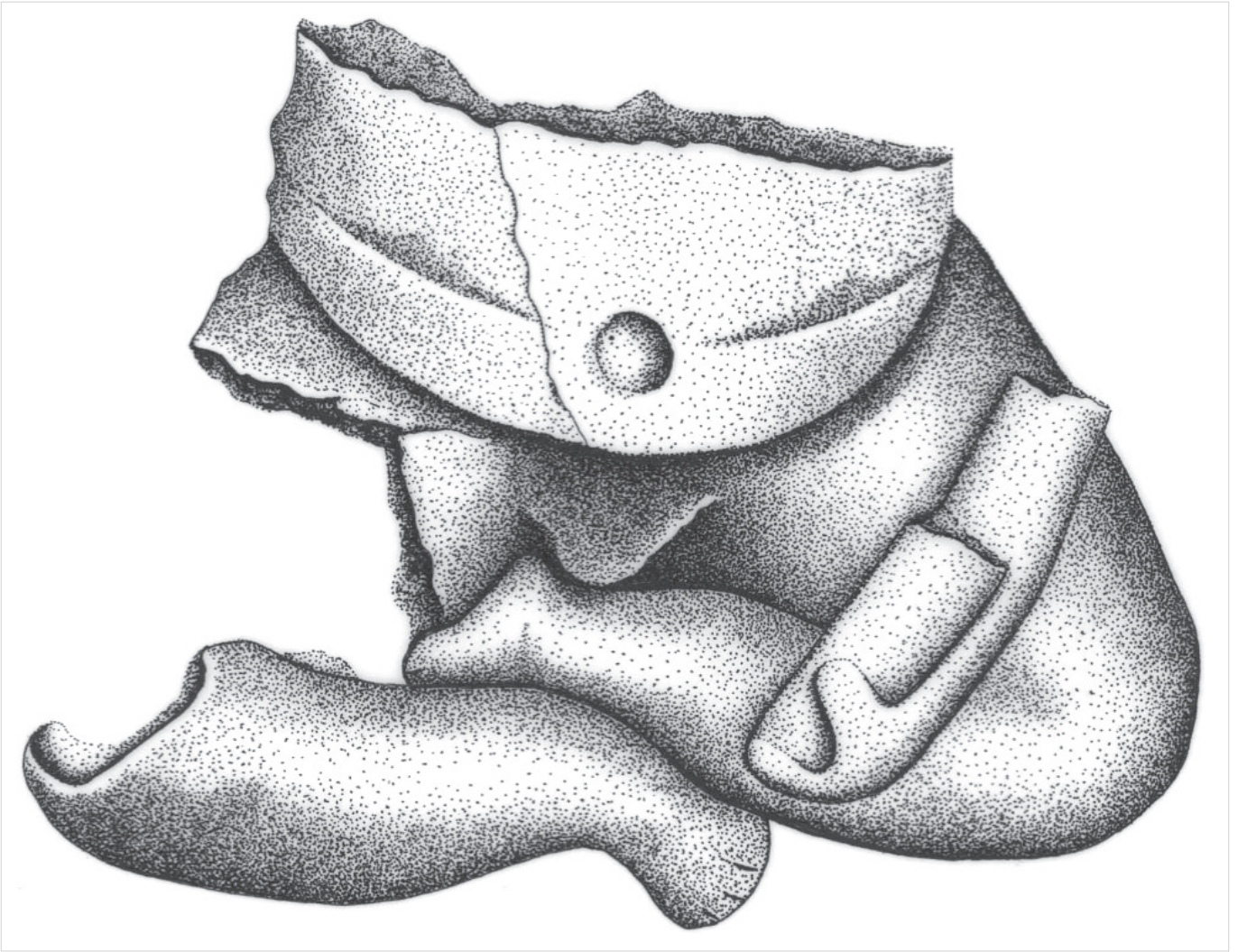


Figura 7. Figurilla hueca encontrada en el conjunto norte.

Los sitios son pequeños, representan probablemente lugares ceremoniales de la población de campesinos, dependiente del grupo de élite, asentada en Totuate y Cerro Prieto.

Sitio Arroyo Seco

La excavación abarcó la totalidad del conjunto observable. El sitio se encontró muy deteriorado. Cabe la posibilidad de que hubiese sostenido un mayor número de habitaciones, hoy desaparecidas, que formaban un conjunto circular abierto hacia el este. Se excavaron 6 habitaciones de diferentes dimensiones, unidas mediante un cimientó de una hilada de piedra alrededor del espacio central. En el extremo suroeste del conjunto se descubrieron dos habitaciones separadas mediante un pasillo; la primera presentaba forma cuadrangular y la segunda tenía forma trapezoidal con una tercera habitación más pequeña adosada en el costado norte; en

la parte media del cimientó de la habitación anterior se construyeron dos más pequeñas, unidas por un mismo cimientó. Por último, se construyó la habitación de mayores dimensiones, separada 1 m del cimientó bajo que delimitaba el espacio interno del semicírculo, pero siguiendo el contorno circular; esta tenía forma cuadrangular de 4 m de lado, con orientación norte-sur; consistía en una plataforma de 50 cm de altura hecha con piedra careada hacia el exterior. Al sur se identificó la presencia de una posible habitación, pero su avanzada destrucción impidió conocer sus dimensiones a excepción del cimientó de piedra que formaba el espacio interno del semicírculo (figs. 9 y 10).

Sitio La Manga

Aun cuando se encontró muy destruido, se logró identificar el periodo de transición del conjunto circular al patrón rectangular: el primero estaba situado al

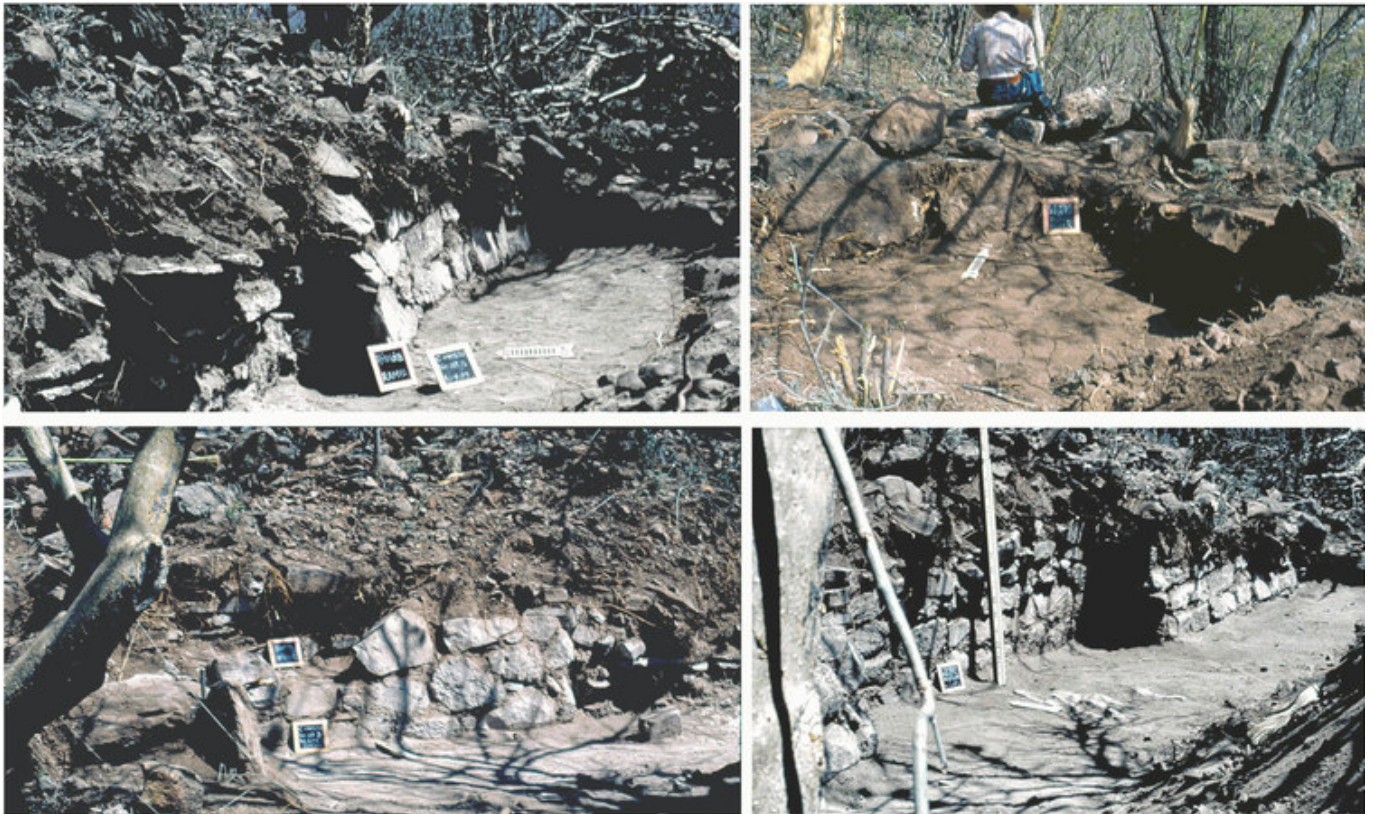


Figura 8. Vistas de la excavación en el conjunto sur de Cerro Prieto.

sur del segundo; conservó 4 estructuras de distinto tamaño con forma cuadrangular, situadas alrededor de un espacio circular; cada una estaba separada de la siguiente a diferencia del sitio anterior, donde estaban unidas mediante un cimiento de piedra. Se desconoce si este conjunto circular, que fue destruido parcialmente en el momento de la construcción del conjunto rectangular, estaba formado por más estructuras. En el interior de la estructura más cercana al conjunto rectangular se descubrió un cuarto pequeño cuya función se desconoce; cabe la posibilidad de que perteneciese a la ocupación del conjunto rectangular, pero por sus dimensiones pudo haber funcionado a manera de almacén para guardar algún tipo de semillas (fig. 11).

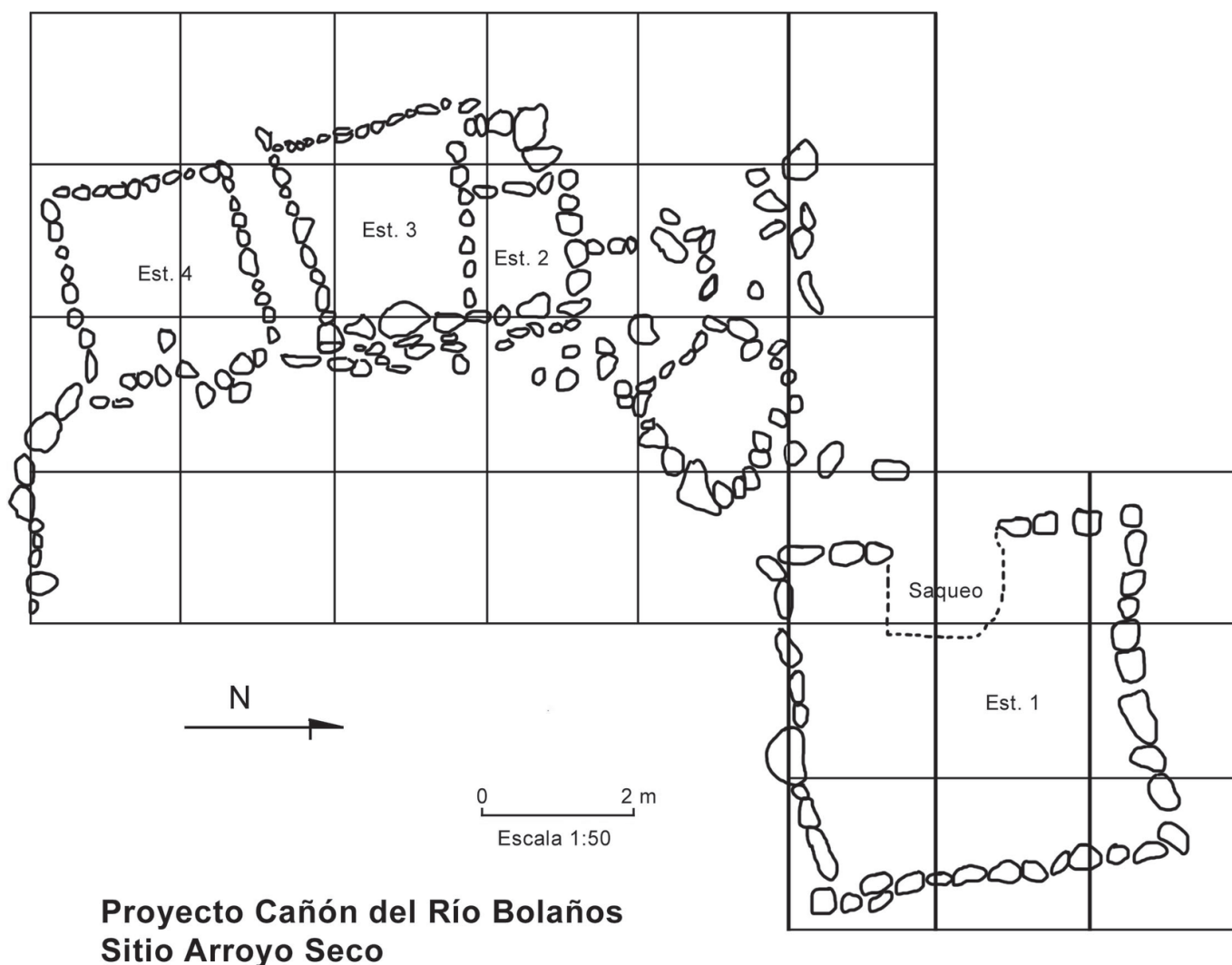
El conjunto rectangular medía 14 m de lado, con un espacio interior cerrado delimitado por un cimiento de piedra sencillo (una piedra); en los cuatro extremos se construyeron estructuras de las que solo se conservó parte de las mismas; en el lado sur se lograron rescatar 3 de distinto tamaño; en el lado norte había 4 restos de estructuras de distinto tamaño; en los lados este y oeste se construyó una sola estructura de mayor tamaño que todas las demás. Cabe destacar que, además de su avanzada destrucción, ninguna piedra de cimiento presentó un trabajo previo que distinguiera alguna fachada;

por otra parte, la remoción de piedras hace dudar de la existencia de pasillos presentes en los extremos este y oeste, o bien formaban parte de las habitaciones originales (fig. 12).

Sitio La Lagunilla

Este sitio representa una reminiscencia de los conjuntos circulares; presentó un conjunto de cuartos contiguos alrededor de un espacio abierto, formando un círculo abierto en el extremo noreste. En el lado sur se lograron identificar dos estructuras cuadrangulares: una completa y la otra solo conservó el cimiento que formaba el círculo.

Hacia el oeste se identificaron 2 estructuras cuadrangulares, unidas por dos cimientos y un tercero que dividía el espacio interno, y una tercera de forma rectangular. La estructura orientada al norte fue la de mayores dimensiones; mostró una plataforma baja con piedra careada hacia el exterior; en el lado oeste se añadió un cuarto pequeño; en el lado este se identificó una estructura cuadrangular mayor que las anteriores pero menor a la ubicada hacia el norte; en el lado sur mostró un cuarto pequeño y, hacia el este, un segundo cuarto de forma rectangular (fig. 13).



Proyecto Cañón del Río Bolaños Sitio Arroyo Seco

Figura 9. Croquis del sitio Arroyo Seco.

Durante la excavación se observó la presencia de una remodelación en varias estructuras, lo cual sugiere la presencia de dos etapas de ocupación; en la más antigua se construyó el conjunto circular y, durante una segunda etapa, se añadieron los pequeños cuartos adosados a las estructuras originales. La incógnita viene dada por la estructura alargada situada hacia el norte que, por su ubicación, no formaba parte del conjunto circular (fig. 14).

Las fechas de ^{14}C para los tres sitios fluctúan entre 400 y 680 d. C., lapso que coincide con las extraídas en Totuate por Kelley (1971).

Cabe la aclaración de los términos empleados en la descripción del contenido de los sitios: cuando menciono estructura se refiere a una construcción mayor tanto en medidas como en complejidad arquitectónica; cuando menciono cuartos o habitaciones me refiero a construcciones menores. La función de estas sería posiblemente la misma que en los sitios más importan-

tes, en este caso Totuate y Cerro Prieto, pero a un nivel rural.

Estos tres sitios representan la etapa final de la costumbre de construir conjuntos circulares, cuya función estaba relacionada con ceremonias de tipo cívico-religioso; representan también la presencia de comunidades rurales de menor importancia respecto a los centros principales como Totuate y Cerro Prieto, todos dentro del valle de Mezquitic. La Lagunilla y Arroyo Seco mostraron claramente que las comunidades alejadas de los centros principales también construían sus centros ceremoniales de acuerdo a sus posibilidades y La Manga exhibió claramente la transición del patrón circular al cuadrangular.

Las fechas de ^{14}C reafirmaron que había conjuntos circulares en esta región desde por lo menos el 380 de nuestra era y se prolongaron hasta el 610 d. C., periodo en que se sustituyen por el patrón rectangular. Estas fechas coinciden con las de Kelley para el conjunto cir-



Figura 10. Vistas de la excavación del sitio Arroyo Seco.

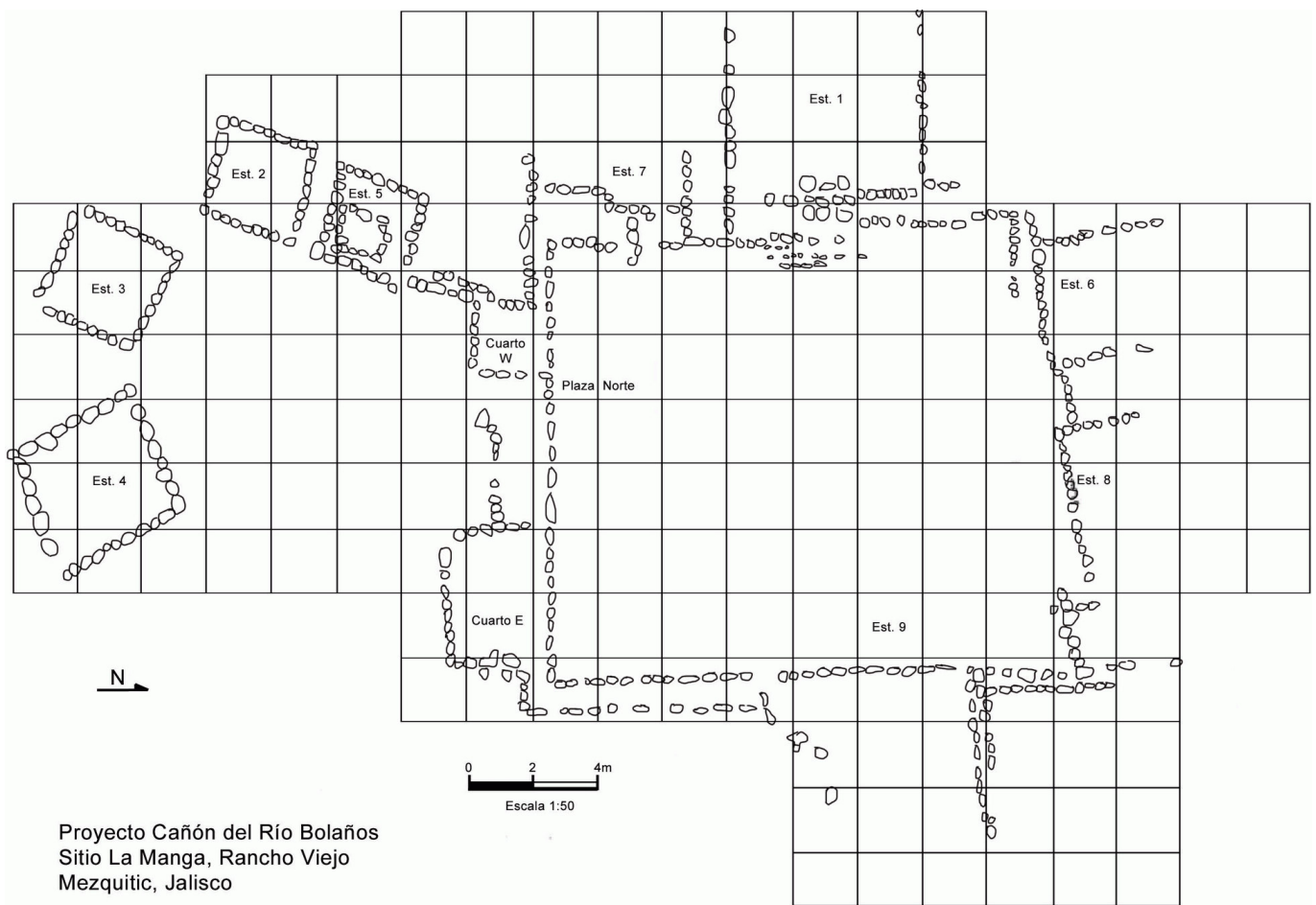


Figura 11. Croquis del sitio La Manga.

cular de Totuate y para las de Pochotitan y El Piñón, sitios ubicados en la parte central del cañón de Bolaños, donde a partir del 500 d. C. desaparece la costumbre mortuoria de las tumbas de tiro asociadas a los conjuntos circulares (Cabrerero y López 2002).

Por otra parte, habrá que tomar en cuenta que los asentamientos descritos, ubicados en la ladera alta del valle de Mezquitic, representan comunidades rurales que solo utilizaron cerámica monocroma y, por ello, las costumbres se prolongan durante más tiempo debido principalmente al factor económico; aunque, con la comunicación frecuente con los centros principales, adoptan los cambios a la mayor brevedad posible.

Habrá que pensar el origen de este cambio. Mi propuesta se dirige a la entrada de gente extraña al cañón. ¿De dónde vinieron? Cabe la posibilidad de que hubiese sido una migración de gente perteneciente a la cultura Loma San Gabriel, que se desarrolló en el oeste de Zacatecas. Kelley señaló que esa cultura estaba bien desarrollada durante la fase Canutillo de la cultura Chalchihuites, cuyo apogeo aconteció alrededor de 100-300 d. C. (Kelley 1971, 1985). De acuerdo con Foster

(1985, 2000), fue una cultura con asentamientos de tipo aldeano que ocupó las partes altas de la Sierra Madre Occidental. Su patrón de asentamiento consistió en varios cuartos unidos en forma lineal o formando plazas rectangulares. Los hallazgos arqueológicos demostraron que coexistió con la cultura Chalchihuites, prolongándose durante todos sus periodos de ocupación. Kelley y Foster mencionaron que la cultura Loma representó un desarrollo no mesoamericano porque solo utilizó cerámica monocroma (Kelley 1985; Foster 1995). En los sitios de Mezquitic se presenta semejanza en el patrón de asentamiento y la utilización de cerámica monocroma únicamente.

La convivencia de la cultura Loma con la de Chalchihuites debió de provocar un intercambio de costumbres de la cultura más desarrollada (Chalchihuites) hacia la menos desarrollada (Loma) y, posiblemente, favoreció a esta última su expansión hacia nuevos territorios cercanos a su lugar de origen, con el propósito de no ser absorbida por completo y, a su vez, tener la oportunidad de ampliar su propio desarrollo cultural. Kelley también propuso que la cultura Loma pudo represen-



Figura 12. Vista de la excavación en el sitio La Manga.

tar al campesinado de la cultura Chalchihuites y, por ello, no utilizó cerámica decorada (Kelley 2002). Todas estas interpretaciones dan lugar a suponer el poco conocimiento de esta cultura.

Los rasgos identificados en los sitios del valle de Mezquitic sugieren la presencia de grupos extraños a los asentados en el cañón de Bolaños, provocando el cambio de patrón circular a rectangular, cuartos unidos y cerámica monocroma presentes en la cultura Loma, reafirmando la hipótesis de la migración de estos grupos hacia el cañón de Bolaños.

Por otra parte, la cultura Bolaños, al establecer el contacto comercial con Chalchihuites, reprodujo los motivos decorativos de algunos tipos cerámicos sin lograr la perfección de los originales y, a su vez, Chalchihuites adoptó el tipo *seudo-cloisonné* que en Bolaños obtuvo una fecha más temprana (Cabrero 2012). El contacto de tipo comercial de Bolaños con esta cultura generó, a través de la ruta de intercambio propuesta, el factor

más importante para su desarrollo económico. Esa primera oleada poblacional se extendió hasta la parte central del cañón durante este mismo periodo (500 d. C.), alterando sus costumbres; se cambió la tradición funeraria de tumbas de tiro por la de entierros directos muy flexionados, acompañados por ricas ofrendas de concha marina; apareció un cambio en el sistema constructivo, cuartos unidos y una apertura de la ruta comercial reflejada en la presencia de cerámica foránea propia de Nayarit (sitios de Amapa e Ixtlán del Río) y Jalisco (sitios de la cuenca de Sayula) (Meighan 1976; Guffroy 2005), además de continuar con cerámica de Chalchihuites.

Una segunda hipótesis sería que la migración de integrantes de la cultura Loma tendría un nexo profundo con la cultura Chalchihuites, lo cual nos lleva a proponer que en algún momento la cultura Loma se integró en la de Chalchihuites como propuso Kelley (2002); penetrando en el cañón de Bolaños, donde

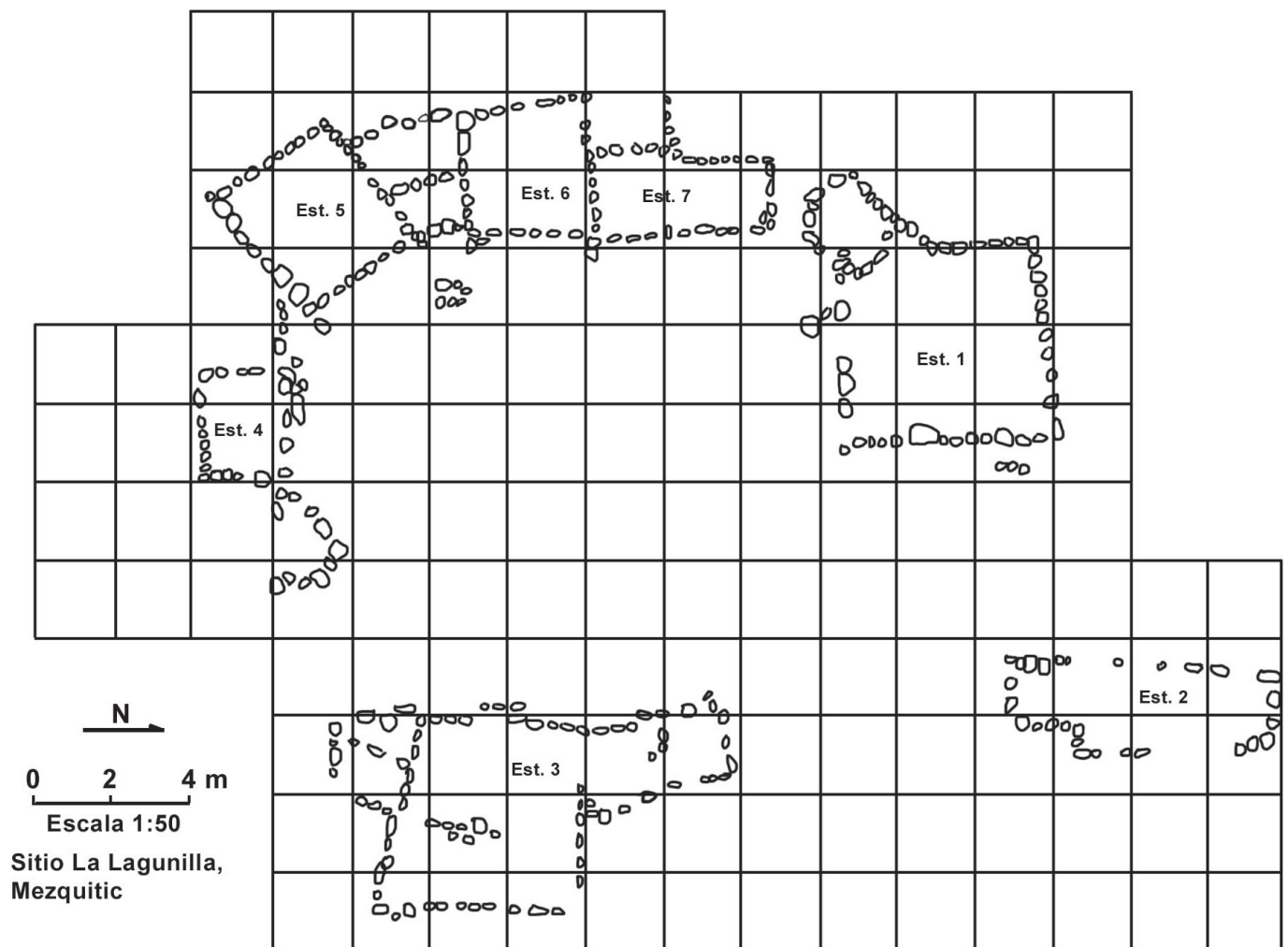


Figura 13. Croquis del sitio La Lagunilla.

originó a su vez un mayor desarrollo económico y social en la cultura Bolaños.

En el centro de Jalisco, hacia 600 d. C., también se notó un cambio en el patrón de asentamiento, en la cerámica y en la costumbre funeraria; los conjuntos circulares fueron sustituidos por patrones compuestos por un patio central con estructuras rectangulares unidas en tres de los cuatro lados; las tumbas de tiro se sustituyeron por tumbas de caja (Galván 1976, 1982; López Mestas y Mandujano 2003). Galván atribuyó este cambio a la entrada de gente procedente del norte, denominando a este fenómeno como fase Grillo (Galván s/f; Galván y Beekman 2001). La cerámica monocroma es inexistente pero aparece el tipo con decoración *seudo-cloisonné* (López Mestas y Mandujano 2003) que en Chalchihuites se encuentra hacia el 500 d. C. (Kelley 1971, 1985) y en Bolaños hacia el 150 d. C. (Cabrero 2009, 2012). Habrá que recordar también la presencia de una segunda oleada de grupos provenientes del norte que penetraron en el cañón durante el siglo XI.

Las excavaciones en Cerro Colotlán demostraron dos periodos de ocupación; el más antiguo presentó construcciones con cimientos de piedra muy bien trabajada con fecha de 960 d. C. y, en el segundo, las habitaciones mostraron cimientos de piedra sin trabajar que delatan autores de menor desarrollo cultural que los anteriores. Esta segunda migración se reconoce como perteneciente a grupos de origen tepehuane del sur provenientes de Durango, los cuales tomaron el nombre de tepecanos durante su estancia en Bolaños (Cabrero y Valiñas 2001; Mason 1910).

CONSIDERACIONES FINALES

Se logró identificar una constante en el patrón de los conjuntos circulares consistente en dejarlos abiertos hacia el este; esta modalidad se limita a los sitios del valle de Mezquitic, ya que en los demás conjuntos circulares localizados está ausente. Cabe la posibilidad de



Figura 14. Vista de la excavación del sitio La Lagunilla.

que tenga relación con la salida del sol y la creencia derivada de la cosmovisión de estos pueblos.

Se han descrito anteriormente tres sitios ubicados en la ladera alta del valle de Mezquitic que representan el cambio del conjunto circular al rectangular; dicho cambio sugiere la entrada de gente extraña a los habitantes que colonizaron el cañón de Bolaños, cuyo bagaje cultural se relaciona con las comunidades del centro de Jalisco, donde el patrón de asentamiento circular prevaleció.

Esta migración se llevó a cabo hacia el 500 d. C. (las fechas de ^{14}C fluctúan entre 480 y 600 d. C.), periodo en que desaparece la costumbre mortuoria de tumbas de tiro y da paso al entierro directo flexionado en los sitios del centro del cañón de Bolaños; al parecer, esta misma gente continuó hacia el sur hasta llegar al centro y sur de Jalisco, tal como lo atestiguan los hallazgos arqueológicos llevados a cabo en esas regiones (Galván y Beekman 2001).

A pesar de carecer de una información más extensa acerca de la cultura Loma San Gabriel, asentada en el oeste de Zacatecas, cuyos asentamientos se ubicaron en partes altas con estructuras rectangulares a menudo unidas y utilizaron cerámica monocroma, Kelley señaló la posibilidad de que la población de la cultura Loma haya sido empujada hacia las partes altas de la Sierra Madre por la gente de la fase Canutillo de la cultura Chalchihuites (Kelley 1985, 2002).

Considero que la falta de investigación de dicha cultura y su cercanía con la cultura Chalchihuites son factores para proponer la posibilidad de que un grupo de

integrantes de la cultura Loma migrase hacia el cañón de Bolaños al tener este un paisaje semejante al de su lugar de origen en el valle de Mezquitic; su intrusión se refleja también en Totuate, donde además de presentar un conjunto circular construyeron un conjunto rectangular (Kelley 1971).

Estimo también que esta misma migración continuó hacia la parte central del cañón de Bolaños, provocando los cambios ya descritos y, probablemente, se extendió hacia el centro de Jalisco, donde se observan cambios drásticos en el patrón de asentamiento.

Por último, deseo señalar que varios siglos después hubo una migración de tepehuanes del sur que entraron en el cañón por las mismas razones que sus antecesores; es decir, migraron en busca de un paisaje similar al presente donde vivían, provocando cambios en la cultura que ahí se encontraba.

Lo anterior da pie para sugerir la existencia de dos migraciones provenientes del norte de México (oeste de Zacatecas y sur de Durango) que penetraron en el cañón de Bolaños con cinco siglos de diferencia y provocaron cambios sustanciales en la cultura Bolaños.

Para finalizar, deseo enfatizar que la curiosidad y la inquietud del hombre por explorar nuevos territorios, desde su aparición en este planeta, ha provocado cambios sustanciales entre los pueblos y sus culturas. Dichos cambios, en ocasiones pacíficos y a veces bélicos, han producido la diversidad sociocultural y el avance tecnológico en el mundo, fenómeno presente tanto en el pasado como en la actualidad, el cual seguirá hacia el futuro de forma cada vez más intensa.

Sobre la autora

MARÍA TERESA CABRERO GARCÍA (*cabrerot@unam.mx*), Doctora en Arqueología por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), es Investigadora Titular del Instituto de Investigaciones Antropológicas (UNAM), miembro de la Academia Mexicana de Ciencias, de la Academia Mexicana de Ciencias Antropológicas y de la Society for American Archaeology. Ha recibido diversas condecoraciones, publicando media docena de libros y numerosos artículos científicos, entre los cuales cabe destacar los difundidos recientemente en *Arqueología Iberoamericana* sobre la cultura Bolaños (Ayala y Cabrero 2017; Cabrero 2015, 2016a, 2016b, 2017; Cabrero y García 2015).

BIBLIOGRAFÍA

- AYALA LOZANO, M. E. & M. T. CABRERO G. 2017. Implementos de molienda del cañón de Bolaños: una propuesta. *Arqueología Iberoamericana* 34: 57-67.
- CABRERO G., M. T.
- 1989. *Civilización en el Norte de México I*. UNAM, México.
 - 2009. La Florida. Un centro de control en la región de Bolaños, Zacatecas y Jalisco. *Arqueología Iberoamericana* 3: 5-19.
 - 2012. Presencia de la cerámica pseudo-cloisonné en la cultura Bolaños, Jalisco y Zacatecas. *Arqueología Iberoamericana* 16: 11-24.
 - 2015. Presencia teotihuacana en la cultura Bolaños. *Arqueología Iberoamericana* 27: 3-11.
 - 2016a. La cosmovisión del Occidente de México en la tradición de tumbas de tiro con énfasis en la cultura Bolaños. *Arqueología Iberoamericana* 30: 51-69.
 - 2016b. Las figurillas de piedra y tepalcate en la cultura Bolaños, Jalisco. *Arqueología Iberoamericana* 30: 92-99.
 - 2017. Las tablillas en la cultura Bolaños y su probable función. *Arqueología Iberoamericana* 35: 16-22.
- CABRERO G., M. T. & J. C. GARCÍA JIMÉNEZ. 2015. Entierros intencionales de perros en la cultura Bolaños, Jalisco. *Arqueología Iberoamericana* 26: 13-24.
- CABRERO G., M. T. & C. LÓPEZ CRUZ. 2002. *Civilización en el Norte de México II*. UNAM, México.
- CABRERO G., M. T. & L. VALIÑAS. 2001. Cerro Colotlán: aproximación arqueo-lingüística para su estudio. *Anales de Antropología* 35: 273-321. UNAM, México.
- FOSTER, M. S.
- 1985. The Loma San Gabriel Occupation of Zacatecas and Durango, Mexico. En *The Archaeology of West and Northwest Mesoamerica*, eds. M. S. Foster & P. C. Weigand, pp. 327-352. Boulder: Westview Press.
 - 2000. The Archaeology of Durango. En *Greater Mesoamerica: The Archaeology of West and Northwest Mexico*, eds. M. S. Foster & S. Gorenstein, pp. 197-219. Salt Lake City: University of Utah Press.
- GALVÁN V., J.
- 1976. *Rescate arqueológico en el fraccionamiento Tabachines, Zapopan, Jalisco*. Cuadernos de los Centros Regionales 28. INAH, México.
 - 1982. *Arqueología en la etapa K, sección central del fraccionamiento Bugambillas, Zapopan, Jalisco*. Informe técnico del proyecto de salvamento en Zapopan, Jalisco. INAH, México.
- GALVÁN, J. & C. BEEKMAN. 2001. El Grillo. En *Archaeology of Ancient Mexico and Central America: An Encyclopedia*, eds. S. T. Evans & D. L. Webster, pp. 299-300. Nueva York: Garland.
- GUFFROY, J. 2005. El material cerámico de la fase Sayula en el sitio Cerritos Colorados. En *Arqueología de la Cuenca de Sayula*, eds. F. Valdez, O. Schöndube & J. P. Emphoux, pp. 227-261. Universidad de Guadalajara, Institut de Recherche pour le Développement.
- HRDLICKA, A. 1903. The Region of the Ancient Chichimecs with Notes on the Tepecanos and the Ruins of La Quemada, Mexico. *American Anthropologist* 5/3: 385-440.
- KELLEY, J. C.
- 1971. Archaeology of the Northern Frontier: Zacatecas and Durango. *Handbook of Middle American Indians* 11: 768-801. Austin, Texas.

- 1972. Mesoamerican Colonization of Zacatecas-Durango. En *Mesa Redonda en Chihuahua*. Sociedad Mexicana de Antropología, México.
- 1974. Speculations on the Culture History of Northwestern Mesoamerica. En *The Archaeology of West Mexico*, ed. B. Bell, pp. 19-39. Ajijic, Jalisco, Mexico.
- 1980. Alta Vista, Chalchihuites: Port of Entry on the Northwestern Frontier. En *Rutas de Intercambio en Mesoamérica y Norte de México (XVI Mesa Redonda)*, t. I, pp. 53-64. Sociedad Mexicana de Antropología, México.
- 1985. The Chronology of the Chalchihuites Culture. En *The Archaeology of West and Northwest Mesoamerica*, eds. M. S. Foster & P. C. Weigand, pp. 269-287. Boulder: Westview Press.
- 2002. A Mesoamerican Colonization of Zacatecas-Durango: The Loma San Gabriel and Chalchihuites Cultures. En *Homenaje al Dr. John Charles Kelley*, eds. M. T. Cabrero, J. Litvak & P. Jiménez, pp. 83-98. UNAM, México.
- KELLEY, J. C. & E. ABBOT. 1971. *An Introduction to the Ceramics of the Chalchihuites Culture of Zacatecas and Durango, Mexico. Part I: The Decorated Wares*. Mesoamerican Studies 5. Research Records of the University Museum. Carbondale: Southern Illinois University.
- LÓPEZ MESTAS, L. & M. MANDUJANO E. 2003. Investigaciones arqueológicas en La Higuera, Tala. *Revista del Seminario de Historia Mexicana* 4: 11-34. Universidad de Guadalajara, Jalisco.
- MASON, A. 1912. The Tepehuan Indians of Azqueltan. En *Proceedings of the XVIII International Congress of Americanists*, Part I, pp. 344-351. Londres.
- MEIGHAN, C. W. 1976. *The Archaeology of Amapa, Nayarit*. Los Angeles: Institute of Archaeology, University of California.
- WEIGAND, P. C. 1976. Circular Ceremonial Structure Complexes in the Highlands of Western Mexico. En *Archaeological Frontiers: Papers on New World High Cultures in Honor of J. Charles Kelley*, ed. R. B. Pickering, pp. 183-227. Southern Illinois University Museum Studies 4. Carbondale.
- WEIGAND, P. C. & C. BEEKMAN. 1998. The Teuchitlan tradition: Rise of a statelike society. En *Ancient West Mexico: Art and Archaeology of the Unknown Past*, ed. R. Townsend, pp. 35-51. Chicago: The Art Institute of Chicago.

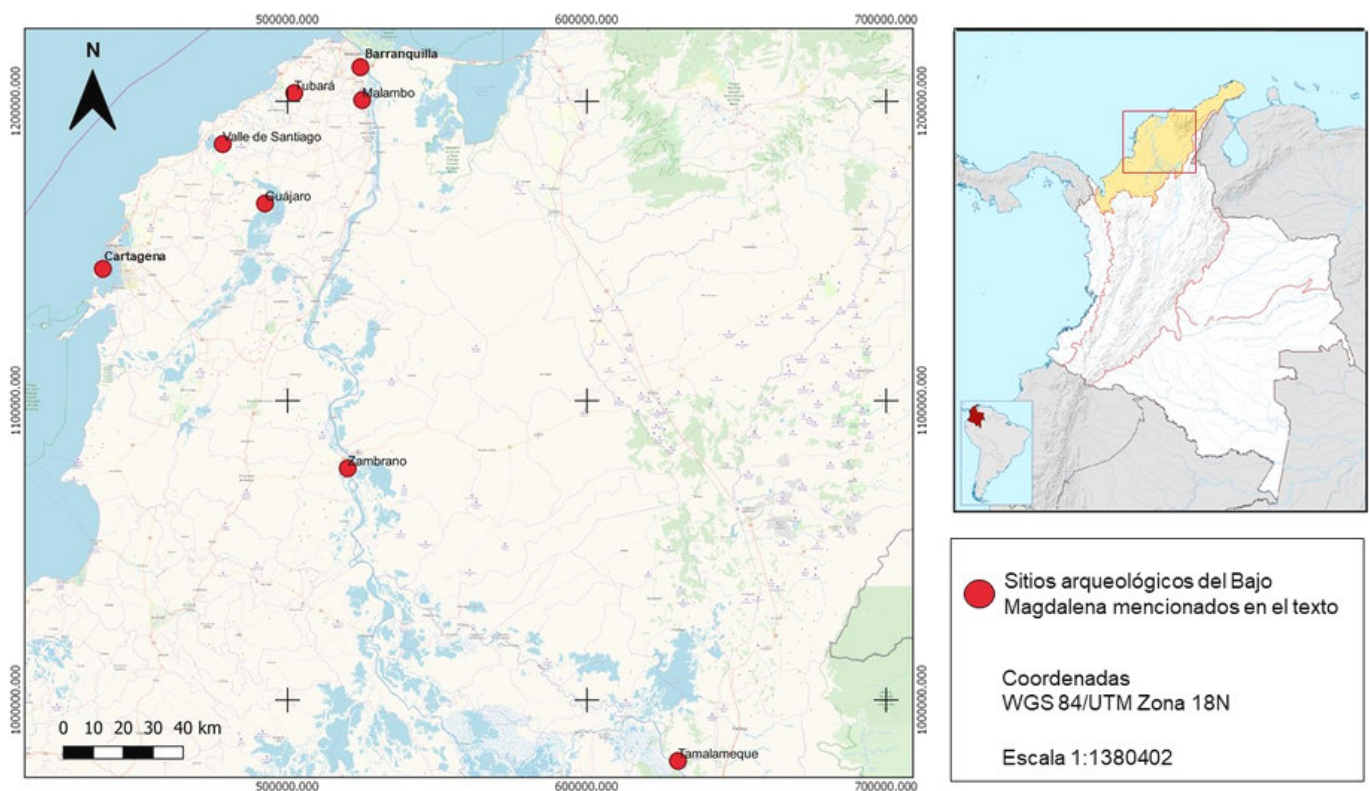
RESEARCH ADVANCE

NUEVOS DATOS SOBRE LA CRONOLOGÍA DE LOS PUEBLOS DEL BAJO MAGDALENA EN EL PERIODO FORMATIVO TARDÍO: EL SITIO DE BARRIO ABAJO, BARRANQUILLA (COLOMBIA)

New Data on the Chronology of the Lower Magdalena Peoples in the Late Formative Period: The Barrio Abajo Site, Barranquilla (Colombia)

Javier Rivera-Sandoval

Departamento de Historia y Ciencias Sociales, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia
(jwrivera@uninorte.edu.co)



RESUMEN. *La arqueología del Bajo Magdalena ha sido importante para reconstruir procesos como el origen de la cerámica, la sedentarización, la domesticación de plantas y los procesos de complejidad social. Este trabajo presenta algunos de los resultados obtenidos en las exploraciones arqueológicas de la ampliación del par vial de la carrera 50 en el centro histórico de Barranquilla, en los que se precisa la cronología de ocupación del sitio y se ponen en discusión varios aspectos sobre la arqueología de las sociedades indígenas del Bajo Magdalena para el periodo Formativo Tardío.*

Recibido: 24-10-2018. Aceptado: 30-10-2018. Publicado: 6-11-2018.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. Endorsed by Juan Guillermo Martín & Rafael A. Gassón P. English proofreading by Michelle Young. Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/4004>.

PALABRAS CLAVE. Barranquilla; Bajo Magdalena; Formativo Tardío; cronología.

ABSTRACT. *Archaeology in the lower Magdalena has been important to reconstruct processes such as the origin of ceramics, sedentism, domestication of plants and social complexity. This paper presents some of the results obtained from the archaeological explorations carried out along the expansion of a road in the historic center of Barranquilla, in which the chronology of site occupation is specified. These results put into discussion several aspects about the archaeology of pre-Hispanic societies who lived in the lower Magdalena during the Late Formative period.*

KEYWORDS. Barranquilla; lower Magdalena; Late Formative period; chronology.

ANTECEDENTES¹

La profundidad histórica del Caribe colombiano ha sido de sumo interés para la arqueología del Área Intermedia, abordando aspectos vinculados con los procesos de poblamiento desde hace 6000 años (Oyuela-Caycedo y Bonzani 2014) y los mecanismos de adaptación a los distintos contextos ambientales que caracterizan a la región; lo que posibilitó el desarrollo de la horticultura y el surgimiento de los primeros grupos sedentarios (Angulo 1981; Langebaek y Dever 2000; Ramos y Archila 2008) y, posteriormente, de sociedades caciquiles como los zenú y los tairona. Para Reichel Dolmatoff (1989), esta región es un importante «foco cultural» que se integró en las dinámicas geográficas de los ecosistemas costeros, fluviales, de estuarios y ciénagas característicos de las tierras bajas del Caribe continental, siendo ventajosos en los modelos de subsistencia de los grupos humanos en el pasado.

Precisamente, son los sistemas de producción de estas poblaciones los que se toman en cuenta al momento de proponer una periodización para la subregión conocida como el Bajo Magdalena (fig. 1) en lo que se ha definido como *Formativo*. Al respecto, Langebaek y Dever (2000) proponen tres momentos: el *Formativo Temprano*, caracterizado por grupos de cazadores-recolectores, quienes además de aprovechar los recursos costeros habrían desarrollado la cerámica, lo que posibilitó el desarrollo de las sociedades sedentarias agrícolas del *Formativo Medio*, con el cultivo intensivo de la yuca y algunos tubérculos, para posteriormente dar paso al *Formativo Tardío*, relacionado con la producción del maíz y el surgimiento de los cacicazgos.

Es durante este periodo cuando aparecen los pueblos Malibú del Bajo Magdalena, mencionados en las crónicas españolas y que probablemente estuvieron inte-

grados por distintas poblaciones que habitaban a orillas del río Magdalena desde el siglo VII d. C. hasta bien avanzado el periodo colonial (Langebaek y Dever 2000: 18).

La información que existe desde la arqueología sobre estos pueblos se apoya en los datos proporcionados por la investigación etnohistórica de las crónicas que los primeros exploradores europeos empezaron a elaborar a principios del siglo XVI. Estas fuentes brindan descripciones de una amplia área a lo largo de la margen occidental del río Magdalena, distinguiendo al menos tres grupos que estaban adaptados a tres tipos de ecosistemas diferentes, pero con varios rasgos culturales que compartían entre sí como la lengua (Rivet 1947), e incluso se sugiere cierta dependencia política entre algunas de estas poblaciones. Es así cómo se menciona a los pacabueyes, quienes habitaban el sistema de ciénagas de la confluencia de los ríos Magdalena y Cesar, al oriente de Tamalameque. Un poco más al norte se encontrarían aquellos conocidos propiamente como Malibú, localizados sobre el valle del río y extendiéndose al oeste hasta el sector que ocupa hoy la ciudad de Cartagena y, al norte, hasta la población de Malambo. Finalmente, desde Malambo hasta la desembocadura del Magdalena y al este de Cartagena, sobre el litoral del Caribe, estarían ubicados los mocaná (Rivet 1947).

Las crónicas mencionan la existencia de varios poblados en toda esta región, los cuales empezaron a desaparecer paulatinamente por efecto del choque epidemiológico, las confrontaciones con los europeos y el desplazamiento hacia el interior del territorio (Blanco Barros 2011).

ASPECTOS CRONOLÓGICOS EN LA ARQUEOLOGÍA DEL BAJO MAGDALENA PARA EL PERIODO FORMATIVO TARDÍO

Relativamente, es poca la información que se tiene sobre los procesos temporales en la ocupación del Bajo

¹ Esta investigación se realizó bajo las licencias de intervención arqueológica núms. 5138 y 5513, emitidas por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia.



Figura 2. Ubicación de algunos de los cortes estratigráficos y contextos identificados: A) huellas de poste de vivienda, corte 7; B) acumulación de moluscos, corte 14; C) basurero en el corte 9; D) urna funeraria, corte 2 UE 7.

Magdalena para el Formativo Tardío, a pesar de que hay unas aproximaciones desde el análisis cerámico y la construcción de cronologías relativas (Angulo 1955, 1981, 1983, 1988; Langebaek y Dever 2000; Ramos y Archila 2008). No obstante, la información sobre dataciones absolutas es virtualmente desconocida, quedando como anexos en la literatura gris producto de los programas de arqueología preventiva que se adelantan actualmente en la región, siendo de difícil acceso por no estar publicada.

Por otro lado, desde hace algunas décadas se está intentando ajustar la cronología de la región con base en algunos datos obtenidos en excavaciones realizadas desde los años 50 del siglo pasado en sitios como Malambo, al sur de la ciudad de Barranquilla, a orillas del Magdalena, con fechas no calibradas del 3070 ± 200 AP y con una tradición cerámica denominada *modelado inciso* que se extiende hasta el valle del río Orinoco (Angulo 1981: 168). Sin embargo, en este sitio también se obtuvieron otras fechas que no corresponden a esta cronología, con sepulturas del 1270 ± 150 AP (Angulo 1981: 36). Al respecto, Langebaek y Dever (2000: 17), citando los trabajos hechos por Crane y Griffin y por Ford, ambos realizados en la década de 1960, señalan que en los niveles superiores de Malambo se presentan

fechas que van del 565 ± 75 al 1600 ± 75 d. C., lo cual corresponde a la tradición cerámica Zambrano asociada con los pueblos Malibú (Reichel-Dolmatoff y Reichel-Dolmatoff 1991).

Esta idea se apoya en dataciones radiocarbónicas hechas recientemente en el material bioarqueológico de Malambo, en el que se estableció una fecha calibrada del 500 ± 30 AP (Beta-443234), cronología mucho más tardía a la reportada por Angulo y que corrobora que hubo por lo menos dos ocupaciones: una temprana asociada a los procesos de la tradición Malambo y la más tardía vinculada a lo Malibú.

Cerca de allí, en otros tres sitios también se encuentran dataciones para el periodo tardío; por un lado, en la Ciénaga del Guájaro con la fase de ocupación Carrizal (Angulo 1988: 24), con fechas que oscilan entre el 1150 ± 50 AP (800 d. C.) y el 670 ± 80 AP (1280 d. C.). Asimismo, en Tubará se encuentran dataciones ubicadas entre el 850 ± 80 y el 1570 ± 60 d. C., mostrando una ocupación continua del sitio hasta el periodo colonial (Ramos y Archila 2008: 139). Sobre la cronología de Tubará, para el presente estudio se toma una muestra con una fecha radiocarbónica calibrada de 280 ± 30 AP (Beta-443234), confirmando que se trata de poblaciones recientes.

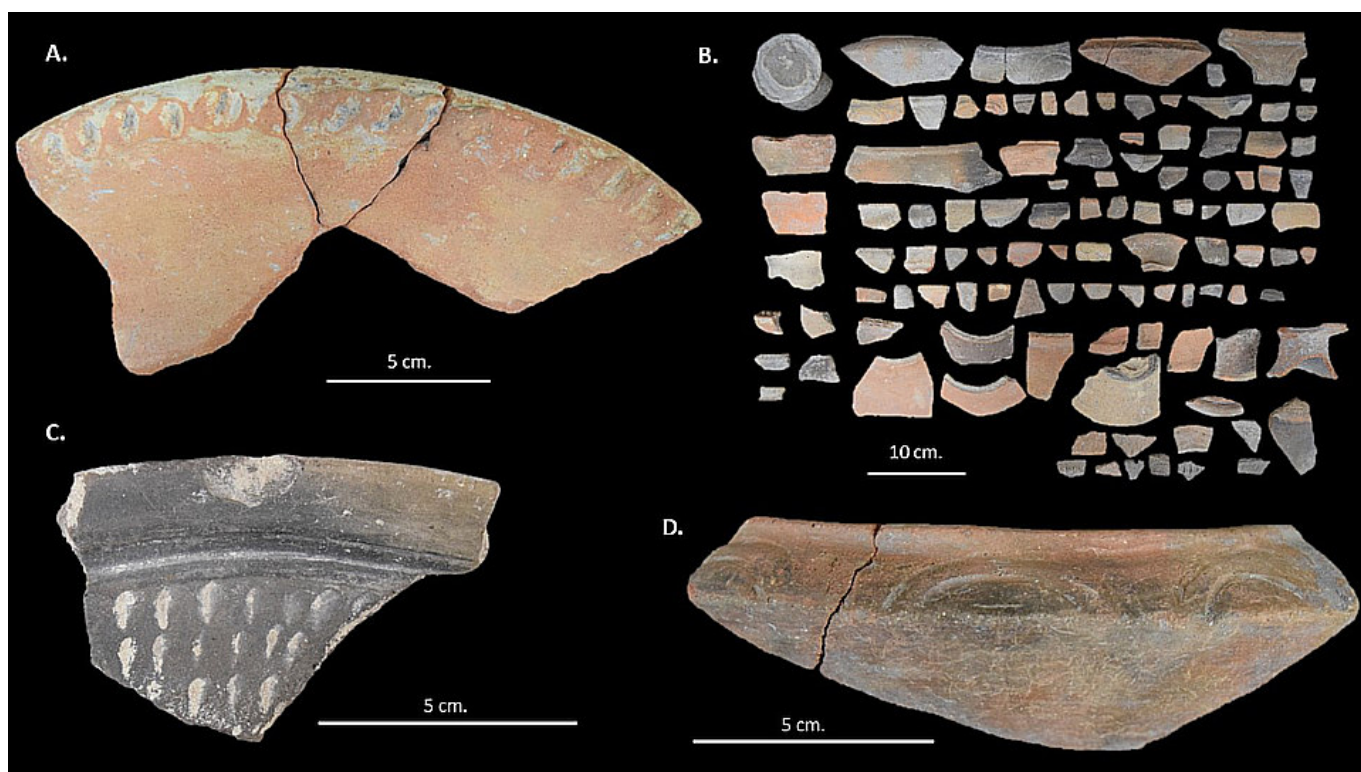


Figura 3. Material cerámico encontrado en las excavaciones de Barrio Abajo: A) borde de lebrillo del tipo *Redware*; B) conjunto de materiales del periodo tardío del Bajo Magdalena; C) borde de plato con decoración incisa; D) borde de vasija aquillada con decoración incisa en arcos.

Finalmente, en el Valle de Santiago (Angulo 1983: 161) se obtienen fechas que van del 1050 ± 65 AP (900 d. C.) al 255 ± 65 AP (1695 d. C.), que a pesar de ser un periodo relativamente amplio no presenta modificaciones en la tecnología cerámica, compartiendo características con otras regiones como Tubará, el Guájaro y la fase tardía de Malambo.

EL SITIO DE BARRIO ABAJO EN LA CRONOLOGÍA DEL BAJO MAGDALENA

A mediados del siglo XIX y principios del XX, durante la construcción del tranvía en las inmediaciones del edificio de la Aduana, en el Barrio Abajo de la ciudad de Barranquilla, se reportaron algunas urnas funerarias asociadas a los pueblos prehispánicos que ocuparon este sector (Pérez de Barradas 1943: 5-6), pero sin una aproximación adecuada a los materiales y sin un marco interpretativo que permitiera identificar esta población. Más de cien años después, las obras de infraestructura para la ampliación de la carrera 50, realizadas en esta misma zona del centro histórico, permitieron que desde la arqueología se aportara nueva información sobre las antiguas poblaciones que ocuparon este sec-

tor vecino al río Magdalena, brindando una profundidad histórica que hasta entonces la ciudad desconocía sobre su pasado indígena.

Las exploraciones se realizaron con unidades de muestreo y 36 cortes estratigráficos a lo largo del par vial de la carrera 50, haciendo un detallado registro de las unidades estratigráficas que, junto a la recolección de los materiales arqueológicos asociados, permitió la identificación de dos periodos de ocupación: uno vinculado a la construcción del barrio a partir de la segunda mitad del siglo XIX y otro relacionado con el periodo prehispánico.

Asimismo, las evidencias arqueológicas demostraron que la actividad indígena no se vinculaba solamente con un contexto funerario, como había sido descrito en las obras de construcción del tranvía, sino que la excavación de varios basureros, acumulaciones de moluscos y algunos postes de vivienda indicaban que estos grupos estaban residiendo allí (fig. 2). Por otro lado, en el análisis del abundante material cerámico ($n = 23390$), se pudieron identificar algunos aspectos tecnológicos y estilísticos de la tradición Zambrano y de los materiales registrados para las ocupaciones más recientes de Malambo, Tubará, Guájaro y Valle de Santiago, lo que permite establecer una cronología relativa del sitio de

Tabla 1. Datación radiocarbónica de las muestras de Barrio Abajo y dos sitios adicionales del Bajo Magdalena.

Muestra	Código Laboratorio	Fecha (^{14}C $\pm \sigma$ años AP)	Tipo de muestra	$\delta^{13}\text{C}$ o/oo	Fecha Calibrada AD $\pm 2 \sigma$ (95% probabilidad)
Barrio Abajo, Corte 2 UE 7 Individuo 1	Beta-443228	770 \pm 30	Óseo humano	-15.9	1220-1280 AD (Cal. 730-670 AP)
Barrio Abajo, Corte 4 UE 109	Beta-449549	770 \pm 30	Óseo fauna (<i>Hydrochoeurus isthmus</i>)	-8.6	1220-1280 AD (Cal. 730-670 AP)
Barrio Abajo, Corte 5 UE 81 Individuo 5	Beta-443231	770 \pm 30	Óseo humano	-16.8	1220-1280 AD (Cal. 730-670 AP)
Barrio Abajo, Monitoreo 2 UE 11 Individuo 3	Beta-443229	670 \pm 30	Óseo humano	-16.6	1276-1316 AD (Cal. 674-634 AP) 1354-1389 AD (Cal. 596-561 AP) 1280-1325 AD
Barrio Abajo, Monitoreo AAA Individuo 1	Beta-443232	650 \pm 30	Óseo humano	-16	(Cal. 670 a 625 AP) 1345 a 1395 AD (Cal. 605 a 555 AP)
Malambo, MUN 3018	Beta-443233	500 \pm 30	Óseo humano	-12.2	1405-1445 AD (Cal. 545-505 AP) 1520-1595 AD
Tubará, MUN 3031	Beta-443234	280 \pm 30	Óseo humano	-9.5	(Cal. 430-355 AP) 1620-1665 AD (Cal. 330-285 AP)

Barrio Abajo en relación con los pueblos Malibú del Formativo Tardío (fig. 3).

Sin embargo, la investigación en Barrio Abajo aprovechó la evidencia bioarqueológica y la información estratigráfica para hacer una estimación más precisa de la cronología a partir de la datación radiocarbónica de cinco muestras de colágeno óseo, obtenido de cuatro de los individuos humanos recuperados en las exploraciones y de una falange de un cávido encontrada en uno de los basureros identificados (tabla 1). Adicionalmente y con fines comparativos, se tomaron dos muestras de los sitios de Malambo y Tubará, considerando la similitud que había en la cultura material de Barrio Abajo con estos sitios y la posible relación cronológica que podrían tener entre sí.

La totalidad de las muestras fueron analizadas mediante la técnica del AMS (*Accelerator Mass Spectrometry*) con corrección de fraccionamiento isotópico, calculando el valor de $\delta^{13}\text{C}$ y empleando la base de datos INTCAL13. Los resultados obtenidos en Barrio Abajo muestran una concentración en los rangos temporales,

con valores extremos de 770 \pm 30 y 650 \pm 30 AP, que podrían apuntar a una ocupación relativamente corta. No obstante, el análisis cerámico en algunos de los basureros indígenas permitió la identificación de fragmentos de los tipos cerámicos *Redware* (fig. 3) y *naranja micáceo*, vinculados con el periodo de conquista y el colonial temprano (Deagan 1987: 37-38) que, junto a la presencia de fauna europea en esos mismos contextos, sugiere que la ocupación indígena en Barrio Abajo se extiende por lo menos hasta principios del siglo XVI, momento en el cual cambian los patrones de enterramiento y se deja de inhumar dentro de las viviendas.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados de datación obtenidos en Barrio Abajo son los primeros reportados para el área que ocupa actualmente la ciudad de Barranquilla, logrando contextualizar la información que se había reportado a finales del siglo XIX y en el XX, pero en los que se des-

conocía la profundidad histórica del yacimiento y las relaciones culturales de los materiales encontrados. Asimismo, es posible relacionar los datos con la discusión hecha en las últimas décadas sobre los pueblos del Formativo Tardío del Bajo Magdalena (Langebaek y Dever 2000; Ramos y Archila 2008).

Al respecto, si consideramos que la población de Barrio Abajo estuvo allí entre los siglos XIII y XVI, probablemente tuvieron relación con los grupos asentados en Malambo y Tubará reportados en este trabajo, explicando la homogeneidad en la cultura material de los tres sitios, los patrones de asentamiento y los modos de subsistencia estrechamente vinculados al complejo sistema fluvial y la red de caños y ciénagas que caracterizan al Bajo Magdalena, en el que las poblaciones humanas lograron adaptarse a estos contextos acuáticos.

No obstante, se espera que estos datos se amplíen en el futuro con otros contextos que se están trabajando en la región y que permitan aclarar los estilos de vida de estas poblaciones y cómo interactuaron entre sí a lo largo del más importante eje fluvial del país.

Agradecimientos

El autor agradece a la empresa Transmetro S. A. S. de Barranquilla como entidad financiadora del proyecto de investigación en el que se enmarca este trabajo. Asimismo, a la Universidad del Norte y al equipo de arqueólogos e historiadores que acompañaron a las distintas fases de trabajo.

Sobre el autor

JAVIER RIVERA-SANDOVAL (*jrrivera@uninorte.edu.co*) es Antropólogo por la Universidad Nacional de Colombia, Máster en Bioarqueología, Paleopatología y Antropología Forense por la Universidad de Bolonia (Italia) y Doctor en Arqueología por la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Actualmente, es Profesor Asistente del Departamento de Historia y Ciencias Sociales de la Universidad del Norte en Barranquilla, Colombia. Sus líneas de investigación se orientan a la arqueología funeraria, la arqueología histórica y la arqueología urbana en la región istmo-colombiana.

BIBLIOGRAFÍA

ANGULO, C.

- 1955. *Arqueología de Tubará*. Barranquilla: Universidad del Atlántico.
- 1981. *La Tradición Malambo*. Bogotá: Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la República.
- 1983. *Arqueología del Valle de Santiago, Norte de Colombia*. Bogotá: Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la República.
- 1988. *Guájaro en la Arqueología del Norte de Colombia*. Bogotá: Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la República.
- BLANCO BARROS, J. A. 2011. Conquista y poblamiento de Barranquilla. En J. A. Blanco Barros, *Obras completas*, Tomo I, eds. J. Villalón Donoso & A. Vega Lugo, pp. 67-83. Barranquilla: Ediciones Uninorte.
- DEAGAN, K. 1987. *Artifacts of the Spanish Colonies of Florida and the Caribbean, 1500-1800. Volume 1: Ceramics, Glassware and Beads*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- LANGENBAEK, C. H. & A. DEVER. 2000. *Arqueología del Bajo Magdalena: un estudio de los primeros agricultores del Caribe colombiano*. Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
- OYUELA-CAYCEDO, A. & R. M. BONZANI. 2014. *San Jacinto 1. Ecología histórica, orígenes de la cerámica e inicios de la vida sedentaria en el Caribe colombiano*. Barranquilla: Universidad del Norte.
- PÉREZ DE BARRADAS, J. 1943. *Colombia de norte a sur*. Tomo I. Madrid: Ministerio de Asuntos Exteriores.
- RAMOS, E. & S. ARCHILA. 2008. *Arqueología y subsistencia en Tubará, siglos IX-XVI*. Bogotá: Universidad de Los Andes.
- REICHEL-DOLMATOFF, G. 1989. *Colombia indígena, período prehispánico*. La Nueva Historia de Colombia 1. Bogotá: Editorial Planeta.
- REICHEL-DOLMATOFF, G. & A. REICHEL-DOLMATOFF. 1991. *Arqueología del Bajo Magdalena: estudios de la cerámica de Zambrano*. Bogotá: Banco Popular, Colcultura, ICAN.
- RIVET, P. 1947. Les Indiens Malibú. *Journal de la Société des Américanistes* 36: 139-144.

RESEARCH ADVANCE

CUEVA LA ENCAÑADA: UN SITIO DEL ARCAICO EN CHIAPAS

La Encañada Cave: An Archaic Site in Chiapas

Guillermo Acosta Ochoa,¹ Patricia Pérez Martínez²

¹ Laboratorio de Prehistoria y Evolución Humana, IIA, UNAM, México

² Laboratorio de Tecnología de Cazadores Recolectores, ENAH, México
(acostachoa@gmail.com)

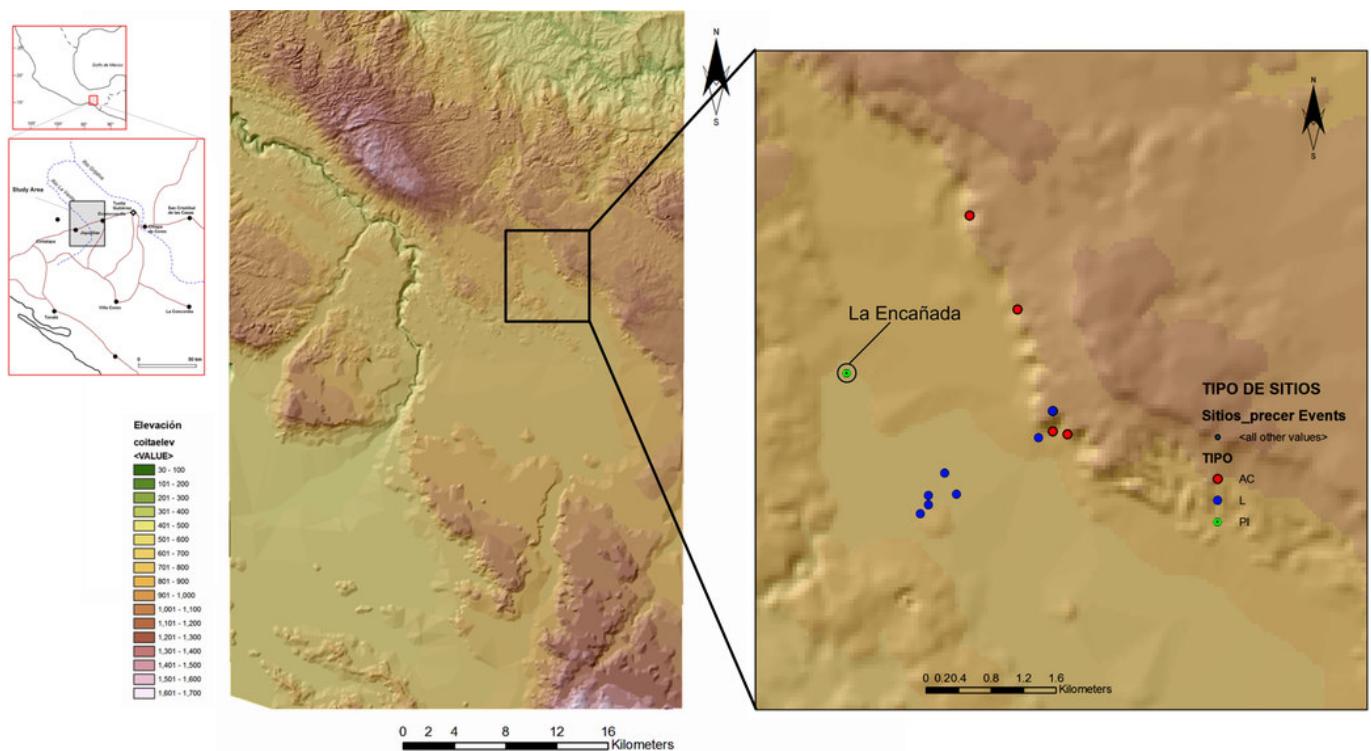


Figura 1. Sitios asociados al periodo Precerámico en el área de Ocozocoautla: AC, abrigo rocoso; L, campamento lítico; PI, cueva con pintura rupestre (La Encañada).

RESUMEN. Los sitios del llamado periodo Arcaico (c. 9000-2000 ANE—antes de nuestra era—) han sido escasamente investigados en México en las últimas dos décadas, no obstante son importantes para conocer el desarrollo del sedentarismo y la domesticación de plantas que permitieron la emergencia de los centros urbanos en Mesoamérica. En el presente estudio se exponen los resultados de nuestras investigaciones en La Encañada, una cueva ocupada durante el Holoceno medio (c. 7000-2200 ANE) al occidente de Ocozocoautla, en la depresión central de Chiapas. El estudio de los materiales líticos sugiere la explotación de recursos vegetales y fauna mediana en un periodo caracterizado por las primeras evidencias de agricultura extensiva (tumba-quema) en las tierras bajas tropicales de México y Centroamérica. El análisis de los materiales líticos indica el probable tratamiento térmico de la materia prima local (pedernal) para la manufactura de artefactos; y el análisis de huellas de uso muestra el procesamiento de materiales maderables y vegetales en su mayoría.

PALABRAS CLAVE. Cazadores-recolectores; análisis lítico; Arcaico; Chiapas.

Recibido: 3-11-2018. Aceptado: 8-11-2018. Publicado: 15-11-2018.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Jessica MacLellan.
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/4005>.

ABSTRACT. *The sites of the so-called Archaic period (c. 9000–2000 BCE) have been scarcely investigated in Mexico in the last two decades. However, they are important for understanding the development of sedentary communities and plant domestication that allowed the emergence of urban centers in Mesoamerica. In this study we present the results of our research in La Encañada, a cave west of Ocozocoautla, in the Central Depression of Chiapas, occupied during the Middle Holocene (c. 7000–2200 BCE). The study of lithic artifacts suggests the exploitation of plant resources and medium-size fauna in a period characterized by the first evidence of extensive agriculture (slash-and-burn) in the tropical lowlands of Mexico and Central America. The analysis of lithic materials indicates the probable heat treatment of the local raw material (flint) for the manufacture of artifacts, and the use-wear analysis mainly shows the processing of wood and vegetable materials.*

KEYWORDS. *Hunter-gatherers; lithic analysis; Archaic; Chiapas.*

INTRODUCCIÓN

El estudio de las sociedades del llamado periodo Pre-cerámico (< 1800 ANE) en Chiapas se inicia con las excavaciones de Philip Drucker (1948) en sitios concheros de la costa del Pacífico. A estos estudios siguieron los de Lorenzo (1955) y Voorhies (1976, 2004) en la misma área. Voorhies también excavó algunos sitios del interior, como Vuelta Limón (Voorhies 2004), sin embargo, gran parte de la investigación para el Holoceno medio se ha centrado en sitios concheros y en secuencias paleoambientales de la costa de Chiapas y Guatemala (Kennett 2012).

Para los sitios del interior, destacan los trabajos pioneros de MacNeish y Peterson, quienes localizan las primeras ocupaciones del Holoceno temprano y medio del Abrigo Santa Marta (MacNeish y Peterson 1962). Posteriormente, entre 1978 y 1985, se llevó a cabo el pro-

yecto Altos de Chiapas, centrado en las áreas de Teopisca-Aguacatenango, el valle de San Cristóbal y la zona de Ocozocoautla. En la cuenca de Aguacatenango se localizaron materiales líticos del Arcaico asociados a playas lacustres ahora extintas (Guevara 1981; García-Bárcena 1982), mientras que en Teopisca se hallaron dos sitios precerámicos (Teopisca I y X), los cuales desgraciadamente no fueron publicados en detalle (García-Bárcena y Santamaría 1982: 152-154). En el valle de San Cristóbal se excavó el sitio Fogótico, un campamento localizado en las terrazas fluviales del río del mismo nombre, con una secuencia precerámica que abarca desde el 8000 ANE (García-Bárcena y Santamaría 1982: 160-163).

Fue, sin embargo, en el área de Ocozocoautla donde se llevaron a cabo los estudios más conocidos, entre 1974 y 1977, por parte del Departamento de Prehistoria (García-Bárcena y Santamaría 1982; Santamaría y

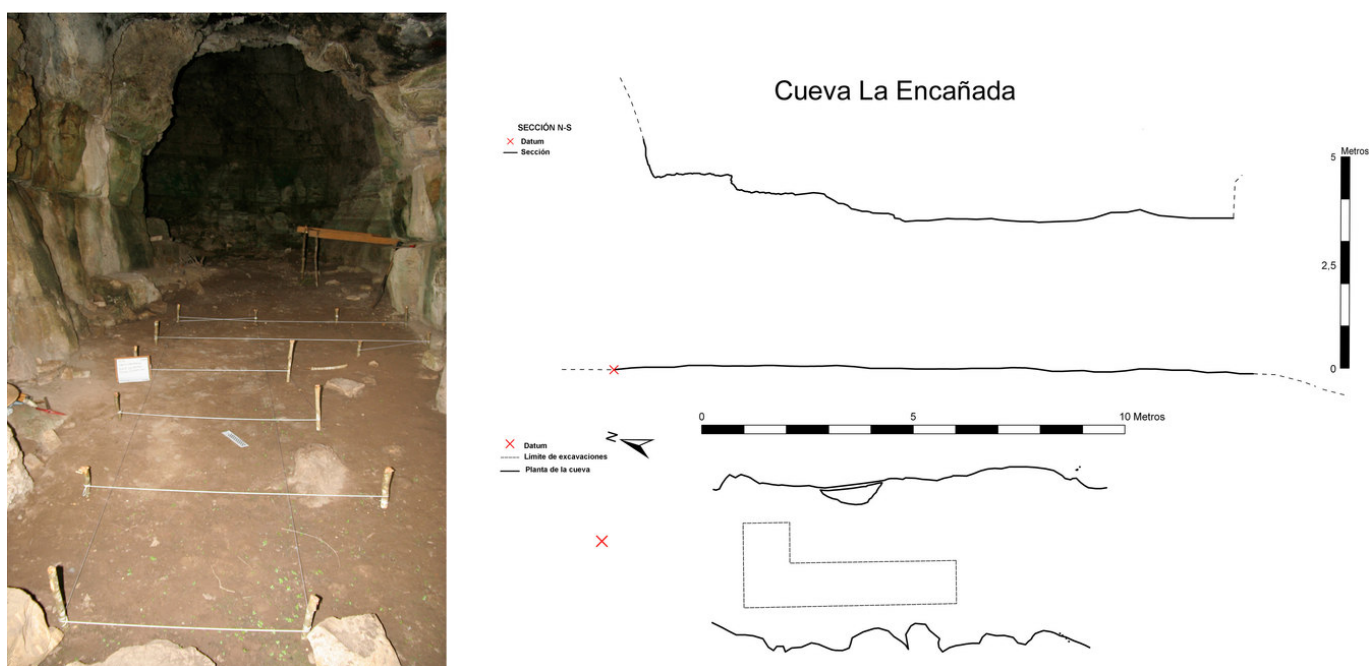


Figura 2. Izquierda: área de excavación de la cueva La Encañada; derecha: croquis y retícula de excavación.

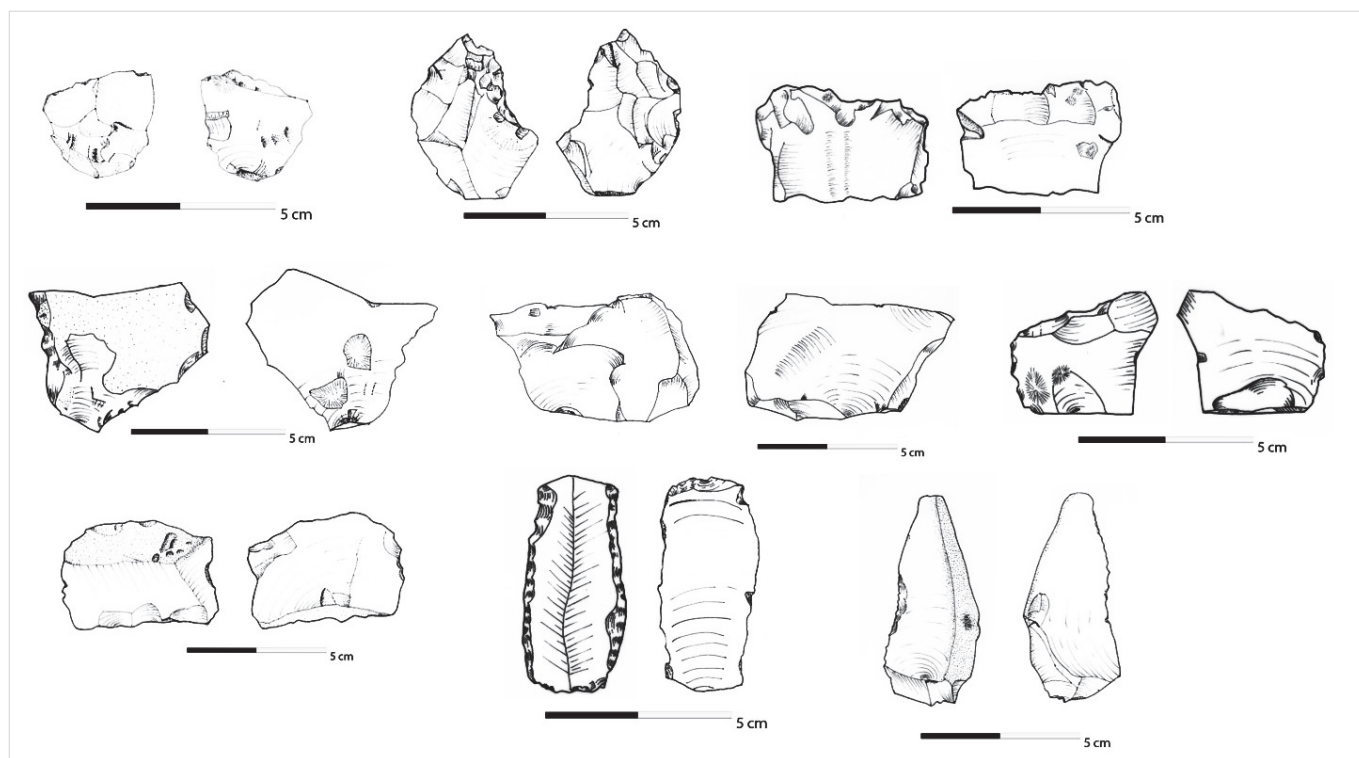


Figura 3. Lítica tallada de la cueva La Encañada.

García-Bárcena 1989), continuados entre 2004 y 2010 por el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM (Acosta 2010; Acosta *et al.* 2013). Desgraciadamente, las publicaciones para la depresión central de Chiapas se han centrado en el periodo de finales del Pleistoceno e inicios del Holoceno (10500-9000 ANE), pero las ocupaciones del Holoceno temprano (9000-7000 ANE) y medio (7000-2200 ANE) son aún poco conocidas, no obstante su importancia para comprender el desarrollo de la agricultura y las primeras aldeas sedentarias.

UBICACIÓN Y CRONOLOGÍA

La Encañada se localiza en el municipio de Ocozacoautla, en la depresión central de Chiapas, en el borde de una cañada de poca profundidad, a unos 2.5 km al oeste del abrigo Santa Marta (fig. 1), el sitio precerámico mejor conocido de la región (Santamaría y García-Bárcena 1982; Acosta 2011). El origen de la cueva es endógeno, resultado de un antiguo cauce subterráneo ahora extinto. Las paredes de la cueva están formadas por calizas dolomíticas que conforman una galería de grandes dimensiones, aunque relativamente angosta, y presentan restos de pinturas rupestres (manos al negativo) en la entrada de la cueva (fig. 2).

El sitio se localizó en noviembre de 2015, durante el recorrido de superficie del *Proyecto Cazadores del Trópico Americano* (Acosta 2008). Este fue uno de los sitios considerados para su excavación para identificar ocupaciones precerámicas en el área, debido a que se localizaron artefactos de pedernal con presencia de pántina en superficie y por la aparente buena sedimentación a la entrada de la cueva. Entre 2005 y 2006 se llevaron a cabo las excavaciones en 2 pozos de 2 m².

La secuencia estratigráfica está integrada por 5 capas naturales en una serie de 2 metros. Los primeros tres estratos son de material limoso de color oscuro, con pisos o niveles donde se concentraban los materiales culturales y cambios de compactación poco definidos. Los últimos dos estratos incluían material muy compactado, con un marcado cambio en la génesis de los suelos e indicando posiblemente eventos edafológicos ligados a una mayor humedad y dinámica de deposición; estos dos últimos estratos (capas IV y V) están constituidos por material arenoso con guijarros y gravillas incluidas de coloración amarillenta y rojiza, las cuales atestiguan que la cueva tenía, para estas épocas, un curso de forma estacional.

La ocupación cerámica más tardía se ubica en los primeros 20 cm de la superficie, entre las capas I y II, con materiales cerámicos de distinta cronología pero predominantemente del Clásico y Posclásico. Los ma-

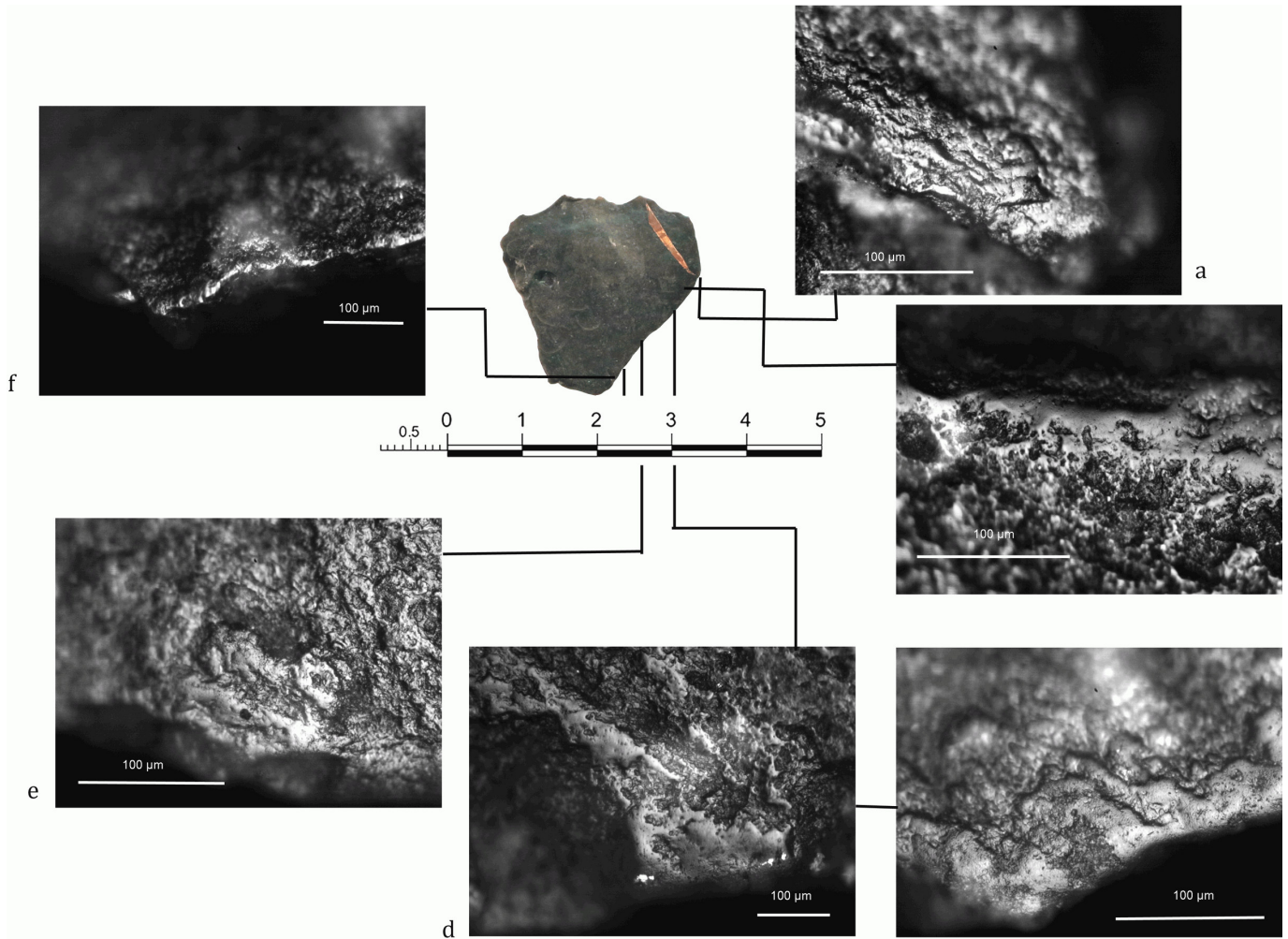


Figura 4. Cara ventral del artefacto LEN1E1III-14-5 con huellas de uso asociadas a trabajo vegetal: a, b, c y e (200x); d y f (100x).

teriales culturales disminuyen hasta el nivel 10 (–1 m) de la capa III, en la que aparecen materiales cerámicos del Clásico Tardío y Posclásico Temprano, con una datación asociada de 910 ± 30 (1030-1210 cal. AP; Beta-305559). La ocupación del periodo cerámico concluye en el nivel 12 (–1.2 m) y corresponde a material del Preclásico Temprano, con cerámica de la fase Mirla (c. 1200 ANE).

La ocupación precerámica del sitio se inicia a partir de los –1.3 m (nivel 13). Los materiales son principalmente de pedernal. Aunque la densidad de artefactos es aún baja, aparecen hogares y restos de alimentos, una piedra de molienda y abundante carbón. La ocupación más intensa en los niveles precerámicos se localiza concentrada en el nivel 14 de la capa III. La lítica muestra similitudes con otros sitios precerámicos del área, como Santa Marta, con un predominio de artefactos sobre lasca elaborados desde núcleos poliédricos, excepto por el empleo de algunas láminas con dorso rebajado. Se obtuvo la fecha 5110 ± 30 (3880-3800 cal. ANE; Beta-305560) de ^{14}C .

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS Y FUNCIONALES

Sobre las características culturales de la ocupación precerámica, se observa que el sitio fue ocupado como un campamento secundario, centrado en la preparación de alimentos y manufactura de artefactos líticos; esta última actividad fue incentivada por los yacimientos de pedernal ubicados a menos de 1 km, así como por los nódulos de pedernal de buena calidad localizados en los cauces del arroyo de la cañada que da nombre al sitio. Los restos de fauna, aún en estudio, indican el consumo de mamíferos y el procesamiento de plantas, como lo atestigua la única piedra de molienda recuperada.

Sobre el proceso de talla, se pudo identificar la percusión directa y la predilección de percutor duro sobre percutor blando; mientras que los núcleos indican una secuencia de talla asistemática, no obstante se practicó también la manufactura de láminas de dorso rebajado (fig. 3). Los núcleos suelen ser poliédricos, sobre los que

predominan las lascas como derivados, generalmente anchas y de sección gruesa y triangular. En contraste, las láminas son escasas y generalmente cortas. El talón indica que la plataforma de percusión fue escasamente preparada. La calidad del pedernal empleado en la talla es predominantemente de grano fino, contrario a los artefactos contemporáneos del abrigo Santa Marta, elaborados con pedernal de menor calidad.

Sobre 81 artefactos de la ocupación precerámica se realizó un análisis funcional siguiendo la metodología ya utilizada en otros conjuntos líticos en el área de estudio (Pérez 2017; Pérez y Acosta 2018; Álvarez *et al.* 2004, 2009). Para el registro de los rastros de uso se utilizó un microscopio metalográfico *Olympus BX52* con un aumento de 200x. Para los análisis funcionales de base microscópica partimos del principio de tomar en cuenta los contextos arqueológicos, de tal forma que los datos puedan ser comparados con otras regiones, con el fin de establecer patrones de racionalidad económica y subsistencia de mayor alcance que la zona de estudio.

De la muestra seleccionada para el análisis, fue posible caracterizar micropulidos en un total de 30 artefactos, y en 7 se pudieron asociar microrresiduos asociados al micropulido identificado. Con respecto a los micropulidos detectados, la mayoría se pueden asociar a movimientos transversales en maderas secas y vegetales (fig. 4). También se pudieron identificar algunos movimientos longitudinales asociados a hueso y, en menor medida, a movimientos transversales en piel.

COMENTARIOS FINALES

Los sitios arqueológicos asociados al denominado periodo *Arcaico* han sido poco investigados y caracterizados en la arqueología de México; a pesar de que se han trabajado algunos sitios asociados al Holoceno medio en la región, la información ha sido muy fragmentaria y escasa.

Los resultados obtenidos en la cueva La Encañada pretenden contribuir al conocimiento de este periodo

poco estudiado en la región; junto con los datos ya obtenidos de las excavaciones del abrigo de Santa Marta, arrojan información inédita sobre cómo grupos cazadores-recolectores aprovechan y manejan recursos, lo cual nos permite vislumbrar un patrón de ocupación y explotación de ecosistemas en zonas tropicales.

En su forma más básica, consiste en el aprovechamiento de un amplio espectro de recursos, en una estrategia itinerante de alteración y perturbación de la flora nativa; con efectos en la disponibilidad, distribución y predictibilidad de los recursos vegetales y animales. La domesticación es un proceso con raíces profundas en el tiempo y sus orígenes deben remontarse hasta la transición Pleistoceno-Holoceno (Smith 2001), particularmente para aquellas sociedades con un conocimiento profundo de los ecosistemas tropicales para los últimos 12 500 años, como se ha documentado para los sitios de Santa Marta, Chiapas (Acosta 2008, 2011; Acosta y Pérez 2012, Acosta *et al.* 2011); Xihuatotla, Guerrero (Piperno *et al.* 2007) y Soconusco, Chiapas (Kennett *et al.* 2006).

Sobre los autores

El Dr. GUILLERMO ACOSTA OCHOA es Investigador de tiempo completo del Instituto de Investigaciones Antropológicas (UNAM) y corresponsable del Laboratorio de Prehistoria y Evolución Humana (IIA). Dirige el proyecto «El desarrollo de las sociedades agrarias en la cuenca de México», con el objetivo de evaluar el papel que desempeñaron las comunidades de las fases Playa (6000-4500 a. C.) y Zohapilco (3000-2200 a. C.) en la adopción del patrón de residencia sedentario y el sistema de subsistencia basado en la agricultura que caracterizan a las sociedades del periodo Formativo.

PATRICIA PÉREZ MARTÍNEZ es Doctora en Estudios Mesoamericanos (FFyL-UNAM). Actualmente, se desempeña como responsable del Laboratorio de Tecnología de Cazadores Recolectores de la Escuela Nacional de Antropología e Historia y se ha especializado en análisis funcionales de base microscópica y en la identificación de microrrestos en artefactos líticos.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, G.

— 2008. *La cueva de Santa Marta y los cazadores-recolectores del Pleistoceno final-Holoceno temprano en las regiones tropicales de México*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- 2010. Late Pleistocene/Early Holocene tropical foragers of Chiapas, Mexico: recent studies. *Current Research in the Pleistocene* 27: 1-4.
- 2011. El poblamiento de las regiones tropicales de México hace 12 500 años. *Anales de Antropología* 45: 227-235.
- ACOSTA, G. & P. PÉREZ. 2012. El poblamiento de Chiapas a fines del Pleistoceno. En *Arqueología Reciente de Chiapas: contribuciones del encuentro celebrado en el 60.º aniversario de la Fundación Arqueológica Nuevo Mundo*, eds. L. S. Lowe & M. E. Pye, pp. 21-29. Provo, Utah: Brigham Young University.
- ACOSTA, G., P. PÉREZ & I. RIVERA. 2013. Methodology for the study of plant food processing in hunter-gatherer societies: a case study. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas* 8/3: 535-550.
- ACOSTA, G., P. PÉREZ, I. RIVERA & J. CORTÉS. 2011. Análisis de áreas de actividad en sociedades cazadoras-recolectoras: el caso del abrigo de Santa Marta. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, Supl. 11: 3-13. São Paulo.
- ÁLVAREZ, M., M. T. CIVALERO, P. M. FERNÁNDEZ & A. G. GURÁIEB. 2004. El uso de materias primas vegetales en la costa del norte del Canal de Beagle a través del análisis funcional de base microscópica. En *Contra viento y marea. Arqueología de Patagonia*, vol. 2, pp. 279-294.
- ÁLVAREZ, M., R. BARBERENA, K. BORRAZO & L. BORRERO. 2009. Diversidad tecnológica en el extremo sur de Patagonia: tendencias y continuidades en el diseño y uso de materiales líticos. En *Perspectivas Actuales en Arqueología Argentina*, pp. 244-267.
- DRUCKER, P. 1948. *Middle American Research Records: Preliminary Notes on an Archaeological Survey of the Chiapas Coast*. Middle American Research Institute, Tulane University of Louisiana.
- GARCÍA-BÁRCENA, J. 1982. *El Preclerámico de Aguacatenango*. Chiapas, México.
- GARCÍA-BÁRCENA, J. & D. SANTAMARÍA. 1982. *La cueva de Santa Marta Ocozocoautla. Chiapas*. INAH.
- GUEVARA SÁNCHEZ, A. 1981. *Los talleres líticos de Aguacatenango, Chiapas*. INAH.
- KENNETT, D. 2012. Archaic-period foragers and farmers in Mesoamerica. En *The Oxford Handbook of Mesoamerican Archaeology*, pp. 141-150. Nueva York: Oxford University Press.
- KENNETT, D. J., B. VOORHIES & D. MARTORANA. 2006. An ecological model for the origins of maize-based food production on the Pacific coast of southern Mexico. En *Behavioral Ecology and the Transition to Agriculture*, pp. 103-136. Berkeley: University of California Press.
- LORENZO, J. L. 1955. Los concheros de la costa de Chiapas. *Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia* 6/7: 41-50.
- MACNEISH, R. S. & S. PETERSON. 1962. *The Santa Marta Rock Shelter Ocozocoautla, Chiapas, Mexico*.
- PÉREZ, P. 2017. *Patrones de subsistencia en grupos cazadores-recolectores durante el Holoceno en la Depresión Central de Chiapas*. Tesis doctoral. UNAM.
- PÉREZ, P. & G. ACOSTA. 2018. Análisis funcionales en artefactos líticos de grupos cazadores-recolectores en regiones tropicales durante la transición Pleistoceno final-Holoceno temprano: el abrigo Santa Marta, Chiapas, México. *Arqueología Iberoamericana* 37: 23-30.
- PIPERNO, D. R., J. E. MORENO, J. IRIARTE, I. HOLST, M. LACHNIET, J. G. JONES, A. J. RANERE & R. CASTANZO. 2007. Late Pleistocene and Holocene environmental history of the Iguala Valley, central Balsas watershed of Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104/29: 11874-11881.
- SANTAMARÍA, D. & J. GARCÍA-BÁRCENA. 1989. *Puntas de proyectil, cuchillos y otras herramientas de la Cueva de los Grifos, Chiapas*. Cuadernos de Trabajo 40. Ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, Departamento de Prehistoria.
- SMITH, B. D. 2001. Low-level food production. *Journal of Archaeological Research* 9/1: 1-43.
- VOORHIES, B.
- 1976. *The Chantuto People: An Archaic Period Society of the Chiapas Littoral, Mexico*. Papers of the New World Archaeological Foundation 41. Provo, Utah: New World Archaeological Foundation, Brigham Young University.
- 2004. *Coastal Collectors in the Holocene: The Chantuto People of Southwest Mexico*. University Press of Florida.

RESEARCH ARTICLE

**THE PYRAMIDS AND TEMPLES OF GIZEH:
FLINDERS PETRIE, ARQUEÓLOGO DEL SIGLO XIX**

**The Pyramids and Temples of Gizeh:
*Flinders Petrie, a Nineteenth Century Archaeologist***

Alberto Camacho Ríos, Bertha Ivonne Sánchez Luján

Tecnológico Nacional de México, México
(camachoalberto@hotmail.com, ivonnesanchez10@yahoo.com)

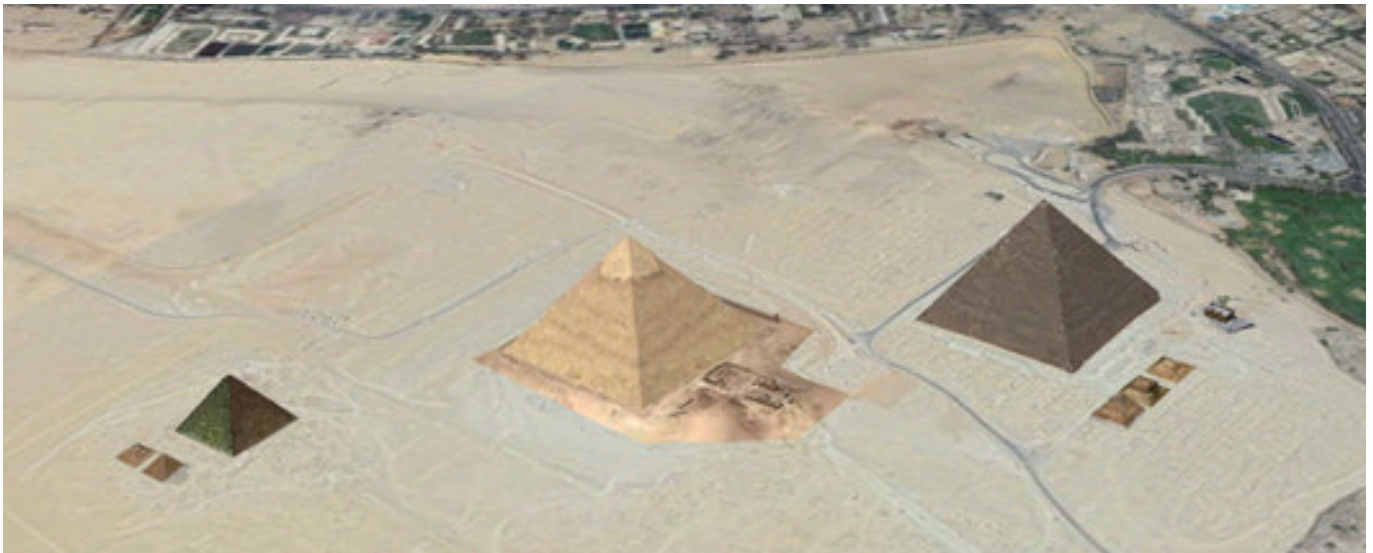


Figura 1. Panorámica de las tres pirámides de Guiza. Cortesía de *Google Earth Pro*.

RESUMEN. *El sitio de Guiza en Egipto ha sido medido con suficiente precisión en diferentes épocas por expediciones de arqueólogos que reportaron los resultados de los levantamientos en variados documentos. Todos midieron las dimensiones de las tres pirámides principales sobre los mismos vértices situados originalmente por el arqueólogo inglés Flinders Petrie alrededor de 1880. Los reportes nos permitieron determinar las longitudes de las bases y alturas de las pirámides de Keops, Kefrén y Micerino. La traslación de esas longitudes de metros a pies egipcios antiguos de 0.3 m muestra que las magnitudes de longitud, área y volumen de los edificios fueron determinadas partiendo de un sistema de medición cuyos números representan las revoluciones de diferentes planetas. En esta publicación realizamos la determinación de las longitudes de las pirámides, así como su traslación a ese sistema y mostramos además resultados numéricos importantes entre las proporciones de sus diferentes magnitudes y las del planeta Tierra.*

PALABRAS CLAVE. *Pirámides; Guiza; revoluciones planetarias; pie egipcio; proporciones.*

ABSTRACT. *The site of Giza in Egypt has been measured with precision, at different times, by expeditions of archaeologists who have reported the results of their surveys in various documents. All surveys measured the dimensions of the three main pyramids on the same vertices originally located by the English archaeologist Flinders Petrie, around*

Recibido: 6-11-2018. Aceptado: 15-11-2018. Publicado: 22-11-2018.

1880. His reports allowed us to determine the lengths of the bases and heights of the pyramids of Cheops, Chephren and Mykerinos. The translation of these lengths of meters to ancient Egyptian feet of 0.3 meters shows that the magnitudes of length, area, and volume of the buildings were determined starting from a measurement system whose numbers represent the revolutions of different planets. In this paper, we determine the lengths of the pyramids and their translation to that system, as well as the important numerical results between the proportions of their different magnitudes with those of the planet Earth.

KEYWORDS. *Pyramids; Giza; planetary revolutions; Egyptian foot; proportions.*

INTRODUCCIÓN

El objetivo es utilizar las medidas longitudinales de las pirámides de Keops, Kefrén y Micerino, determinadas alrededor de 1880 por el arqueólogo inglés Flinders Petrie, con el propósito de mostrar significados importantes, que pertenecen al sistema de medición antiguo, obtenidos al convertir dichos datos del sistema métrico a «pies egipcios» de 0.3 metros.

Petrie fue de los primeros arqueólogos en utilizar un método sistemático en el estudio arqueológico de los sitios más importantes de Egipto. Además de las excavaciones, incluyó levantamientos topográficos para determinar las dimensiones de los monumentos. Centró su atención en la precisión de las medidas, de modo que la aproximación de los instrumentos utilizados y las técnicas de campo permitieran especificar tolerancias mínimas en su búsqueda. Su visión era poco complaciente de los «errores». Se deberían medir los sitios con mayor precisión y exactitud que las que originalmente habían empleado sus constructores:

«Si queremos entender a qué tipo de precisión apuntaban los antiguos, nuestros errores al examinar su trabajo deben ser tan pequeños que sean insignificantes por el lado de sus errores. Si se acercaron a la centésima de pulgada más cercana, debemos ir a la milésima más cercana, para saber cuáles eran sus ideas de precisión» (Petrie 1883: *Introducción*).

La meseta de Guiza fue levantada durante los años 1880-1881. Reportó los resultados en un documento que tituló *The Pyramids and Temples of Gizeh*, publicado en 1883. El levantamiento fue desarrollado a partir de envolver el sitio con una «triangulación trigonométrica» cuyas figuras incluyeron los vértices de las bases y altura de las tres pirámides principales.

Para las longitudes de la base y altura de la Primera Pirámide, tal como reconoció a la de Keops, obtuvo un promedio para los lados de 9068.8 pulgadas ingle-

sas de 0.0254 m, con una tolerancia especificada de ± 0.6 (p. 11), o sea 230.34752 ± 0.01524 m. De modo que el lado se puede estimar, al sumar la tolerancia al promedio, en 230.36276 m; mientras que la altura fue determinada en 146.63928 m.

Obsérvese que la proporción del lado de la pirámide respecto de su altura ($230.36276/146.63928$) otorga un número parecido a la mitad del irracional π , este es 1.570948521, cuya coincidencia con el primero, al multiplicarlo por dos, se acerca a 3.141897042, haciendo una diferencia entre ambos de 0.0003043884103. Por su lado, Cole (1925) obtuvo una aproximación para el lado de 230.36375 m, con una altura de 146.71 m (tabla I). La proporción que resulta entre ambas magnitudes es de $230.36375/146.71 = 1.57019801$, obteniendo al multiplicar por dos 3.140396019.

El lector se equivoca si piensa que ese número se refiere al irracional π , como se han equivocado investigadores que han analizado las magnitudes de la pirámide desde ese punto de vista. La coincidencia es solamente eso. El verdadero número que proporcionan el lado y la altura es 1.570537278, del que resulta el racional 3.141074556..., que hace una diferencia respecto del π griego de 0.00051809759... El número racional 3.141074556 fue designado por Camacho (2018) con el símbolo π_1 , demostrando además que su construcción es posible a partir de involucrar el producto de los números que representan las revoluciones sinódica y sideral de la Luna. El número π_1 conserva los atributos del π griego, principalmente en el cálculo de perímetros y áreas de círculos, cuyas magnitudes son determinadas por los productos de números que representan las medidas de las revoluciones planetarias. Obsérvese que el promedio para π_1 , que resulta de utilizar las estimaciones de Petrie y Cole para el lado y la altura de la pirámide, es de 3.141146531, con una diferencia poco significativa entre ambos de 0.0000719745.

Nuestra postura es que las bases de las pirámides fueron originalmente diseñadas de forma cuadrada, toda vez que el paso del tiempo y las diferentes restauracio-

nes les han dejado una figura de «trapecio regular». Esta hipótesis es verificable, puesto que las longitudes este y oeste que aporta Petrie de la Segunda Pirámide, tal como reconoció a la de Kefrén, son casi idénticas hasta la segunda cifra decimal, es decir, en metros: 215.27008 para el este y 215.2777 para el oeste (tabla II). Incluso el lado sur es cercano a estas últimas, presentando un error próximo a 3 cm, o sea, 215.31326; siendo la más alejada de ellas la longitud del lado norte, la cual es de 215.218616, con un error cercano a los 5 cm.

La Tercera Pirámide, tal como llamó a la de Micerino, conserva actualmente su base, aproximándose casi de forma completa a un cuadrado. Calculó su lado en 4153.6 ± 3 pulgadas inglesas, algo así como 105.5 m, y la altura en 2564 ± 15 pulgadas del mismo sistema, próxima a los 65 m.

A pesar de la precisión que se impuso, no hizo ningún intento por interpretar los resultados del levantamiento del sitio desde la metrología antigua, ni de la información que obtuvo para las tres pirámides, aun cuando llegó a estimar el «codo real» egipcio en 1.7 pies ingleses, o sea 0.52428 m. Tampoco lo hicieron las comisiones que le precedieron y se conformaron solamente con exhibirlos.

En nuestra opinión, la geometría del yacimiento fue elaborada utilizando diferentes fragmentos de medidas como el ya mencionado pie egipcio. Al transferir las longitudes de los templos a partir del pie de 0.3 m, ocurre que sus magnitudes de longitud, área y volumen se transfieren a un sistema de medición en cuyo dominio se encuentran números que representan las revoluciones planetarias. Por ejemplo, en pies egipcios, el volumen de la pirámide de Kefrén se reduce con precisión al producto de los siguientes tres números: $585 \times 365.625 \times 384$. El primero representa al ciclo sinódico del planeta Venus, mientras que los otros dos a los años solar y lunar, de manera muy semejante a su concepción actual.

PIE EGIPCIO, CODO GEOGRÁFICO, RADIO Y CIRCUNFERENCIA DE LA TIERRA

Los primeros documentos rescatados de Egipto indican que el sistema de medidas estaba sustentado en un pie de 0.3 m. Esta unidad se conoce generalmente como «codo sagrado» o también «pie egipcio». Fue la unidad de medida estándar desde tiempos predinásticos y hasta el primer milenio antes de Cristo. Su valor fue determinado primero por Isaac Newton al intentar

obtener las dimensiones de la Cámara del Rey, que se encuentra en el interior de la Primera Pirámide (Newton 1737), y se verificó con precisión a principios del siglo XIX cuando se desarrollaron estudios como resultado de la expedición napoleónica a Egipto, cuyos ingenieros tuvieron la encomienda de establecer la «norma» de medida egipcia.

Por su lado, Camacho (2018) ajustó la magnitud del «codo geográfico» egipcio en los 0.4619836247 m, que había estimado Stecchini (1961) en 0.461693504 m. También determinó el radio polar R de la Tierra en 13,753,255.21 codos geográficos, a partir del círculo máximo C que pasa por los polos, mientras los geógrafos egipcios, unos 3000 años a. C., lo habían estimado en 86,400,000 codos geográficos. Ambos números resultan ser, en metros:

$$R = 6,353,778.6933 \text{ y } C = 39,915,385.17$$

El radio polar actual se aproxima a los 6,356,800 m, mientras que el círculo polar máximo lo hace a los 39,940,952.36 m, cuya diferencia respecto a las medidas egipcias es insignificante. Del perímetro de la Tierra determinado por los geógrafos egipcios se deduce que un grado de latitud próximo a la región egipcia, que se encuentra entre las latitudes N de 24° y 31.5° , resulta ser de 240,000 codos geográficos.

METODOLOGÍA

Nos propusimos las siguientes actividades:

- Recuperación de las medidas de los monumentos determinadas a partir de levantamientos topográficos de alta precisión, desarrollados desde finales del siglo XIX sobre el sitio de Guiza en Egipto.
- Traslación de las longitudes del sistema inglés al sistema métrico y de este al sistema metroológico egipcio antiguo.
- Determinación de promedios de las magnitudes de la base y altura de las pirámides y cálculo de sus áreas y volúmenes, así como de la totalidad de los elementos geométricos, verificando siempre las proporciones entre ellos; tomando en consideración la tolerancia longitudinal y angular especificadas por los autores de los levantamientos.
- Revisión de la existencia de un modelo metroológico sustentado en los números que representan las revoluciones planetarias de los astros, que determina al propio sistema de medición.

Tabla I. Resultados de las mediciones desarrolladas sobre las dimensiones de la pirámide de Keops.

LONGITUDES EN METROS	PETRIE (1883)	COLE (1925)	GOBIERNO EGIPCIO (1925)	DASH (2015)	PROMEDIOS
Norte	230.36276	230.253	230.5583	230.329	230.424575
Sur	230.3653	230.454	230.4544	230.334	230.424775
Este	230.31958	230.391	230.38978	230.384	230.389395
Oeste	230.34244	230.357	230.357	230.407	230.3575
Promedios	230.34752+0.01524 = 230.36276	230.36375	230.43987	230.3635	230.38247
Altura	146.63928	146.71		146.5	146.701388
Diagonal	325.7229	325.7835			325.8348048

- e) Verificación de la proporción de algunas de las magnitudes de los monumentos con los atributos geométricos del planeta Tierra, como son el radio polar R , así como, también, con la definición que los egipcios conocían de la magnitud de un grado de latitud.
- f) Caracterización de los resultados a la luz del sistema de medición.

LONGITUDES DE LA BASE Y ALTURA DE LA PRIMERA PIRÁMIDE

Después del levantamiento de Petrie en la meseta de Guiza, otras expediciones desarrollaron triangulaciones apoyándose sobre los mismos vértices fijados por el primero. Una de ellas fue la dirigida por el arqueólogo inglés J. H. Cole, quien en 1925 obtuvo resultados análogos a los determinados por Petrie. En condiciones semejantes, ese año, el gobierno egipcio desarrolló mediciones sobre los mismos vértices. Cole reportó sus resultados, incluyendo los de la expedición egipcia, en un informe que tituló *Determination of the Exact Size and Orientation of the Great Pyramid of Giza*.

Finalmente, Dash (2015) realizó mediciones en el yacimiento sobre una cuadrícula que con anticipación se había trazado, la cual comprendió los vértices y alturas de las pirámides, fijadas durante las mediciones que antecedieron. En la tabla I concentramos las longitudes de los lados de la base, así como la altura, de la Primera Pirámide, tal como fueron reportadas por las cuatro comisiones.

Puesto que las cuatro comisiones desarrollaron las mediciones sobre los mismos vértices en la búsqueda siempre de una mejor precisión, suponemos que la «media» de cada lado medido por estas últimas, así como la media general de los cuatro lados involucrados, «media de medias», otorga el lado promedio de la base de la pirámide con suficiente precisión. Se aprecia que el lado promedio que resulta de este punto de vista se reduce a 230.38247 m (tabla I), el cual hemos dejado en 230.4 m, con una diferencia poco significativa de 17.53 mm que suponemos se debe al deterioro de la piedra caliza con la que el monumento fue revestido originalmente. Al fijar el lado en esa magnitud, 230.4, la proporción entre esta y la altura h debe cumplir con la proporción del número $\pi_1 = 3.141074556$ que nos hemos impuesto como condición. Ello ocurre si la altura toma el valor de 146.701388 m. Esta última es casi indistinguible con la estimada por Cole en 146.71 m, que se diferencia de la nuestra en 8.612 mm.

La dupla (230.4, 146.701388) hace que el ángulo del vértice superior que forman cada uno de los cuatro triángulos de las caras frontales de la pirámide sea de 96° , lo cual resulta sencillo de verificar. Obsérvese que la suma de los cuatro ángulos de cada vértice hace un total de 384° , que coincide con el valor de un año lunar de 384 días, ya comentado. Como veremos enseguida, el año lunar de 384 días, «norma» en todas las magnitudes de longitud, área y volumen del monumento, es transversal en algunas de las dimensiones de las otras dos pirámides. Cabe decir que el año lunar de 384 días se dividía en 13 meses de 29.5384615... días cada uno, toda vez que $384/13 = 29.5384615...$ días.

El número 29.5384615... días se conoce como ciclo sinódico de la Luna, o «mes lunar», que coincide con el conocimiento que se tiene actualmente del mismo, ya que este se estima en los 29.530556 días. Por su parte, el año sideral lunar corresponde a 12 meses sinódicos de 29.53846... días, o sea 354.461538... días, que también se dividía en 13 «meses siderales» de 27.26627... días¹ (Camacho 2018); siendo la proporción que guardan ambos periodos de:

$$\frac{384}{354.461538 \dots} = \frac{29.5384615 \dots}{27.26627 \dots} = 1.08333 \dots \text{ días.}$$

Geometría de la Primera Pirámide

Si se trasladan a pies egipcios (*pe*) de 0.3 m el lado y altura de la pirámide, que en lo que sigue designaremos como l_1 y h_1 , se obtiene que:

$$(l_1 = 230.4 \text{ m}, h_1 = 146.701388 \text{ m}) \Rightarrow (l_1 = 768 \text{ pe}, h_1 = 489.0046267 \text{ pe})$$

Una primera observación a la traslación al nuevo sistema es que el lado de 768 *pe* comprende dos años lunares de 384 días, puesto que $768 = 384 \times 2$.

Se conserva además la proporción entre el lado l_1 y la altura h_1 en la forma:

$$\frac{l_1}{h_1} = \frac{768}{489.0046267} = 1.570537278 \dots = \frac{\pi_1}{2}$$

De aquí se deduce que la altura h_1 en función del lado y π_1 resulta ser:

$$h_1 = 489.0046267 \text{ pe} = \frac{4 \times 384}{\pi_1} = \frac{2 \times 768}{\pi_1} \text{ pe}$$

De modo que el área de la base de la pirámide queda como sigue:

$$A_1 = 768 \times 768 = (768)^2 = (2 \times 384)^2 = 589,824 \text{ pe}^2$$

y su volumen se puede representar de esta forma:

$$V_1 = \frac{1}{3} \times (768)^2 \times \frac{2 \times 768}{\pi_1}$$

O bien:

$$V_1 = \frac{2}{3 \times \pi_1} \times (768)^3 = 96\,142\,222.222 \text{ pe}^3$$

¹ El periodo sideral actual de la Luna se reconoce como 27.321659 días.

La proporción entre el volumen V_1 y el área A_1 es:

$$\frac{D_1}{A_1} = \frac{2}{3 \times \pi_1} \cdot 768$$

Si se determina la diagonal de la base D_1 a partir del lado de 768 *pe*, esta resulta ser de:

$$D_1 = 768 \times \sqrt{2} \text{ pe}$$

Donde:

$$\frac{D_1}{2} = r_1 = 384 \times \sqrt{2} \text{ pe}$$

Es sencillo determinar la arista de las caras frontales de la pirámide; estas miden 730.7787113 *pe*. Se puede disponer, en función del año lunar de 384 días y π_1 , como:

$$730.7787113 = \frac{384}{\pi_1} \times \sqrt{2 \times \pi_1^2 + 16}$$

Mientras que la altura queda así:

$$621.7568053 = \frac{384}{\pi_1} \times \sqrt{\pi_1^2 + 16}$$

De aquí que el área de cada una de las caras frontales resulte ser:

$$A_2 = \left(\frac{(384)^2}{\pi_1} \right) \times \sqrt{\pi_1^2 + 16}$$

Siendo el área de las cuatro caras:

$$A_C = 4 \times \left(\frac{(384)^2}{\pi_1} \right) \times \sqrt{\pi_1^2 + 16}$$

De donde se sigue que la proporción entre el área de la base $(768)^2$ respecto al área de las cuatro caras es:

$$\frac{4 \times \pi_1}{\sqrt{\pi_1^2 + 16}}$$

Consideraciones astronómicas

Arriba comentamos que el radio de la Tierra en grados geográficos (c_g) fue determinado por Camacho (2018) en 13,753,255.21, que en metros se puede disponer como $R = 6,353,778.6933$. Si este último se trasladada a pies egipcios de 0.3 metros, queda como $R = 21,179,262.31 \text{ pe}$.

Si se divide por el valor de la mitad de la diagonal de la base de la pirámide,

$$\frac{D_1}{2} = r_1 = 384 \times \sqrt{2} pe$$

resulta:

$$\frac{R}{r_1} = \frac{21\,179\,262.31}{384 \times \sqrt{2}} = 39\,000 pe$$

Donde el número 39,000 representa 50 revoluciones sinódicas del planeta Marte, siendo que una revolución corresponde a 780 días, o sea:

$$\frac{R}{r_1} = 780 \times 50 pe$$

De aquí se sigue que el radio R de la Tierra, en pe , se puede disponer, en función del ciclo sinódico de Marte y el año lunar de 384 días, como:

$$R = 21\,179\,262.31 = 780 \times 384 \times 50 \times \sqrt{2} pe$$

También el círculo máximo C de la Tierra, equivalente a 86,400,000 c_g , corresponde a 133,051,283.9 pe . O bien:

$$133\,051\,283.9 = 768 \times 39\,000 \times \sqrt{2} \times \pi_1 pe$$

En esa magnitud la cifra 768 representa el lado l_1 de la base de la pirámide y 39,000 la proporción entre R y la mitad de la diagonal de su base, r_1 . De aquí es posible reescribir el perímetro C del círculo máximo de la Tierra, en función de los elementos de la pirámide, de la siguiente forma:

$$133\,051\,283.9 = l_1 \times \frac{R}{r_1} \times \sqrt{2} \times \pi_1$$

SEGUNDA PIRÁMIDE

Los datos de Petrie sobre los lados de la pirámide de Kefrén se reportan en pulgadas inglesas en la página 32

de su libro. En la tabla II hemos acomodado las magnitudes en pulgadas inglesas obtenidas durante el levantamiento, así como su traslación a metros y la de estos a pe de 0.3 m.

El lado medio de la base cuadrada que resulta, en metros, es de 215.261825. Petrie consideró un error lineal medio tolerable para las longitudes de ± 1.5 pulgadas, algo así como ± 3.81 cm. Al lado promedio hemos agregado 3.8175 cm, dejándolo cerca de esa tolerancia como 215.3 m. De igual manera, estimó una pendiente media para las caras frontales de $53^\circ 10' \pm 4'$. Actualmente, la pendiente de las caras se acepta en los $53^\circ 07' 48''$, o sea dentro de la tolerancia especificada. Ese ángulo se aproxima a una pendiente de 1.333328371... m, lo cual sugiere que el valor real debió de ser de 1.333... m, que asumiremos para las caras de la pirámide. De modo que el valor real del ángulo que determina la pendiente viene a ser de $53^\circ 07' 48.368''$.

Además, esa pendiente corresponde a la proporción de los ciclos sinódicos de Marte, de 780 días, y Venus, de 585 días, puesto que $780/585 = 1.333...$

Con la mitad del lado de 215.3 metros y la pendiente de las caras, resulta una altura para la pirámide de 143.5333... m. De aquí que la dupla lado-altura ($l_2 = 215.3$ m, $h_2 = 143.5333...$ m) queda en pies egipcios como: $l_2 = 717.666...$, $h_2 = 478.444...$ Además, la proporción entre el lado l_2 y la altura h_2 es de:

$$\frac{l_2}{h_2} = \frac{717.666 \dots}{478.444 \dots} = 1.5$$

De donde se sigue que $l_2 = 1.5 \times h_2$. Con la dupla (l_2, h_2) se deduce un volumen V_2 para la pirámide de:

$$V_2 = 1/3 \times 717.666... \times 717.666... \times 478.444... = 27,378,000 pe^3$$

Siendo que este último se puede disponer como el siguiente producto:

Tabla II. Resultados de las mediciones desarrolladas sobre la base y altura de la pirámide de Kefrén por Petrie.

LONGITUDES	NORTE	SUR	ESTE	OESTE	PROMEDIOS
PULGADAS INGLESAS	8,471.9	8,476.9	8,475.2	8,475.5	8,474.875
METROS	215.218626	215.31326	215.27008	215.2777	215.261825
PIES EGIPCIOS	717.39542	717377533	717.5666	717.592333	717.5394167

$$V_2 = 27,378,000 = 585 \times 365.625 \times 384$$

En este último, los números 585, 365.625 y 384, como ya se dijo, representan respectivamente al ciclo sinódico del planeta Venus el primero, el segundo al año solar y el tercero al año lunar sinódico.

Bajo la consideración $l_2 = 1.5 \times h_2$, el lector puede fácilmente probar que la altura h_2 representa la proporción entre tres veces el volumen V_2 de la pirámide y el área A de su base, es decir:

$$h_2 = \frac{3 V_2}{A}$$

el cual viene a ser un resultado fundamental que muestra un indicio sobre cómo fue diseñada originalmente la pirámide.

Principales elementos geométricos y áreas

Los elementos geométricos más importantes de la pirámide son el lado $l_2 = 717.666... pe$, la altura $h_2 = 478.444... pe$; r_2 es la mitad de la diagonal D_2 de la base, a es una de las cuatro aristas de la pirámide, h es la altura de cualquiera de los cuatro triángulos de las caras frontales y $l_2/2$ es la mitad del lado de la base. Es posible acomodar cada uno en función del lado l_2 . La mitad de la diagonal $D_2/2 = r_2$ viene a ser:

$$r_2 = \frac{l_2}{2} \times \sqrt{2}$$

La arista a queda como:

$$a = \sqrt{0.9444 \dots} \times l_2$$

en tanto la altura h es $l_2/1.2$, siendo el área de la base de la pirámide: $(l_2)^2 = (717.666...)^2 pe^2$.

De l_2 y h resulta el área de los triángulos frontales de la pirámide; para uno de ellos esta es:

$$\left(l_2 \times \frac{l_2}{1.2} \right) \div 2 = \frac{l_2^2}{2.4} pe^2$$

De aquí se sigue que el área de la base cuadrada y el área de cualquiera de los triángulos frontales están en proporción como $2.4 pe^2$. De modo que el área de las cuatro caras es de $(5 \times l_2^2)/3$, la cual está en proporción con el área de la base como $5/3$.

La suma de las áreas del cuadrado de la base y los cuatro triángulos de las caras frontales es de $8/3 \times l_2^2$, mientras que el volumen se puede escribir en función del lado de la base como $2/9 \times l^3$. De donde la propor-

ción entre el volumen de la pirámide y la suma de las áreas es:

$$\frac{2}{9} \times l_2^3 \div \frac{8}{3} \times l_2^2 = \frac{1}{12} l_2$$

Consideraciones astronómicas

Se vio en el rubro anterior que el radio R de la Tierra en pies egipcios es de:

$$R = 21\,179\,262.31 = 780 \times 384 \times 50 \times \sqrt{2} pe$$

Además, la proporción entre la mitad de la diagonal r_2 de la base de la pirámide y su altura h_2 es como:

$$\frac{3}{4} \times \sqrt{2}$$

De aquí se deduce que esta última se acomoda también a partir del radio R de la Tierra en la forma:

$$\frac{R}{780 \times 384 \times 50} = \frac{r_2}{h_2} = \frac{3}{4} \times \sqrt{2}$$

O bien, es posible reescribir el radio de la Tierra con r_2 y h_2 de la pirámide como:

$$R = 780 \times 384 \times 50 \times \frac{r_2}{h_2}$$

Con esta idea, también se puede describir el volumen V_2 usando la mitad de la diagonal D_1 de la pirámide de Keops que hemos llamado r_1 , es decir:

$$r_1 = 384 \times \sqrt{2}$$

quedando:

$$V_2(r_1) = 585 \times 365.625 \times \frac{r_1}{\sqrt{2}}$$

Esto último muestra la estrecha relación metrológica de ambas pirámides.

TERCERA PIRÁMIDE

Petrie obtuvo las longitudes de la base cuadrada de la pirámide de Micerino (p. 37) en un promedio de $4,153.6 \pm 3$ pulgadas inglesas, es decir, $l_3 = 105.50144 \pm 0.0370262$ m y $2,564 \pm 15$ pulgadas del mismo tipo para la altura, que son $h_3 = 65.1256 \pm 0.381$ m. Incluyó además la pendiente de las caras como $51^\circ \pm 10'$. La clave para desentrañar las magnitudes originales del

monumento se encuentra en su altura h_3 . Hemos decidido dejar esta última en 65 m, restándole 12.56 cm, operación que la incluye dentro de la tolerancia especificada de ± 38.1 cm. Ello hace que la altura h_3 sea de 216.666... pe . En cuanto al lado l_3 de la base, lo consideramos en 105.4644138 m, habiendo restado a la longitud promedio 3.7062 cm, que es prácticamente el total de la tolerancia especificada de 3.71 cm. De aquí que en pe quede como $l_3 = 351.548046$. Ambas magnitudes ($l_3 = 351.548046$, $h_3 = 216.666...$) producen un volumen V_p para el paralelepípedo que contiene a la pirámide de:

$$V_p = (351.548046)^2 \times 216.666... = 26,776,972.87 pe^3$$

La magnitud del volumen se puede descomponer como el siguiente producto:

$$V_p = 686.5890479 \times 39,000$$

En este último, el factor 39,000 es la proporción entre el radio R de la Tierra y la mitad de la diagonal de la pirámide de Keops ($r_1 = 384 \times \sqrt{2}$), antes analizada, o sea:

$$\frac{R}{r_1} = \frac{21\,179\,262.31}{384 \times \sqrt{2}} = 39\,000 pe$$

De aquí que sea posible disponer el volumen V_p del paralelepípedo que contiene a la pirámide de Micerino, en función del radio R de la Tierra y de la mitad de la diagonal r_1 de la base de la pirámide de Keops, en la forma:

$$V_p(r_1, R) = 686.5890479 \times \frac{R}{r_1}$$

Mientras que el número 686.5890479 representa el periodo sideral del planeta Marte, siendo la magnitud que se acepta actualmente de 686.971 días, con una diferencia entre ambos periodos de 0.382 días.

Lo anterior deja ver que, para la definición del volumen V_p del paralelepípedo que contiene a la pirámide, los geógrafos egipcios usaron las magnitudes del radio R de la Tierra, la mitad de la diagonal de la base de la pirámide de Keops ($r_1 = 384 \times \sqrt{2}$) y el periodo sideral del planeta Marte de 686.5890479 días. Con ello es posible escribir el volumen de la pirámide en función de esos elementos como:

$$V_3 = \frac{1}{3} \times 686.5890479 \times \frac{R}{384 \times \sqrt{2}} = 26\,776\,972.87 pe$$

También, el mismo volumen V_3 , si así se desea, se puede descomponer en los siguientes factores:

$V_3 = 686.5890479 \times 180 \times 216.666... = 26,776,972.87 pe^3$, toda vez que el área de la base $(351.548046)^2$ es como el producto del año sideral del planeta Marte, 686.5890479, multiplicado por la magnitud 180; y este último, multiplicado por la altura, establece los 39,000 pe que representan la proporción del radio de la Tierra con la mitad de la diagonal de la pirámide de Keops.

CONSIDERACIONES FINALES

La definición de las magnitudes de longitud de las tres pirámides se determinó a partir de establecer inicialmente su volumen astronómico. Ello dio lugar a que los volúmenes de las tres estructuras se pusieran en correspondencia mutua. El lector puede ver enseguida cómo el volumen V_1 de la pirámide de Keops es relacionado con los productos de los volúmenes V_2 y V_3 de las de Kefrén y Micerino, es decir:

$$V_1(V_2 \times V_3) = \frac{16}{3 \times \pi_1} \times \left(\frac{V_2 \times V_3}{780 \times 686.5890476 \times 585 \times 365.625 \times 50} \right)^3 pe$$

En esta última, el contenido del paréntesis representa un año lunar de 384 días, o sea:

$$384 = \frac{V_2 \times V_3}{780 \times 686.5890476 \times 585 \times 365.625 \times 50}$$

Además, el denominador de la expresión muestra la también correspondencia de los tres volúmenes con las revoluciones planetarias dispuestas en el producto, en este caso las de Marte, Venus y el año solar de 365.625 días. Esa correspondencia no es casual y obedece a un proyecto deliberado de los ingenieros y geógrafos que participaron en la construcción de las tres pirámides.

Apuntamos también dos resultados importantes que se deducen de la metrología antigua:

1) Al multiplicar cada una de las revoluciones planetarias por el pie egipcio, los resultados que se obtienen conservan números del sistema de medición, que son múltiplos de las mismas revoluciones. Por ejemplo, el siguiente producto: $780 \times 0.3 = 234 = 58.5 \times 4$. Ello muestra una rígida estructura del sistema asociada al fragmento del instrumento de medición.

2) La otra cuestión notable es aquella en la cual las magnitudes de los monumentos están en correspondencia con los atributos geométricos de la Tierra, como son su radio R , el círculo máximo C que pasa por los polos y el valor de un grado de latitud, que se deduce de este último, incluyendo su propio volumen. Ello indica que

las magnitudes con las que se diseñaron y levantaron los inmuebles fueron determinadas a partir de esas propiedades.

Petrie había sido inspirado por el astrónomo escocés Charles Piazzi Smyth, quien buscaba en las dimensiones de la pirámide de Keops una «verdad divina» desconocida. Smyth contribuyó a difundir esas ideas en un libro que escribió en 1874 titulado *Our Inheritance in the Great Pyramid*, en el que intentaba mostrar que los egipcios conocían el valor del número irracional pi griego. No sabemos si los números de las revoluciones planetarias del sistema metrológico que hemos expuesto forman parte de esa «realidad insólita» que ambos averiguaban. Lo cierto es que ese sistema se impone por

su transversalidad, puesto que aparece en otras culturas y civilizaciones, por su posición cronológica y por su impecable precisión, alejada de posturas antropocéntricas.

También, el sistema determina una paradoja en el reconocimiento que se tiene actualmente del origen de la matemática. Indica no solo que esta ciencia no surgió en Grecia, sino que además nació arropada con una representación importante: *el tiempo*, en ese caso, *sirve de unidad de medida al espacio*.

Invitamos a los especialistas que lo deseen a reproducir los cálculos realizados en este artículo, toda vez que las medidas correspondientes de los monumentos se encuentran ampliamente documentadas.

Sobre los autores

ALBERTO CAMACHO RÍOS (camachoalberto@hotmail.com) es Doctor en Matemática Educativa por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN). Profesor investigador del Tecnológico Nacional de México, a lo largo de los últimos cinco años realiza investigación sobre los sistemas de medición antiguos. Entre sus últimas publicaciones se encuentran «Astronomical magnitudes in the Santa María la Asunción codex» (2017) y «Estudios de metrología antigua. Otra cara del espacio-tiempo» (2018).

BERTHA IVONNE SÁNCHEZ LUJÁN (ivonnesanchez10@yahoo.com) es Doctora en Matemática Educativa por el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional (CICATA-IPN). Profesora investigadora en el Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico de Ciudad Jiménez, es miembro del Comité Latinoamericano de Matemática Educativa y del Consejo Mexicano de Investigación Educativa. Líder del cuerpo académico reconocido por PRODEP «Innovación Educativa y Matemáticas en Nivel Superior», es acreedora del Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación Chihuahua 2014. También es investigadora anfitriona del «Verano de la Investigación Científica» avalado por la Academia Mexicana de Ciencias.

BIBLIOGRAFÍA

- CAMACHO, A.
 — 2017. Astronomical magnitudes in the Santa María la Asunción codex. *IOSR Journal of Humanities and Social Science* 22/2: 82-92. <http://www.doi.org/10.9790/0837-2202058292>.
 — 2018. Estudios de metrología antigua. Otra cara del espacio-tiempo. *Yulök: Revista de Innovación Académica* 2/1: 87-98.
- COLE, H. L. 1925. *Determination of the Exact Size and Orientation of the Great Pyramid of Giza*. Cairo: Egypt Government Press.
- DASH, G. 2015. What Was the Original Size of the Great Pyramid's Footprint? *AERAGRAM* 16/1: 8-11.
- NEWTON, I. 1737. A Dissertation upon the Sacred Cubit of the Jews and the Cubits of the several Nations. En *John Greaves, Miscellaneous Works of Mr. John Greaves, Professor of Astronomy in the University of Oxford*, vol. 2, pp. 405-433. Londres. <http://www.newtonproject.ox.ac.uk/view/texts/normalized/THEM00276>.
- PETRIE, W. M. FLINDERS. 1883. *The Pyramids and Temples of Gizeh*. Londres. <https://archive.org/details/pyramidsandtemp00petrgoog>.
- SMYTH, C. P. 1874. *Our Inheritance in the Great Pyramid*. Londres. <https://archive.org/details/ourinheritancein00smytuoft>.
- STECCHINI, L. C. 1961. A History of Measures. *American Behavioral Scientist* 4/7: 18-21. <http://www.metrum.org/measures>.

RESEARCH ARTICLE

CAMINOS ABORÍGENES CONECTADOS AL QHAPAQ ÑAN, CUENCA DEL RÍO CHANCHÁN, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, ECUADOR

Aboriginal Roads Connected to the Qhapaq Ñan, the Chanchan River Basin, Chimborazo Province, Ecuador

Mary Jadán,¹ Pedro A. Carretero,² Bolívar Galarza³

¹ Investigadora Independiente, registro SENESCYT, Reg-Inv-18-02771, Ecuador (maryjadan@hotmail.com)

² Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador (pcarretero@unach.edu.ec)

³ Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, Ecuador (bogalarza@hotmail.com)

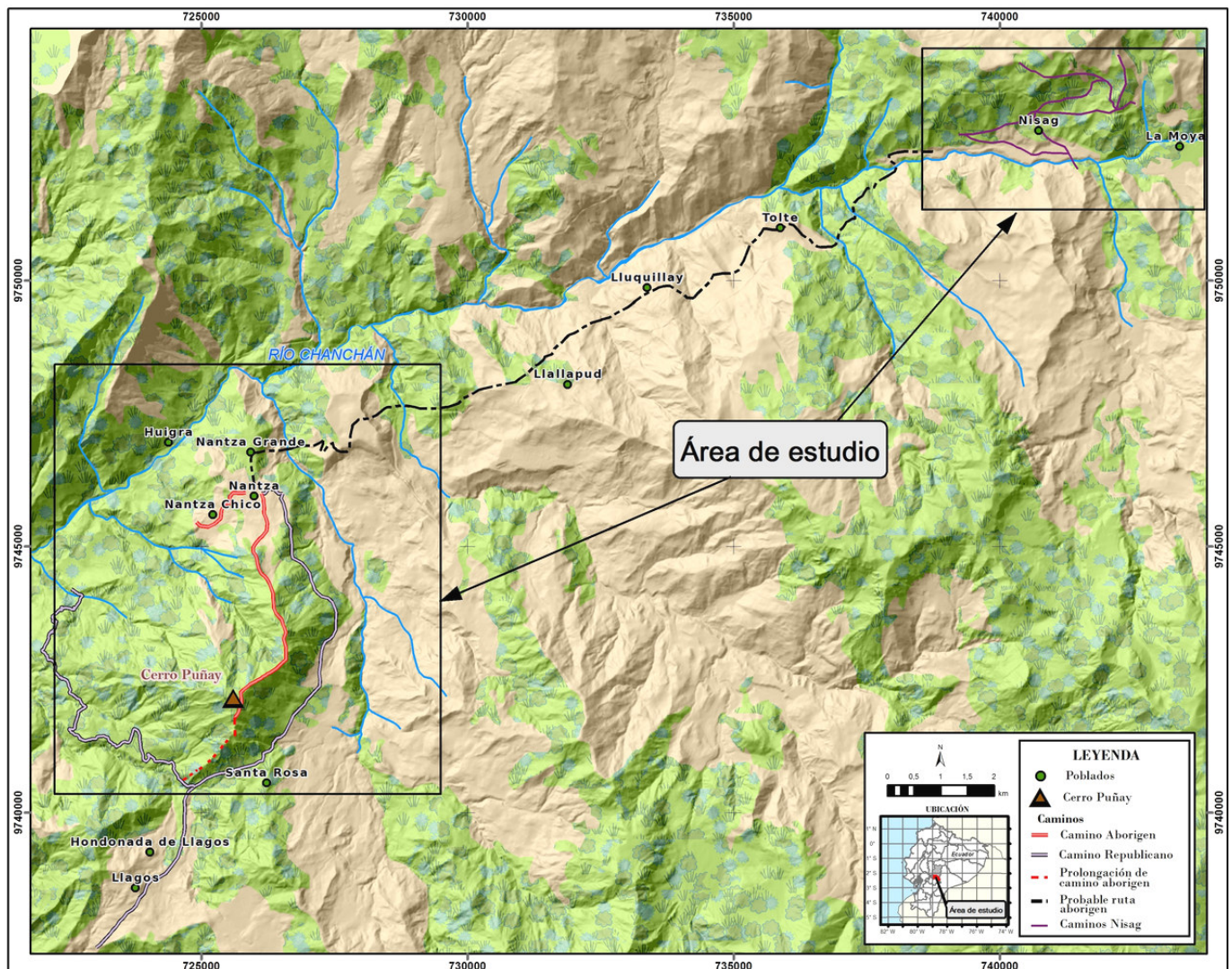


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio. Señala los caminos investigados.

Recibido: 15-11-2018. Aceptado: 5-12-2018. Publicado: 14-12-2018.

RESUMEN. En este artículo explicamos y analizamos algunos caminos preincas o aborígenes de la cuenca del río Chanchán que estuvieron vinculados con poblaciones prehispánicas como Puñay, Nantza, Cochabamba, Pacchala, Santa Rosa, Paccha, Llagos, Nizag, Guasuntos, Pumallacta, Sevilla y otras. Algunas poblaciones subsisten hasta ahora y mantienen una dinámica con los caminos. La mayoría de estas redes viales fueron trazadas antes de la llegada de los incas y aún permanecen dando servicio a las diferentes comunidades que realizan su mantenimiento mediante mingas. Estudios arqueológicos e históricos dan cuenta de una nutrida presencia de los pueblos cañari, puruhá e inca que dejaron su impronta en estos lugares. Un camino importante es el que asciende al Cerro Puñay por el lado norte, desde las localidades de Nantza, Huigra y Pagma; camino que podría ser considerado religioso debido a sus cualidades constructivas. Otra ruta valiosa es la transversal entre Nantza y Nizag, que los incas conectaron al Qhapaq Ñan del sector del Nudo del Azuay y, además, sirvieron de enlace con los sectores costeros. Estas rutas fueron reconstruidas y utilizadas por el Imperio inca.

PALABRAS CLAVE. Caminos aborígenes; Qhapaq Ñan; cañari; puruhá; río Chanchán; Puñay; Nizag.

ABSTRACT. This article explains and analyzes some of the pre-Inca or aboriginal roads of the Chanchan River basin that were linked with pre-Hispanic populations such as Puñay, Nantza, Cochabamba, Pacchala, Santa Rosa, Paccha, Llagos, Nizag, Guasuntos, Pumallacta, Sevilla and others. Some of these communities continue to exist today and still have a relationship with the roads. Most of these road networks were mapped before the arrival of the Incas and continue to serve the different communities that provide maintenance through mingas. Archaeological and historical studies show a high presence of Cañari, Puruha and Inca peoples that left their mark in these places. An important road ascends to Cerro Puñay on the north side, from the localities of Nantza, Huigra and Pagma; a path that could be considered religious based on the qualities of its construction. Another valuable route is the one that crosses between Nantza and Nizag, which the Incas connected to the Qhapaq Ñan of the Nudo del Azuay sector; it also served as a connection to the coastal region. These routes were rebuilt and used by the Inca Empire.

KEYWORDS. Aboriginal roads; Qhapaq Ñan; Cañari; Puruha; Chanchan River; Puñay; Nizag.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio aborda una investigación sobre caminos ancestrales, poco investigados, situados entre la región sur de la provincia de Chimborazo y el norte de la provincia del Cañar en el Ecuador. Nos referimos a las rutas laterales aborígenes que atraviesan las zonas arqueológicas denominadas Cerro Puñay en el cantón Chunchi así como Nantza Grande, Nantza Chico y Nizag en el cantón Alausí (fig. 1).

La cultura material encontrada en esta zona demuestra que el área de referencia, además de guardar información respecto a poblaciones del Formativo Tardío (2000-1600 a. C.), encerraba evidencias arqueológicas sobre las más importantes sociedades de la región centro-sur y sur del Ecuador: los puruhaes, los cañaris (500-1460 d. C.) y los incas (1460-1533 d. C.) (Jijón y Caamaño 1952; Talbot 1924; Collier y Murra 1982; Porras 1977; Alcina 1988; Idrovo 2004; Sánchez 2007; Jadán 2010, 2017; Carretero y Samaniego 2017).

La definición de las lenguas de las culturas prehispánicas aporta interesantes datos sobre los asentamientos y las relaciones entre los diferentes pueblos prehispáni-

cos. Aunque había diferentes lenguas, en esta región se hablaba la lengua cañar mezclada con la de los puruhaes, considerando que el quichua fue la lengua oficial de los incas (Gaviria 1992 [1582]: 404).

González (1878: 5) señala que el territorio del pueblo cañari, en el momento de la conquista inca, llegaba por el norte hasta el Nudo del Azuay, que los separaba de los cacicazgos de Alausí y Tiquizambi.

En cambio, los puruhaes tenían como límite sur el Nudo del Azuay y el cañón de Chanchán. No obstante, González (1969: 143) también señala que los cacicazgos de Sibambe y Tigzán o Tiquizambi estaban unidos con los cañaris no solo por vínculos políticos mediante pactos de confederación sino también por lazos de parentesco.

Respecto a los caminos en la región, Antonio Fresco (2004: 111) sugiere que debió de existir una ruta al oeste del Qhapaq Ñan, la cual llegaría hasta la planicie costera y sería el camino de Tiquizambi a Chanchán. Cruzaría la cordillera occidental por el lado de Sibambe hasta un punto situado entre los ríos Chimbo y Chanchán, por donde se ubicaba el tambo de Chanchán, cercano al pueblo de Bucay.

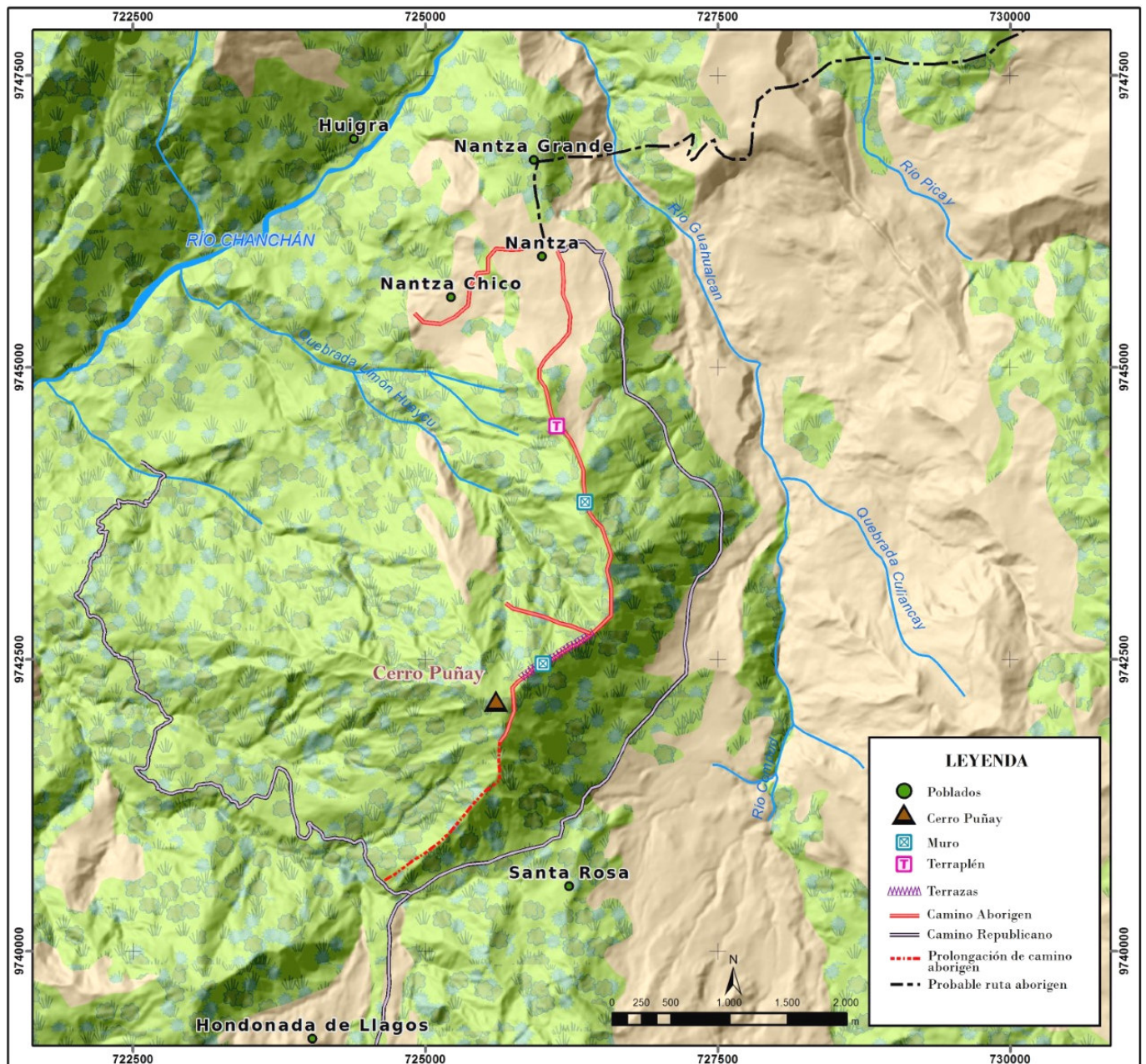


Figura 2. Los caminos que rodean Cerro Puñay (fuente: Jadán 2010).

Los caminos que explicaremos en este artículo se encuentran situados en dos sectores de la cuenca del río Chanchán. En el lado suroeste tenemos los caminos que rodean Cerro Puñay y conectaban con sitios arqueológicos como Nantza, Cochabamba, Pacchala, Santa Rosa, Paccha, Llagos, Joshacshi, Ingapirca. Desde Nantza estas rutas enlazarían con los caminos que se encuentran en el lado noreste, en la cuenca alta, donde están las calzadas que encierran a las localidades de Nizag y vinculan asimismo antiguos poblados como Guasuntos, Gonzol, Sevilla y Achupallas, entre otros. Estos caminos son reconstruidos y reutilizados por el Imperio inca.

METODOLOGÍA

Para la valoración del camino se consideró el instructivo para el manejo de las «Fichas de Caminos Arqueológicos» que fue propuesto por los técnicos de diferentes países en las reuniones del *Qhapaq Nan* requeridas por la UNESCO. Se revisaron, previamente al trabajo de campo, varias fuentes escritas e imágenes satelitales. Por razones metodológicas, el recorrido fue realizado desde los sectores altos porque la visibilidad del trazado de la calzada es más apreciable.

La valoración del camino se efectuó cada 100 y 200 m, utilizando para ello *GPS Magellan* de la serie *Plati-*



Figura 3. A) Cima o plataforma central y punto de encuentro de peregrinos. B) Segmento angosto producido por despeje. C) Camino sobre la cuchilla.

num y Garmin MAP 76 Cx, proyección UTM WGS84, Zona 17 Sur, Datum vertical, cámaras fotográficas, brújula, la carta topográfica Alausí del IGM a escala 1:50000 y, además, varias escalas métricas. Esta investigación fue patrocinada por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador en el año 2010.

LOS CAMINOS QUE RODEAN CERRO PUÑAY

Cerro Puñay se encuentra emplazado en la parroquia Llagos, al suroeste del cantón Chunchi. Hacia el norte de la colina, en unos de sus ramales, en alturas menores, se encuentran los territorios de Nantza Chico y Nantza Grande, mientras que muy cerca, al sureste, está el poblado de Santa Rosa y al noroeste el de Huigra (IGM, 1992) (fig. 2). La cumbre de Puñay está a 3266 m s. n. m. y comprende aproximadamente unas ocho hectáreas, donde se encuentran tres cimas modificadas alineadas en dirección sureste-noroeste, terrazas y rampas alrededor de estas elevaciones. Si bien estas construcciones de tierra están ubicadas en la cresta del cerro, en todo el sitio y en las laderas se pueden observar restos arqueológicos dispersos, tanto cerámicos como líticos (Jadán 2010, 2017).

Las investigaciones llevadas a cabo en Cerro Puñay (*ibidem*) caracterizaron a la cima central como un espacio de mayor actividad social. Esta loma estaba conectada a un camino preinca e inca, lo que indicaba un flujo y movimiento de personas entrando y saliendo del cerro. La cima sur (Cm2) es una elevación con mayor modificación en su contorno; por su apariencia circular parece un montículo artificial e indudablemente fue un altar en el cual se realizaban veneraciones. La cima oeste (Cm3) se encuentra alineada al noroeste del sitio y facilita el control de territorios costeros. La cerámica

encontrada en la cima central corresponde a una vajilla burda, gruesa, alisada con variaciones de color en la pasta, del tipo «borde doblado», reportada en otros sitios cañaris del sur del Ecuador y definida como perteneciente a la sociedad cañari (Idrovo 2000). También se encontraron depósitos profundos con cerámica Narrío del tipo pintura roja sobre ante y Cerro Narrío con decoraciones antropomorfas como las definidas por Collier y Murra (1982: lám. 24) y Gomis (2007: lám. 11). La presencia inca está corroborada por rocas labradas, reconstrucciones del sitio con suelos transportados y roca, que dan la apariencia de un «aparejo ensamblado».

El segmento sur del camino que atraviesa Cerro Puñay

Este segmento está ubicado en el flanco sur del Puñay y tiene una longitud de 2 km. El recorrido lo iniciamos desde la plataforma central del cerro, a una altitud de 3259 m s. n. m., hasta el final de la cuchilla que forma la loma al sur. Se caracteriza por la estrechez de la calzada; tiene un ancho promedio de 1.20 m, lo cual hace pensar que se trata de un camino local que no necesariamente tiene elementos constructivos.¹ El sendero desciende por una pendiente con un 40 % de inclinación, desde donde se pueden observar las terrazas del sector sur.

Cuesta abajo existe una pequeña plataforma semicircular. Desde aquí, el camino se desliza por la cuchilla del cerro. Es frecuente el zigzag que el camino hace durante el descenso. No se nota ningún elemento arquitectónico asociado. La calzada está construida con

¹ De acuerdo con la Tercera Reunión de Expertos sobre el proceso de Nominación del *Qhapaq Ñan* como Patrimonio Mundial, a varios de estos caminos se les llamaría caminos locales y no cuentan generalmente con estructuras formales.



Figura 4. A) Camino al norte desde Cerro Puñay, por la cuchilla. B) Escalones empedrados de entrada a Puñay.

tierra y guijarros abundantes en la zona. El camino tiene una orografía abrupta; actualmente, es una ligera huella que, mientras se va bajando, se torna intransitable por la abundancia de vegetación, lo cual sugiere que fue abandonado muchos años atrás (fig. 3). Esta calzada une las regiones de Santa Rosa, Llagos y sitios prehispánicos como Pacchala de procedencia cañari o sitios como Joyacchi de fuerte influencia inca. El estado de conservación es malo debido al abandono permanente que ha sufrido.

El segmento norte del camino que conecta con Nantza

Comprende desde la plataforma central del Cerro Puñay hasta el poblado de Nantza Grande. Este segmento tiene una longitud de 5.28 km. Las evidencias comienzan en el lado noreste, donde aparecen huellas

de ingreso al lugar. Se trata de graderíos empedrados que marcan la entrada al Puñay. Tienen un ancho de 2 m y se observan alrededor de 6 m de empedrado; además, una piedra en el costado norte sugiere cierta señalización de entrada al sitio. A medida que se desciende, se advierte un conjunto de terrazas que comprenden aproximadamente unas 10 ha, probablemente de función agrícola; aquí el camino tiene 2.2 m de ancho (figs. 2, 4).

Por este sector, el camino empedrado es atravesado por un sendero que conecta Puñay con sitios preincas del lado oeste —como Chico Nantza, Cochabamba— y poblaciones al este, atravesando la montaña —como Compud, Pasaloma, Pinancay, Capsol y otras—. Estas rutas sugieren migraciones de pueblos del oeste, norte y este hacia el Puñay; es decir, había más de un sendero utilizado por los pueblos aborígenes, que venían de todos lados.



Figura 5. A) Camino zigzagante y señalado con mojones. B) Rocas en la calzada, en pleno camino.



Figura 6. A) Atarjeas que atraviesan el camino antiguo. B) Detalle del empedrado. C) Segmento de camino.

También en el camino, a 3072 m, aparece un muro de roca de 4 m de largo con orientación norte. Un poco más adelante se distinguen algunas rocas andesitas dispersas, talladas de forma rústica, parecidas a las rocas de los eslabones de las terrazas. Asimismo, aflora una roca gigante con huellas de haber sido cortada, tal vez una posible cantera. Luego asoman dos mojones para-

lelos tallados. Este segmento llegaría hasta un punto al que llaman montura y es donde termina el camino ancho y zigzagueante, para luego continuar por la cuchilla del Cerro Ventanas, que es una ramificación del Cerro Puñay (fig. 5).

Cuesta arriba, por la cuchilla del Cerro Ventanas, el camino se estrecha hasta 1.4 m; tiene en un sector mu-

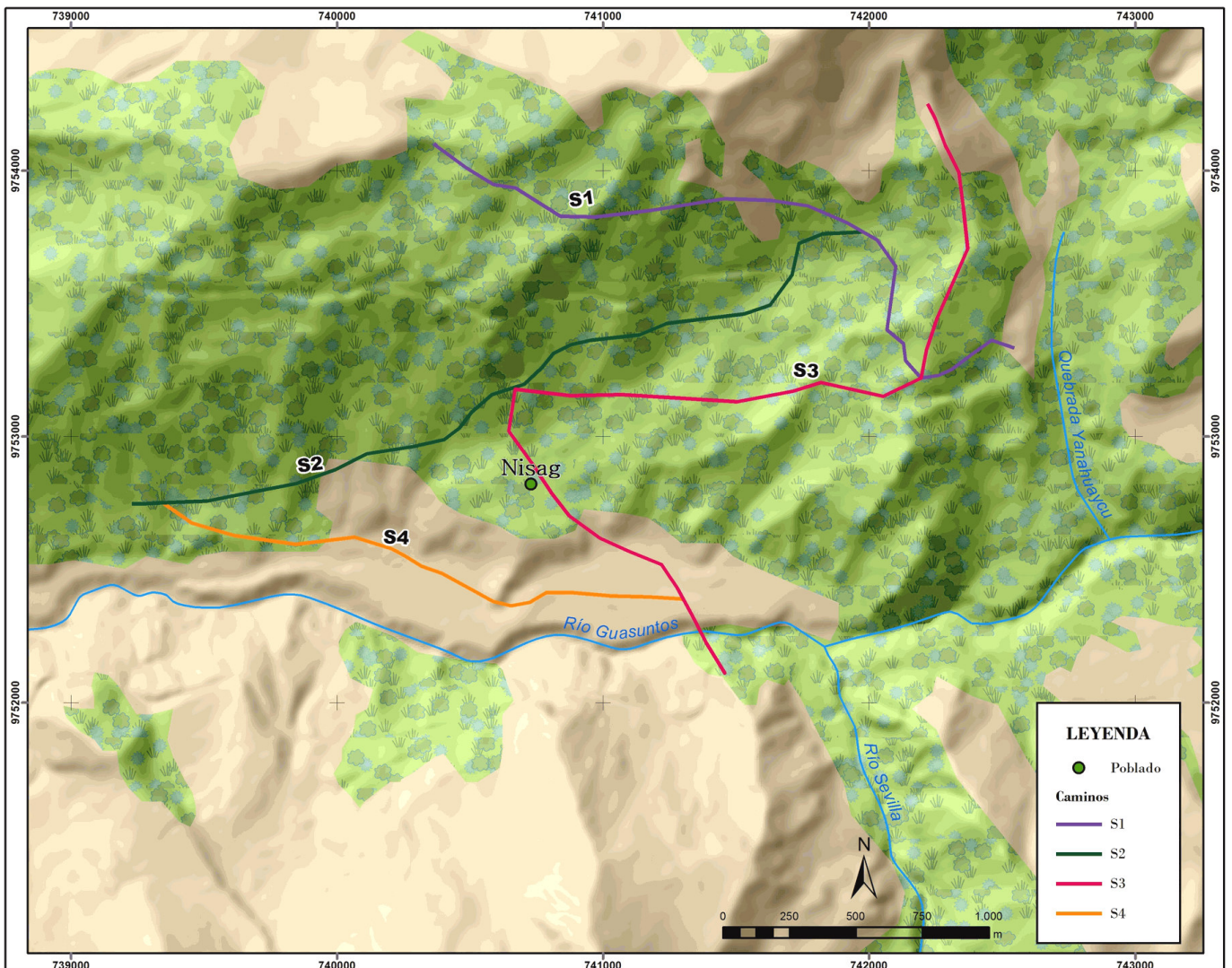


Figura 7. Mapa que señala los segmentos de caminos alrededor de la comunidad de Nizag.

ros laterales y, más adelante, un terraplén de 14 m de largo por 12 m de ancho, que posiblemente cumplió la función de un *chaskiwasi* como probable lugar de descanso para los caminantes.

Cerca de la población de Nantza, el camino no es perceptible, está perdido entre la vegetación. Existen desfiladeros muy profundos a cada lado del bien patrimonial. De acuerdo con información de los habitantes de Nantza, el camino bajaba recto por la cuchilla y llegaba hasta Nantza.

Este tramo que hemos descrito se encuentra en buen estado, a excepción del segmento que entra a la población de Nantza, donde está afectado por actividades agrícolas y ganaderas. Hemos observado que algunos elementos se encuentran integrados en el camino, como escalones labrados, señalización mediante grandes mojoneros y el trazado es curvilíneo. Originalmente el camino debió ser empedrado en gran parte de su trayecto.

Camino entre Nantza Chico y Nantza Grande

El camino que baja de Cerro Puñay conecta con el camino de la localidad de Nantza Grande. Actualmente en esta zona, a pesar de estar intervenida por la actividad de pastoreo y agricultura tecnificada, todavía se pueden observar sobre la superficie escasos restos cerámicos triturados.

La vía existente en Nantza es un segmento de aproximadamente 1.8 km. Está en buen estado. Se inicia el recorrido en el lado norte del sitio arqueológico Cerro Pucará de Nantza Chico, con una altitud de 1704 m s. n. m. El camino se escinde por un costado del sitio en forma sinuosa; se notan ciertos muros de contención pircada, luego atraviesa cultivos agrícolas y, de vez en cuando, compromete la actual carretera.

A una altitud de 1800 m s. n. m., una atarjea de piedra atraviesa el camino, en cuyo interior aún se drenan aguas de lluvia. Desde este punto se ve con frecuencia la presencia de empedrados, canales de agua a un costado, muros de contención de tierra o, a veces, construidos con tierra y piedra. El promedio de ancho del camino es de 3 m (fig. 6).

A continuación, el camino empalma con la vía que viene desde Cerro Puñay. Aunque no es tan evidente la huella de la calzada, sin embargo, se conservan algunos rasgos, como el talud de tierra, el trazado curvilíneo, el ancho de 3 m y la orientación al este.

En la actualidad, los habitantes dan uso y algo de mantenimiento a este tramo porque es una vía rápida

de enlace entre las dos comunidades de Nantza, no obstante, se requiere aplicar medidas de conservación.

Este segmento de camino fue reconstruido en la época republicana y sirvió para trasladar la carga que venía en tren desde la costa pasando por la población de Hui-gra, cuyo destino final era la ciudad de Cuenca. Lo que sugiere que parte de este segmento de camino fue utilizado hasta la época republicana y, por las evidencias encontradas, fue una ruta prehispánica.

LOS SEGMENTOS DE CAMINOS EN LA COMUNIDAD DE NIZAG

Nizag, en la actualidad, es una comunidad indígena que se encuentra en la parroquia de Sibambe, del cantón Alausí, provincia de Chimborazo. Para comprender mejor los caminos en esta comunidad, fue conveniente hacer una partición de los mismos que no representó necesariamente la intencionalidad del caminante. Se han definido cuatro segmentos de rutas (fig. 7).

El segmento Shushilcon-Guasuntos (S1) tiene una longitud de 3100 m y fue valorado desde el sector de Shushilcon, con una altitud de 2646 m s. n. m., que coincide con las inmediaciones de la actual población de Guasuntos. Este segmento es parte de un camino que une las localidades de Tixán, Alausí, Shushilcon, Guasuntos y Achupallas; esta última población es donde se ubica el *Qhapaq Ñan*. El segmento valorado está emplazado en la ladera suroeste del cerro Altaloma; tiene un trazado curvilíneo y elementos arquitectónicos prehispánicos que todavía se conservan, como peldaños de granito basáltico y cangahua, canales de drenaje, muros de protección y contención construidos con tierra, piedra o mixtos, unidos con argamasa de paja y barro (fig. 8). La presencia de suelos de origen volcánico, abundantes en la zona (cangahua), ha impermeabilizado la calzada, lo cual ha permitido la conservación del camino.

El segmento Shushilcon-Nizag-Pallcañan (S2) pertenece a un camino que tiene una dirección NE a SW. Posee una extensión aproximada de 4300 m, de los cuales unos 1500 m han desaparecido por la construcción de una carretera. Fue valorado desde el ramal sur del cerro Altaloma. Tiene un empalme con el segmento anterior y se dirige al suroeste, pasando por el costado norte de la población de Nizag; aquí es donde el camino ha sido sustituido por una carretera y llega al punto final en la coordenadas 740176 E, 9752789 N, a 2246 m s. n. m. Casi un tercio de la longitud corresponde a



Figura 8. A) Uso diario del camino (Shushilcon-Guasuntos). B) Camino en el sector de Altaloma.

una superficie de cangahua con muros del mismo material. A medida que se aproxima al poblado, la calzada está mejor conservada con tapias de roca bien definidas y superficie empedrada. Actualmente, tiene un alto tráfico de personas y animales. El ancho promedio del camino es de 5 m. La calzada dentro del poblado ha sido reemplazada por la calle Virgen del Huaycu. Se observan en algunas partes tiestos de cerámica y huesos dispersos en el área. Finalmente, el camino se dirige a Nizag Bajo y desde allí al oeste para conectar con los caminos de las poblaciones de Nantza y, probablemente, con el sector de Pagma al norte.

El segmento Ñanpamba-Nizag-Potrero Chaca (S3), es el más largo, con aproximadamente 4.7 km de lon-

gitud. El camino se encuentra en aceptables condiciones de conservación. Esta vía, luego de pasar por Nizag, va a unirse con el *Qhapaq Ñan* en los páramos del Nudo del Azuay, no sin antes cruzar por las poblaciones de Pumallacta, Llama Corral, Sevilla, Suropata.

Se inicia el recorrido en el sector de Ñanpamba; inmediatamente desciende por un costado del barrio Quilliquín, luego se dirige a la loma Pugllo, lugar donde está un pequeño reservorio de agua, probablemente ancestral, pues de acuerdo con versiones de Agustina Saquisilla, hasta no hace mucho la población lo aprovechaba. Un poco más abajo, el camino es atravesado por el segmento Shushilcon-Nizag-Pallcañan, luego llega al poblado principal y continúa su ruta por las ac-



Figura 9. A) Calzada con escalones de roca. B) Puente en el sector Potrero Chaca.

tuales lavanderías hasta internarse en un bosque de eucalipto. Finalmente, termina en el puente sobre el río Guasuntos, llamado también Potrero Chaca, y desde aquí asciende hasta llegar a los páramos del Nudo del Azuay (fig. 9).

El puente ha sido reconstruido varias veces, sin embargo todavía conserva las técnicas y elementos culturales antiguos. Se pueden apreciar los estribos de bloques de piedra y la luz del puente de 4 m. En un gran porcentaje, el camino está protegido por muros de piedra o cangahua y la superficie es empedrada o de tierra o mixta. Los actuales habitantes transitan con frecuencia, por lo que cada año lo enmiendan para mantenerlo despejado.

El segmento Potrero Huaycu-Nizag Bajo-Palcañan (S4) dejó de ser un camino cuando en el año 1965 se construyó una carretera con la finalidad de transportar la maquinaria para construir una planta hidroeléctrica en Nizag Bajo. Se realizó un recorrido desde las coordenadas 741349 E, 9752419 N, a 2256 m s. n. m. Cruza la localidad de Nizag y termina en las coordenadas 740176 E, 9752789 N, a 2246 m s. n. m., momento en el que se une con el segmento Shushilcon-Nizag-Palcañan (S2) en el sector conocido como Palcañan (unión de caminos) o Pazhcañan como lo conocen algunos moradores.

La memoria de sus habitantes aún recuerda que fue una arteria importante en el desarrollo de la población. Esta vía comunica las zonas tropicales con los páramos andinos. La gente adulta de la comunidad recuerda que cuando se encontraba en marcha la construcción de la línea del ferrocarril, muchas personas transitaban con frecuencia esta ruta por ser la más corta y segura que conduce directamente al cerro Nariz del Diablo. Posiblemente, las comunidades prehispánicas también estuvieron utilizando estas mismas rutas con diferentes fines.

CONSIDERACIONES FINALES

La existencia de sitios arqueológicos colindantes con los caminos de las regiones estudiadas nos confirma la presencia de poblaciones locales antes de la llegada de los incas. Estos pueblos tenían caminos con los cuales se relacionaban económica o culturalmente. Señala Hislop (1992: 94) que las rutas laterales que conectaban las tierras altas con los valles orientales y occidentales constituían importantes vínculos económicos que facilitaban el intercambio de productos.

En el caso de los caminos que ingresan a Cerro Puñay se observó que, además del camino empedrado descrito en este estudio, hubo, en la ladera sur y transversales al cerro, otras rutas con calzada de tierra utilizadas para las diferentes peregrinaciones de pueblos que, desde el Formativo Tardío con la cultura Cerro Narrío y en el periodo de integración con la sociedad cañari, llegaban a Puñay. Estas rutas enlazan incluso a antiguas poblaciones que se encuentran más al sur, como Llagos, Joshacshi, Ingapirca.

En las laderas norte y noroeste de Cerro Puñay se encuentran los sitios arqueológicos asociados a la sociedad cañari e inca, como Chico Nantza, Cochabamba, Pacchala. En la falda sur y sureste están Santa Rosa, Paccha, Compud y otros. El sendero que atravesaba el camino de piedra, al norte, relacionaba las localidades de Pinancay, Pasaloma, Capsol, entre otras. Estas evidencias hacen suponer que dichas poblaciones subían a Cerro Puñay mucho antes de la llegada de los incas, confirmado además por la cerámica Narrío y cañari hallada en Puñay (Jadán 2010, 2017). Con la llegada del Imperio, una de las rutas es restaurada con calzada de roca labrada, terrazas, muros de pirca, señalización como mojones, entre otras innovaciones propias de las construcciones de la sociedad inca.

Planteamos que el camino, al bajar a la localidad de Nantza Grande, se unía con otra red vial que entraba desde los sectores costeros por el lado suroeste y es el camino que conectaba Guayaquil-Yaguachi-Tampu de Chanchán (Bucay), luego pasaba por Chico Nantza y Nantza Grande y se dirigía al lado este hacia los sectores de Nizag, Palmira, Pumallacta, Sevilla y otras poblaciones. Este camino es el que salía desde la costa, porque las crónicas hablan de granjerías de cabuya que eran comercializadas por sal y frutas en el embarcadero de Guayaquil (De Paz Maldonado 1528: 320). No obstante, también se han encontrado en Achupallas restos de conchas y caracoles marinos de la especie *Conus*, trabajados a manera de pendientes (Uzcátegui 1977). Asimismo, se tienen noticias de que a finales del siglo XVIII, al oeste, en las planicies costeras, estaban las bodegas de Yaguachi, donde se registraban las mercaderías y víveres que bajaban del corregimiento de Riobamba y partido de Alausí y las mercaderías que a su vez salían para la sierra (Requena 1992: 528). En el siglo XVIII, Alausí tenía comercio con el puerto de Guayaquil y fue una tenencia adelantada económicamente en los aspectos agrícola, textil y azucarero (Pérez 1970: 87). En el sector este de la cordillera andina se identificaron cuatro segmentos. El segmento S1, ubi-

cado al norte de Nizag, une Guasuntos con Alausí. Otros dos segmentos S2 y S3, se orientan desde el noreste hacia el sur y suroeste. El que se dirige al suroeste (S3) coincide con los caminos descritos para Nantza. Este camino probablemente sigue por la localidad de Jushihuaicu, luego por la margen derecha del río Guasuntos, cruza el río y alcanza por la margen izquierda, aguas abajo, las poblaciones de Pistishi, Lluquilla, Loma Caguas, Cerro Caramaute y, finalmente, Nantza Grande (fig. 2). El segmento que se dirige al sur (S3) pasa por Guasuntos, Nizag, cruza las pobla-

ciones de La Moya, Pumallacta, hasta empalmar con el *Qhapaq Ñan* en la parroquia Achupallas, a 3350 m s. n. m. Hay un cuarto segmento (S4) que viene desde Achupallas, pasa por Potrero Huaycu y llega al punto Pallcanan, donde se une con el segmento (S3) que va al oeste.

Antes de la llegada de los incas, los caminos en esta región fueron utilizados por poblaciones locales y sufrieron fuertes cambios con la llegada del Imperio, que los reutilizó y conectó estratégicamente con el camino inca o *Qhapaq Ñan*.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCINA, J. 1988. Los indios cañaris de la sierra sur del Ecuador. *Miscelánea Antropológica Ecuatoriana* 6: 141-188. Quito: Boletín de Museos del Banco Central del Ecuador.
- CARRETERO, P. A., W. M. SAMANIEGO ERAZO. 2017. Prospección arqueológica en el sitio Puruhá de Collay, Riobamba Ecuador. *Arqueología Iberoamericana* 33: 18-26. <http://purl.org/aia/333>.
- COLLIER, D., J. V. MURRA. 2007 [1982]. *Reconocimiento y excavaciones en el Austro ecuatoriano*. Cuenca: Casa de la Cultura Ecuatoriana.
- DE PAZ MALDONADO, F. J. 1992 [1582]. Relación del Pueblo de San Andrés de Xunxi, Provincia de Riobamba para el Muy Ilustre Señor Licenciado Francisco de Auncibay, del Consejo de su Majestad y su Oidor en la Real Audiencia de Quito. En *Relaciones histórico-geográficas de la Audiencia de Quito, siglos XVI-XIX*, ed. P. Ponce Leiva, vol. I, pp. 319-324. Quito: Editorial Abya Yala.
- FRESCO, A. 2004. *Ingañán: la red vial del Imperio inca en los Andes ecuatoriales*. Quito: Ediciones del Banco Central del Ecuador.
- GAVIRIA, M. 1992 [1582]. Santo Domingo de Chunchi. En *Relaciones histórico-geográficas de la Audiencia de Quito, siglos XVI-XIX*, ed. P. Ponce Leiva, vol. I, pp. 400-403. Quito: Editorial Abya Yala.
- GOMIS, D. 2007. El territorio austral durante el Formativo Tardío. Una tentativa de reordenamiento espacial a partir de la arqueología. En *Reconocimiento y excavaciones en el Austro ecuatoriano*, D. Collier y J. V. Murra, pp. 291-346. Cuenca: Casa de la Cultura Ecuatoriana.
- GONZÁLEZ SUÁREZ, F.
— 1878. *Estudio histórico sobre los cañaris, antiguos habitantes de la provincia del Azuay en la República del Ecuador*. Quito: J. Guzmán Almeida.
— 1969. *Historia General de la República del Ecuador* (vol. I). Quito: Casa de la Cultura Ecuatoriana.
- HYSLOP, J. 1992. *Qhapaq Ñan. El sistema vial incaico*. Lima: Instituto Andino de Estudios Arqueológicos e Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú.
- IDROVO, J.
— 2000. *Yacuviñay. Informe de Investigación*. Paccha: Convenio Consejo Provincial de El Oro, Municipio de Paccha y Fundación Inca.
— 2004. *Aproximaciones a la historia antigua de la bio-región del Chanchán*. Riobamba: Municipalidad de San Pedro de Alausí.
- JADÁN, M.
— 2010. *Estudio de la segunda etapa de investigación arqueológica del Cerro Puñay, provincia de Chimborazo*. Informe final. Riobamba: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
— 2017. La arquitectura de tierra y las ocupaciones humanas en el sitio arqueológico Cerro Puñay, cantón Chunchi, provincia de Chimborazo, Ecuador. *Arqueología Iberoamericana* 34: 21-31. <http://purl.org/aia/343>.
- JIJÓN Y CAAMAÑO, J. 1997 [1952]. *Antropología prehispánica del Ecuador*. Quito: Abya Yala.
- PÉREZ, A. 1979. *Los Puruhuayes*. Tomo II. Quito: Casa de la Cultura Ecuatoriana.

- PORRAS, P. 1977. Fase Alausí. *Revista de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador* 5/17: 89-160. Quito.
- REQUENA, F. 1992 [1774]. Descripción histórica y geográfica de la provincia de Guayaquil. En *Relaciones histórico-geográficas de la Audiencia de Quito, siglos XVI-XIX*, ed. P. Ponce Leiva, vol. II, pp. 508-652. Quito: Editorial Abya Yala.
- SÁNCHEZ, F. 2007. *Proyecto de prospección arqueológica del cerro Puñay*. Informe final. Quito: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
- TALBOT, F. 1924. *Ruinas de Joyaczhi*. Cuenca: Centro de Estudios Históricos y Geográficos de Cuenca.
- UHLE, M. 1983 [1923]. Las ruinas de Tomebamba. En *Compilación de crónicas, relatos y descripciones de Cuenca y su provincia*, ed. L. León, primera parte, pp. 156-197. Cuenca: Banco Central del Ecuador.
- UZCÁTEGUI, B. 1977. Investigaciones arqueológicas en Achupallas, un sitio al sur oriente de la provincia de Chimborazo. *Revista de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador* 5/17: 227- 257. Quito.

RESEARCH ARTICLE

PRODUCCIÓN Y CIRCULACIÓN ALFARERA EN QUEBRADA DEL TORO DURANTE EL PERIODO FORMATIVO: UNA MIRADA DESDE EL ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE LA CERÁMICA

Pottery Production and Circulation in Quebrada del Toro during the Formative Period: A View Based on the Petrographic Analysis of Ceramics

María Eugenia De Feo,¹ Lucas Pereyra Domingorena²

¹ CONICET, División Arqueología, Museo de La Plata, UNLP, Argentina (eugeniadefeo@yahoo.com.ar)

² Instituto de las Culturas (IDECU), UBA-CONICET, Argentina (lucasdomingorena@gmail.com)

RESUMEN. *Se presentan los análisis petrográficos de las pastas cerámicas procedentes de sitios arqueológicos formativos (700 a. C.-1000 d. C.) de Quebrada del Toro (Salta, Argentina). Los resultados alcanzados permiten definir la presencia de quince modos de pasta, algunos de los cuales persisten durante todo el periodo. La gran mayoría de los tientos analizados sería de origen local, mientras que otros remiten a modalidades que son características de la alfarería de diferentes sectores del área andina meridional, como el valle de San Francisco (Jujuy) y San Pedro de Atacama (Chile).*

PALABRAS CLAVE. *Petrografía; modos técnicos; Formativo; relaciones interregionales; Argentina.*

ABSTRACT. *This paper presents the petrographic analysis of ceramic pastes from Formative archaeological sites (700 BC–1000 AD) in Quebrada del Toro (Salta, Argentina). The results allow us to define the presence of fifteen modes of ceramic paste, some of which persist throughout the entire period. The vast majority of the analyzed sherds were of local origin, while others refer to modalities that are characteristic of the pottery from different sectors of the southern Andean area, such as the San Francisco Valley (Jujuy) and San Pedro de Atacama (Chile).*

KEYWORDS. *Petrography; technical modes; Formative; interregional relations; Argentina.*

INTRODUCCIÓN

Los conjuntos alfareros del periodo Formativo (700 a. C.-1000 d. C.) en Quebrada del Toro (Salta, Argentina) (fig. 1) fueron analizados desde las primeras investigaciones arqueológicas iniciadas en la década de 1960. En estos trabajos se enfatizó en la definición, caracterización estilística y cronología de los tipos cerámicos (Cigliano *et al.* 1976; Raffino 1977). Además, se sugirieron interacciones con el área andino-altiplánica a partir de la presencia en común de alfarería tricolor y monocroma roja o gris con otros sectores del Noroeste argentino (NOA), sur de Bolivia y norte de Chile, cuya profundidad temporal data, al menos, des-

de el subperiodo Formativo Inferior (700 a. C.-400 d. C.); mientras que los tipos cerámicos corrugados y dígito-ungulares, o los modelados zoomorfos, sustentaron la propuesta de vínculos con las florestas tropicales, ubicadas al oriente de la quebrada.

Años más tarde, Tarragó (1989) retomó esta evidencia para proponer un eje de interacción basado en mecanismos de trashumancia a corta y larga distancia y en el intercambio caravanero, que articuló desde el primer milenio a. C. hasta el siglo quinto d. C. el norte de Chile, el valle Calchaquí, Quebrada del Toro, las tierras bajas orientales del valle de San Francisco y la región valluna de Bolivia. Para el subperiodo Formativo Superior (400-1000 d. C.), Raffino (1977) destacó la presencia de al-

Recibido: 28-11-2018. Aceptado: 6-12-2018. Publicado: 16-12-2018.

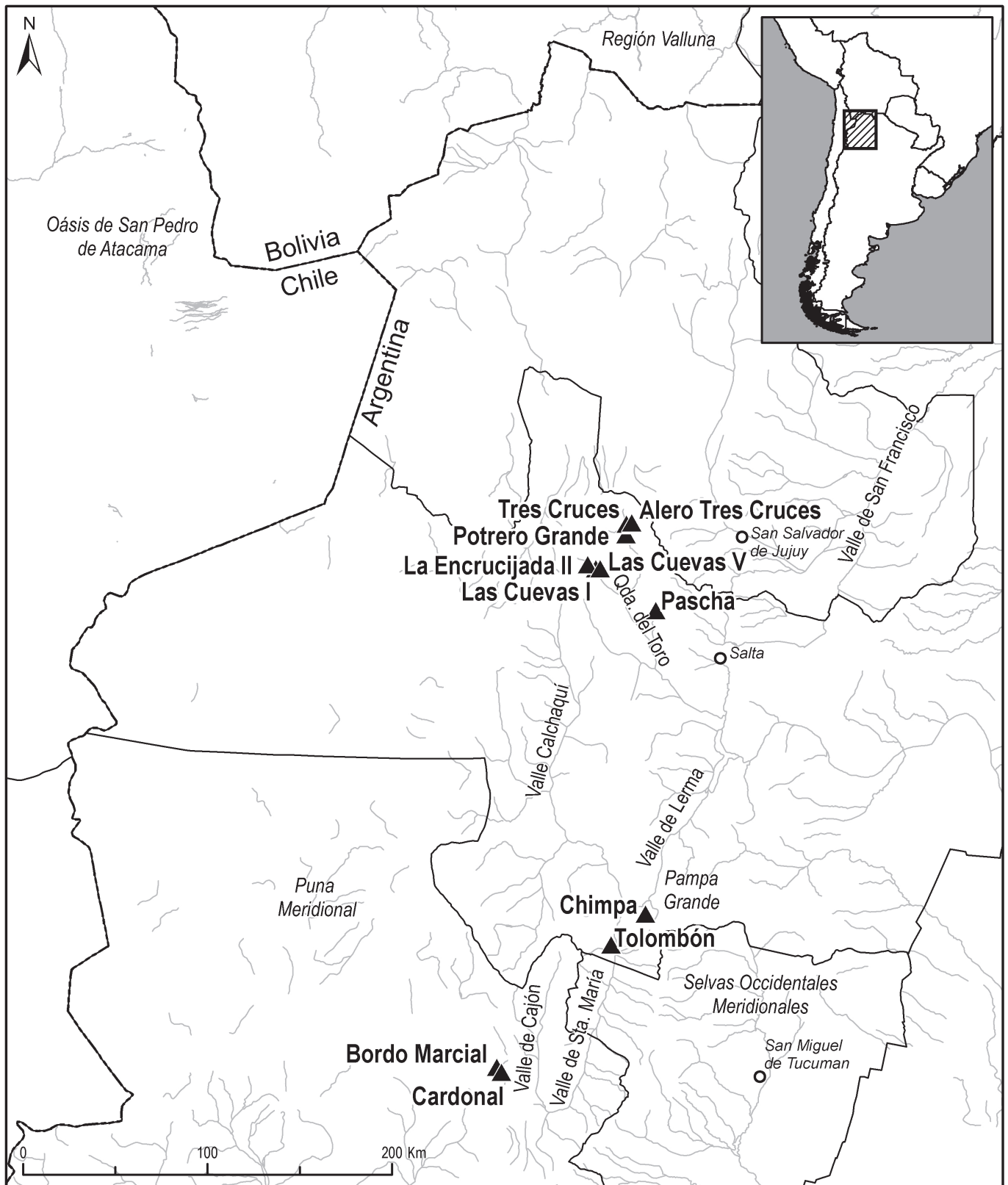


Figura 1. Localización de sitios y áreas mencionadas en el texto.

farería grabada estilísticamente similar a las del periodo Candelaria III definido por Heredia (1974) para las Selvas Occidentales meridionales. Para este momento, Tarragó (1989) también planteó, a partir de la cerámica *Rojo Grabado*, un eje de interacción que compren-

dió el valle Calchaquí, Quebrada del Toro, el valle de Lerma, Pampa Grande y los oasis de San Pedro de Atacama.

Transcurridas tres décadas desde estas últimas investigaciones, retomamos el estudio de los conjuntos ce-

rámicos formativos de Quebrada del Toro. Estos análisis más recientes procuran conocer en profundidad aspectos tecno-estilísticos de la alfarería del área, así como sus variaciones regionales y en el tiempo, esto último considerando la amplitud del periodo (Bazzano 2017; De Feo y Bazzano 2015). Una línea de trabajo, cuyos resultados son objeto de esta publicación, propone caracterizar la producción de esta cerámica a partir del estudio petrográfico de sus pastas.

Los estudios estilísticos (Bazzano 2017; De Feo y Bazzano 2015) realizados evidencian la presencia mayoritaria de cerámicas de uso doméstico, representadas por fragmentos de tipos ordinarios o pulidos lisos, que muestran una larga persistencia durante todo el Formativo. Señalan, por otra parte, la existencia de tiestos de superficies bruñidas, o con recursos plásticos como la incisión, el grabado y la pintura, que solo son característicos del Formativo Inferior o del Superior. Asimismo, las semejanzas observadas en las formas, acabados de superficie y configuraciones de los diseños de estos fragmentos con otros estilos identificados fuera de la quebrada, respaldan y amplían las interacciones sugeridas por otros investigadores en el pasado. Partiendo de esta información, se encararon estudios petrográficos que buscaron definir si las variaciones observadas a escala macroscópica se correspondían con otras presentes en las pastas, y si estas últimas también darían cuenta de formas persistentes en el tiempo de hacer alfarería doméstica. Interesaba, además, establecer la procedencia de los diferentes tipos cerámicos, particularmente de aquellos que muestran similitudes estilísticas con alfarerías de otros sectores del área andina meridional. La premisa de partida fue que la correspondencia entre los atemperantes cerámicos y la litología del área es indicador de la manufactura local, mientras que diferencias entre esta litología y las inclusiones no plásticas de las pastas daría cuenta de una elaboración alóctona.

MUESTRAS Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

Las muestras consideradas en este trabajo proceden de siete sitios localizados en Quebrada del Toro. Cuatro de ellos presentan contextos del Formativo Inferior (FI) (700 a. C.-400 d. C.): Las Cuevas I (LCI) y V (LCV), La Encrucijada (LE) y Potrero Grande (PG); y otros tres del Formativo Superior (FS) (400-1000 d. C.): Tres Cruces I (TCI), Alero Tres Cruces (ATC) y Pascha (Psch) (fig. 1). En total se analizaron 45 frag-

mentos de diferentes tipos establecidos según criterios apoyados en observaciones macroscópicas de la pasta, morfología y acabados de superficie de piezas y tiestos cerámicos (tabla 1; figs. 2 y 3).

Las observaciones petrográficas se realizaron sobre láminas delgadas (0,03 mm) a través de un microscopio de luz polarizada *Leica DME-P* y fueron fotografiadas con una cámara *CANON EOS Rebel T3i* con objetivo de 5x/0,12, lo cual permitió obtener una imagen óptima del corte. El estudio consistió en la clasificación tanto de las inclusiones no plásticas como de los poros y/o cavidades y en la identificación de las estructuras de los fondos de pasta. Este análisis es cualitativo y cuantitativo, es decir, se registraron los estados de atributos de las variables mencionadas y, además, se cuantificó la distribución modal de los componentes (Cremonte 1997).

Esta técnica permitió identificar clastos minerales como cuarzo (Qz), feldespato potásico (Fk), Plagioclasas (Pg), microclino (Mi), biotita (Bi), muscovita (Mu), anfíboles/piroxenos (An/Px), turmalina (Tu); fragmentos de roca como pizarra/filita (Pz/Fi), arenisca (Ar), litoclastos graníticos (Gr), litoclastos volcánicos (Lv), esquisto (Eq), arcillita (Ac), cuarcita (Cu); vitroclastos (Vc), minerales opacos (Op) y tiesto molido (Tm). Además, se reconoció la esfericidad y redondez del temperante (gráfico de Barraclough) y se registró su granulometría (escala de Wentworth), ambas publicadas en Adams *et al.* (1997) [1984].

Las cavidades fueron registradas teniendo en cuenta sus tamaños, forma y porcentaje. Para el fondo de pasta o matriz, se observaron las variables: color y estructura. El color fue registrado sin polarizador, denominándose de manera genérica indicando gradación de tonalidad. La estructura de fondo se refiere a la matriz arcillosa cocida y a las inclusiones de tamaño inferior a 0,015 mm (Courtois 1976).

El último paso de este análisis corresponde al cálculo de la distribución modal, expresada en porcentaje, de los componentes de la pasta (inclusiones, matriz y cavidades). Para ello, se efectuó un conteo mínimo de 300 puntos (*point counting*) por corte, utilizando el método de intercepción múltiple (*multiple interception*) (Quinn 2013).

La cuantificación obtenida fue analizada estadísticamente para comprender las relaciones de similitud y diferenciación entre las muestras en relación con sus componentes. Para ello se aplicó el análisis de conglomerados (*cluster analysis*) a través del programa *PAST* versión 2.17 (Hammer *et al.* 2001).

Tabla 1. Procedencia, tipo cerámico y cronología de las muestras analizadas.

MUESTRA	PROCEDENCIA	TIPO	CRONOLOGÍA
QT1	LCI	Rojo pintado ordinario	FI
QT2	LCV	Corrugado	FI
QT3	LCV	Rojo pintado ordinario	FI
QT4	TCI	Rojo pintado pulido	FS
QT5	TCI	Crema sobre rojo	FS
QT6	TCI	Gris grabado	FS
QT7	TCI	Beige grabado	FS
QT8	LCI	Negro inciso	FI
QT9	LCI	Gris pulido fino	FI
QT10	TCI	Rojo pintado e inciso	FS
QT11	TCI	Negro grabado	FS
QT12	Pascha	Beige grabado	FS
QT13	Pascha	Negro grabado	FS
QT14	Pascha	Negro grabado	FS
QT15	Pascha	Negro grabado	FS
QT16	Pascha	Gris pulido	FS
QT17	Pascha	Rojo sobre beige	FS
QT18	Pascha	Ordinario	FS
QT19	Pascha	Rojo pintado pulido	FS
QT20	Pascha	Crema sobre rojo	FS
QT21	Pascha	Rojo grabado	FS
QT22	Pascha	Negro sobre beige	FS
QT23	Pascha	Exciso	FS
QT24	Pascha	Corrugado	FS
QT25	LCI	Tricolor	FI
QT16	LCI	Tricolor	FI
QT27	Potrero Grande	Tricolor	FI
QT28	La Encrucijada	Tricolor	FI
QT29	TCI	Negro/marron sobre crema	FS
QT30	TCI	Ordinario	FS
QT31	TCI	Alisado	FS
QT32	TCI	Gris pulido	FS
QT33	TCI	Negro bruñido	FS
QT34	TCI	Rojo pintado pulido	FS
QT35	TCI	Gris grabado	FS
QT36	TCI	Tricolor	FS
QT37	TCI	Negro sobre rojo	FS
QT38	LCV	Alisado	FI
QT39	LCV	Gris pulido	FI
QT40	LCV	Beige pulido	FI
QT41	LCV	Negro pulido	FI
QT42	LCV	Gris inciso	FI
QT43	ATC	Ordinario	FS
QT44	ATC	Rojo pintado pulido	FS
QT45	ATC	Negro bruñido	FS



Figura 2. Tipos cerámicos del Formativo Inferior: a) tricolor; b) gris inciso; c) rojo pintado ordinario; d) corrugado; e) gris pulido; f) ordinario; g) *beige* pulido; h) negro inciso; i) gris pulido fino.



Figura 3. Tipos cerámicos del Formativo Superior: a) corrugado; b) rojo grabado; c) tricolor; d) rojo pintado e inciso; e) exciso; f) negro/marrón sobre crema; g) rojo pulido pintado; h) *beige* grabado; i) negro sobre rojo; j) alisado; k) gris pulido; l) crema sobre rojo; m) gris grabado; n) negro grabado; o) ordinario; p) gris pulido; q) rojo sobre *beige*.

Este análisis cualitativo y cuantitativo de las semejanzas y diferencias permitió proponer diferentes modos de pasta en la alfarería del periodo Formativo de Quebrada del Toro.

RESULTADOS: LOS MODOS DE PASTAS CERÁMICAS

La aplicación de la metodología descrita y las comparaciones realizadas a partir de las distribuciones estadísticas con otras muestras de la región del NOA (Pereyra Domingorena y Cremonte 2017; Pereyra Domingorena *et al.* 2018) permitieron establecer 15 modos petrográficos para Quebrada del Toro, 8 de los cuales son conformados por una única muestra.

El modo de pastas más numeroso ($n = 13$), el *Grueso Metamórfico*, presenta abundantes inclusiones no plásticas de tamaño muy grueso, entre las que se observan principalmente fragmentos de rocas metamórficas de bajo grado (pizarra/filita) y, en menor proporción, arenisca. El registro de cuarzo es relativamente escaso y sus cristales son de tamaño pequeño. Las cavidades tienen baja proporción (fig. 4a).

El modo *Grueso Metamórfico de Densidad Moderada* ($n = 2$) tiene similitudes con el grupo anterior, pero con menor proporción de inclusiones. Reúne pastas con grandes atemperantes de pizarra/filita, arenisca y cuarzo, y muestra escasas cavidades (fig. 4b).

Un tercer modo, el *Medio Metamórfico-Cuarzoso* ($n = 2$), se caracteriza por la presencia de pizarra/filita, arenisca, cristaloclastos de cuarzo y tiesto molido en moderada abundancia. Además, posee, aunque escasamente, otros atemperantes. La granulometría de las inclusiones fluctúa entre limo grueso y arena muy gruesa, aunque la mayoría de los atemperantes se presentan como arena gruesa. Las cavidades son escasas (fig. 5a).

El modo *Medio Cuarzoso-Metamórfico* es el segundo grupo más representado ($n = 8$). Presenta abundantes cristaloclastos de cuarzo, tiesto molido y pizarra/filita. También se registraron otros elementos no plásticos de forma exigua. Las inclusiones poseen una granulometría que oscila entre limo grueso y canto pequeño; no obstante, la mayor parte de los atemperantes se muestra como arena fina y arena. Las cavidades también son escasas (fig. 5b).

El modo *Grueso con Tiesto Molido* ($n = 2$) está conformado por cerámicas con abundante tiesto molido de tamaño grande, que se distinguen de la matriz de color castaño claro (fig. 6a).

Otro modo, el *Medio con Tiesto Molido* ($n = 3$) se distingue por la presencia moderada de inclusiones de cuarzo y tiesto molido, cuyos tamaños oscilan entre el limo grueso y la arena muy gruesa, aunque predomina la granulometría de arena gruesa (fig. 6b).

El séptimo modo, el *Fino Metamórfico Denso* ($n = 7$) presentaría el agregado de una arena de granulometría fina, compuesta principalmente por cristales de cuarzo y, en baja proporción, por fragmentos de arenisca y/o pizarra/filita (fig. 7).

Además, existen 8 muestras que tienen un comportamiento individual. Las muestras QT33 y QT45 poseen respectivamente estructuras de fondo pseudolepidoblástica algo criptofilitosa y pseudolepidoblástica; 62,18 % y 60,87 % de matriz arcillosa y 3,93 % y 6,25 % de cavidades (figs. 8a y 8b). Ambas presentan elementos de origen volcánico (litoclastos de textura felsítica, vitroclastos, plagioclasas zonadas y anfíboles/piroxenos), pero se diferencian porque la segunda tiene inclusiones de granulometría media que oscila entre arena muy fina y arena gruesa —lo cual quizá implicó el uso de un sedimento seleccionado como atemperante—, mientras que en la primera la granulometría varía entre limo medio y arena muy gruesa.

Por su parte, la muestra QT9 posee estructura pseudolepidoblástica algo microgranosa y 31,75 % de inclusiones, correspondiendo a cuarzo (19,74 %) y litoclastos graníticos (6,41 %). Además, tiene plagioclasas, feldespato potásico, microclino, biotita, muscovita, anfíboles/piroxenos y minerales opacos de manera escasa. Las inclusiones son subangulares y subredondeadas. La granulometría fluctúa entre limo medio y arena muy gruesa. Las cavidades representan el 3,84 % de la pasta (fig. 8c).

La muestra QT21, de estructura de fondo pseudolepidoblástica algo microgranosa, fue confeccionada con inclusiones de cuarzo (16,18 %) y clastos de arcillita (8,99 %). Además, se observan plagioclasas, feldespato potásico, biotita, muscovita, anfíboles/piroxenos, arenisca, pizarra/filita y minerales opacos de manera escasa. La granulometría oscila entre limo medio y arena muy gruesa, aunque predominan los atemperantes de granulometría de limo grueso y arena fina. Las cavidades constituyen el 2,87 % (fig. 8d).

La muestra QT22 tiene un 15 % de inclusiones, predominando los fragmentos de cuarzo (9,37 %) y una estructura de fondo criptofilitosa algo microgranosa. Además, se registran tiesto molido, arenisca, pizarra/filita, plagioclasas, feldespato potásico, biotita, muscovita, anfíboles/piroxenos y minerales opacos de mane-

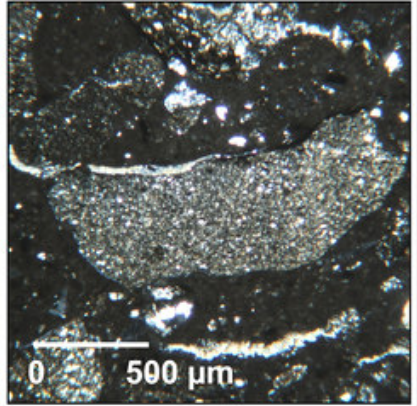
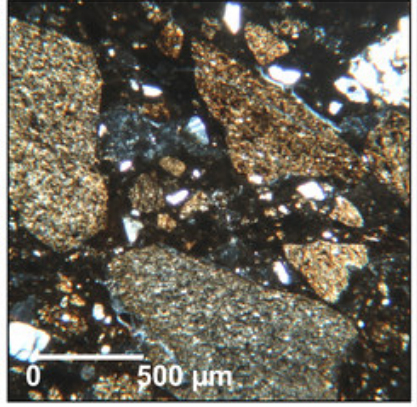
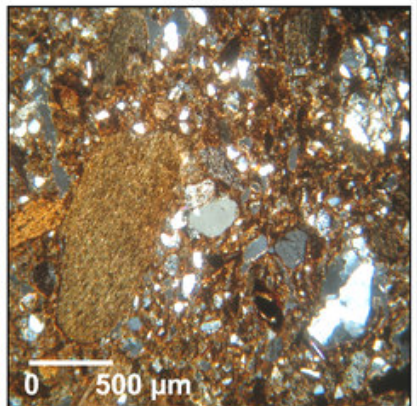
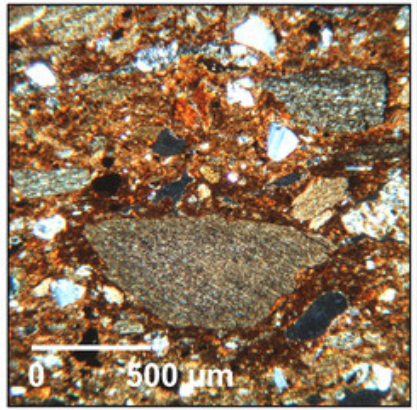
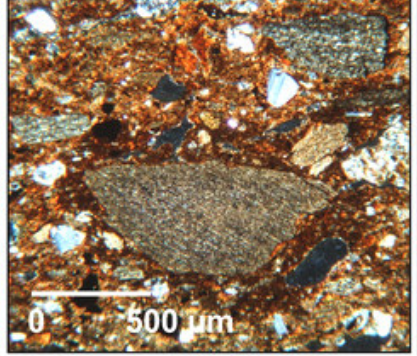
<p>(a) Modo Grueso Metamórfico [QT 1, 2, 3, 15, 18, 23, 24, 30, 32, 38, 39, 41, 43]</p>	<p>QT2</p> 
<p><u>Inclusiones no plásticas:</u> Pz/Fi: 22,7% - 37,7%; Qz: 0,3% - 6,9%; Fk: ≤1,2%; Pg: ≤0,4%; Mi: ≤0,2%; Bi: ≤0,3%; Mu: ≤0,3%; An/Px: ≤0,3%; Ar: 0,6% - 9%; Op: 0,2% - 1,3%; Tm: ≤1,5% <u>Densidad de las inclusiones:</u> > 37% <u>Medida de las inclusiones:</u> Entre limo grueso y canto pequeño (30 µm y 4000 µm).</p>	<p>QT18</p> 
<p><u>Textura:</u> Estructuras pseudolepidoblástica, algo microgranosa, criptofilitosa. Matriz: 50,9% - 58% Las inclusiones son tabulares, subangulares y subredondeadas. Cavidades: 2,8% - 7,2% Cocción: oxidante, parcialmente oxidante. Pastas gruesas y compactas.</p>	<p>QT29</p> 
<p>(b) Modo Grueso Metamórfico de Densidad Moderada [QT 29, 37]</p>	<p>QT37</p> 
<p><u>Inclusiones no plásticas:</u> Pz/Fi: 14,9% - 16%; Qz: 3,2% - 10,8%; Fk: 0,2%- 0,5%; Pg: 0,2%; Bi: ≤0,3%; Mu: ≤0,3%; Ar: 7,1% - 7,5%; Gr: ≤0,8%; Op: 0,3% - 5,1%; Tm: ≤0,8% <u>Densidad de las inclusiones:</u> 32% - 37% <u>Medida de las inclusiones:</u> entre limo medio y arena muy gruesa (15 µm - 2000 µm), predomina la arena media y la arena gruesa (250 µm - 1000 µm).</p>	<p>QT37</p> 
<p><u>Textura:</u> Estructuras pseudolepidoblástica. Matriz: 58,8% - 65% Las inclusiones son tabulares, subangulares y subredondeadas. Cavidades: 4% - 7% Cocción: oxidante. Pastas gruesas y compactas.</p>	

Figura 4. Características de los modos *Grueso Metamórfico* y *Grueso Metamórfico de Densidad Moderada*.

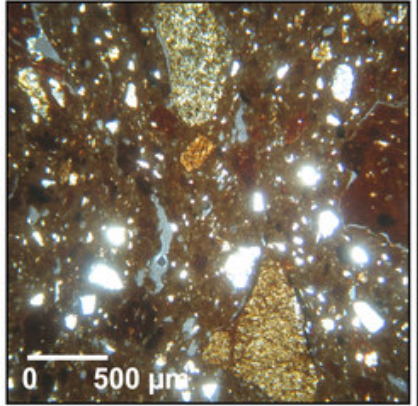
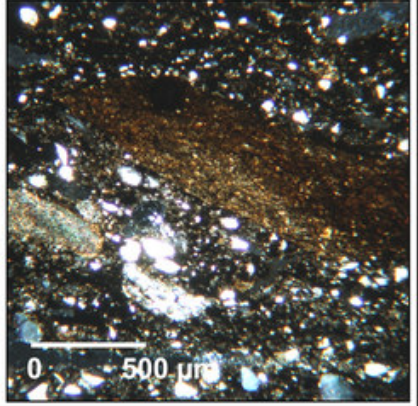
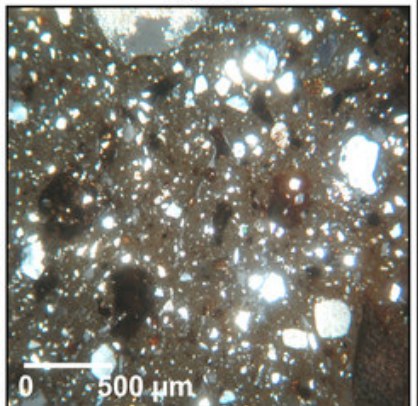
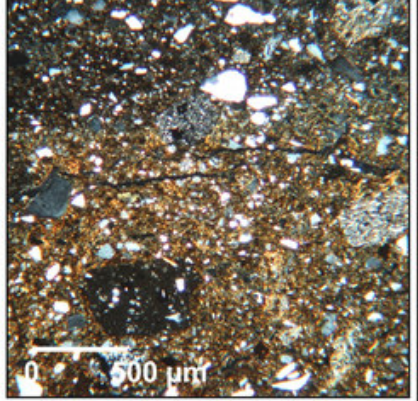
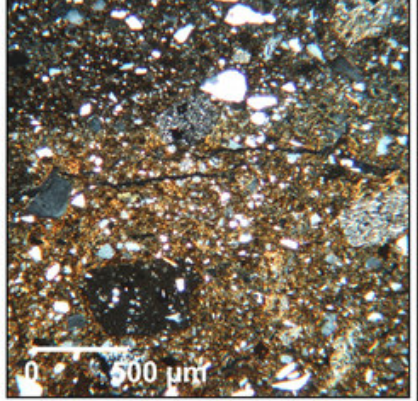
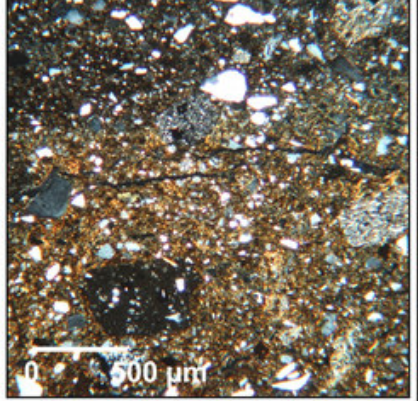
<p>(a) Modo Medio Metamórfico-Cuarzoso [QT 28, 40]</p>	<p>QT28</p> 
<p><u>Inclusiones no plásticas:</u> Pz/Fi: 9% - 10,4%; Qz: 4,2% - 7,4%; Tm: 1,6% - 7,8%; Ar: 1,6% - 1,9%; Fk: 0,2% - 1,1%; Pg: 0,2% - 0,5%; Bi: ≤0,3%; Mu: 0,3%; An/Px: ≤0,3%; Gr: 0,3% - 0,5%; Lv: ≤0,3%; Op: 0,3% - 0,5% <u>Densidad de las inclusiones:</u> 24,2% - 24,6% <u>Medida de las inclusiones:</u> entre limo medio y arena muy gruesa (15 μm - 2000 μm), predomina la arena gruesa (500 μm - 1000 μm).</p>	<p>QT40</p> 
<p><u>Textura:</u> Estructuras pseudolepidoblástica, algo microgranosa, criptofilitosa. Matriz: 69% - 70% Las inclusiones son tabulares, subangulares y subredondeadas. Cavidades: 2,6% - 5,8% Cocción: oxidante, parcialmente oxidante. Pastas medias y compactas.</p>	<p>QT27</p> 
<p>(b) Modo Medio Cuarzoso-Metamórfico [QT 6, 8, 13, 14, 25, 26, 27, 35]</p>	<p>QT14</p> 
<p><u>Inclusiones no plásticas:</u> Qz: 10,5% - 15,6%; Pz/Fi: 0,7% - 9%; Tm: 0,7% - 8,6%; Ar: 0,2% - 3%; Fk: 0,2%- 1%; Pg: 0,2% - 1,1%; Bi: ≤0,4%; Mu: ≤0,3%; Tu: ≤0,3%; An/Px: ≤1,1%; Gr: ≤1,1%; Op: 0,2% - 1,1% <u>Densidad de las inclusiones:</u> 21,7% - 26,9% <u>Medida de las inclusiones:</u> entre limo medio y arena muy gruesa (15 μm - 2000 μm), predomina la arena media y la arena gruesa (250 μm - 1000 μm).</p>	<p>QT14</p> 
<p><u>Textura:</u> Estructuras pseudolepidoblástica algo microgranosa, criptofilitosa. Matriz: 67,5% - 73,6% Las inclusiones son tabulares, subangulares y subredondeadas. Cavidades: 2,2% - 5,5% Cocción: oxidante, oxidante incompleta. Pastas medias y compactas.</p>	<p>QT14</p> 

Figura 5. Características de los modos *Medio Metamórfico-Cuarzoso* y *Medio Cuarzoso-Metamórfico*.

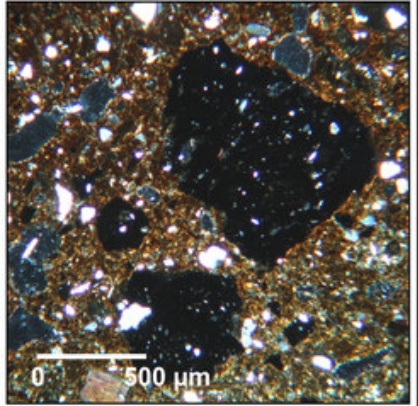
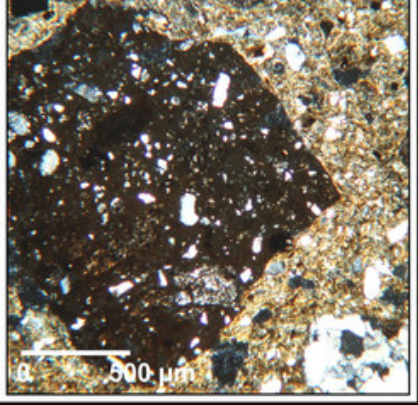
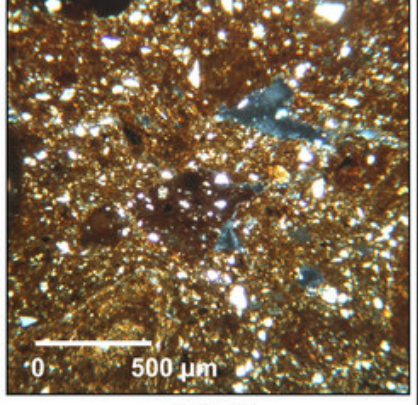
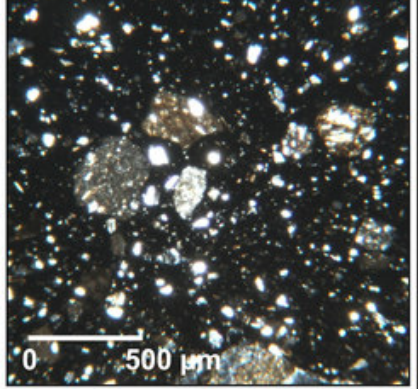
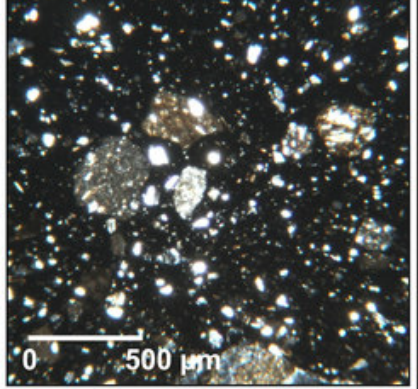
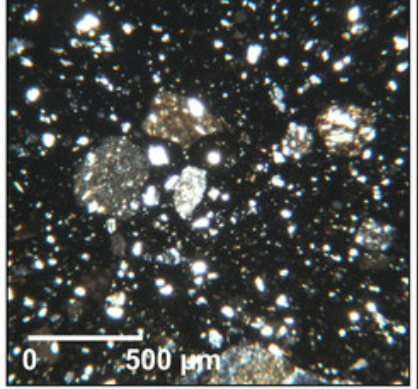
<p>(a) Modo Grueso con Tiesto Molido [QT 7, 20]</p>	<p>QT7</p> 
<p><u>Inclusiones no plásticas:</u> Tm: 8,3% - 18,8%; Qz: 6,9% - 12,1%; Pz/Fi: 0,1% - 2%; Ar: 0,6% - 1,4%; Fk: ≤1,1%; Pg: 0,3% - 0,5%; Bi: 0,3%; Mu: 0,1% - 0,3%; Tu: ≤0,1; An/Px: 0,3%; Gr: 1,1% - 1,4%; Ac: ≤3,1%; Op: 0,3% - 0,5% <u>Densidad de las inclusiones:</u> 30,1% - 30,7% <u>Medida de las inclusiones:</u> entre limo grueso y arena muy gruesa (30 µm - 2000 µm), predomina la arena media a arena muy gruesa (250 µm - 2000 µm).</p>	<p>QT20</p> 
<p><u>Textura:</u> Estructuras pseudolepidoblástica algo microgranosa, criptofilitosa algo microgranosa. Matriz: 63,2% - 64,3% Las inclusiones son irregulares, subangulares y subredondeadas. Cavidades: 2,4% - 3,2% Cocción: oxidante. Pastas gruesas y compactas.</p>	<p>QT36</p> 
<p>(b) Modo Medio con Tiesto Molido [QT 17, 36, 42]</p>	<p>QT17</p> 
<p><u>Inclusiones no plásticas:</u> Qz: 12,2% - 13,6%; Tm: 4,5% - 9,6%; Pz/Fi: ≤0,3%; Ar: ≤0,5%; Fk: 0,3% - 1,3%; Pg: 0,3% - 0,4%; Mi: ≤0,1%; Bi: 0,1% - 0,4%; Mu: 0,1% - 0,4%; Tu: ≤0,2%; Gr: ≤0,6%; An/Px: 0,1% - 0,3%; Cu: ≤0,3; Ac: ≤6,7; Lv: ≤0,4%; Op: ≤0,2% <u>Densidad de las inclusiones:</u> 15,6% - 30,6% <u>Medida de las inclusiones:</u> entre limo medio y arena muy gruesa (15 µm - 2000 µm), predomina la arena la arena gruesa (500 µm - 1000 µm).</p>	<p>QT17</p> 
<p><u>Textura:</u> Estructuras criptofilitosa, algo microgranosa. Matriz: 63,2% - 73,6% Las inclusiones son tabulares, subangulares y subredondeadas. Cavidades: 2,4% - 6,1% Cocción: oxidante, oxidante incompleta. Pastas medias y compactas.</p>	<p>QT17</p> 

Figura 6. Características de los modos *Grueso con Tiesto Molido* y *Medio con Tiesto Molido*.

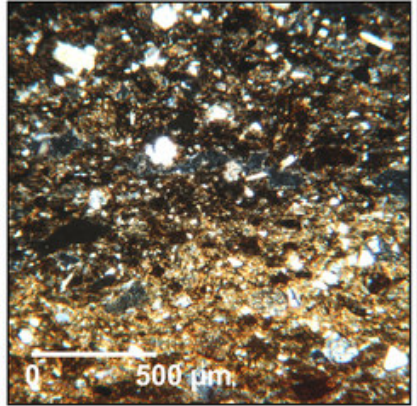
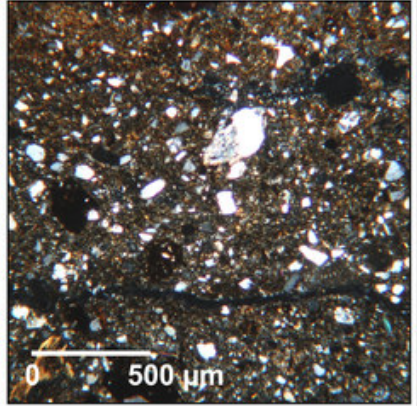
Modo Fino Metamórfico Denso [QT 4, 5, 10, 11, 19, 34, 44]	QT19 
<u>Inclusiones no plásticas:</u> Qz: 12,8% - 19,8%; Fk: 0,3% - 2,7%; Pg: 0,2% - 1,4%; Mi: ≤0,2; Bi: 0,2% - 0,5%; Mu: ≤0,7%; An/Px: 0,2% - 0,3%; Gr: ≤2,5%; Ar: ≤3%; Eq: ≤0,3%; Cu: ≤0,2; Pz/Fi: ≤2,2; Lv: ≤0,4; Vc: ≤0,2; Op: 0,3% - 0,8%; Tm: ≤2,1% <u>Densidad de las inclusiones:</u> 18,7% - 26,5% <u>Medida de las inclusiones:</u> entre limo medio y arena gruesa (15 µm - 1000 µm), predomina la arena muy fina y la arena fina (60 µm - 250 µm).	QT44 
<u>Textura:</u> Estructuras pseudolepidoblástica algo microgranosa. Matriz: 70,1% - 76,7% Las inclusiones son subangulares y subredondeadas. Cavidades: 1,2% - 5,2% Cocción: oxidante, oxidante incompleta. Pastas finas y compactas.	

Figura 7. Características del modo *Fino Metamórfico Denso*.

ra escasa. La granulometría varía entre limo medio y arena gruesa, aunque prevalecen los atemperantes de granulometría de limo grueso a arena fina. Las cavidades representan el 3,12 % (fig. 8e).

En la muestra QT12, las inclusiones solo constituyen el 5,88 % de la pasta y corresponden a elementos naturales de la arcilla. Se detectaron cuarzo, plagioclasas, feldespato potásico, biotita, muscovita, granito, litoclasto volcánico, vitroclastos y minerales opacos cuya granulometría oscila entre limo medio y arena muy fina. Las cavidades representan el 2,07 % y posee una estructura de fondo criptofilitosa (fig. 8f).

La muestra QT31 tiene una estructura de fondo criptofilitosa algo microgranosa y fue confeccionada con pizarra/filita (13,36 %), arenisca (4,96 %), tiesto molido (5,94 %) y cuarzo (5,94 %). Además, posee plagioclasas, feldespato potásico, biotita, anfíboles/piroxenos y minerales opacos de manera escasa. La granulometría varía entre limo grueso y arena muy gruesa, sin embargo, predominan los atemperantes con granulometría de arena gruesa a arena muy gruesa. Las cavidades constituyen el 6,68 % de la pasta (fig. 8g).

Por último, la muestra QT16 presenta estructura de fondo pseudolepidoblástica y litoclastos metamórficos de bajo grado (pizarra/filita) (22,56 %) y cuarzo (5,89 %). En baja proporción, registra clastos de feldespato potásico, plagioclasas, anfíboles/piroxenos, arenisca, muscovita y minerales opacos. Destaca la ausencia de tiesto molido. La granulometría oscila entre limo grueso y arena muy gruesa. Las cavidades representan el 4,61 % de la pasta (fig. 8h).

PASTAS CERÁMICAS, TIPOS MORFOESTILÍSTICOS Y CRONOLOGÍA

Como se mencionó anteriormente, el grupo petrográfico con mayor representación dentro del conjunto analizado es el *Grueso Metamórfico*. Este modo comprende los fragmentos del tipo «ordinario» y «ordinario con pintura roja», los «corrugados» y «excisos» y algunos tiestos «pulidos» correspondientes a vasijas de uso doméstico recuperadas en LCI y LCV (Formativo Inferior) y TCI, Pascha y ATC (Formativo Superior).

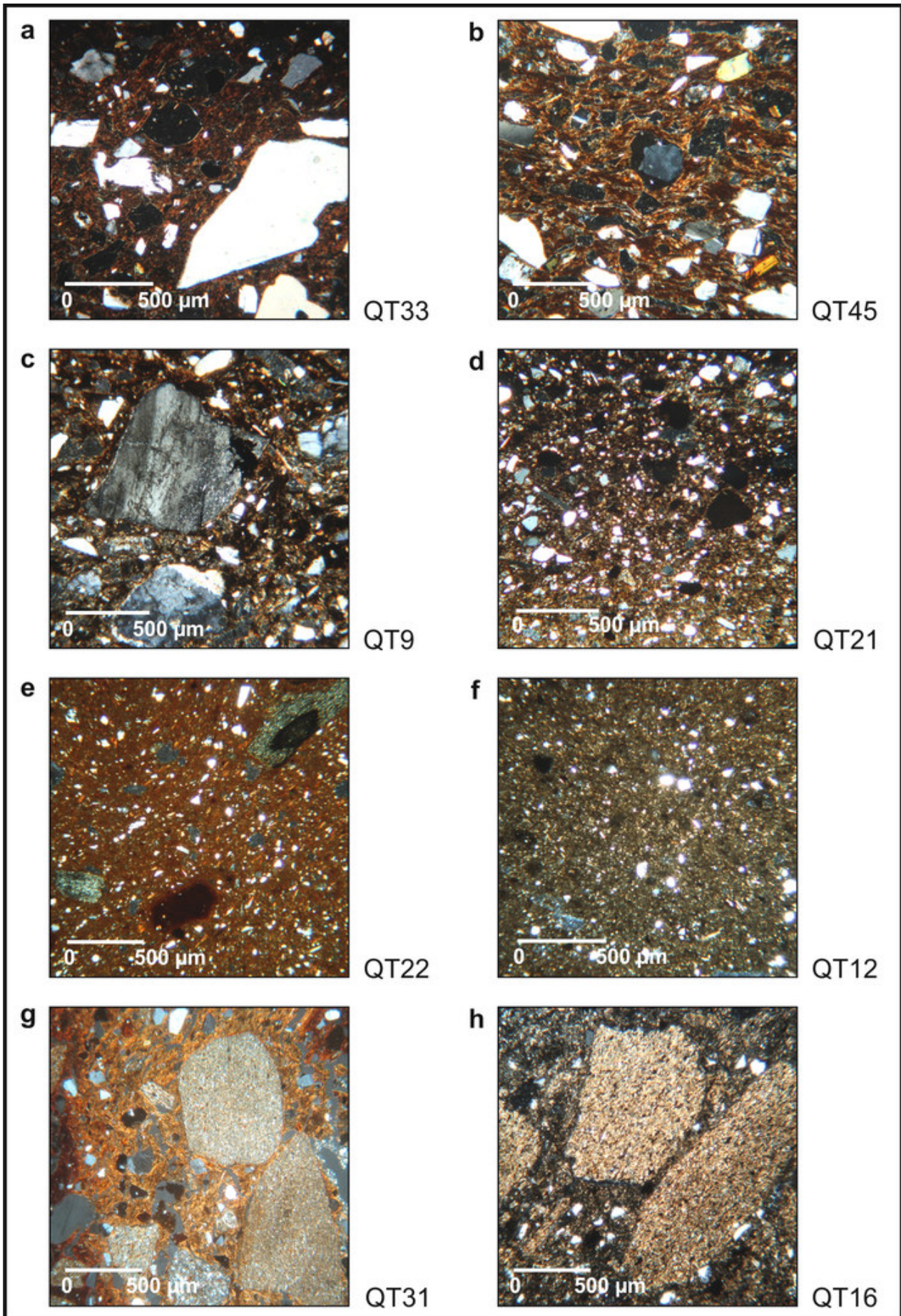


Figura 8. Fotomicrografías de las muestras con comportamiento individual.

La muestra «gris pulido» QT16 de Pascha, si bien se separa de este último grupo por la escasez de arenisca (1 % del total de la pasta) y una densidad de inclusiones que alcanza el 32 % del total, presenta porcentajes similares de pizarra/filita que la asemejan al modo *Grueso Metamórfico*, donde se incluyen las restantes muestras analizadas del tipo pulido.

El modo *Grueso Metamórfico de Densidad Moderada* se compone de fragmentos pintados del tipo «negro sobre rojo» o «negro/marrón sobre crema» de TCI, con dataciones posteriores al 500 d. C. El último fragmento se asemeja estilísticamente al tipo La Viña «negro sobre crema» definido por Escobar (1996) para sitios contemporáneos del valle de Lerma (Salta).

El modo *Medio Metamórfico-Cuarzoso* reúne un fragmento pintado «tricolor» y otro «beige pulido», de LE y LCV respectivamente. El modo *Medio Cuarzoso-Metamórfico* también incluye tiestos «tricolor» provenientes de LCI y PG. Todos estos fragmentos pintados en rojo y negro sobre superficies «beige natural» o con engobe blanco pertenecen al estilo Vaquerías, de amplia dispersión en el NOA y norte de Chile durante los primeros siglos d. C.

También, integrando este último modo, encontramos un fragmento «negro inciso» del estilo San Francisco, procedente de LCV (Formativo Inferior), y tiestos «grises y negros grabados» de contextos del Formativo Superior (sitios TCI y Pascha), asignables a tipos cerámicos de las fases Choromoro y Molleyaco de Candelaria (Heredia 1974). Esta cerámica grabada se registra a partir del 500 d. C. en diversos sectores del NOA y norte de Chile, donde también se la define como «negro grabado» (Tarragó 1989).

El modo *Grueso con Tiesto Molido* está conformado por un fragmento «beige grabado» —del tipo Candelaria— y otro con pintura «crema sobre rojo» de los sitios TCI y Pascha respectivamente (Formativo Superior). Por su parte, el modo *Medio con Tiesto Molido* incluye un fragmento «rojo sobre beige» de Pascha y uno «tricolor» procedentes de TCI y otro «gris inciso» (QT42) de LCV (Formativo Inferior) que corresponde a una pieza San Francisco «pulido gris inciso» (Dougherty 1977), muy semejante a otra publicada por Ortiz (2007: 100, fig. 13).

Todos los fragmentos «rojo pulido pintado» quedan comprendidos dentro del grupo petrográfico *Fino Metamórfico Denso*, al cual también corresponden tiestos «crema sobre rojo», «rojo pintado e inciso» y «negro grabado» de TCI —el último del tipo Candelaria «negro grabado»—; todos del Formativo Superior.

La muestra QT21, del tipo «rojo grabado», asignable a las citadas fases Choromoro y Molleyaco o al tipo «rojo grabado» de Atacama (Tarragó 1989), es muy similar en su textura al modo anterior, diferenciándose por la presencia de arcillita, lo cual habilita a hablar de una forma recurrente de hacer piezas de superficies rojas y pulidas.

Las muestras «negro bruñido» QT33 y QT45, procedentes respectivamente de TCI y ATC, son del estilo «negro pulido» de San Pedro de Atacama (Tarragó 1989). En tanto, el fragmento QT9, «gris pulido fino» procedente de LCI (Formativo Inferior), presenta una pasta con componente granítico no identificado hasta la fecha en otras muestras cerámicas del área.

Finalmente, las pastas de las muestras QT12, QT22 y QT31, del Formativo Superior, representan variantes que no se asemejan a los modos establecidos para Quebrada del Toro. La primera de ellas, recuperada en Pascha, es del tipo «beige grabado» y tiene una pasta sin agregado intencional de material no plástico. La segunda, del mismo sitio, es «negro pintado sobre beige» y su pasta es muy fina. La QT31, «alisado», procedente de TCI, combina las inclusiones de pizarra/filita, arenisca, cuarzo y tiesto molido, pero sus proporciones y tamaños no permiten identificarla con las modalidades de pastas gruesas ni medias aquí descritas.

PASTAS CERÁMICAS, PROCEDENCIA E INTERACCIONES INTERREGIONALES

A partir de los análisis petrográficos se pudo constatar el uso como atemperante de pizarra/filita y clastos de arenisca del tipo grauvaca en todos los fragmentos de los modos *Grueso Metamórfico*, *Grueso Metamórfico de Densidad Moderada*, *Medio Metamórfico-Cuarzoso*, *Medio Cuarzoso-Metamórfico*, *Fino Metamórfico Denso* y las muestras QT16, QT21, QT22 y QT31. Estas rocas, presentes en la mayoría de las muestras analizadas (n = 36), son características de la Formación Puncoviscana que se extiende por Quebrada del Toro (Blasco *et al.* 1996). Su alta representación en el conjunto general, como su presencia en vasijas de uso doméstico, lleva a pensar en la manufactura local de una parte importante del conjunto cerámico.

Esta hipótesis está respaldada por los resultados de los análisis de activación neutrónica instrumental realizados en el MURR (*University of Missouri Research Reactor*), que concentraron los tiestos con pizarra/filita y arenisca de Quebrada del Toro en dos grupos quími-

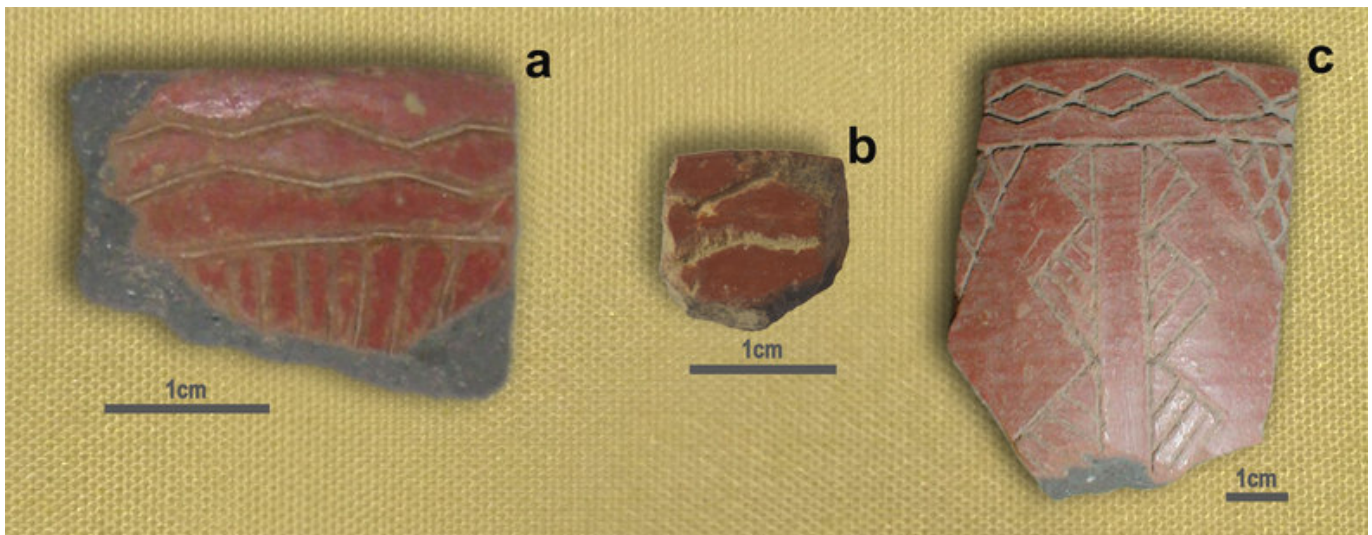


Figura 9. Fragmentos «rojo grabado» citados en el texto: a, c) Tolombón; b) Pascha.

cos interpretados como propios de dicha área (Lazzari *et al.* 2017).

Sin embargo, la citada formación geológica también se desarrolla a lo largo del valle de Lerma, área que, además, presenta similitudes en los conjuntos cerámicos con Quebrada del Toro. Ante la dificultad de precisar las localizaciones de las producciones alfareras, particularmente de estilos con baja representación, se propone una manufactura en la gran cuenca Toro-Lerma. Es el caso de los fragmentos Vaquerías, asignados a los modos *Medio Metamórfico-Cuarzoso* o *Medio Cuarzoso-Metamórfico*, que en un trabajo previo (Pereyra Domingorena *et al.* 2018) se agruparon con otros del estilo procedente de sitios formativos del valle de Lerma, aunque también de Tolombón (Salta) y del valle del Cajón (Catamarca). Otro caso es la cerámica «negro/marrón sobre crema» del Formativo Superior que, en el citado estudio, se agrupó con otros tiestos similares provenientes del valle de Lerma y Chimpa (Catamarca).

Las inclusiones volcánicas —ausentes en la litología local— en fragmentos «negro bruñido» QT33 y QT45 son indicativo del carácter alóctono de estas muestras. Su semejanza estilística y petrográfica con piezas procedentes de San Pedro de Atacama (Stovel *et al.* 2016) sugiere que pudieron ser elaboradas en esta última región.

Las muestras que conforman los modos *Grueso* y *Medio* con *Tiesto Molido* se asemejan por sus pastas a los grupos 2 y 4 respectivamente, descritos para la *Tradición San Francisco* del Formativo Inferior (Pereyra Domingorena y Cremonte 2017). Sin embargo, solo la muestra QT42 puede ser asignada por su morfolo-

gía y diseño al tipo «pulido gris inciso» de esta tradición. Además, su pasta, carente de pizarra/filita, sugiere una elaboración fuera de Quebrada del Toro, posiblemente en la cuenca del río San Francisco (Jujuy). Los restantes fragmentos que componen estos modos no corresponden a tipos cerámicos de la citada tradición y presentan pizarra/filita, lo que permitiría inferir una posible manufactura local. Asimismo, datan del Formativo Superior, momento para el cual no se registran evidencias de ocupación humana en dicha cuenca.

Las muestras QT9, QT12 y QT21 muestran particularidades petrográficas que las distinguen dentro del conjunto estudiado y que ameritan una discusión acerca de sus áreas de producción. La QT9 registra cuarzo y litoclastos graníticos en su pasta. Si bien estos elementos se encuentran en las formaciones Tastil o Acay (Blasco *et al.* 1996), hasta la fecha no se identificaron en tipos cerámicos interpretados como producción local. Esto deja abierta la posibilidad de un origen alóctono que se propone pudo localizarse en la Puna meridional, donde se verifica el uso de granito como atemperante (Schuster 2007) y, además, los vasos cilíndricos de base plana y superficie «gris pulido fino» son muy semejantes a la muestra QT9. La QT12 no presenta agregado de elementos no plásticos y las escasas inclusiones naturales registradas tampoco permiten inferir posibles áreas de producción.

Por último, la muestra QT21 («rojo grabado») exhibió las mismas pastas que las observadas en tiestos similares estilísticamente, recuperados en Tolombón. La información disponible no hace posible asignar un sector de producción para este conjunto, por lo que se considera necesario encarar un estudio sistemático del tipo

que permita conocer su variabilidad petrográfica y sus áreas de manufactura (fig. 9).

CONSIDERACIONES FINALES

Como resultado de los estudios presentados, se determinaron 15 modos técnicos de manufacturar cerámica durante el periodo Formativo en Quebrada del Toro, 7 de ellos agrupan varios fragmentos y otros 8 están representados por muestras individuales. Los modos *Grueso Metamórfico*, *Medio Cuarzoso-Metamórfico* y *Medio con Tiesto Molido* están presentes tanto en el Formativo Inferior como en el Superior, lo cual sugiere la persistencia en el tiempo de la elección de recursos técnicos y materias primas utilizados para la manufactura cerámica.

Estos modos se usaron para confeccionar piezas de uso doméstico de los tipos «ordinario», «corrugado», «pulido», «exciso»; pero también «pintado» e «inciso» o «grabado» de los estilos regionales Vaquerías, San Francisco y Candelaria, entre otros. Los modos *Metamórfico-Cuarzoso* y QT9 se encuentran de forma excluyente en el Formativo Inferior y otros 10 modos solo lo hacen en el Superior (*Grueso Metamórfico de Densidad Moderada*, *Grueso con Tiesto Molido*, *Fino Metamórfico Denso*, QT12, QT21, QT22, QT31, QT33, QT38 y QT45), cuando se registra una mayor diversidad de formas de elaborar alfarerías.

Se infiere asimismo que, por las similitudes observadas entre las pastas y la litología local, la mayoría de las muestras habrían sido manufacturadas localmente. Piezas de uso doméstico, así como fragmentos de tipos cerámicos poco frecuentes pintados o grabados, como los arriba mencionados, poseen pastas que interpretamos como locales.

Otros modos sugieren, en cambio, una manufactura alóctona a la quebrada. Nos referimos a la muestra QT42 del modo técnico *Medio con Tiesto Molido*, asimilable petrográficamente al grupo 4 de la cerámica sanfranciscana, lo cual reafirma las interacciones ya planteadas para el Formativo Inferior entre Quebrada del Toro y el valle de San Francisco.

Las muestras QT38 y QT45, del tipo «negro bruñido» con elementos volcánicos, refuerzan la propuesta

de una mayor interacción con Atacama durante el Formativo Superior, inferida por la presencia de estilos cerámicos compartidos, entre ellos los tipos San Pedro «negro pulido», «negro grabado» y «rojo grabado» (De Feo y Bazzano 2015); o por las obsidias de fuentes chilenas identificadas en los conjuntos líticos de Tres Cruces I (Lazzari *et al.* 2017) y las similitudes en los tipos y frecuencias de las modalidades deformatorias craneanas de este mismo sitio (De Feo *et al.* 2016).

Nuevos estudios, que combinen muestreos de arcillas locales y muestras cerámicas, permitirán profundizar en el conocimiento de las áreas de producción de los enseres alfareros consumidos en Quebrada del Toro y delinear con mayor detalle las interacciones interregionales durante el Formativo.

Agradecimientos

A Diego Gobbo por la confección de las figuras 2, 3 y 9. Estos estudios fueron financiados con subsidios de la UNLP N815 y ANPCyT PICT Raíces 2011-633 y 2016-343.

Sobre los autores

MARÍA EUGENIA DE FEO es Licenciada en Antropología y Doctora en Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Su trabajo aborda los paisajes agropastoriles formativos en Quebrada del Toro (Provincia de Salta). Es docente en la FCNyM (UNLP) desde 2002 e investigadora asistente del CONICET desde 2014, con lugar de trabajo en la División Arqueología del Museo de La Plata.

LUCAS PEREYRA DOMINGORENA es Profesor en Ciencias Antropológicas y Doctor en Arqueología de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Su investigación se orienta a comprender los modos productivos alfareros de las sociedades aldeanas que habitaron el sur de los valles Calchaquíes (Noroeste argentino) durante el primer milenio d. C. Desde 2014 es investigador asistente del CONICET con lugar de trabajo en el Instituto de las Culturas (UBA-CONICET).

REFERENCIAS

ADAMS, A. E., W. S. MACKENZIE, C. GUILFORD. 1997 [1984]. *Atlas de rocas sedimentarias*. Barcelona: Masson.

- BAZZANO, M. A. 2017. *Informe final de beca doctoral tipo A*. UNLP. Inédito.
- CIGLIANO, E., R. RAFFINO, H. CALANDRA. 1976. La aldea formativa de las Cuevas (Provincia de Salta). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 10: 73-130.
- COURTOIS, L. 1976. *Examen au microscope pétrographique des céramiques archéologiques*. Notes et monographies techniques 8. París: CNRS.
- CREMONTE, M. B. 1997. *Investigaciones arqueológicas en la Quebrada de la Ciénaga (Dpto. de Tafí, Tucumán)*. Tesis doctoral. FCNyM, UNLP.
- DE FEO, M. E., M. A. BAZZANO. 2015. La alfarería del Formativo Superior en Quebrada del Toro (Salta): un aporte desde la revisión de los contextos cerámicos del sitio Pascha. *Estudios Sociales del NOA* 16: 179-194.
- DE FEO, M. E., M. PLISCHUK, B. DESÁNTOLO. 2016. Prácticas deformatorias en el sitio Tres Cruces I (Salta, Argentina) durante el Formativo Superior: caracterización y análisis. *Intersecciones en Antropología* 17/1: 109-120.
- DOUGHERTY, B. 1977. Análisis de la variación en el complejo San Francisco. En *Obra del Centenario del Museo de La Plata*, t. II, pp. 237-252.
- ESCOBAR, J. M. 1996. El período agroalfarero temprano en el valle de Lerma: el caso del sitio Silisque-Tilián 2 (Departamento de Chicoana, Provincia de Salta). En *Actas y memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina* (11.^a parte), ed. H. Lagiglia = *Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael* 23/1-4: 33-49. San Rafael: ICN Ediciones Ciencias y Arte.
- HAMMER, Ø., D. A. T. HARPER, P. D. RYAN. 2001. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4/1: 9.
- HEREDIA, O. 1974. Investigaciones arqueológicas en el sector meridional de las Selvas Occidentales. *Revista del Instituto de Antropología* 5: 73-132.
- LAZZARI, M., L. PEREYRA DOMINGORENA, W. D. STONER, M. C. SCATTOLIN, M. A. KORSTANJE, M. GLASCOCK. 2017. Compositional data supports decentralized model of production and circulation of artifacts in the pre-Columbian south-central Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* 114/20: E3917-E3926.
- ORTIZ, G. 2007. *La evolución del uso del espacio en las tierras bajas jujeñas (subárea del río San Francisco)*. Tesis doctoral. FFyH, UNC.
- PEREYRA DOMINGORENA, L., M. B. CREMONTE. 2017. The Same Way of Doing Pottery. San Francisco Ceramic Fabrics from Tumbaya (Quebrada de Humahuaca) and San Pedro (San Francisco River Basin). En *Pre-Inca and Inca Pottery*, eds. A. Scaro, C. Otero y M. B. Cremonte, pp. 1-27. Cham: Springer.
- PEREYRA DOMINGORENA, L., M. E. DE FEO, M. F. BUGLIANI. 2018. Vaquerías: A techno-stylistic study regarding the earliest polychrome pottery in the Argentine Northwest. Inédito.
- QUINN, P. S. 2013. *Ceramic Petrography. The Interpretation of Archaeological Pottery & Related Artefacts in Thin Section*. Oxford: Archaeopress.
- RAFFINO, R. 1977. Las aldeas del Formativo Inferior de la Quebrada del Toro (Prov. de Salta, Argentina). En *Obra del Centenario del Museo de La Plata*, t. II, pp. 253-299.
- SCHUSTER, V. 2007. Petrografía de la cerámica de Tebenquiche Chico (Puna de Atacama). *La Zaranda de Ideas* 3: 57-78.
- STOVEL, E., M. B. CREMONTE, E. ECHENIQUE. 2016. Petrography and PXRF at San Pedro de Atacama, Northern Chile. Exploring Ancient Ceramic Production. En *Integrative Approaches in Ceramic Petrography*, eds. M. Ownby, I. Druc y M. A. Masucci, pp. 53-82. Salt Lake City: The University of Utah Press.
- TARRAGÓ, M. 1989. *Contribución al conocimiento arqueológico de las poblaciones de los oasis de San Pedro de Atacama en relación con los otros pueblos puneños, en especial, el sector septentrional del Valle Calchaquí*. Tesis doctoral. FHyA, UNR.

RESEARCH ARTICLE

INVESTIGATIONS OF HELLENISTIC MORTAR FROM UMM QAIS (GADARA), JORDAN

Firas Alawneh,¹ Eyad Almasri²

¹ Department of Conservation Science, Queen Rania Faculty of Tourism & Heritage, Hashemite University, Zarqa, Jordan; ² Department of Sustainable Tourism, Queen Rania Faculty of Tourism & Heritage, Hashemite University, Zarqa, Jordan (Corresponding Author: firmas-alawneh@hu.edu.jo)

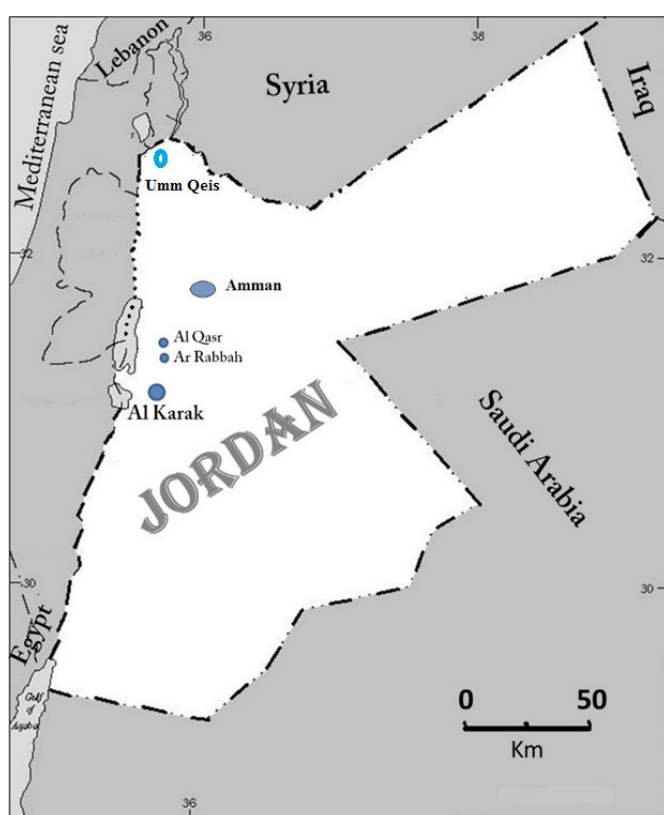


Figure 1. Location map of the study area.

ABSTRACT. Ancient mortars have been widely studied, in connection with both diagnosis and applications required for restoration. This study is primarily based on analyses of different mortar samples from a Hellenistic temple. The study was done by means of a polarizing microscope equipped for observations in transmitted and reflected light; and X-ray powder diffraction (XRD). Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS) were also used to confirm and supplement the microscopic data, and wet chemical analyses

were performed on the acid filtrate for soluble oxides of Fe, Al, Ca, Mg, S, Na and K. Chemical and petrographic analysis were used to determine chemical composition and physical properties, which in turn provide an in-depth understanding of the structural behavior and durability characteristics as they relate to the composition. The results show that the plaster used was a lime-based mortar. The cementing binder was a lime (identified by spot test) with fossilized shell, very fine grain size quartz, and some other minerals as the aggregate. The EDS analysis showed the presence of calcium and a small proportion of magnesium; in addition, silicon, aluminum, potassium, and iron were detected. Possibly, the silicate compounds contributed to the hydraulic component. We found strong similarities among mortar samples used in the temple. Physical methods provided useful information on the mineralogical compounds and the surface structures of samples, allowing for the postulation of deterioration mechanisms and overall decay, including the identification and crystalline morphology of reaction products and salts. These results aid in both understanding the technology of historic mortars and planning the restoration of these mortars.

KEYWORDS. Mortar analysis; SEM-EDS; Gadara; Lime; Restoration.

INTRODUCTION

Degradation of building materials in monumental structures is a well-known phenomenon. In antiquity, people seemed to know, to distinguish, and to classify materials according to their durability and suitability. Morgan (1960) states, for instance, that some stones

Received: October 3, 2018. Accepted: October 14, 2018. Published: December 21, 2018.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. Endorsed by Atef Shiyab & Maher Tarboush. English proofreading by Emily Lena Jones. Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/4009>.

can easily deteriorate under the effects of freeze/thaw cycles, rain, and salts while others are more resistant, the combined effect of stone inherent properties and environmental conditions. Pliny (2004) gives recipes for how to preserve some materials, such as wall paintings and metallic objects, using organic materials. These are just two examples showing the high value people attach to construction durability.

Lime is one of the oldest chemical industries known to humans; the process of burning lime has been known since the age of Hajji, where the term lime is a general term for all products of limestone. Lime mortar was used by the Greeks, Romans, Arabs, Marors, and Japanese. However, researchers agree that the spread of the lime mortar as a basic mortar began in Greek civilization (Zappia *et al.* 1994) and then moved to neighboring countries, including Egypt. Deterioration of carbonate building stones and mortar may be caused by acid rain, soluble salts, and to SO₂ deposition. The latter has been a major focus of conservation research over the past two decades; many publications devoted to the effect of SO₂ on calcareous stones can be found (e.g., De Santis 1995; Kumar 1998; Hayes and Bluck 1996). Although new energy policies have reduced atmospheric SO₂ to low levels, SO₂ remains a major corrosive agent (Del Monte *et al.* 1996).

Two processes are generally seen as driving SO₂ reaction with stone. The first is a wet process, consisting of dissolution of the carbonate in acid rain and precipitation of the sulfate in the form of gypsum. The second is a dry process consisting of deposition of SO₂ directly on to the stone surface. Although consistent (to some extent) with aqueous chemistry, the wet process cannot satisfactorily explain the formation of the gypsum crust. First, dissolution implies mass transport (of cations), as long as the solution is not getting saturated with respect to MSO₄ (where M is an alkali earth ion). Second, dissolution and precipitation do not occur simultaneously, since this is a dynamic process and the solid product (gypsum) is more soluble in acid rain than the carbonate itself (Viles 1990). Third, given the low concentration of SO₂ in air, it is unlikely that saturation with respect to gypsum could be attained. Fourth, it is well known that gypsum forms in the sheltered parts of the stone rather than in the parts exposed to the rain. Thus, it is believed that the wet process mainly contributes to weathering of the stone and mortar, which is still a devastating effect. In our case study, the studied temple is subject to numerous pressures, both man-made and natural; some can be pre-

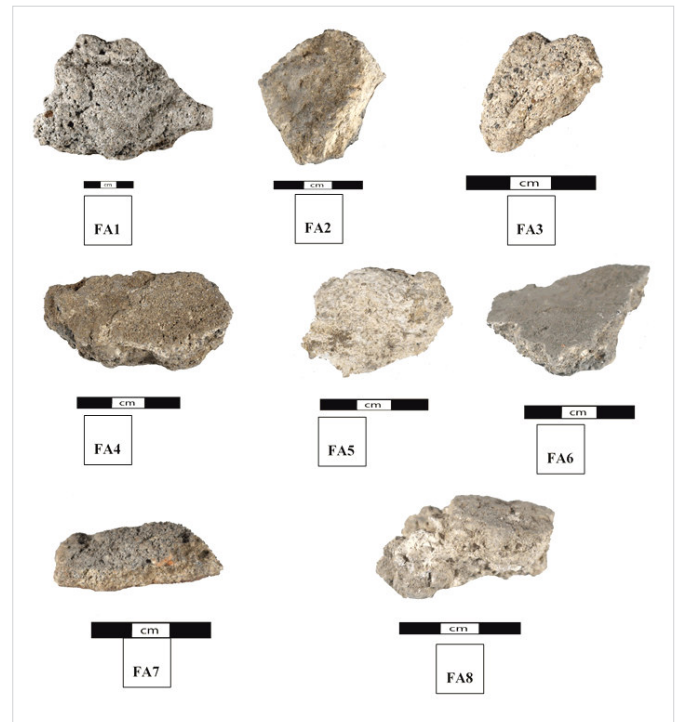


Figure 2. Studied mortar samples.

vented, while others are unavoidable. Natural disasters, such as earthquakes cannot be prevented. The potentially catastrophic effect of natural disasters on cultural property can only be forecast through risk management exercises, and steps taken to minimize or at least manage any damaging effects (Rosa *et al.* 2008). Nonetheless, virtually all material cultural heritage must be considered vulnerable to severe natural disaster and to phenomena associated with climate change.

The presence of moisture and the humidity level in different regions are important factors contributing to the deterioration of building materials. In fact, without the presence of moisture or high humidity level, there is no chemical reaction between the components of construction and soluble salt. Without sufficient moisture, soluble salts cannot be ionized, transported through materials and recrystallize, nor can the soluble compounds of construction materials be taken into dissolution. Also, moisture is an essential factor in several deleterious mechanisms that ultimately cause deterioration through the generation of internal stress (Amoroso and Fassina 1983).

Decreasing temperature or increasing water vapor in the air or in the environment surrounding of the archaeological building will increase moisture in the building materials. The advection process is the primary mechanism by which moisture is absorbed through capillary pores and distributed throughout a material.



Figure 3. Location of mortar samples.

This process can be accelerated through cracks at the surface or through moisture rising from the ground or foundation (Seinfeld 1985). The wicking process is a secondary mechanism, which facilitates the absorption of moisture (rain, steam, drops of dew) from the exposed outer surfaces into and throughout the wall or building. It should be noted that at this site, the drying process starts from the inner matrix to the outer surface (inside out). This is due to ongoing cycles of the mass transport of ions from within the material to the evaporation front at the outer surface. This movement of soluble salts becomes saturated near the outer surface and precipitates or crystallizes, which plugs the internal capillary pores, thereby creating attenuation and internal stress. In addition, concentrations of soluble salt may be extremely caustic or acidic in nature and can deteriorate the outer surface of the material (Genkinger *et al.* 2007).

In this study, we analyzed different mortar samples using a polarizing microscope equipped for observations in transmitted and reflected light. XRD and SEM-EDS were used to confirm and supplement the microscopic data. Wet chemical analyses were performed on the acid

filtrate for soluble oxides of Fe, Al, Ca, Mg, S, Na, and K.

Finally, chemical and petrographic analysis were used to determine chemical composition. These physical properties provide a very good understanding of the mechanical behavior and durability and relate these to material composition.

HISTORICAL BACKGROUND AND SAMPLING STRATEGY

Gadara, a Decapolis city, is situated in Northwest Jordan, 110 km north of Amman and ca. 30 km north of Irbid (Figure 1). Today, the site of Gadara is divided into three main areas: the archaeological site (Gadara), the traditional village (Umm Qais), and the modern town of Umm Qais. The great ruins, the environments and the geographical setting of the site, overlooking Wadi Al-Arab, the Jordan Valley, the sea of *Tiberias* and the Golan highlands, make the site one of the most historical and valuable tourist attractions in Jordan. The oldest archaeological evidence at the site, some pottery

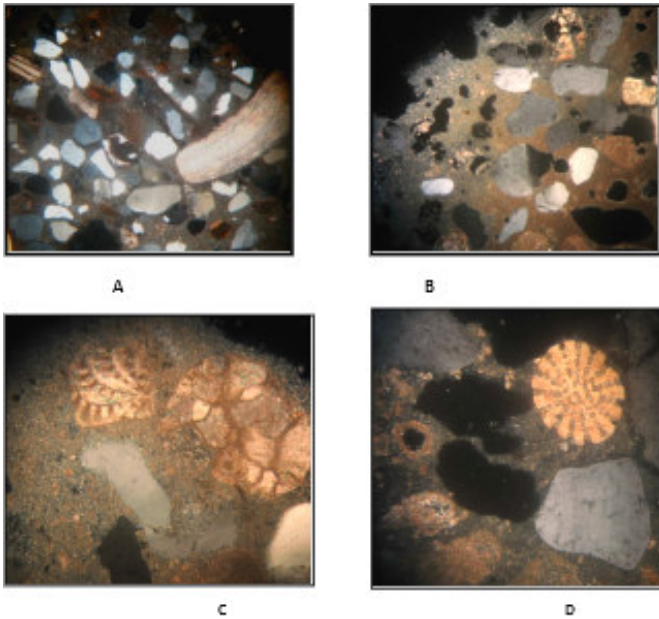


Figure 4. Lime mortar samples FA 1, 4, 6 and 8 show well-sorted quartz and shell fragments (A); quartz with micrite (B); shell fragments, interclast, quartz with micrite (C); and foraminifera, quartz and calcite with micrite (D).

The focus of this research is the newly discovered Hellenistic Temple; this was built of limestone and basalt in the Ionic style, belonging to the Di-style temple type (Shiyab 2017). Eight mortar samples were collected from temple walls (Figure 2). The samples were taken within each wall to represent the different elevations.

An important aspect of sampling strategy, significant for determining the chemical composition of mortar, is to have a fresh sample to prevent contamination by mineral accumulation and alteration. In this study, the samples were taken from the open face of the exterior masonry where a facing stone was missing (Figure 3).

sherds recovered from the southern side of the Acropolis, extends back to the second half of the third century BC.

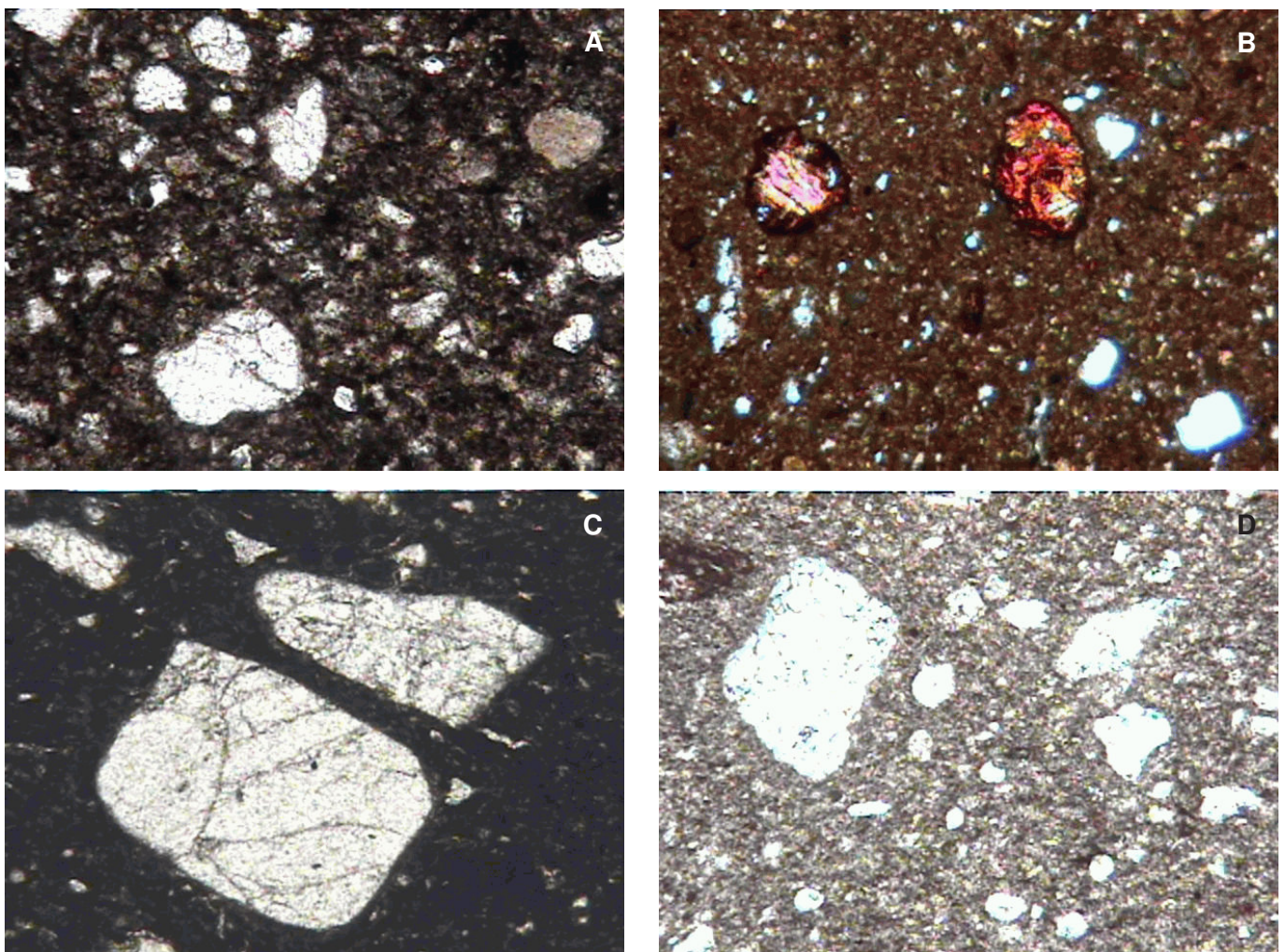


Figure 5. Lime mortar samples FA 2, 3, 5 and 7 (A-D); which contain fine to medium aggregates of quartz, plagioclase, and calcite. The fine-grained to medium-grained aggregates of quartz and plagioclase are embedded in the carbonate matrix.



Figure 6. SEM image showing cracks present on the surface of the mortar.

Mortar was removed by hammer and chisel in pieces averaging several centimeters in diameter.

ANALYTICAL METHODS

Analysis was performed using a polarizing microscope equipped for observations in transmitted and reflected light; XRD and SEM-EDS were used to confirm and supplement the microscopic data. Wet chemical analyses were performed on the acid filtrate for soluble oxides of Fe, Al, Ca, Mg, S, Na, and K. Chemical and petrographic analysis were used in the determinations of chemical composition. Micro-chemical analysis used water-soluble salt to identify sulfate, chloride, carbonate, nitrite and nitrate as well as calcium alumina silicate.

The chemicals and reagents used for the water-soluble salt were:

- Hydrochloric acid (10%) and barium chloride (10% solution, 5 g in 50 ml deionised water), to measure sulphates; a white precipitate indicated the presence of a sulphate.

- Nitric acid (10%) and solution of silver nitrate (1%, 0.5 g in 50 ml deionised water), to measure chloride. One drop of nitric acid was followed with one of silver nitrate. A white precipitate indicated the presence of a chloride.

- Acetic acid and Griess-Ilosvay's reagent in equal amounts with a pinch of zinc powder added, to mea-

sure nitrates. The solution turns pink when nitrates are present. The limit of detection is about 5 ppm. However, in this research, we used a nitrates/nitrites paper test (Quantofix for semi quantitative determination of nitrate and nitrite (10–500 mg/l NO_3^- , 1–80 mg/l NO_2^-). For this test, we dipped a test stick briefly in the test solution (pH 1–9) and, after 60 seconds, compared the test paper with a colour scale. When nitrates are present, the outer test paper turns red. The second reaction zone on the strip shows the nitrite concentration.

Results and Discussion

Preliminary examination, conducted both by the naked eye and with a microscope (10X), indicated that mortar samples varied in their rate of deterioration as well as in the nature (mechanism) of deterioration. It seems likely that the weathering crusts found on sample FA 5 and FA 8 are an extreme form and cover the entire sample. The surfaces of these objects are covered by a thick blackened enamel-like weathering surface, which in some areas has flaked away to reveal an iridescent layer beneath (a variegated coloration of the surface). The corroded surfaces had become very soft, powdery, and easy to destroy. Some of the invaluable mortar fragments with deteriorated crusts have flaked away or separated from the mortar surface.

PETROGRAPHIC ANALYSIS

Optical microscopic observations (FA 1–8, as shown in Figure 4) indicate all the mortars are comprised mainly of calcite with some accessory minerals such as quartz and plagioclase. Examination of the mortar samples, showed that the mixture of the mortars was mainly quartz sand with lime as a binder and brick, fine grain size ironstone, quartzite, shell fragments in different kinds, shapes and colors, and charcoal. In addition, organic material (straw) was found in the mixture of some samples. The mortars were very hard and dry and micro cracks were visible on the p surface with rough structure. The thicknesses of the mortar were between 5–10 cm with some up to 15 cm. Not all the fragments were the same thickness, because they came from different locations within the building.

Thin sections of the samples that were part of the same chemical group show similarity among the minerals included (Figure 5). Quartz predominates. Char-

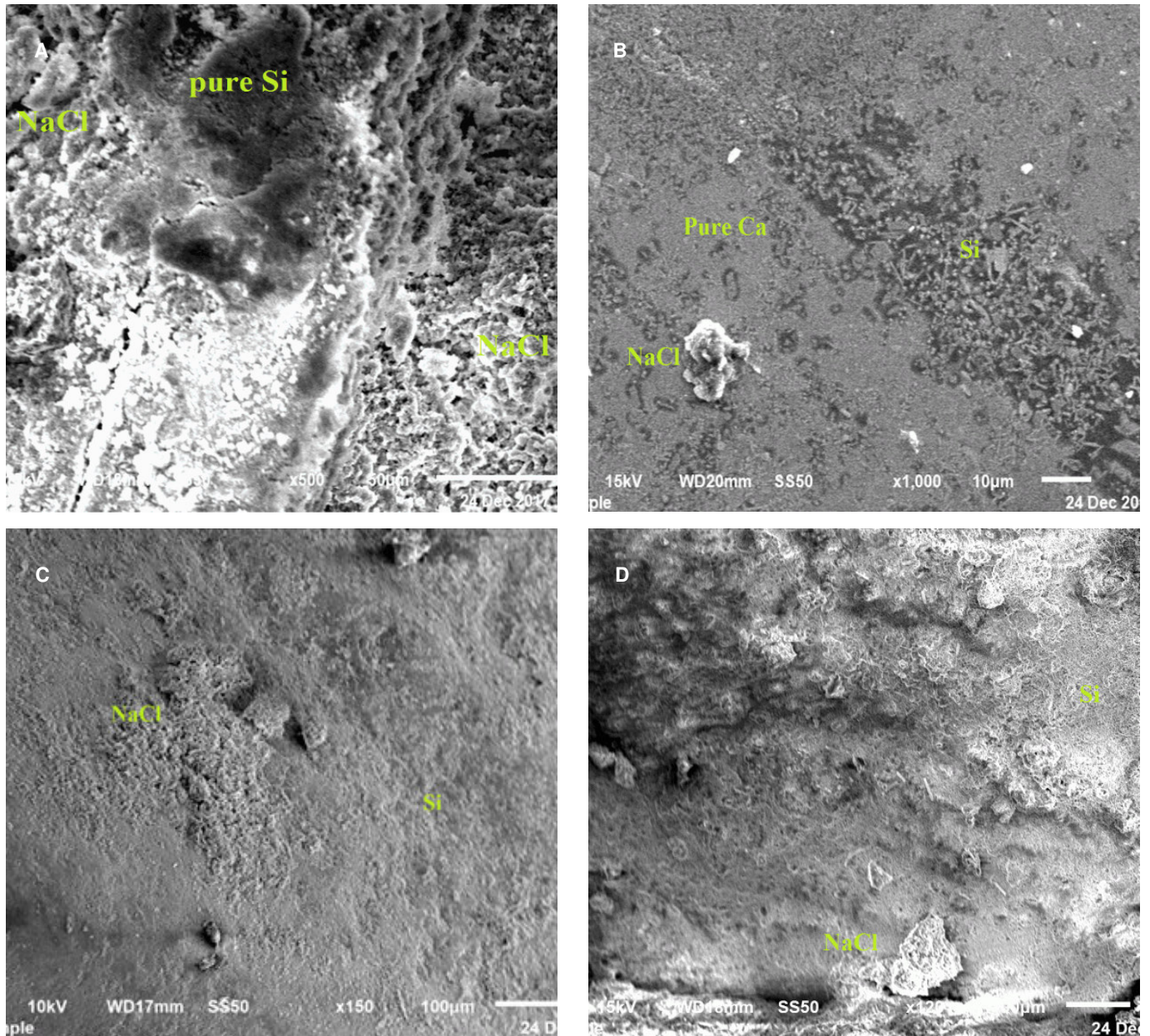


Figure 7. Surface structure of mortar samples FA 1, 4, 6 and 8. A shows the cracks present on the surface; B shows analysis area 1 (yellow arrow) with Ca, Si, S, Al, Mg and Fe present; C shows area 2, containing Ca, S, Si, Al, Mg, Na and Fe; and D shows analysis area 3, containing elements Ca, Si, S, Al, Mg, Fe and Na.

coal, brick fragments, and lumps of lime putty or other binder materials, as well as pozzolanic additives, are easily distinguished. The examination of the polished sections suggests that some samples have the same mixture as well as the same stratigraphy. In particular, crushed brick lime mortars consist of fine to medium aggregates of quartz, plagioclase, and calcite; the fine-grained to medium-grained aggregates of quartz and plagioclase are embedded in the carbonate matrix. The mortar mainly consisted of quartz sand, quartzite, lumps of lime/chalk and brick in sample FA 7. The mortar can thus be classified into two groups. The first

mortar group contains lime with very fine grain sizes, but the mixture is predominantly quartz sand. The composition of the second group consists of quartz sand, quartzite and shell fragments as well as brick in addition to ironstone. Charcoal and some shell fragments were visible as well.

SEM and EDS Results

For detailed characterization of surface structure, SEM-EDS analysis was carried out on different fresh samples as well on polished cross-sections. We examined sur-



Figure 8. SEM image showing the presence of the white layer on mortar surface.

face structures and identified the elements present. All samples and sections were coated with carbon before entering the SEM. Different samples show the same surface characteristics and structures, which gives insight into the deterioration mechanisms and decay that has affected the mortar, as well as allowing the identification of various known salt crystallization formations. Cracks seen due to mechanical stress were visible on some samples, but there were also cracks on the surface (as seen in Figure 6). The surface cracks may be caused by expansion related to certain physico-chemical reactions. Microanalysis showed variation in the microstructure of the surface deterioration in all samples (Figure 7).

SEM analysis identified the following elements: calcium (Ca), silicon (Si) and sulphur (S), aluminium (Al), magnesium (Mg), and minor amounts of iron (Fe). Chloride (Cl) and sodium (Na) were found in most samples as well. The highest amount of Na and Cl was found in samples FA 5, 6 and 8. These samples in particular show a complex compound structure, as well as a more severely deteriorated surface.

The presence of calcium (Ca) and sulphur (S) on some samples reflects the transformation of calcium carbonate (mortar or limestone) into a calcium sulphate, a process which results in deterioration and decay. However, another important factor to consider is that the surfaces of the mortar were uneven.

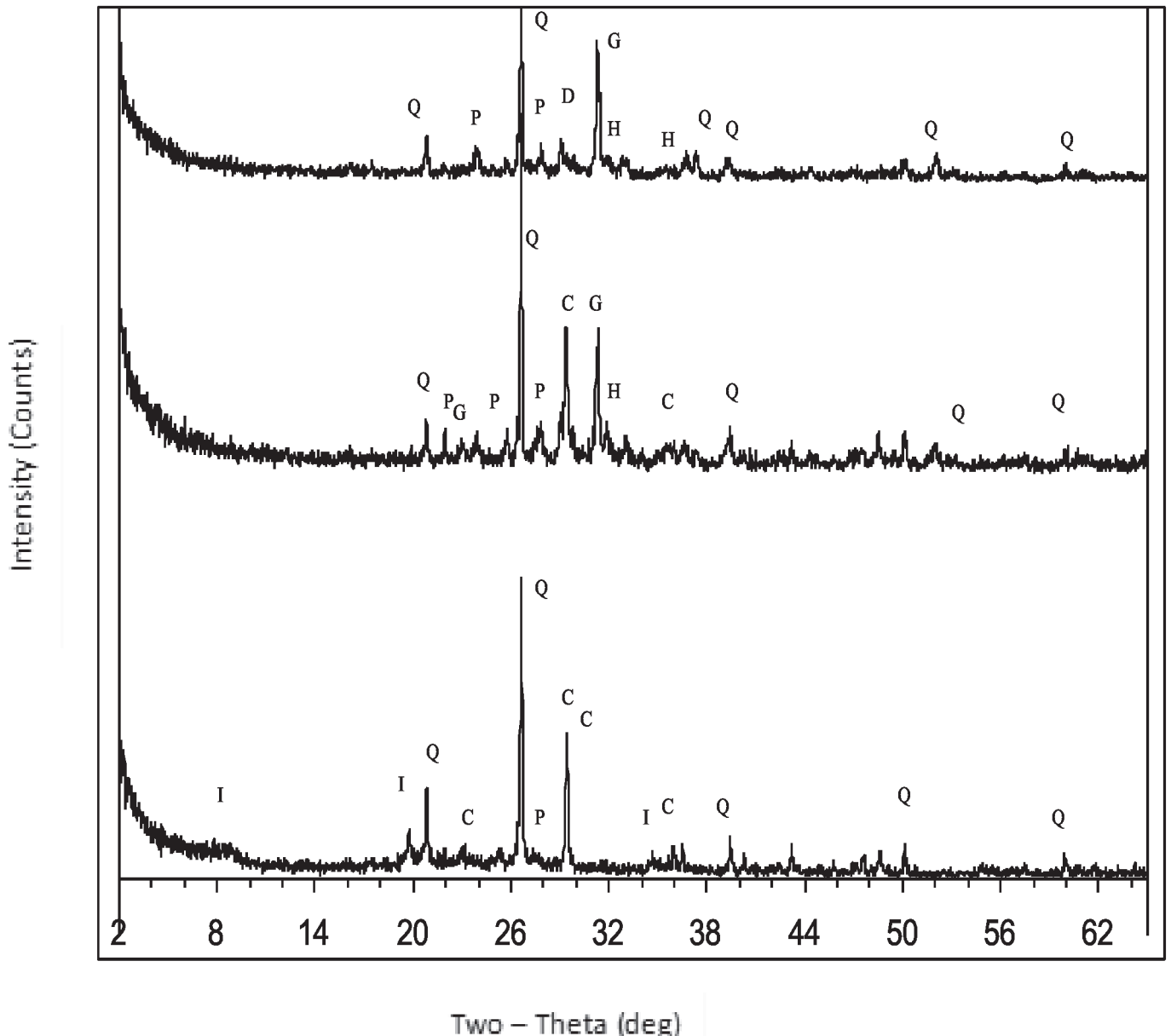


Figure 9. Representative XRD diagrams of mortar samples. The indicated mineral phase are illite (I), quartz (Q), plagioclase (P), K-feldspar (F), calcite (C), sulfur (G) and hematite (H).

Carbonated/precipitated layers partially covered the surface in some instances; therefore, certain elements were found in one area of the surface, but not in another area of the same specimen. Several analyses were carried out on each sample to obtain a general idea on the elements present (Haynes *et al.* 2010).

It was interesting to observe in sample FA 6 particles of K-feldspar, gypsum and Na-feldspar; in addition some samples contained Ti, which is characteristic of clay. The primary elemental constituents present were calcium (Ca), silicon (Si), aluminium (Al), magnesium (Mg), sodium (Na) and chloride (Cl), with minor elemental constituents of sulphur (S) and iron (Fe). The presence of salts in all samples may be related to the

atmospheric conditions and pollution or as a result of the decomposition of calcium carbonate, sodium sulphate, potassium sulphates, calcium and magnesium. The lime mortars are made of dolomitic lime. This compound may react with sulphate ions in the water. SEM also helped to identify the cause of surface deterioration, such as micro cracking and the presence of various crystalline reaction products (Figure 8).

XRD Analyses

To assess the validity of mortar classification and to obtain a better understanding of mortar chemistry, samples were characterized by XRD. Observation of the

Table 1. Results of the calcium alumina silicate test.

Samples No.	Notably Present	Present	Absent
FA 1			○
FA 2		●●	
FA 3			○
FA 4	●●●		
FA 5			
FA 6		●●	
FA 7		●●	
FA 8		●●	

Table 2. Results of the sulfate and chloride tests.

Samples No.	Type of Sample	Sulphates (SO ₄)	Chlorides (Cl)
FA 1	Lime Mortar	-	+ wp
FA 2		-	++ wp
FA 3		-	++ wp
FA 4		+	++ wp
FA 5		-	++ wp
FA 6		-	++ wp
FA 7		+	++ wp
FA 8		+	++ wp

++ = Notably Present; WP = White Precipitates; - = Absent; +- = Traces; + = Present

diffraction patterns for samples reveals important similarities (Figure 9). The XRD patterns indicate calcite as the main component of the matrix, with the presence of quartz, plagioclase, feldspars, and muscovite as accessory minerals. The XRD analysis of soluble silicates contained in the binder from a significant number of samples reveals hydraulic cement compounds such as calcium silicate hydrate (C-S-H). The presence of C-S-H in mortars can be attributed to the reaction of lime with SiO₂ and Al₂O₃ in the presence of water; SiO₂ and Al₂O₃ may be contained in the natural pozzolan, in the finely ground bricks and tiles, as well as in

the lime used. In a large number of mortars, pozzolanic initiators such as pyroxenes and feldspathoids were found, suggesting the purposeful inclusion of pozzolanic admixtures (i.e., Robert *et al.* 2008).

Micro-Chemical Analysis

Micro-chemical tests were necessary to distinguish the materials before carrying out full analyses. All samples were dissolved in acid (3% hydrochloric acid, HCl) to ascertain the presence of lime mortar. The solution in some samples was yellowish in colour indicating the

Table 3. Results of the nitrate and nitrite tests.

Samples No.	Type of Sample	Nitrates (NO ₃) mg	Nitrites (NO ₂) mg
FA 1	Lime Mortar	25	0.5
FA 2		100	1
FA 3		25	-
FA 4		50	-
FA 5		20	0.5
FA 6		25	1
FA 7		25	0.2.5
FA 8		50	5

Table 4. Results of the water soluble salt tests.

Sample No.	Type of Sample	Original Weight/g	Dry weight after analysis NaCl, CaSO ₄ , NO ₂ & NO ₃	% Residue	% Dissolved	
FA 1	Lime Mortar	2	1.974	98.7	1.3	
FA 2		1.948	1.889	96.97	3.03	
FA 3		2		1.951	97.55	2.45
FA 4				1.943	97.15	2.85
FA 5				1.941	97.05	2.95
FA 6				1.885	94.25	5.75
FA 7				1.917	95.85	4.15
FA 8				1.967	98.35	1.65

presence of iron; this was confirmed by a spot test using potassium ferrocyanide (2%). Sample residue showed very white fine grain sizes with brick in some samples. One of the mortars did not dissolve completely in acid, suggesting that it may contain gypsum (Nehdi *et al.* 2005). For the identification of carbonates, micro-chemical tests were carried out using hydrochloric acid (HCl). However, another possibility for the presence of gypsum is ionic conversions with the underground water, which may transform calcium carbonate into calcium sulphate under certain condition.

We also conducted a spot test for calcium alumina silicates. The presence of aluminum in hydraulic mor-

tars and cements can be verified by adding a diluted alkali to the dissolving samples solution. Any dissolved aluminum will precipitate as gelatinous white material (Morgan 2005:52). The results of this test can be seen in Table 1. The presence of aluminum silicate may indicate the use of hydraulic lime. The sand/aggregate used with the mixture may have contained aluminum silicate as well.

Soluble salt analysis is an essential aspect of diagnosing ancient materials, particularly wall painting and mortar. Such materials usually contain salts from different sources (Teutonico 1988). It is possible to obtain key information on the presence of salts using

micro-chemical tests, which can then be confirmed by physical methods. In addition, the alkaline or acidic nature of a soluble salt is one of the most important mechanisms responsible for weathering decay. Soluble salt damage has been known since antiquity and is still an unsolved conservation problem. It affects not only the building materials, but also causes serious deterioration problem to the rendering and plaster layers (Rosa *et al.* 2007). The analysis was carried out to identify the most important of salt types, these are sulfates, chlorides nitrites and nitrates.

Analysis of Soluble Salts

Soluble salt analyses were done according to Teutonico (1988). Samples were dried at 85 °C and weighed before and after analyzing the carbonates to calculate the percentage of the residue as well as the dissolving amount. Water was added to the samples to analyze for carbonates, using 10% of hydrochloric acid, then samples were washed until pH 7 and dried at the same temperature. Soluble salts results can be seen in Tables 2, 3 and 4.

The most significant salts found were chlorides and nitrates. It is interesting to note that the percentages of dissolved solute varied from 0.9% to 7%; the most significant was FA 3, at 30% whereas FA 1, 2 and 4 remained below 3% and samples FA 5, FA 6 and FA 7 remained below 2%. The presence of chloride reflects the ongoing weathering process, likely rain water or groundwater as it was noted that the walls were moist. Table 3 shows the results of the nitrate and nitrite analysis. Sample FA 2 has the highest amount of nitrates, at 100 mg. Samples FA 3 and 8 contained 50 mg. The lowest amount of nitrates were found in samples FA 1, 4, 5, 6 and 7, which contained 20–25 mg.

Samples FA 4, 7 and 8 showed the presence of both sulfate and chloride. These samples were taken from a location close to the floor, where additional salts it would be expected. In areas of groundwater or moisture impact, three zones of deterioration (zone A, zone B, and zone C) were identified. There is less deterioration in the upper zone A. The mortar and stones of zone B showed significantly more disintegration, crumbling, and scaling. The salts in zone B are mainly sulfates (sodium sulfates, magnesium sulfates, calcium sulfate and potassium nitrate and sodium carbonate). Less deterioration was found in lower zone C, although it is situated in a lower temperature and elevated humidity zone where chlorides and nitrates are concen-

trated. This zone also accumulates salts under normal climatic conditions, which results in advection of moisture due to the strongly hygroscopic nature of salts. However, humidity is one of the important factors for initiating chemical and physical deterioration, as well as biological decay (Kunlin *et al.* 2007). Elements of the materials used in a previous conservation process may have also supplied salts. In addition, cement injected with alkali, silicates and silicones, etc., was used as a consolidant. The reaction between these different materials will lead to increased deterioration and decay. Another possibility is that the materials used in the preparation of mortars and plasters may have contained a small quantity of sulphate impurity. It is known, for example, that minerals can react with ions in water, leading to the presence of sulphate (Tsui *et al.* 2003). It is possible that some of these samples contained trace amounts of sulphate because some of the sand was washed before being used in the mixture.

CONCLUSION

SEM-EDS and XRD are critical analytical tools for the identification of material constituents and reaction products. This study found that the studied mortars were composed of a mixture of lime (identified by spot test) containing fossil shell with very fine grain size quartz and some other minerals. It is possible to conclude that the main binder of the mortars is a calcitic lime manufactured from seashells.

Sulfation is one of the main deterioration process which damages lime mortar in urban environments. The wet and dry deposition of atmospheric sulphur compounds and their subsequent reactions with calcium carbonates are the main cause of the formation of gypsum on the external surface. Soluble salts are another contributor of serious deterioration of mortar. The deterioration and decay caused by weathering (temperature, humidity, water soluble salt, etc.) is varied, and can have an exacerbating effect on other deterioration factors. However, humidity is the main condition for all the chemical and biological decay, as well as physical damage.

Mortar damage is likely related to chemical deterioration from the mass transport of ions towards an evaporation front, creating supersaturated concentrations (caustic or acidic) via advection; or, a physical (expansion and contraction) deterioration such as freeze/thaw or wet/dry; or, a combination of these (physico-chemi-

cal) mechanisms. The investigations of the microstructure and the application of the mortars in this research may help to understand the properties of ancient mortar formulas elsewhere, as well as contribute to future conservation and restoration efforts.

REFERENCES

- AMOROSO, G.G., V. FASSINA. 1983. *Stone Decay and Conservation: Atmospheric Pollution, Cleaning, Consolidation and Protection*. Material Science Monographs. Amsterdam: Elsevier. 453 pp.
- DE SANTIS, F. 1995. Interaction of acid gaseous atmospheric pollutants with carbonate stones. In *International Proceeding of Preservation and Restoration of Cultural Heritage*, pp. 335–47.
- DEL MONTE, M., V. MINGUZZI, P. ROSSI. 1996. Air pollution and weathering of marbles in outdoor environments sheltered from rainwater. In *Preservation and Restoration of Cultural Heritage: Proceeding of the 1995 LCP Congress (Montreux, 1995)*, pp. 371–81. Lausanne.
- ESPINOSA MARZAL, R.M., G.W. SCHERER. 2008. Crystallization of sodium sulfate salts in limestone. *Environmental Geology* 56(3–4): 605–21.
- FLATT, R.J., M. STEIGER, G.W. SCHERER. 2007. A commented translation of the paper by C.W. Correns and W. Steinborn on crystallization pressure. *Environmental Geology* 52(2): 221–37.
- GENKINGER, S., A. PUTNIS. 2007. Crystallization of sodium sulfate: Supersaturation and metastable phases. *Environmental Geology* 52(2): 295–303.
- HAYES, C.S., B.J. BLUCK. 1996. An examination of some of the causes of sandstone deterioration at Culzean Castle, Scotland. In *Preservation and Restoration of Cultural Heritage: Proceeding of the 1995 LCP Congress (Montreux, 1995)*, pp. 151–9. Lausanne.
- HAYNES, H., R. O'NEILL, M. NEFF, P. KUMAR. 2010. Salt weathering of concrete by sodium carbonate and sodium chloride. *ACI Materials Journal* 107(3): 256–66.
- KUMAR, R. 1998. *Deposition Studies on Consolidated Stone*. Progress report. Materials Research Program. Natchitoches: NCPTT.
- KUNLIN, M.A., X.I. YOUJUN, L. YUNHUA. 2007. Deterioration characteristics of cement mortar by physical attack of sodium sulfate. *Journal of the Chinese Ceramic Society* 35(10): 1376–81.
- MORGAN, M.H. 1960. *Vitruvius: The Ten Books on Architecture*. New York: Dover Publications.
- MURPHY, T. 2004. *Pliny the Elder's Natural History: The Empire in the Encyclopaedia*. Oxford: Oxford University Press. 233 pp.
- NEHDI, M., M. HAYEK. 2005. Behavior of blended cement mortars exposed to sulfate solutions cycling in relative humidity. *Cement and Concrete Research* 35(4): 731–42.
- SCHERER, G.W. 1999. Crystallization in pores. *Cement and Concrete Research* 29(8): 1347–58.
- SEINFELD, J. 1985. *Atmospheric Physics and Chemistry of Air Pollution*. Wiley.
- THAULOW, N., S. SAHU. 2004. Mechanism of concrete deterioration due to salt crystallization. *Materials Characterization* 53(2–4): 123–7.
- TSUI, N., R.J. FLATT, G.W. SCHERER. 2003. Crystallization damage by sodium sulfate. *Journal of Cultural Heritage* 4(2): 109–15.
- VILES, H.A. 1990. The early stages of building stone decay in an urban environment. *Atmospheric Environment. Part A. General Topics* 24(1): 229–32.
- YANG, Q., Q. YANG. 2007. Effects of salt-crystallization of sodium sulfate on deterioration of concrete. *Journal of the Chinese Ceramic Society* 35(7): 877–80.
- ZAPPÀ, G., C. SABBIONI, M.G. PAURI, G. GOBBI. 1994. Mortar damage due to airborne sulfur compounds in a simulation chamber. *Materials and Structures* 27(8): 469–73.

RESEARCH ARTICLE

**ARQUEOLOGÍA DE LA ARQUITECTURA GRIEGA EN EL
TRATADO DE VARIA COMMENSURACION DE JUAN DE ARFE**

*Archaeology of Greek Architecture in the Treatise
De Varia Commensuracion by Juan de Arfe*

José Luis Crespo Fajardo

Universidad de Cuenca, Ecuador
(luis.crespo@ucuenca.edu.ec)



Figura 1. Vestigios del templo de Minerva en Priene (Jonia, actual Turquía). Fuente: *Wikimedia Commons* (2011).

RESUMEN. *Los estudios acerca de Juan de Arfe y Villa-fañe como tratadista no suelen hacer mención a cierta información sobre la historia de la arquitectura de la antigua Grecia que este orfebre del Renacimiento escribe al comienzo del Libro IV de su obra De Varia Commensu-*

racion para la Sculptura y Architectura (Sevilla, 1585). Dichos datos relativos a la arquitectura de la Antigüedad son estudiados en este artículo, investigando posibles referencias bibliográficas y profundizando en todo aquello que subyace tras los monumentos clásicos listados. Asimismo,

Recibido: 7-12-2018. Aceptado: 21-12-2018. Publicado: 28-12-2018.

cabe destacar el papel de Juan de Arfe como historiador de la arquitectura, posiblemente con el ánimo de seguir uno de los apotegmas de Vitruvio.

PALABRAS CLAVE. *Arqueología; arquitectura; Grecia antigua; historia; Juan de Arfe.*

ABSTRACT. *Studies about Juan de Arfe y Villafañe, author of numerous treatises, do not usually mention the history of ancient Greek architecture. However, the Renaissance goldsmith writes extensively about Classical architecture at the beginning of Book IV of his work De Varia Commensuración para la Sculptura y Architectura (Seville, 1585). This article examines Juan de Arfe's references to Classical Greek architecture, and highlights the role of Juan de Arfe as a historian of architecture, possibly with the intention of following one of Vitruvio's apothegmas.*

KEYWORDS. *Archaeology; architecture; ancient Greece; history; Juan de Arfe.*

1. INTRODUCCIÓN

Juan de Arfe y Villafañe (1535-1603, León, España) fue un orfebre distinguido por la destacada calidad de sus piezas de plata y, en especial, por la elaboración de custodias de asiento, ocupación en la que siguió el magisterio de su padre, Antonio de Arfe, y de su abuelo, Enrique de Arfe. La familia de los Arfe protagonizó la orfebrería española del siglo XVI al elaborar con sumo virtuosismo este género de piezas suntuarias (Sánchez 1920). Sin embargo, a diferencia de sus predecesores, Juan de Arfe se caracterizó por una marcada curiosidad intelectual. Fue un artista erudito que, de acuerdo con sus propias afirmaciones, visitó las aulas de la Universidad de Salamanca (Arfe 1795: 141), se relacionó con humanistas, se dedicó al estudio y a las letras (Íñiguez 1979: 12) y poseyó libros que, a decir de José Luis Barrio, estaban «a la última vanguardia en su época en materia de literatura artística» (1982: 23). Su impulso por el saber le llevó a escribir obras didácticas dedicadas a su profesión.

En 1572 publicó *Quilatador de Plata, Oro y Piedras*, un libro de carácter técnico referente a pesos, piedras preciosas y arte de ensayar metales; y en 1585 se imprimieron las dos primeras partes del tratado *De Varia Commensuración para la Sculptura y Architectura*, publicándose completo en 1587. El mismo año daría a

la imprenta un opúsculo titulado *Descripción de la Traça y Ornato de la Custodia de Plata de la Sancta Iglesia de Sevilla*, editado a propósito de haber culminado la elaboración de esta joya renacentista.

Tras sus publicaciones existe posiblemente la intención de promover el ascenso de la estimación social de la platería, cuyo prestigio Juan de Arfe buscaba aumentar al otorgarle un corpus teórico que la equiparara a artes tradicionalmente consideradas mayores, como la escultura y la arquitectura. Para Arfe, la pretensión de dignificar su oficio es una aspiración constante y así se evidencia, por ejemplo, en el modo de nombrarse a sí mismo en sus tratados, a veces como «escultor de oro y plata» en lugar de simplemente «platero».¹ También es significativo el pleito que mantuvo con el gremio de plateros de Burgos, donde se autodenominó «arquitecto» y defendió la idea de que su profesión, antes que un oficio mecánico, era un arte liberal (Sanz 2006: 41).

Su anhelo por realzar la categoría social de la platería se observa también en la meticulosidad con la que relata la historia de aquellas disciplinas que aborda en sus tratados. Esto sucede particularmente en *De Varia Commensuración*, al inicio del Título I del Libro IV: *De las cinco órdenes de edificar de los antiguos*, pues aquí ofrece datos eruditos sobre construcciones de la Antigüedad clásica.² En el presente artículo se investigan en concreto aquellas referencias que Arfe hace sobre restos arqueológicos griegos. Una lectura deductiva y comparativa con otros textos editados en la época nos aportará elucidaciones que podrían ser de valor para la historiografía de la arqueología de la arquitectura.

2. ARFE COMO HISTORIADOR

Arfe, que se desarrolló profesionalmente en el periodo clasicista del Renacimiento español, era un devoto de Vitruvio y de los tratados italianos de arquitectura de la época que plasmaban modelos ornamentales y constructivos grecorromanos. A menudo, estos libros

¹ Al menos desde 1585, y quizá antes, Arfe había comenzado a darse a conocer como escultor de oro y plata, dado que así se titulaba en la portada de *De Varia Commensuración*. Alonso Morgado, en su *Historia de Sevilla* (1587), le concede este tratamiento; y así aparece también oficialmente titulado en la licencia de impresión concedida por el conde de Orgaz a la *Descripción de la Traça* (1587).

² Para este estudio se utiliza la séptima impresión del tratado, publicada en 1795, que no presenta diferencias sustanciales con la edición príncipe y está arreglada y numerada por páginas, no por folios.

referían datos históricos sobre antigüedades, como en el caso de Serlio, cuyos libros tercero y cuarto tradujo Francisco Villalpando en 1552. Ha subrayado David García López que Arfe, como hijo de su tiempo, tenía una infinita fe en los libros, pues podían hacer pervivir ideas y conocimientos (García 2002: 132). Esto se manifiesta con claridad en el prólogo a *De Varia Commensuración*, donde agradece las «historias» de los griegos y romanos que mencionan obras de escultura y arquitectura que han desaparecido. Algunas de tales referencias son reflejadas por Arfe, hasta el punto que, por su carácter informativo, *De Varia Commensuración* ha sido tradicionalmente una fuente de datos históricos para escritores de todas las épocas. Asimismo, en la *Descripción de la Traça*, nuevamente escribe que, aunque las grandes obras de la Antigüedad ya no se conserven, todavía sobreviven sus descripciones (por Plinio, Vitruvio, Pausanias y otros historiadores), «contra lo cual no ha tenido fuerza la injuria del tiempo, consumidor de todas las cosas» (Ceán 1800: 60-61).³ En ese sentido, podría considerarse que Juan de Arfe, en la *Descripción de la Traça y Ornato de la Custodia de Plata de la Sancta Iglesia de Sevilla*, un folleto confeccionado para explicar el programa iconográfico de la recién concluida custodia de la catedral hispalense, presenta un testimonio sobre su edificio (las custodias de asiento simbolizan una arquitectura) con el fin de perpetuar su memoria en las generaciones futuras.

Hay que considerar que Arfe era un convencido seguidor de Vitruvio. En las primeras páginas de *Los Diez Libros de Arquitectura*, el autor romano subraya que el buen arquitecto, además de literato, dibujante, geometra, óptico y aritmético, ha de ser historiador, para explicar, a quien pregunte, el porqué de sus ornatos en los edificios y dar la razón de su origen. Tras leer las abundantes noticias que da Vitruvio al respecto de los grandes arquitectos de la Antigüedad, es posible que Arfe, escribiendo la *Descripción de la Traça*, estuviera actuando tal y como Vitruvio señalaba que lo hacían los arquitectos griegos; quienes, tras terminar sus obras, componían un texto dando relación de lo ejecutado (Vitruvio 1787: 89). De esta manera, Juan de Arfe intentaba resaltar su habilidad como historiador, puesto que ser versado en historia era una de las recomendaciones que, para el buen arquitecto, determinaba Vitruvio (1787: 3).

³ Ceán Bermúdez, en su *Diccionario de los más ilustres profesores de las Bellas Artes en España* (1800), reprodujo parcialmente el contenido de la *Descripción de la Traça*.

3. ARQUEOLOGÍA DE LA ARQUITECTURA GRIEGA

De Varia Commensuración para la Sculptura y Architectura es un tratado didáctico dividido en cuatro libros, en los cuales se instruye sobre geometría, relojes de sol, proporción, anatomía y escorzos de la figura humana, alturas de animales y, finalmente, el Libro IV está dedicado a dar nociones de arquitectura y a la elaboración de piezas de iglesia. Es al inicio de este último libro donde Arfe ofrece una serie de referencias de carácter histórico sobre arqueología griega, que son objeto particular de este estudio.

De tal modo, el Libro IV comienza con una octava real de carácter didascálico donde se hace alusión a una popular alegoría: el barco como tópicos de la fortuna.

«Ya, con próspero viento hemos llegado
a puerto con la nave bien segura,
que todo quanto habemos navegado
ha sido hasta alcanzar la Arquitectura;
que quien en lo de atrás no esté enseñado,
no entenderá su traza y compostura,
pues de la proporción que hay en los hombres
salió su partición, su forma y nombres»
(Arfe 1975: 219).

En el Renacimiento, la representación de la fortuna es la imagen de una nave con velas y timón, a diferencia de la rueda que gira sobre sí misma, emblema plenamente medieval. La nave, por el contrario, es un artefacto con el que se pueden gobernar las fuerzas naturales, significando que el hombre tiene el poder de maniobrar en su destino (Maravall 1975: 14). Petrarca trató la alegoría de los destinos humanos, representada por la nave en la tormenta. Con ello se celebra que el lector alcance esta última parte de la *Varia Commensuración*, que lleva implícito haber sido aleccionado en las materias de los tres libros precedentes.

En el poema, Juan de Arfe ensalza especialmente el conocimiento de la proporción del cuerpo humano, pues es condición necesaria para abordar la enseñanza de la arquitectura. De acuerdo con el concepto vitruviano, muy extendido en el Renacimiento, los maestros de la Antigüedad tomaron el referente del cuerpo del hombre como regla de perfección, y en base a comparaciones antropomórficas convinieron las medidas para los edificios. En el texto que da inicio a esta sección de la *Varia*, Arfe incide en esta idea, tan importante para el germen de su obra, que trata sobre las



Figura 2. La Torre de los Vientos en el ágora romana de Atenas (Julien David Le Roy, 1758).

diversas medidas. A la vez, retoma la noción de buen arquitecto como aquel que está adornado por saberes universales, planteada por Vitruvio y reiterada por Francisco Villalpando en la sección preliminar «Del Intérprete al Lector» de su traducción de Serlio, y que tal vez es aquí una referencia directa (Serlio 1552: fol. II v.º; Heredia 2003).

Una vez establecidos estos prolegómenos, Arfe formula un breviario de artistas de la Antigüedad sobresalientes en la disciplina de la arquitectura, tomando fundamentalmente noticias de Plinio y Vitruvio, según él mismo declara explícitamente. En cierto sentido, este es un lugar común en los tratados artísticos, que buscan apoyar la dignidad de sus artes en los nombres de celebridades que destacaron en el ejercicio de las mismas. Así pues, el primer arquitecto clásico que sale a relucir es *Pythio*, a quien Arfe parece mencionar como fuente de consulta al reseñar «como dicen Pythio y Vitruvio, no podría ser perfecto Arquitecto el que no tuviese noticias de las matemáticas, del dibujo, y de la escultura...» (Arfe 1795: 119). Más adelante, el tratadista aduce que este artífice usó la arquitectura, por primera vez en la historia, en el templo de Minerva en Priene (fig. 1). *Pythio* (también llamado *Piteo*, *Phitéo*, *Phicio* o *Pythis*) es un arquitecto del siglo IV a. C. varias veces mencionado en *Los Diez Libros de Arquitectura* de Vitruvio, donde se especifica que edificó el templo jónico de Minerva en Priene (Jonia, actual Turquía) y escribió un texto sobre lo ejecutado «según acostumbraban los antiguos» (Vitruvio 1787: 89).

Arfe no poseía el texto de *Pythio*. Su fuente son *Los Diez Libros de Arquitectura*, donde el arquitecto del emperador Augusto intercala párrafos de los perdidos *Comentarios* de *Pythio*. Sin embargo, el tratadista español

se ve en la obligación de señalarlo, tal vez movido por el hecho de que Villalpando, en su traducción de Serlio en el citado apartado «Del Intérprete al Lector», indica que *Pythio* fue el primer arquitecto, tomando a su vez conceptos de Vitruvio:

«... pero en el arquitectura como cuenta Lucio Vitruvio Polión en su primero libro en el segundo capítulo que dejó escrito Phicio el primero arquitecto de los antiguos, después de haber edificado el primero templo que en el mundo se hizo dedicado a la diosa Minerva en la ciudad de Prianea, que el arquitecto para ser excelente en el arte de la arquitectura ha de participar de todas las otras artes y ciencias» (Serlio 1552: fol. II v.º).

El siguiente artífice de la Antigüedad que sale a colación es *Andronico*, constructor de una «Torre Octógona» de mármol en Atenas (Arfe 1795: 220). Cualquier enciclopedia nos remite a Andrónico de Cirro, arquitecto griego del siglo I a. C. que construyó la *Torre de los Vientos* en Atenas y la remató con un tritón a modo de veleta (fig. 2). La torre es un *horologion* o reloj. Marco Vitruvio refiere que en relación al número de vientos se construían las torres y nombra a *Andronico Cyrrestes* entre los que observaron más diligentemente esta norma, porque halló ocho vientos: «Hizo éste la demostración en Atenas, fabricando una torre de mármol octógona, y en cada lado de ella esculpió la imagen de cada viento, de cara hacia donde sopla» (Vitruvio 1787: 21).

En relación a las posibles fuentes de Arfe, la edición de *Los Diez Libros de Arquitectura* de Miguel de Urrea (la primera en español), a pesar de haber sido publicada en 1582, pocos años antes de la *Varia*, no se puede asegurar que fuera una fuente de consulta para el tratadista. Hay cierta disimilitud en la terminología de ambos autores, especialmente porque en Urrea nombres y términos parecen más cercanos a la raíz latina. Tampoco coinciden expresiones sobre esta torre, a la cual Arfe nombra «Torre Octógona», pero Miguel de Urrea denomina «Torre Ochavada» (Vitruvio 1582: fol. 16 r.º).

Thesiphonte es el gran maestro griego que prosigue en la enumeración. Arfe escribe que ejecutó el templo de *Diana Ephesia* sobre un pantano —por suavizar el impacto de los terremotos— con cimientos de lana y carbones (fig. 3). El orfebre añade que esta edificación tenía 425 pies de largo y 220 pies de ancho. Contaba, además, con 127 columnas de 60 pies de alto cada una. A la vista de estos datos, comprobamos que, si bien Vitruvio menciona en varias ocasiones a *Thesiphonte*

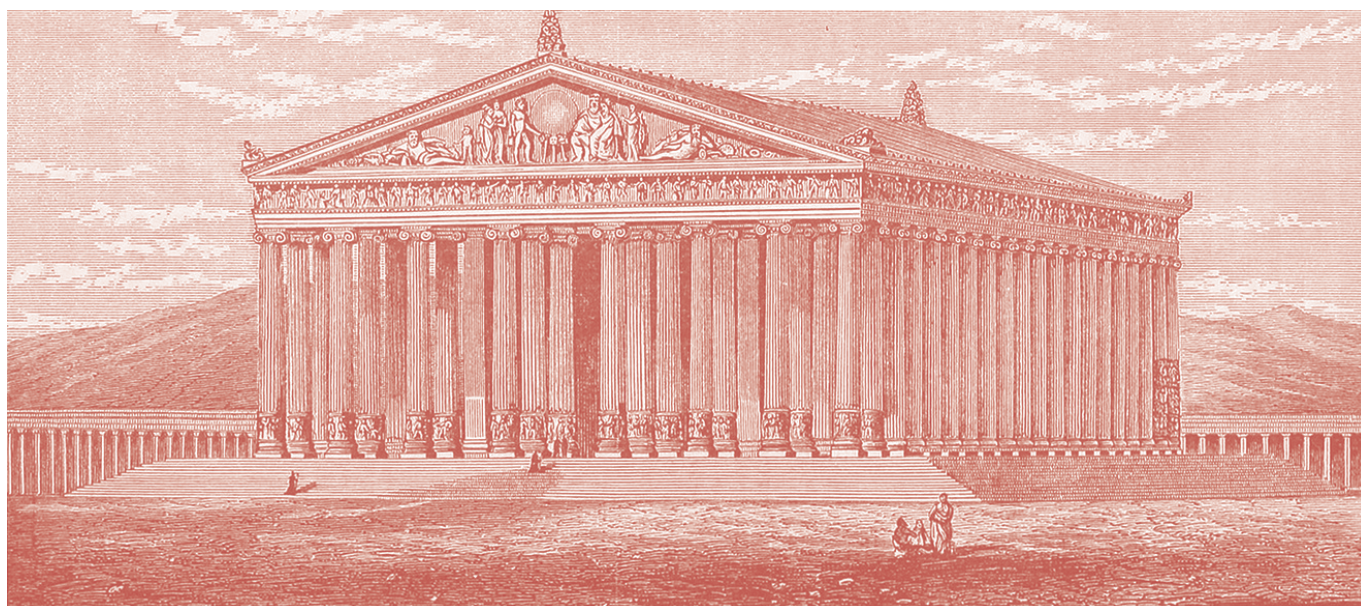


Figura 3. Recreación del templo de Diana en Éfeso (Philip Schaff, 1887).

(también llamado *Ctesifon*, *Ctesiphonte* o *Quersifrón*), suministrando referencias importantes, es Plinio (la otra fuente declarada de Arfe), en el Libro 36 de su *Historia Natural*, quien más detalles aporta sobre la construcción de este templo:⁴

«Pero verdadera admiración de la magnificencia griega es el templo de Diana Efesia, construido en 220 años. Fue hecho en un lugar pantanoso para que no se notaran los terremotos ni hubiera de sentir aperturas de tierra, y para que el fundamento de tanto edificio no fuere demasiado resbaloso e inestable, se hizo una base de carbón bien machacado y vellones de lana. La largueza de todo el templo es 425 pies. La anchura 220. Había 127 columnas hechas cada una por un rey, de altura 60 pies, y de éstas

36 fueron esculpidas por Scopas. El arquitecto fue Ctesiphonte» (Plinio 1516: fol. 248 v.º).⁵

Vitruvio, por su parte, al hablar sobre templos de mármol, consideraba que el primero había sido «el de Diana en Éfeso, de orden Jónico, empezado por Ctesifon Gnosis y su hijo Metágenes, y concluido según dicen, por Demetrio, siervo de Diana misma, y por Peonio Efesino». El traductor de una de las versiones que se han utilizado, el ilustrado José Ortiz y Sanz, en anotaciones, especifica que fue Teodoro Samio quien «aconsejó se pusiese carbón en los fundamentos del Templo de Diana Efesina para evitar los peligros de la humedad en aquel sitio tan paludoso» (Vitruvio 1787: 164-166).

Retomando la relación de arquitectos y obras encomiables de la Antigüedad, Juan de Arfe alude al sepulcro de Mausolo, levantado por mandato de Artemisia, su mujer, a cargo del arquitecto *Theon* (fig. 4). Tenía esta obra 36 columnas «de tan buen artificio y fundamento» que fue considerada una de las siete maravillas del mundo (Arfe 1795: 220).

Vitruvio y Plinio tratan sobre el sepulcro construido en Halicarnaso para Mausolo, rey de Caria, por su esposa Artemisia, hija de Hecatomno, hermana y mujer de Mausolo. Ambos coinciden en que se trata de una de las siete maravillas, y dan detalles significativos. También Estrabón lo señala en su *Geografía* (Piñol 2013: 181) y Villalpando, en su traducción de Serlio, escribe:

⁴ Los ejemplares más antiguos en latín que se han consultado (el incunable de Andreas Portilia, 1481, y la edición de Basilea, 1535), así como las ediciones en italiano arromanzado del siglo XVI (Landino, 1516; Bruccioli, 1543; Domenichi, 1561), indican que el templo tardó en construirse 220 años y su anchura era de 220 pies. La versión en latín de Jan y Mayhoff, *C. Plini Secundi Naturalis historiae libri XXXVII* (1854-65), indica, no obstante, que el tiempo de construcción del templo fue de solamente 120 años y su anchura era de 225 pies. En dicha versión se hubo de basar el ejemplar en inglés, *The Natural History of Pliny* (1857), con abundantes notas de los traductores, John Bostock y Henry Thomas Riley. La traducción al inglés de Philemon Holland (1601), en cambio, indica 220 años y 220 pies. Asimismo, en esa versión se basaría, posiblemente, *The Elder Pliny's Chapters on the History of Art* (Londres, 1896) de Katharine Jex-Blake y Heinrich Ludwig Ulrichs. Esta cuestión no tendría mucha trascendencia si no se tratara, ni más ni menos, de los datos sobre una de las siete maravillas del mundo antiguo.

⁵ La traducción del italiano es nuestra.



Figura 4. El mausoleo de Halicarnaso.
Grabado de Sidney Barclay (1880).

«Y la cuarta [maravilla] el mausoleo o sepulcro mandado a hacer por Artemisa reina de Caria para su marido (...)» (Serlio 1552: fol. II v.º). Plinio, en el Libro 35 de *Historia Natural*, dice que el mausoleo tenía 25 codos de altura y estaba ceñido por 36 columnas (Torrego 1987: 139). Este último dato lo consigna Juan de Arfe.

Sin embargo, las fuentes antiguas no reconocen como arquitecto al *Theon* referido por Arfe. Lo cierto es que Plinio y Vitruvio indican que los diseñadores del mausoleo fueron Piteo y Sátiro de Paros (McGowan 2013: 162). Piteo fue el arquitecto y Sátiro el maestro escultor. Cabe mencionar que Plinio señaló que Briaxis (Briaxês), Timoteo y Leocares (activos h. 350 a. C.) participaron en el embellecimiento del mausoleo (Ramos 2013: 358), pero parece que se refiere al ornamento, no a la edificación (Torrego 1987: 139). Vitruvio añadió a Scopas y Praxiteles y registró que del mausoleo escribieron Sátiro y Piteo, sin especificar si fueron los arquitectos, pero dándolo a entender, ya que fueron los que redactaron la descripción de la obra. Ortiz y Sanz, en sus anotaciones, lo deduce del siguiente modo:

«Dice aquí Vitruvio que Sátiro y Phitéo escribieron del Mausoleo de Artemisa, y los llama dichosos por su habilidad en el Arte; pero no dice que estos le trabajaron, an-

tes pone los cuatro que ornaron las cuatro fachadas, a saber, Leocares, Briaxês, Scopas y Praxiteles. Mi sentir es que estos cuatro fueron los Escultores que hicieron los relieves, y los dos referidos los Architectos que le inventaron y edificaron el macizo; y por esta razón les tocó hacer su descripción o historia de lo ejecutado en el edificio, según era costumbre de los antiguos» (Vitruvio 1787: 164).

La alusión a *Theon*, según creo, podría proceder de la fuente que para Arfe supuso los comentarios a Vitruvio de Cesare Cesariano. En el Libro Tercero, Cesariano departe dilatadamente sobre *Theon* en relación al mausoleo, dándole tratamiento de artífice:

«Theon anchora su uno de li Sculptori quali per perfeceno quello maximo Sepulcro di Mausoleo dil quale e dicto sopra il; quale Theon adaequo la inferiore al altitudine de la superiore pirámide con vintiquatro gradi contrahendosi in la summitate in forma di Meta. Ma in la summitate gli era una carreta marmorea con quatro equi-



Figura 5. Invención del orden corintio. Grabado de Fréart de Chambray (1650).

currenti caballi: la quale fece Pytis la quale adiecta de 140 pedi in altitudine includeva tuta Iopera: in la quale opera facta tuta de miranda sculptura; da la parte del Oriente opero Scopas. Dal Septentrione Briaxis, dal medio giorno Timoteo. Dal Occaso Leochares. La quale opera avante susse finita: morse Arthemisa: ma quiste sculptori per non perdere la fama de tanta digna opera: non uolseno cessare in fine che non lhebene finita: et daffata al praedicto Theon qual su il quinto che fini» (Cesariano 1521: fol. LV v.º).

En estas líneas se especifica que *Theon* fue uno de los escultores que contribuyeron al perfeccionamiento del mausoleo, adecuando la altitud del techo piramidal con 24 gradas, sobre la cuales estaba la escultura de una cuadriga realizada por Piteo. Cesariano aduce que la parte del oriente la trabajó Scopas, la del norte Briaxis, la del mediodía Timoteo y la del ocaso Leocares. Su fuente es Plinio, quien precisamente señala que existió un quinto escultor en el monumento, pero no declara su nombre.⁶ Sin embargo, Cesariano escribió que ese quinto artífice fue *Theon*, uno de los que finalizó la obra. Por consiguiente, es palmario que son los comentarios a Vitruvio de Cesariano el origen de la información suministrada por Arfe.⁷

La última alusión a la arquitectura griega de la Antigüedad la dedica el tratadista español a Calímaco, «inventor de los ornatos corintios» (Arfe 1795: 220). Ciertamente, este escultor y pintor griego, que vivió en el siglo V a. C., es conocido principalmente por esta creación. Vitruvio, en el Libro IV de *Los Diez Libros de Arquitectura*, escribe al respecto:

«Calímaco [...] pasando junto al sepulcro, reparó en el canasto y en la lozanía del acanto crecido a su contorno, y agrado de la novedad y belleza, hizo las columnas en Corinto, a aquella imitación, y fijó las proporciones, que

⁶ «... las esculturas del frente oriental están talladas por Skopas, las del norte por Bryaxis, las del sur por Timotheos y las del oeste por Leochares. La reina murió antes de que la obra estuviera terminada, pero los artistas la llevaron hasta el final, considerando que sería un monumento permanente de su propia gloria y de la gloria del arte, y hasta el día de hoy compiten por el premio. Un quinto escultor también trabajó en el monumento» (Plinio 1896: 203).

⁷ Hemos de subrayar que el Vitruvio en toscano publicado por Giovanni Battista Caporali en 1536 es una edición prácticamente copiada de la de Cesariano, e igualmente repite lo mismo (Caporali 1536: fol 79 r.º y v.º), por lo que pudo ser la utilizada por Arfe.

puestas en práctica, vinieron a establecer el Orden Corintio» (Vitruvio 1787: 84).

Arfe volverá a mencionar a Calímaco y la invención del capitel corintio en el capítulo IV del Título Segundo de este Libro IV de la *Varia Commensuración*, apuntando expresamente a esta leyenda e indicando que la recoge de Vitruvio (fig. 5).

4. CONCLUSIONES

Si bien el carácter didáctico del tratado *De Varia Commensuración* se presta a la introducción de elementos de historia —general o particular—, las notas arqueológicas que ofrece Arfe al comienzo del Libro IV responden a una lógica de búsqueda de reconocimiento social para la platería. Esta introducción histórica se relaciona con el apotegma de Vitruvio, que recomienda al arquitecto demostrar ser experto en muchos saberes, entre ellos la historia, con el fin de dar razón fundamentada de su actividad, exponiendo el porqué de los ornatos en los edificios y su origen. Esto explica que Arfe (que es orfebre y elabora ornamentadas custodias de plata con formas de edificios), en su aspiración por ser, a través de la *Varia*, validado socialmente como arquitecto, se concentre en suministrar información acerca de la historia de la arquitectura desde sus inicios, situando los mismos en Grecia en concordancia con el concepto de Vitruvio, seguido también por Serlio (fol. LII v.º), que consideraba a los griegos inventores de la arquitectura.

Para Juan de Arfe, inmerso en la mentalidad del clasicismo renacentista, la Antigüedad griega era un modelo a seguir. Es de suponer que en sus investigaciones arqueológicas manejase ejemplares de la *Historia Natural* de Plinio el Viejo, probablemente en italiano arromanzado. Efectivamente, a lo largo de toda la *Varia Commensuración* se desprenden varios conceptos que provienen del enciclopedista romano. Sin embargo, al menos en algunos detalles, como en el caso de la alusión a *Theon* como arquitecto del mausoleo, utilizó como fuente los comentarios eruditos a Vitruvio de Cesare Cesariano.

Agradecimientos

Agradezco el apoyo del CINA (Centro de Investigación de la Facultad de Arquitectura de la Universidad

de Cuenca) y de la DIUC (Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ARFE Y VILLAFañE, J. DE.
 — 1587 [1585]. *De Varia Commensuracion para la Escultura y Architectura*. Sevilla: Andrea Pescioni y Juan de León.
 — 1587. *Descripcion de la Traça y Ornato de la Custodia de Plata de la Sancta Iglesia de Sevilla*. Sevilla: Juan de León.
 — 1795. *Varia Commensuracion para la Escultura y Arquitectura: por Juan de Arphe y Villafañe, natural de León, escultor de oro y plata. Añadido por Don Pedro Enguera [...] Séptima impresión. Arreglada a la primera hecha en Sevilla el año de 1585*. Madrid: Plácido Barco.
- BARRIO MOYA, J. L. 1982. El platero Juan de Arfe Villafañe y el inventario de sus bienes. *Anales del Instituto de Estudios Madrileños* 19: 23-32.
- CAPORALI, G. B. 1536. *Architettura con il suo commento et figure Vetruvio in volgar lingua raportato per M. Gianbattista Caporali di Perugia*. Perugia: Stamparia del Conte Iano Bigazzini.
- CEÁN BERMÚDEZ, J. A. 1800. *Diccionario histórico de los más ilustres profesores de las Bellas Artes en España*. Madrid: Real Academia de San Fernando.
- CESARIANO, C. 1521. *Di Lucio Vitruvio Pollione de Architectura Libri Dece traducti de latino in vulgare, affigurati, comentati et con mirando ordine insigniti*. Como: Gottardo da Ponte.
- GARCÍA LÓPEZ, D. 2002. De platero a escultor y arquitecto de plata y oro: Juan de Arfe y la teoría artística. En *Estudios de Platería: San Eloy 2002*, editado por J. Rivas Carmona, pp. 127-142, Murcia: Universidad de Murcia.
- HEREDIA MORENO, M. C. 2003. Juan de Arfe y Villafañe y Sebastiano Serlio. *Archivo Español de Arte* 76/304: 371-388.
- ÍÑIGUEZ ALMECH, F. 1979. Estudio introductorio. En *De Varia Commensuracion para la Escultura y Architectura*, J. de Arfe y Villafañe. Valencia: Albatros.
- MARAVALL, J. A. 1975. La época del Renacimiento. En *Historia Universal de la Medicina*, IV, editado por P. Laín Entralgo, pp. 1-19. Barcelona: Salvat.
- MCGOWAN, E. 2013. Maussollos's Mnema. An iconographical approach to the architecture of the Mausoleion at Halikarnassos. En *Le Mort dans la ville. Pratiques, contextes et impacts des inhumations intra-muros en Anatolie, du début de l'Âge du Bronze à l'époque romaine*, editado por H. Olivier, pp. 157-174. Estambul: Institut français d'études anatoliennes.
- MORGADO, A. 1587. *Historia de Sevilla*. Sevilla: Andrea Pescioni y Juan de León.
- PIÑOL VILLANUEVA, A. 2013. Halicarnaso y Salmacis. Historia de una comunidad greco-caria. *Faventia*, Supl. 2: 169-185.
- PLINIO.
 — 1481. *Historia naturalis*. Parma: Andrea Portilia.
 — 1516. *Historia naturale di Caio Plinio Secondo di lingua latina in fiorentina tradotta per il doctissimo homo misser Christophero Landino*. Venecia: Melchiorre Sessa y Pietro Ravani.
 — 1535. *Historia mundi*. Basilea.
 — 1543. *Historia naturale di C. Plinio Secondo. Nuouamente tradotta di latino in vulgare toscano per Antonio Brucioli*. Venecia: Gabriel Giolito di Ferrari.
 — 1561. *Historia naturale di G. Plinio Secondo, tradotta per M. Lodouico Domenichi*. Venecia: Gabriel Giolito di Ferrari.
 — 1854-65. *C. Plini Secundi Naturalis historiae libri XXXVII*. Leipzig: B. G. Teubner.
 — 1857. *The Natural History of Pliny*. Trans. J. Bostock y H. T. Riley. Londres: Henry G. Bohn.
 — 1896. *The Elder Pliny's Chapters on the History of Art*. Trad. E. Strong. Londres: Macmillan & Co.
- RAMOS MALDONADO, S. 2013. Erasmo y Plinio: a propósito de la carta-prólogo a la edición frobeniana de la *Naturalis Historia* (Basileae, 1525). *Humanistica Lovaniensia: Journal of Neo-Latin Studies* 62: 342-375.
- SÁNCHEZ CANTÓN, F. J. 1920. *Los Arfes: escultores de plata y oro (1501-1603)*. Madrid: Ed. Saturnino Calleja.
- SANZ SERRANO, M. J. 2006. *Juan de Arfe y Villafañe y la custodia de la catedral de Sevilla*. Sevilla: Diputación de Sevilla, Universidad de Sevilla.
- TORREGO SALCEDO, E., ED. 1987. *Textos de historia del arte. Plinio*. Madrid: Visor.
- VITRUVIO, M.
 — 1582. *De Architectura, diuidido en diez libros, traduzido de latin en castellano por Miguel de Urrea*. Alcalá de Henares: Juan Gracián.
 — 1787. *Los Diez Libros de Architectura de M. Vitruvio Polion. Traducidos del latin y comentados por Don Joseph Ortiz y Sanz*. Madrid: Imprenta Real.

RESEARCH NOTE

BOLTZMANN Y LA CONEXIÓN DE LA TERMODINÁMICA CON LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES

Boltzmann and the Connection of Thermodynamics with the Archaeology of Social Phenomena

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology, Graus, Spain
(arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. *Gracias a la afinidad entre conflictividad y entropía, la célebre ecuación de Ludwig Boltzmann se puede adaptar al contexto funerario de la arqueología de los fenómenos sociales para medir el impacto de ese parámetro social y el riesgo de colapso en el seno de una civilización antigua. Nuevamente, se recurre al ejemplo de la Mesoamérica prehispánica para demostrarlo.*

PALABRAS CLAVE. *Boltzmann; termodinámica; arqueología; fenómenos sociales; conflictividad; entropía; colapso.*

ABSTRACT. *Thanks to the affinity between conflict and entropy, the famous Ludwig Boltzmann's equation can be adapted to the mortuary context of the archaeology of social phenomena to measure the impact of that social parameter and the collapse risk within an ancient civilization. The example of pre-Hispanic Mesoamerica is used to demonstrate it.*

KEYWORDS. *Boltzmann; thermodynamics; archaeology; social phenomena; conflict; entropy; collapse.*

INTRODUCCIÓN

Desde el verano de 2012 se conoce la afinidad existente entre la entropía y la conflictividad, dos parámetros fundamentales de la termodinámica y la *arqueología de los fenómenos sociales* (Izquierdo-Egea 2015a, 2015b, 2016a, 2016b, 2016c, 2017a, 2017b, 2018a, 2018b, 2018c), respectivamente.

Si bien hasta ahora no se había empezado a concretar empíricamente la conexión entre ambas disciplinas científicas, esta breve comunicación aporta evidencias materiales de la Mesoamérica prehispánica para demostrar dicho vínculo, procedentes del registro funerario recuperado en la cuenca del río Balsas, México (Maldonado 1980).

La técnica estadística que aquí se presenta ha demostrado su efectividad y solvencia para detectar momentos



Figura 1. Mapa de Mesoamérica. Sitios citados, de oeste a este: 1) cuenca del río Balsas (México), 2) Monte Albán (México), 3) Uaxactún (Guatemala) y 4) Barton Ramie (Belice). El primero suministra una serie temporal completa abarcando desde el Preclásico Medio hasta el Posclásico Tardío.

Recibido: 17-12-2018. Aceptado: 24-12-2018. Publicado: 31-12-2018.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Kirby Farah.
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/4011>.

críticos, como el colapso, en el desarrollo de las sociedades antiguas. También ha sido probada con éxito en numerosos casos correspondientes a civilizaciones tan dispares como la argárica de la Edad del Bronce o la ibérica del siglo V antes de nuestra era, entre otras muchas, que verán la luz más adelante.

LA ECUACIÓN DE BOLTZMANN

La célebre ecuación de Boltzmann (v. g. Villani 2008: 17; Jaynes 1965) relaciona de forma directa la entropía (S) con el número de estados microscópicos del sistema (W) correspondientes al macroestado, introduciendo una constante (k) que aquí se descarta:¹

$$S = k \cdot \ln W \quad (1)$$

Asumiendo que la conflictividad (C) es una forma de entropía (S)² y que, en el contexto funerario, W se convierte en un nuevo índice (iB)³ que puede medir la inestabilidad de una formación social o el riesgo de colapso con mayor precisión, entonces, la anterior ecuación se transforma en la siguiente expresión:

$$iC = \ln iB \quad (2)$$

La variación temporal de la conflictividad social (iC_t) se calcula dividiendo el valor que toma este parámetro en un momento dado (C_t) por el que tiene en el momento anterior (C_{t-1}):

$$iC_t = \frac{C_t}{C_{t-1}} \quad (3)$$

Si despejamos el logaritmo neperiano de iB ($\ln iB$) en la expresión (2), se obtiene:

$$iB = e^{iC} \quad (4)$$

¹ En el marco social en que nos movemos no tiene sentido el uso de la constante de Boltzmann, pues al introducirla en los cálculos se obtendrían resultados disparatados.

² Este postulado se origina cuando se comparan entre sí las ecuaciones de la entropía ($dS = \delta Q/T$) y la conflictividad social ($C = D/R$), dos magnitudes macroscópicas, observando una analogía teórica entre las mismas. De hecho, el calor (Q) es una variable microscópica equiparable a la naturaleza de la desigualdad (D) como parámetro social. Igualmente, la temperatura (T) es una magnitud macroscópica como la riqueza relativa (R).

³ Se bautiza así en honor a Ludwig Boltzmann (1995).

En la ecuación del índice de Boltzmann (iB), e es el número natural ($e = 2.718$). Se puede ir más allá y conformar otro nuevo índice de Boltzmann basado en el índice de riesgo de colapso (iK) dado a conocer recientemente (Izquierdo-Egea 2018b). De tal manera, tendríamos dos ecuaciones para iB :

$$iB_1 = e^{iC} \quad (5)$$

$$iB_2 = e^{iK} \quad (6)$$

Para calcular iK se emplea la ecuación del colapso (Izquierdo-Egea 2018b: 24):

$$iK = \frac{iC}{iR} \quad (7)$$

La variación temporal de la riqueza relativa o actividad económica (iR) se calcula dividiendo el valor que toma en un periodo determinado (R_t) por el que tiene en el periodo anterior (R_{t-1}):

$$iR_t = \frac{R_t}{R_{t-1}} \quad (8)$$

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MESOAMÉRICA ANTIGUA

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos en la Mesoamérica prehispánica representada por la cuenca del río Balsas, México (Izquierdo-Egea 2014). Compárense los datos de los índices iB_1 e iB_2 con iK para apreciar su mayor precisión en la estimación del riesgo de colapso de una formación social.

Los índices de Boltzmann muestran resultados similares para toda la serie temporal salvo en el caso del Clásico Tardío (c. 650-900 d. C.). Precisamente, es en ese periodo donde exhiben mayor precisión que el índice iK , si bien iB_2 permite observar mucha más virulencia (1171.88) en el impacto del colapso mesoamericano que la indicada por iB_1 (30.67). Ocurre lo mismo en Monte Albán (Oaxaca, México) y entre los mayas de Uaxactún (Guatemala) y Barton Ramie (Belice).

La gráficas de la figura 2 ilustran claramente la tendencia de las curvas de los índices iC , iK e iB (iB_1), mostrando todas ellas su máximo en el Clásico Tardío, es decir, en el periodo en que se produce el colapso de las civilizaciones mesoamericanas clásicas.

Tabla 1. Parámetros sociales de la serie cronológica prehispánica proveniente de la cuenca del río Balsas, México.

Periodo	R	D	C	P	A	iR	iD	iC	iK	iB1	iB2
Preclásico Medio	3,34	77,38	23,17	6	0,26						
Preclásico Tardío	150,68	176,99	1,17	6	5,11	45,1138	2,2873	0,0507	0,00	1,05	1,00
Clásico Temprano	315,26	52,32	0,17	16	96,41	2,0922	0,2956	0,1413	0,07	1,15	1,07
Clásico Tardío	152,73	86,78	0,57	16	28,16	0,4845	1,6586	3,4237	7,07	30,67	1171,88
Posclásico Temprano	179,13	95,74	0,53	39	72,97	1,1729	1,1032	0,9407	0,80	2,56	2,23
Posclásico Tardío	260,32	77,56	0,30	9	30,21	1,4532	0,8101	0,5574	0,38	1,75	1,47

R: riqueza relativa; D: desigualdad social; C: conflictividad social; P: población representada; A: nivel de recursos disponibles; iR: índice de riqueza relativa; iD: índice de desigualdad social; iC: índice de conflictividad social; iK: índice de riesgo de colapso; iB1: índice de Boltzmann (iC); iB2: índice de Boltzmann (iK).

CONCLUSIONES

1. Los índices de Boltzmann (iB_1 , iB_2) aportan mayor precisión a la medición no ya del riesgo de colapso de una civilización antigua sino del impacto o efectos económicos y sociales del mismo. El primero de ellos se basa en la variación temporal de la conflictividad social (iC), mientras que el segundo depende del índice de riesgo de colapso (iK) publicado recientemente.

2. Esta nueva técnica analítica ha sido probada con éxito en la Mesoamérica prehispánica, concretamente a través del registro funerario de la cuenca del río Bal-

sas en México. Como se ha visto, permite observar con mucha más nitidez el verdadero alcance del colapso de las civilizaciones mesoamericanas clásicas. Ocurre lo mismo cuando se aplica a otras sociedades antiguas, cuyos resultados verán la luz más adelante.

3. Constituye un logro más de la *arqueología de los fenómenos sociales* (AFS) que ahora amplía enormemente su horizonte, estableciendo una conexión con la termodinámica al relacionar la conflictividad con la entropía. No es un avance cualquiera, pues contribuye a vincular esta ciencia social con las ciencias naturales. Esta nueva vía brinda más posibilidades a la AFS.

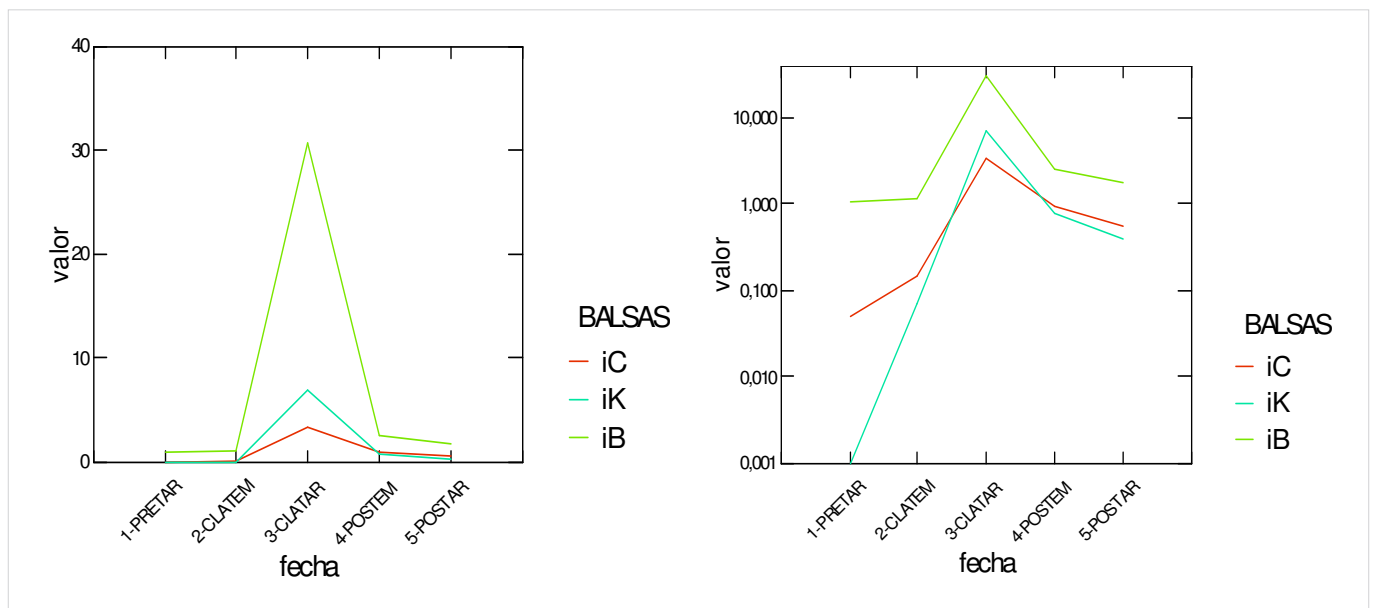


Figura 2. Representación gráfica comparativa de la evolución temporal del índice de conflictividad social (iC), el índice de riesgo de colapso (iK) y el índice de Boltzmann ($iB = iB_1$) en la Mesoamérica prehispánica de la cuenca del río Balsas, México. En la gráfica de la derecha se emplea una escala logarítmica en base 10 en el eje de ordenadas para visualizar mejor la tendencia de los tres parámetros. PRETAR: Preclásico Tardío (c. 400 a. C.-150/200 d. C.); CLATEM: Clásico Temprano (c. 150/200-650 d. C.); CLATAR: Clásico Tardío (c. 650-900 d. C.); POSTEM: Posclásico Temprano (c. 900-1200 d. C.); POSTAR: Posclásico Tardío (c. 1200-1520 d. C.).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BOLTZMANN, L. 1995 [1964]. *Lectures on Gas Theory*. Trad. S. G. Brush. Nueva York: Dover Publications, Inc. [Berkeley: University of California Press.]
- IZQUIERDO-EGEA, P.
- 2014. Fluctuaciones económicas prehispánicas en la cuenca del río Balsas, México. *Arqueología Iberoamericana* 23: 3-30. <http://purl.org/aia/231>.
 - 2015a. Una técnica estadística para medir la conflictividad social a través del registro arqueológico. *Arqueología Iberoamericana* 25: 5-18. <http://purl.org/aia/251>.
 - 2015b. El colapso del Clásico Tardío entre los mayas de Uaxactún (Guatemala) y Barton Ramie (Belice) según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 27: 12-32. <http://purl.org/aia/272>.
 - 2016a. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67. <http://purl.org/aia/2910>.
 - 2016b. Midiendo las fluctuaciones de la economía argárica a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 30: 77-90. <http://purl.org/aia/309>.
 - 2016c. Monte Albán y el colapso clásico según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 32: 52-60. <http://purl.org/aia/327>.
 - 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. Advances in Archaeology 3. Graus. <http://purl.org/aa/03>.
 - 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <http://purl.org/aia/3612>.
 - 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18. <http://purl.org/aia/S203>.
 - 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso clásico mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26. <http://purl.org/aia/S205>.
 - 2018c. Una ecuación estadística para medir el riesgo de guerra en la Mesoamérica prehispánica. *Arqueología Iberoamericana* 39: 67-70. <http://purl.org/aia/3907>.
- JAYNES, E. T. 1965. Gibbs vs Boltzmann entropies. *American Journal of Physics* 33/5: 391-398.
- MALDONADO CÁRDENAS, R. 1980. *Ofrendas asociadas a entierros del Infiernillo en el Balsas. Estudio y experimentación con tres métodos de taxonomía numérica*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).
- REZAKHANLOU, F., C. VILLANI. 2008. *Entropy Methods for the Boltzmann Equation: Lectures from a Special Semester at the Centre Émile Borel, Institut H. Poincaré, Paris, 2001*. Lecture Notes in Mathematics 1916. Berlin, Heidelberg: Springer.
- VILLANI, C. 2008. Entropy production and convergence to equilibrium. En *Entropy Methods for the Boltzmann Equation*, F. Rezakhanlou y C. Villani, pp. 1-70.

ACABOSE DE IMPRIMIR
LA 40.^a EDICIÓN DE LA REVISTA
ARQUEOLOGÍA IBEROAMERICANA
EL DÍA 31 DE DICIEMBRE DEL AÑO 2018
EN EL LABORATORIO DE ARQUEOLOGÍA TEÓRICA,
GRAUS, ESPAÑA, COMUNIDAD IBEROAMERICANA DE NACIONES.



ISSN 1989-4104



9 771989 410005



40