

Charles L. F. Knight  
Universidad de Vermont

# Cálculo del volumen de extracción de obsidiana del yacimiento de pozo en el área de la fuente de Zaragoza-Oyameles, Puebla, México

*Resumen:* La reconstrucción de subsistemas económicos prehispánicos de adquisición, producción, distribución y consumo es limitada por la naturaleza de los datos arqueológicos disponibles para su interpretación. Con respecto a las antiguas economías de obsidiana, un dato básico proviene de los sitios donde se encuentran los yacimientos. Los reconocimientos intensivos de superficie del área Zaragoza-Oyameles, realizados en tres temporadas de campo entre 2012 y 2014, identificaron y midieron una trinchera y 77 pozos de extracción de obsidiana, uno de los cuales, el de mayor dimensión en el Área 34, se mapeó detalladamente para estimar el volumen del material removido, mediante mapas isopléticos trazados con Surfer®. Esta información, junto con cálculos de tamaño y masa de macro núcleos determinados a través de replicas experimentales, resulta en un rango estimado de macro núcleos y de núcleos poliédricos grandes que pudieron haber sido producidos en este sitio de extracción. Finalmente, cálculos del trabajo que fue requerido para extraer los núcleos sugiere que un gran número de estos últimos, pudieron conseguirlos en jornadas parciales unos cuantos artesanos.

*Palabras clave:* arqueología, obsidiana, yacimientos, Zaragoza-Oyameles, Cantona, Puebla.

*Abstract:* Reconstructions of the Prehispanic economic subsystems of procurement, production, distribution and consumption are constrained by the nature of the archaeological base-data available for interpretation. In regards to ancient obsidian economies, one type of base-data comes from quarry sites at obsidian source areas. Intensive surface survey of the Zaragoza-Oyameles obsidian source area in eastern Puebla, Mexico during three field seasons in 2012-2014 identified and measured 77 obsidian quarry pits and one trench. The largest quarry pit at Extraction Area 34 was mapped in detail to estimate the volume of material removed from it using isopleth maps created by the program Surfer®. This information, combined with estimates of macrocore size and mass determined through replication experiments, results in an estimated range of macrocores and large polyhedral cores that could have been produced at this one quarry locus. Finally, labor estimates for the extraction of the cores suggest that a very large number of cores could have been produced on a part-time basis by a handful of artisans.

*Keywords:* archaeology, obsidian, deposit, Zaragoza-Oyameles, Cantona, Puebla.

Las investigaciones arqueológicas sobre sistemas económicos antiguos, como los de la Mesoamérica prehispánica, se enfocan típicamente en las facetas de producción, distribución y consumo (Brumfiel y Earle, 1987; Costin, 1991; Pool y Bey III, 2007). Tal marco provee un medio para estudiar los sistemas económicos a distintas escalas de complejidad social, entre ellos la unidad doméstica, la comunidad y la región, en espacio y tiempo (Feinman, 2004: 2). Un tipo de material particularmente útil para llevar a cabo tales análisis es la obsidiana, un vidrio volcánico que fue comúnmente empleado en Mesoamérica para producir gran variedad de bienes, por ejemplo, herramientas, armas, joyas y objetos rituales, desde al menos el comienzo del periodo Formativo temprano (ca. 1600 a.C.), hasta que fue reemplazado por el acero de los españoles en la década de 1520. La producción de bienes de obsidiana constituye un proceso de reducción, lo que significa que se remueve desecho desde un núcleo para dar forma a la herramienta deseada. Por ende, el material residual, que es abandonado, puede ser estudiado por el arqueólogo para identificar los tipos de bienes producidos, haciendo experimentos modernos

de replicación. Adicionalmente, cada fuente contiene una composición química única que puede rastrearse a través de variadas técnicas, permitiendo establecer la correspondencia de los artefactos y el yacimiento del que proceden, incrementando significativamente el conocimiento sobre el movimiento de la roca a través del espacio. Finalmente, debido al filo de un pedazo recientemente fracturado, la obsidiana era bastante cotizada en toda Mesoamérica. Por ello, este material es relativamente común en contextos de diversos niveles socioeconómicos, utilizado en gran variedad de actividades tanto domésticas como públicas.

La reconstrucción arqueológica de los sistemas económicos de la obsidiana en Mesoamérica prehispánica se enfoca en la fase de consumo, ya que la mayoría de los datos existentes se ha obtenido del estudio de sitios relacionados a dicha actividad, que son los más abordados. Enfoque que ha dado como resultado el desarrollo de un buen número de modelos concernientes al intercambio de bienes de obsidiana (De León, Hirth y Carballo, 2009) y su distribución (Hirth, 1998), pero también ha dejado un vacío crítico en nuestro conocimiento sobre lo que ocurrió antes de que la obsidiana

llegara al sitio de consumo y sobre cómo llegó allí. En otras palabras, en las investigaciones realizadas no se aborda cómo se extraía ni cuáles fueron los primeros bienes que se producían. Esta carencia de información es exacerbada por el hecho de que, mientras que algunas de las fuentes en Mesoamérica han sido identificadas y caracterizadas químicamente (Cobean, 2002), sólo unas cuantas han sido sistemáticamente recorridas y excavadas, entre ellas las estudiadas por Braswell (2002), Darras (1999), Healan (1997) y Pastrana (1998 y 2002). En consecuencia, se conoce poco sobre la organización de los sistemas de extracción de obsidiana, sobre la producción inicial de bienes en el área de la fuente, sobre cómo se asociaron estos subsistemas a las economías regionales e interregionales de obsidiana, y sobre su papel en los comportamientos sociopolíticos regionales. Por otro lado, para abordar tales aspectos se necesita establecer, primero, una base de datos sobre la cantidad y tipos de artefactos producidos en

las áreas de extracción de obsidiana para cada fuente. Con la finalidad de producir estos datos, se llevó a cabo entre 2012 y 2014 el Reconocimiento Regional de la Obsidiana en Zaragoza-Oyameles, Puebla, México. En este sentido, aunque no todos los temas mencionados son tratados en el presente artículo, éste es un primer paso para determinar un monto aproximado de bienes de obsidiana que pudieron producirse en un punto de extracción representativo en la fuente citada.

El yacimiento de Zaragoza-Oyameles se ubica en la Cuenca Oriental, al noreste de Puebla, a lo largo de 1 000 kilómetros del borde oriental del Cinturón Volcánico Mexicano (Siebert y Carrasco-Núñez, 2002) (figura 1). Los flujos de la roca, asociados con la ignimbrita de Xaltipan, se asentaron hace 460 000 años aproximadamente, cuando se formó la caldera Los Humeros (Ferriz y Manhood, 1984; Ferriz, 1985). Tiempo después, el flujo de riolita afídica (por ejemplo, la riolita sin fenocristales) de Caltonac erupcionó

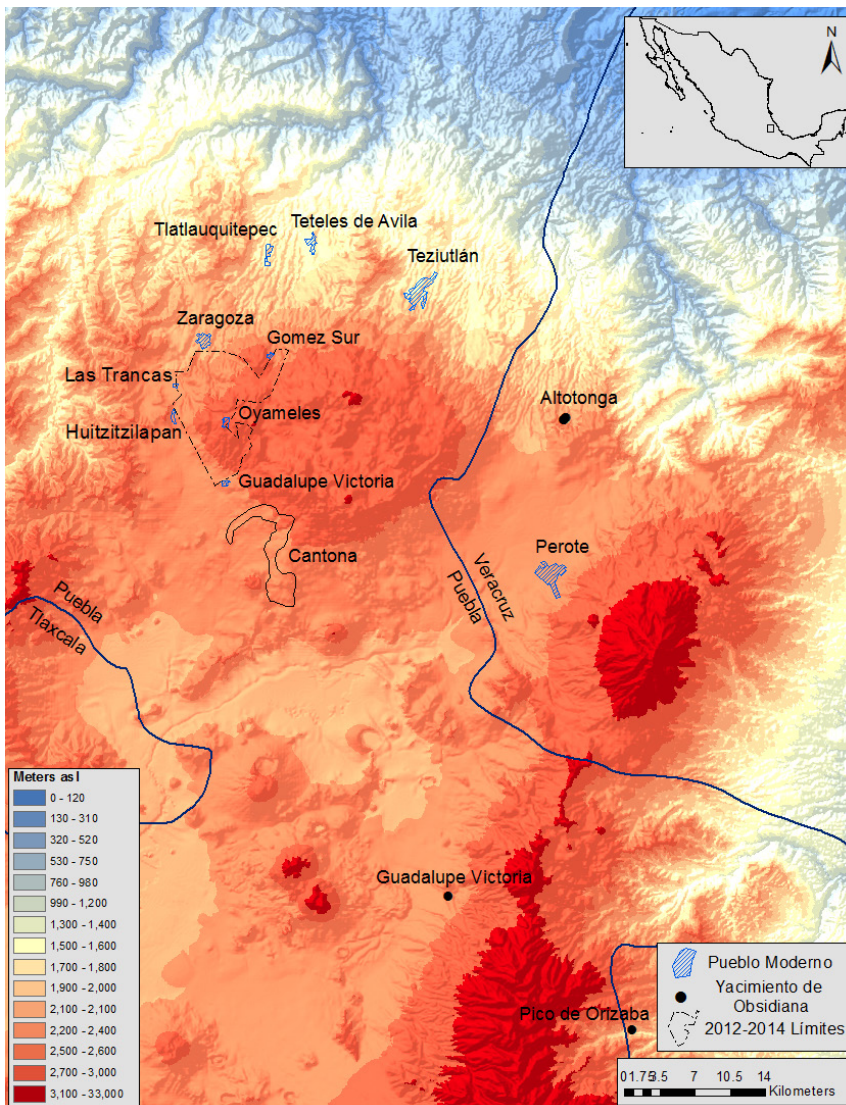
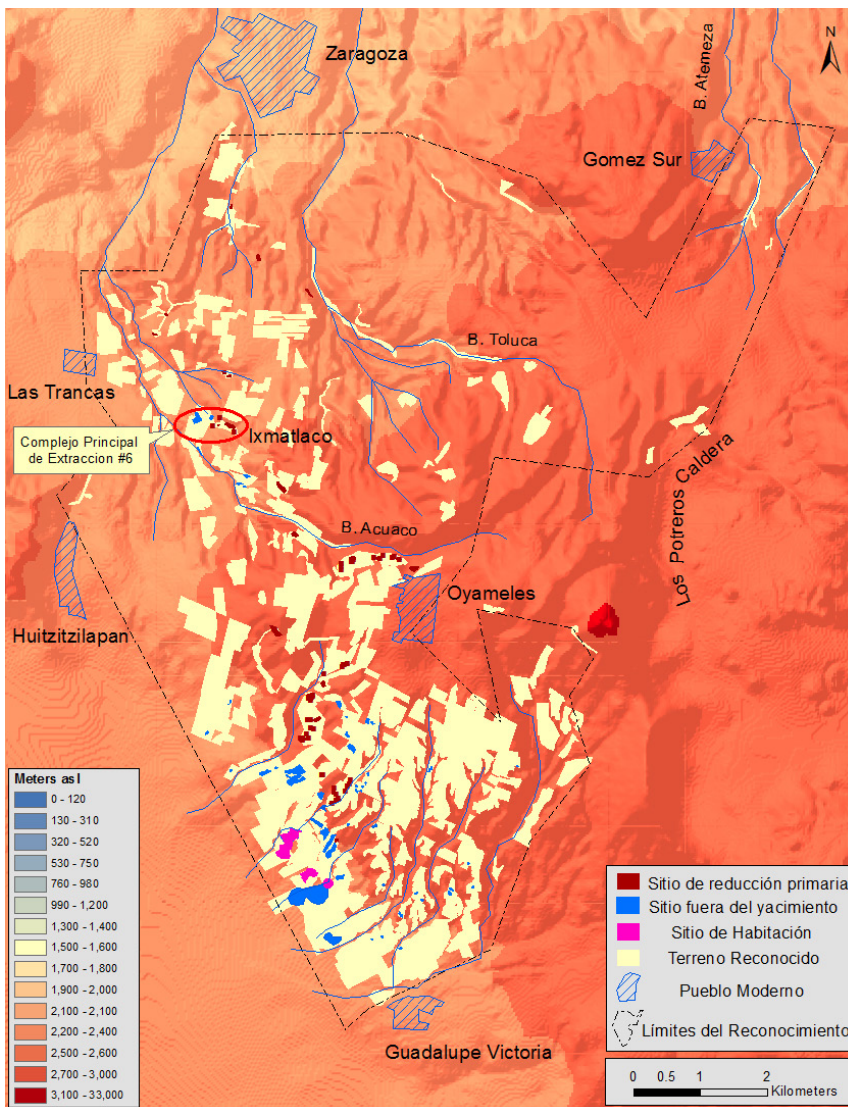


Fig. 1 Localización del área de la fuente Zaragoza-Oyameles.

a través del núcleo del domo de Oyameles formando tres lóbulos (Ferriz y Manhood, 1984: 1815), los cuales probablemente comprenden la mayor parte de las tierras altas visibles, hoy día, en la zona de reconocimiento. El flujo de Caltonac también produjo el asentamiento de bandas de obsidiana que pueden ser químicamente distintas de las obsidias asociadas con la ignimbrita de Xaltipan. Desde entonces, la región permaneció volcánicamente activa, produciendo una serie de domos de riolita, ignimbrita, capas de toba y lavas de basalto y andesita, que han cubierto el área de la fuente. Las series finales de lavas de andesita formadas hace 40 000 y 60 000 años se conocen en conjunto como “flujo de Tepeyahualco” y se volvieron la base de la ciudad prehispánica de Cantona, construida sobre la lava más joven, utilizando roca volcánica de Tezontle como material de construcción (Ferriz, 1985: 364). Milenios de erosión del domo de riolita de Oyameles, la superposición de flujo de riolita

de Caltonac y algunas riolitas hiperstene (riolitas con hiperstena) del grupo Ocoatepec (Ferriz y Manhood, 1984: 8514-8515), expusieron las bandas de obsidiana de Xaltipan, las cuales fueron explotadas por poblaciones prehispánicas como las que fundaron Cantona.

Topográficamente, el yacimiento Zaragoza-Oyameles se encuentra entre cuevas empinadas, las tierras altas planas y profundos drenajes del domo de Oyameles, el flujo de Caltonac y las riolitas del grupo Ocoatepec. El domo de Oyameles y el flujo de Caltonac se ubican al suroeste, directamente al oeste de la caldera Los Potreros. La población de Oyameles de Hidalgo está situada sobre dichos depósitos y a lo largo del límite norte, inmediatamente al sur de la profunda barranca de Acuaco (figura 2), que tiene 80.0 metros de profundidad y entre 50.0 y 400.0 metros de ancho, aproximadamente, y exhibe algunos de los quiebres verticales más pronunciados en el área. También presenta algunos de los afloramientos más extensos de



**Fig. 2** Límites del reconocimiento regional de la obsidiana en Zaragoza-Oyameles, Puebla, México, en el periodo 2012-2014.

bandas de obsidiana en el área del proyecto y, por ende, la evidencia de minería prehispánica más intensa y extensiva. Al norte de la barranca Acuaco están emplazadas las riolitas hiperstene del grupo Ocotepc, las cuales han sido profundamente cortadas por varios drenajes mayores, incluyendo las barrancas de Toluca y El Duraznillo. La población de Zaragoza se localiza al pie de la cuesta norte de uno de los domos de riolita hiperstene. Hacia el sur, justo más allá de los límites del domo de Oyameles y el flujo de Caltonac, se ubica la población de Guadalupe Victoria, situada sobre el borde norte del flujo de Tepeyahualco. Así, Zaragoza y Guadalupe Victoria marcan los límites norte y sur, respectivamente, del área de reconocimiento, mientras que la población de Oyameles se encuentra en el centro.

Las investigaciones en los sitios del sur de las tierras bajas del Golfo en Veracruz, México (Knight y Glascock, 2009; Pool, Knight y Glascock, 2014; Santley y Barrett, 2002; Santley *et al.*, 2001; Stark *et al.*, 1992); Tehuacán (Drennan *et al.*, 1990); en Oaxaca (Elam, 1993; Pires-Ferreira, 1975; Joyce *et al.*, 1995), y en el Istmo de Tehuantepec (Zeitlin, 1982), indican que la obsidiana de Zaragoza fue la importación más importante desde el periodo Formativo tardío hasta el Clásico tardío (ca. 400 a.C.-900 d. C.). Próximas al yacimiento de Zaragoza-Oyameles, a 10 kilómetros del área de la fuente, las excavaciones y recorridos en Cantona sugieren que la obsidiana fue explotada intensivamente por los habitantes de la ciudad, que muestra ocupaciones desde el Formativo medio hasta el Posclásico temprano (García Cook, 2003). Dentro de un área de 19 hectáreas adyacente al centro cívico-ceremonial de la ciudad se han identificado más de trescientos cincuenta talleres de obsidiana administrados por el Estado (García Cook *et al.*, 2010: 219), lo cual corresponde con un escenario de especialización controlada. La excavación de ocho talleres estatales confirma que los núcleos prismáticos y navajas fueron principalmente producidos para la exportación y consumo de la élite (García Cook *et al.*, 2010: 219). Se cree que la participación de Cantona en su producción y distribución hacia el occidente mesoamericano fue la base económica de ésta para su desarrollo y mantenimiento. La distribución de la obsidiana de Zaragoza-Oyameles por el Istmo de Tehuantepec, y el centro y sur de las costas del Golfo en los periodos Formativo tardío y Clásico temprano, va de la mano con el desarrollo de Cantona como centro regional.

Para debatir sobre cómo influyó la extracción y producción en el yacimiento en la economía local, regional e interregional, es necesaria una base de datos del área de la fuente. Con este objetivo se crearon representaciones detalladas de los yacimientos, a través de mapas topográficos, a efecto de medir el volumen

de obsidiana extraída y, finalmente, hacer un cálculo bruto de la cantidad de bienes producidos en cada filón. Con esta información podrán realizarse futuras comparaciones con nuevos datos sobre la cantidad y tipos de desecho de reducción en sitios adyacentes y en sitios arqueológicos distantes. Con este objetivo en mente se desarrolló un programa de reconocimiento sistemático intensivo de superficie en el área de la fuente Zaragoza-Oyameles, que consistió en tres etapas consecutivas de campo y un programa para trazar mapas topográficos de superficie de puntos de extracción seleccionados.

## Métodos

El reconocimiento intensivo de superficie del yacimiento Zaragoza-Oyameles fue realizado por siete arqueólogos caminando a lo largo de líneas paralelas espaciadas cada 5.0 metros, observándose que algunas zonas del campo habían sido aradas (figura 3). Por medio de un GPS Garmin 62s se marcó la ubicación de todas las herramientas recolectadas en superficie, tales como puntas de proyectil, núcleos, bifaciales y raspadores, y toda la lítica pulida y cerámica. Una vez identificados y dependiendo de su tamaño se hizo una recolección en los sitios, ya fuera de 100% o de una muestra aleatoria en unidades de 5.0 x 5.0 metros (figura 4).

El proyecto arqueológico recorrió 1 534 hectáreas, identificándose 48 sitios de reducción y 3 de habitación, 117 afloramientos de obsidiana, 77 pozos de extracción de superficie y una trinchera. Los puntos de extracción superficiales son similares a los descritos por Healan como pozos de anillo (Healan, 1997: 86-87), depresiones de extracción (Darras, 1999: 80-84), pozos de extracción (Pastrana, 1998: 55), pozos en forma de embudo (Cobean, 2002: 169) o socavones (Lara, 2003). Utilizaré el término socavón ya que Lara Galicia (2003) basó sus descripciones en elementos identificados en el yacimiento Zaragoza-Oyameles.

Además del reconocimiento intensivo de superficie se llevó a cabo un programa para el levantamiento de mapas topográficos, en 2013 y 2014, a cargo del Dr. J. Greg Smith de Northwest College, utilizando una Estación Total Nikon DTM-332, planos que se concentraron sobre elementos de extracción superficiales, incluyendo socavones y trincheras. La mayoría de los complejos de socavón ocurren sobre la ladera, así que las observadas en los alrededores fueron incluidas en el mapa para contextualizar los socavones. De esta manera se mapearon nueve complejos de socavones y una trinchera, correspondiendo a las áreas de extracción 2, 3, 9, 21, 23-25, 30, 32 y 34. Cabe señalar que en el resto de esta presentación se discutirá el Área de Extracción 34.



**Fig. 3** Reconocimiento a pie en líneas situadas a 5.0 metros de distancia.



**Fig. 4** *a)* Colección superficial de 100% del sitio, *b)* colección superficial de unidades de 5.0 x 5.0 metros del sitio.

## Cálculos de extracción

El Área de Extracción 34 fue identificada sobre una terraza de 30.0 metros de ancho en el lado norte de un afluente del río Acuaco que fluye hacia occidente, sobre las laderas oeste de la porción norte del domo de Oyameles (Ferriz y Manhood, 1984: 8515). Está asociada con la aldea La Cumbre en la población Ixmatalco, justo a 650.0 metros al este de la autopista Teziutlán Oriental. El área de aprovechamiento se encuentra hoy en un bosque, pero las inclinadas laderas que la rodean han sido todas deforestadas y actualmente se cultivan.

El Área de Extracción 34 forma parte de un complejo de explotación de obsidiana que se denominó Complejo Principal de Extracción #6 (figura 5), que comprende dos sitios de reducción, los sitios 36 y 38, localizados a nivel de los campos de menor altitud hacia el occidente. También comprende cinco talleres de extracción y reducción, siendo el mayor el Área de Extracción 34, la cual está conformada por siete soca-

vones dispersos en un superficie de 120.0 metros a lo largo de esta angosta terraza. El mayor fue hallado en el borde oriental del área de extracción asociado con una sección de afloramiento de banda de obsidiana esferulítica de 1.0 metro de espesor aproximadamente. Se hizo un levantamiento topográfico sobre este socavón y sobre uno adyacente más pequeño, donde nos enfocamos para calcular la extracción de material.

El mayor de los socavones del Área de Extracción 34 mide alrededor de 23.0 x 20.0 x 3.2 metros (figura 6). Para estimar el volumen explotado es necesario considerar la influencia de algunas variables inexploradas. En primer lugar, se desconoce la cantidad de relleno posterior al abandono del pozo de extracción durante el transcurso de los siglos, lo cual puede ser significativo debido a la deforestación en la zona y a la ubicación del pozo de extracción en la base de la ladera; y segundo, se desconocen las proporciones de extracción de obsidiana sin trabajar y de diversos tipos de materiales, lo cual posiblemente nunca se sabrá con certeza, pero se hace una aproximación. Con el objetivo

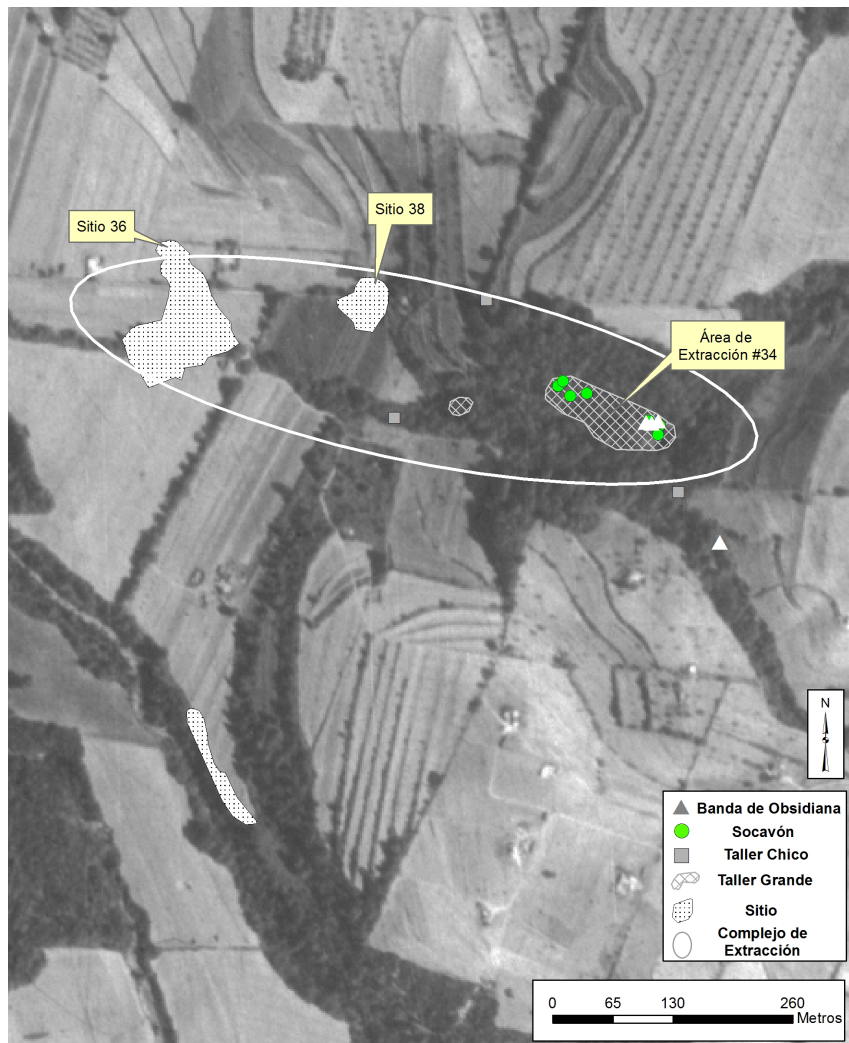


Fig. 5 Complejo principal de extracción #6.

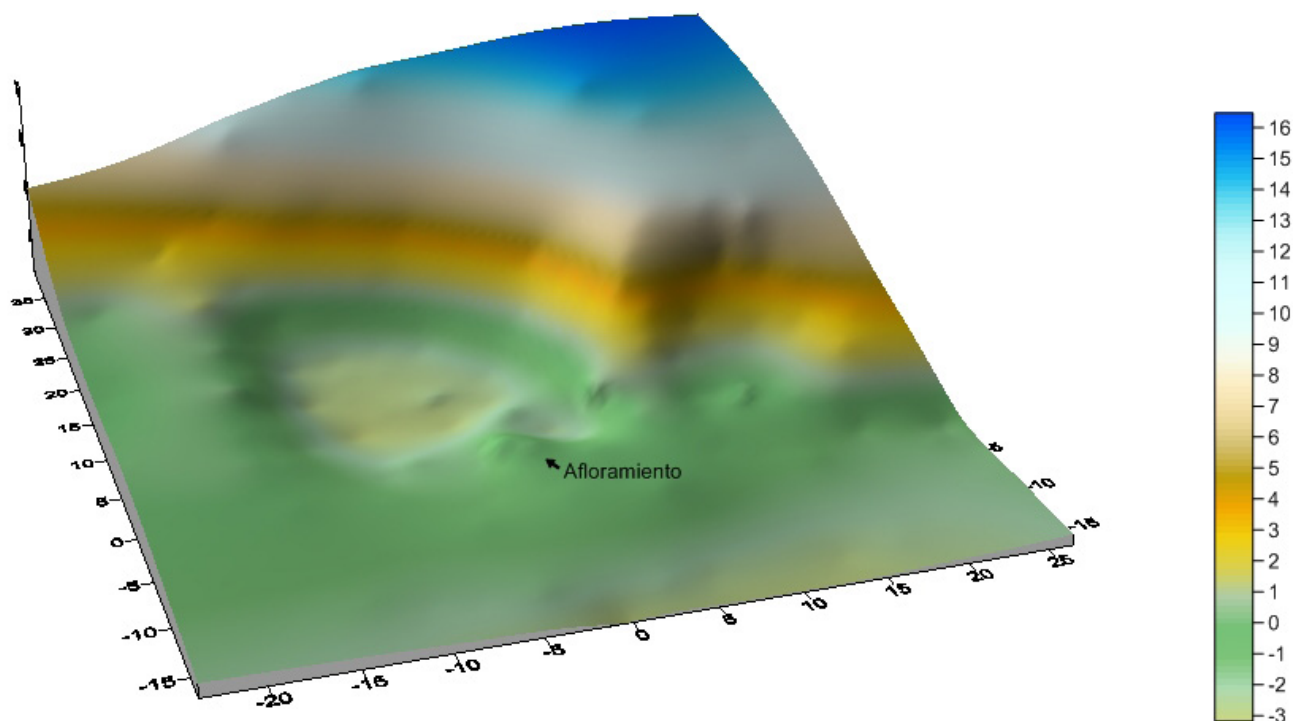


Fig. 6 Modelo Isopleth Surfer® del Área de Extracción 34.

de calcular el volumen de material extraído de este socavón, el pozo de extracción fue aislado en un mapa tridimensional de Surfer® (Golden Software), eliminando el contexto topográfico adyacente usando “0” como el nivel de la retícula superior predeterminada, la cual corresponde con la superficie natural del área que rodea al pozo (figura 7). El punto más profundo del pozo fue de -3.2 metros y éste fue tomado como base de la retícula. Utilizando el comando volumen en Surfer® se determinó que el material removido del socavón más grande del Área de Extracción 34 fue de 349.0 metros cúbicos.

## Resultados

Los desechos de talla de obsidiana encontrados en la superficie del Área de Extracción 34 establece que con los bloques de obsidiana extraídos se fabricaban macronúcleos y núcleos poliédricos de gran tamaño. En la superficie del taller se recuperaron también grandes macronavajas, navajas de macrocresta y macrolascas. Los datos de superficie de los sitios de reducción 36 y 38 localizados a 400.0 y 230.0 metros hacia el occidente, respectivamente, sugieren que los núcleos toscamente producidos en esta área fueron reducidos para formar núcleos poliédricos en estos sitios.

En el yacimiento Sierra de las Navajas, en Hidalgo, México, Pastrana (1998: 81) estima que entre 2 y 10% del material removido de la superficie de los pozos fue obsidiana utilizable, el resto se trataba de riolita, ce-

niza, *lapilli* y distintos materiales volcánicos. La baja proporción de mineral aprovechable es un reflejo de la naturaleza de los depósitos de esta región. Allí, los yacimientos no se encuentran como flujos cercanos a la superficie, sino como bloques que fueron fragmentados y depositados nuevamente a gran profundidad en la matriz de ceniza, como resultado de erupciones volcánicas (Pastrana, 1998: 50-51), dando como resultado la necesidad de excavar pozos mineros profundos. Por ello, los bloques de obsidiana de Sierra de las Navajas se encuentran significativamente más aislados y espaciados que en Zaragoza-Oyameles, haciendo mayor la presencia de diversos tipos de materiales que en cualquier yacimiento. Los depósitos de Zináparo-Prieto, en el norte de Michoacán, se comportan de forma muy semejante a los de Zaragoza-Oyameles. Algunos flujos se localizan cerca de la superficie, formando depósitos continuos que fueron accesibles a través de minería a cielo abierto (Darras, 1999), estimando Darras (1999: 94-5) que, en promedio, 70% de los materiales extraídos fueron aprovechables. Utilizando dicha proporción para el mayor de los socavones del Área de Extracción 34, pudo haberse extraído un volumen de 244.3 metros cúbicos de obsidiana utilizable.

Para estimar el número de macronúcleos producidos de la obsidiana aprovechable se hizo una comparación de muestras arqueológicas de macronúcleos recuperados durante la temporada de prospección y de los producidos mediante arqueología experimental. Cuatro macronúcleos rescatados de las colecciones

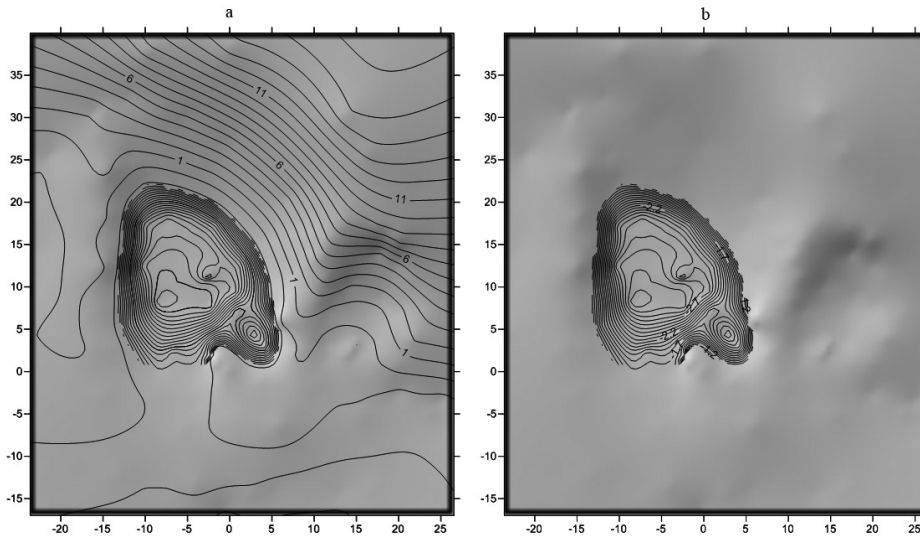


Fig. 7 a) Contorno del Área de Extracción 34, b) contorno bloqueado del pozo.

de superficie de 2012 promediaron 12.5 x 13.6 x 11.1 centímetros, y 1 887 centímetros cúbicos o 0.001887 metros cúbicos de volumen. Mediante experimentos de reducción, Clark (1988: tabla 159) estima que el material removido promedio de los bloques para formar un macronúcleo es de 28%. Sin embargo, en mis experimentos de reducción, 20% del total de la masa del bloque fue separada al dar forma a un macronúcleo. Dividiendo la diferencia y utilizando una proporción de 25%, el volumen extraído promedio de un bloque apropiado para dar forma a un macronúcleo del tamaño del recuperado en la zona de reconocimiento sería de 0.002516 metros cúbicos; es decir, se estima un potencial de 97 098 bloques de obsidiana de tamaño apropiado para la reducción de macronúcleos que pudieron haber sido extraídos del mayor de los socavones del Área de Extracción 34. Calculando un aproximado de 100 navajas prismáticas por núcleo prismático (Clark, 1988: 212; Healan, Kerley y Bey III, 1983: 139; Santley, 1983), la producción potencial para esta área es de, al menos, 9 709 800 navajas prismáticas, esto en caso de que ningún núcleo fuera arruinado durante el proceso de reducción. La variable clave que se ignora es el espacio de tiempo que estuvo en operación tal área de extracción. La producción de un taller por un año puede ser de 8 092 macronúcleos por mes, 266 por día, lo cual parece un monto elevado para cualquier forma de producir que no sea de tiempo completo con varios productores. Sin embargo, si consideramos que dicho socavón fue explotado por más de 1 000 años, la producción estimada de 971 macronúcleos por año o 81 por mes habría sido posible mediante varios individuos trabajando medias jornadas, incluso tomando en cuenta el tiempo necesario para extraer el material.

## Conclusiones

Los datos presentados en el presente artículo establecen que, incluso cuando los cálculos de material extraído son aproximados, una cantidad significativa de macronúcleos y grandes núcleos poliédricos fueron producidos en este lugar. Mientras que el mayor de los socavones del Área de Extracción 34 es uno de los medianos mejor definidos identificados durante el reconocimiento, éste representa uno de los 77 que se conocen en Zaragoza-Oyameles. Considerando aproximadamente 1 500 años de explotación de obsidiana en esta zona, podemos comenzar a entender que la extracción de material no necesariamente fue una actividad intensiva de tiempo completo, sino más bien periódica y de tiempo parcial. Aunque no cabe dudar de que la obsidiana fue un componente central de la economía de Cantona, los datos preliminares sobre el rendimiento de la extracción en Zaragoza-Oyameles sugieren que la adquisición de macronúcleos no fue necesariamente una tarea intensiva y de gran escala, sino que más bien se pudieron producir grandes cantidades de núcleos en múltiples lugares de extracción relativamente pequeños y en jornadas parciales.

## Agradecimientos

El Reconocimiento Regional de Obsidiana de Zaragoza-Oyameles fue financiado por la National Science Foundation Beca BCS-1063233. Los permisos para llevar a cabo la investigación en México fueron otorgados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia. Expreso mi más sincero agradecimiento al Dr. Ángel García Cook y al Dr. Robert Cobean por su ayuda y apoyo a lo largo del proyecto y a todos los



arqueólogos de campo que asistieron a la presentación de los resultados de la investigación. Me gustaría brindar un reconocimiento a Ana María Boada y a Gabriela Montero Mejía por traducir al español el presente artículo. Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a las comunidades de Buena Vista, Guadalupe Victoria, Ixmatlaco, Las Trancas, Los Retiros, Oyameles y Zaragoza. Los errores u omisiones contenidos en el texto son responsabilidad mía.

## Bibliografía

### Braswell, Geoffrey E.

2002 Praise the Gods and Pass the Obsidian? The Organization of Ancient Economy in San Martin Jilotepeque, Guatemala. En Marilyn Masson y David Freidel (eds.), *Ancient Maya Political Economies* (pp. 285-306). Walnut Creek, California, Altamira Press.

### Brumfiel, Elizabeth M., y Earle, Timothy K.

1987 Specialization, Exchange, and Complex Societies: An Introduction. En Elizabeth M. Brumfiel y Timothy K. Earle (eds.), *Specialization, Exchange, and Complex Societies* (pp. 1-9). Cambridge, Cambridge University Press,

### Clark, John E.

1988 *The Lithic Artifacts of La Libertad, Chiapas, Mexico: An Economic Perspective*. Provo, Utah, Brigham Young University-New World Archaeological Foundation (Papers of the New World Archaeological Foundation, 52).

### Cobean, Robert H.

2002 *A World of Obsidian: The Mining and Trade of a Volcanic Glass in Ancient Mexico / Un mundo de obsidiana. Minería y comercio de un vidrio volcánico en el México antiguo*. INAH / University of Pittsburgh.

### Costin, Cathy L.

1991 Craft Specialization: Issues in Defining, Documenting, and Explaining the Organization of Production. En Michael B. Shiffer (ed.), *Method and Theory*, vol. 3 (pp. 1-56). Tucson, University of Arizona Press.

### Darras, Véronique

1999 *Tecnologías prehispánicas de la obsidiana: los centros de producción de la región de Zinaparo-Prieto, Michoacán*. México, CEMCA.

### Drennan, Robert D., Fitzgibbons, Philip T., y Dehn, Heinz

1990 Imports and Exports in Classic Mesoamerican Political Economy: The Tehuacan Valley and the Teotihuacan Obsidian Industry. *Research in Economic Anthropology*, 12: 177-200, editado por Barry Isaac.

### Elam, J. Michael

1993 *Obsidian Exchange in the Valley of Oaxaca, Mexico, 2500-500 B.P.* Tesis de doctorado. University of Missouri-Columbia / University Microfilms international, Ann Arbor.

### Feinman, Gary M.

2004 Archaeology and Political Economy: Setting the Stage. En Gary M. Feinman y Linda M. Nicholas (eds.), *Archaeological Perspectives on Political Economies* (pp. 1-8). Salt Lake City, The University of Utah Press.

### Ferriz, Horacio

1985 Caltonac, a Prehispanic Obsidian-Mining Center in Eastern Mexico? A Preliminary Report. *Journal of Field Archaeology*, 12: 363-370.

### Ferriz, Horacio, y Manhood, Gail A.

1984 Eruption Rates and Compositional Trends at Los Humeros Volcanic Center, Puebla, Mexico. *Journal of Geophysical Research*, 89 (10): 8511-8524.

### García Cook, Ángel

2003 Cantona: The City. En William T. Sanders, Alba Guadalupe Mastache y Robert H. Cobean (eds.), *Urbanism in Mesoamerica* (pp. 311-343). INAH / Pennsylvania State University.

### García Cook, Ángel, Tenorio, D., Jiménez-Reyes, M., Monroy-Guzmán, F., y López-Reyes, C.

2010 Estudio de procedencia de obsidiana arqueológica de Cantona, Puebla. *Arqueología. Revista de la Coordinación Nacional de Arqueología*, 43: 217-229.

### Healan, Dan M.

1997 Pre-Hispanic Quarrying in the Ucareo-Zinapécuaro Obsidian Source Area. *Ancient Mesoamerica*, 8: 77-100.

### Healan, Dan M., Kerley, Janey M., y Bey III, George J.

1983 Excavations and Preliminary Analysis of an Obsidian Workshop in Tula, Hidalgo, Mexico. *Journal of Field Archaeology*, 10: 127-147.

- Hirth, Kenneth G.**  
1998 The Distributional Approach: A New Way to Identify Marketplace Exchange in the Archaeological Record. *Current Anthropology*, 39: 451-476.
- Joyce, Arthur A., Elam, J. Michael, Glascock, Michael D., Neff, Hector, y Winter, Marcus**  
1995 Exchange Implications of Obsidian Source Analysis from the Lower Verde Valley, Oaxaca, Mexico. *Latin American Antiquity*, 6 (1): 3-15.
- Knight, Charles L. F.**  
2015 Reconocimiento regional de la obsidiana en Zaragoza-Oyameles, Puebla, México. Informe de temporada de 2014. México, INAH.
- Knight, Charles L. F., y Glascock, Michael D.**  
2009 The Terminal Formative to Classic Period Obsidian Assemblage at Palo Errado, Veracruz, Mexico. *Latin American Antiquity*, 20 (4): 507-524.
- Lara Galicia, Aline**  
2003 *El yacimiento de Oyameles-Zaragoza en Puebla, México: evidencias de explotación prehispánica*. Tesis de licenciatura en arqueología. ENAH-INAH, México.
- León, Jason P. de, Hirth, Kenneth G., y Carballo, David M.**  
2009 Exploring Formative Period Obsidian Blade Trade: Three Distribution Models. *Ancient Mesoamerica*, 20 (1): 113-128.
- Pastrana, Alejandro (coord.)**  
1998 *La explotación azteca de la obsidiana en la Sierra de las Navajas*. México, INAH (Científica).  
2002 Variation at the Source: Obsidian Exploitation at Sierra de las Navajas, México. En Kenneth G. Hirth y Bradford W. Andrews (eds.), *Pathways to Prismatic Blades: A Study in Mesoamerican Obsidian Core-Blade Technology* (pp. 15-26). Los Angeles, Costen Institute of Archaeology-University of California (Monograph, 45).
- Pires-Ferreira, Jane W.**  
1975 Formative Mesoamerican Exchange Networks and Special Reference to the Valley of Oaxaca. En Kent V. Flannery (ed.), *Prehistoric and Human Ecology of the Valley of Oaxaca*, vol. 3. Ann Arbor, University of Michigan (Memoirs of the Museum of Anthropology, 7).
- Pool, Christopher A., Knight, Charles L. F., y Glascock, Michael D.**  
2014 Formative Obsidian Procurement at Tres Zapotes, Veracruz, Mexico: Implications for Olmec and Epi-Olmec Political Economy. *Ancient Mesoamerica*, 25 (1): 271-293.
- Pool, Christopher A., y Bey III, George J.**  
2007 Conceptual Issues in Mesoamerican Pottery Economics. En Christopher A. Pool y George J. Bey III (eds.), *Pottery Economics in Mesoamerica*. Tucson, University of Arizona Press.
- Santley, Robert S.**  
1983 Obsidian Trade and Teotihuacan Influences in Mesoamerica. En Arthur Miller (ed.), *Highland-Lowland Interaction in Mesoamerica: Interdisciplinary Approaches* (pp. 69-124). Dumbarton Oaks, Washington D.C.
- Santley, Robert S., Barrett, Thomas P., Glascock, Michael D., y Neff, Hector**  
2001 Pre-Hispanic Obsidian Procurement in the Tuxtla Mountains, Southern Veracruz, Mexico. *Ancient Mesoamerica*, 12 (1): 49-63.
- Santley, Robert S., y Barrett, Thomas P.**  
2002 Lithic Technology, Assemblage Variation, and the Organization of Production and Use of Obsidian on the South Gulf Coast of Veracruz, Mexico. En Kenneth G. Hirth y Bradford Andrews (eds.), *Pathways to Prismatic Blades: A Study in Mesoamerican Obsidian Core-Blade Technology* (pp. 91-103). Los Angeles, Costen Institute of Archaeology-University of California (Monograph, 45).
- Siebert, Lee, y Carrasco-Núñez, Gerardo**  
2002 Late-Pleistocene to pre-Columbian behind-the-arc Mafic Volcanism in the Eastern Mexican Volcanic Belt; Implications for Future Hazards. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 115: 179-205.
- Stark, Barbara L., Heller, Lynette, Glascock, Michael D., Elam, J. Michael, y Neff, Hector**  
1992 Obsidian-Artifact Source Analysis for the Mixtequilla Region, South-Central Veracruz, Mexico. *Latin American Antiquity*, 3 (3): 221-239.
- Zeitlin, Robert N.**  
1982 Toward a More Comprehensive Model of Interregional Commodity Distribution: Political Variables and Prehistoric Obsidian Procurement in Mesoamerica. *American Antiquity*, 47 (2): 260-275.