

Principales yacimientos de obsidiana en el Altiplano Central

Robert H. Cobean

El Altiplano Central de México tiene algunas de las minas prehispánicas de obsidiana más importantes de América. Mediante estudios arqueológicos, geológicos y —aunque en número limitado— análisis químicos (Ordóñez, 1892, 1900; Holmes, 1990; Breton, 1905; Heizer *et al.*, 1965; Cobean *et al.*, 1971; Spence y Parsons, 1972; Ramírez, 1976; Pastrana, 1981; Gaxiola (ed.), 1981; Charlton y Spence, 1982; Boksenbaum *et al.*, 1987, y Nieto y López, 1990), se han identificado entre 12 y 15 yacimientos.

Los análisis por elementos en traza, realizados en la mayoría de los casos por medio de activación neutrónica y fluorescencia de rayos X, indican que algunos de estos yacimientos fueron fuentes claves de materia prima para las industrias líticas de los grandes estados prehispánicos del Altiplano Central; por ejemplo, Teotihuacán (Spence, 1981, y Neivens *et al.*, 1989), Tula (Hester *et al.*, 1973, y Healan, 1986) y Xochicalco (Hirth, 1984, y Sorensen *et al.*, 1989). Otros estudios químicos indican que por lo menos 3 000 años antes de la conquista española obsidiana del centro de México fue llevada por comercio a diversas áreas de Mesoamérica. Incluso llegó a las tierras bajas mayas, a casi 1 000 km al sur, y a regiones aún más lejanas, como Centroamérica (Cobean *et al.*, 1971; Pires-Ferreira, 1975; Moholy-Nagy *et al.*, 1984; Nelson, 1985; Stross *et al.*, 1976; Zeitlin, 1982; Rice *et al.*, 1985; Clark *et al.*, 1989; Andrews, *et al.*, 1989, y Dreiss y Brown, 1989). Como se discutirá, los estudios sobre el comercio de obsidiana en Mesoamérica todavía son bastante incompletos; sin embargo, los resultados indican la existencia de una correlación directa entre los ciclos de explotación y comercio de ésta y algunos procesos culturales importantes en el desarrollo de civilizaciones como los olmecas, mayas, o en Teotihuacán, Tula y Tenochtitlán.

La definición de yacimientos de obsidiana

Hasta la fecha se han empleado, por lo menos, tres métodos para la definición de yacimientos de obsidiana en Mesoamérica: éstos comprenden estudios geológicos de la distribución de los flujos, investigación arqueológica de minas, talleres y análisis químicos de flujos y artefactos. Algunos de los mejores estudios geológicos acerca de la obsidiana fueron realizados hace casi 100 años por el distinguido geólogo mexicano Ezequiel Ordóñez (1892, 1900), cuyas obras acerca de las obsidias y las rhyolitas de México son clásicas. Otra investigación pionera es el estudio de Díaz Lozano (1922) sobre los recursos geológicos en el Valle de Teotihuacán —que forma parte del proyecto multidisciplinario *La población del Valle de Teotihuacán*, de Manuel Gamio. Tal vez, el primer resumen general de datos geológicos relacionados con yacimientos de obsidiana en Mesoamérica es el de Heizer, Williams y Graham (1965). Los informes recientes hechos por arqueólogos con fuerte énfasis en estudios geológicos en la definición de dichos yacimientos, son los de García-Bárcena, 1975, Taylor (ed.), 1976; Pastrana, 1981, y Charlton y Spence, 1982. Durante las últimas dos décadas ha aumentado el número de investigaciones de geólogos que toma en cuenta la importancia arqueológica de la obsidiana en México (por ejemplo: Mooser, 1968; Ramírez, 1976; Mahood, 1981; Ferriz, 1985, Seibe y Verma, 1988; Joron *et al.*, 1990 y Nelson y Hegre, 1990). La publicación de las "Cartas geológicas", escala 1:50 000, de la Dirección General de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL) de muchas regiones de la República Mexicana,

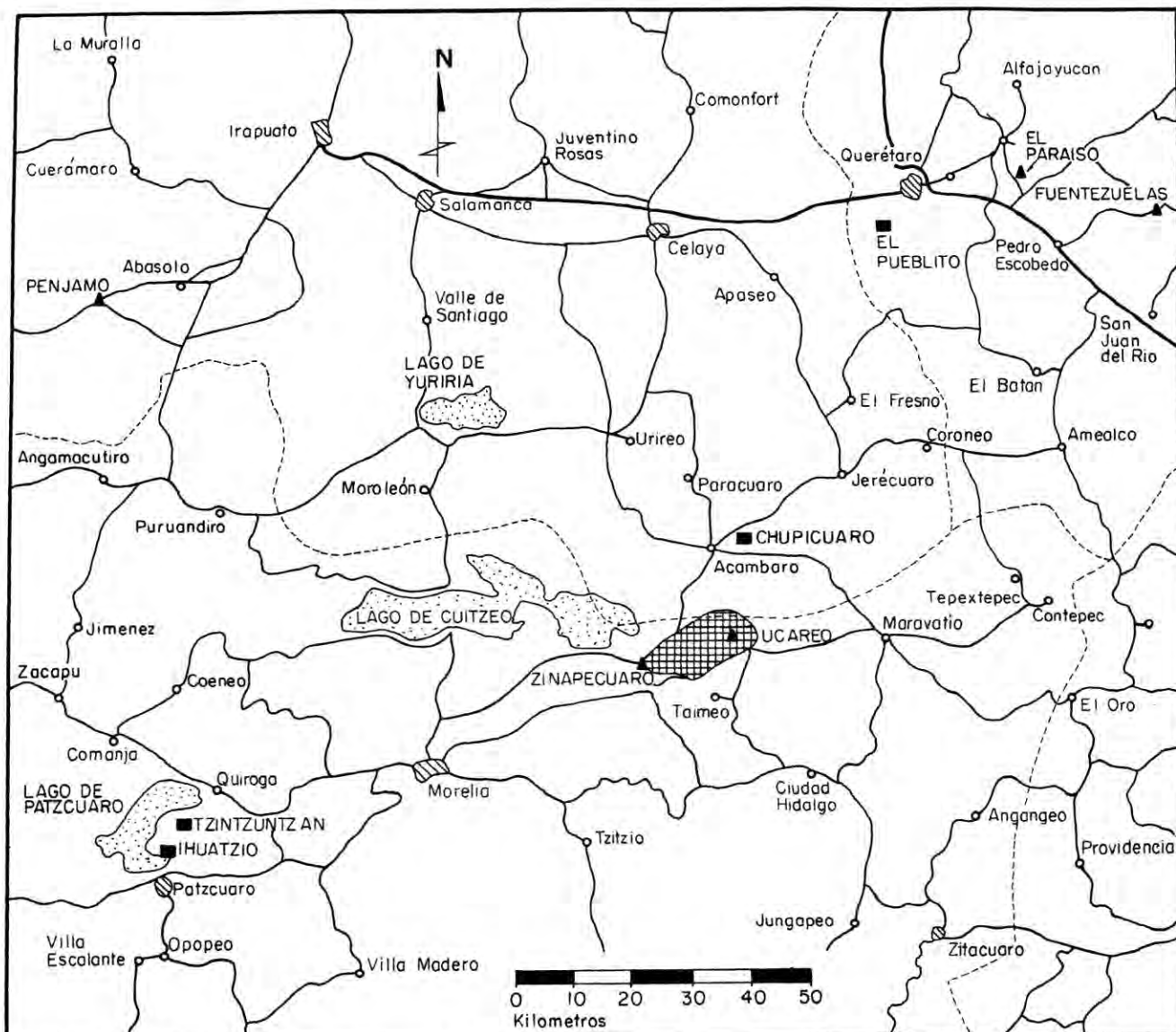


Figura 1. Los yacimientos en Michoacán, Guanajuato y Querétaro.

ha facilitado la definición, con mayor exactitud, extensión y límites de los yacimientos de obsidiana.

Uno de los temas principales de este artículo es el problema de la definición de los yacimientos de obsidiana con base en investigaciones arqueológicas. Existe una gran cantidad de publicaciones acerca de este tema, estudiado desde Von Humboldt (1814) hace casi 200 años, pero aún es fuente de preguntas sin respuesta; particularmente en cuanto al significado cultural de los yacimientos durante la época prehispánica. Los siguientes son algunos estudios arqueológicos relacionados con el tema: Spence y Parsons, 1972; Cobean y Vogt, 1979; Pastrana, 1981; Gaxiola (ed.), 1981; Charlton y Spence, 1982, y Nieto y López, 1990. Las incertidumbres y polémicas sobre la explotación de la obsidiana tienen su causa principal en los pocos yacimientos estudiados en su totalidad mediante mapas y reconocimien-

tos arqueológicos; además que ninguno ha sido excavado de manera adecuada. La mayoría de los informes sólo aportan descripciones breves de algunas de las concentraciones mayores de minas y talleres; no se delimita la extensión de los flujos ni se reconstruye en detalle la historia de su explotación y los procesos de desarrollo de la tecnología minera. El hecho de que muchas minas prehispánicas tengan poco o nulo material cerámico ha influido en algunos arqueólogos para concluir que dichas minas son pre-cerámicas, cuando en realidad la falta de tiestos es sólo el resultado de la ausencia de asentamientos cerca de algunas zonas mineras (Coe y Flannery, 1964; Michels, 1975, y Sheets, 1975). La explotación de las fuentes principales duró en Mesoamérica miles de años; por ello las secuencias de minas, talleres y asentamientos humanos asociados con periodos de explotación distintos, son tan complejas que

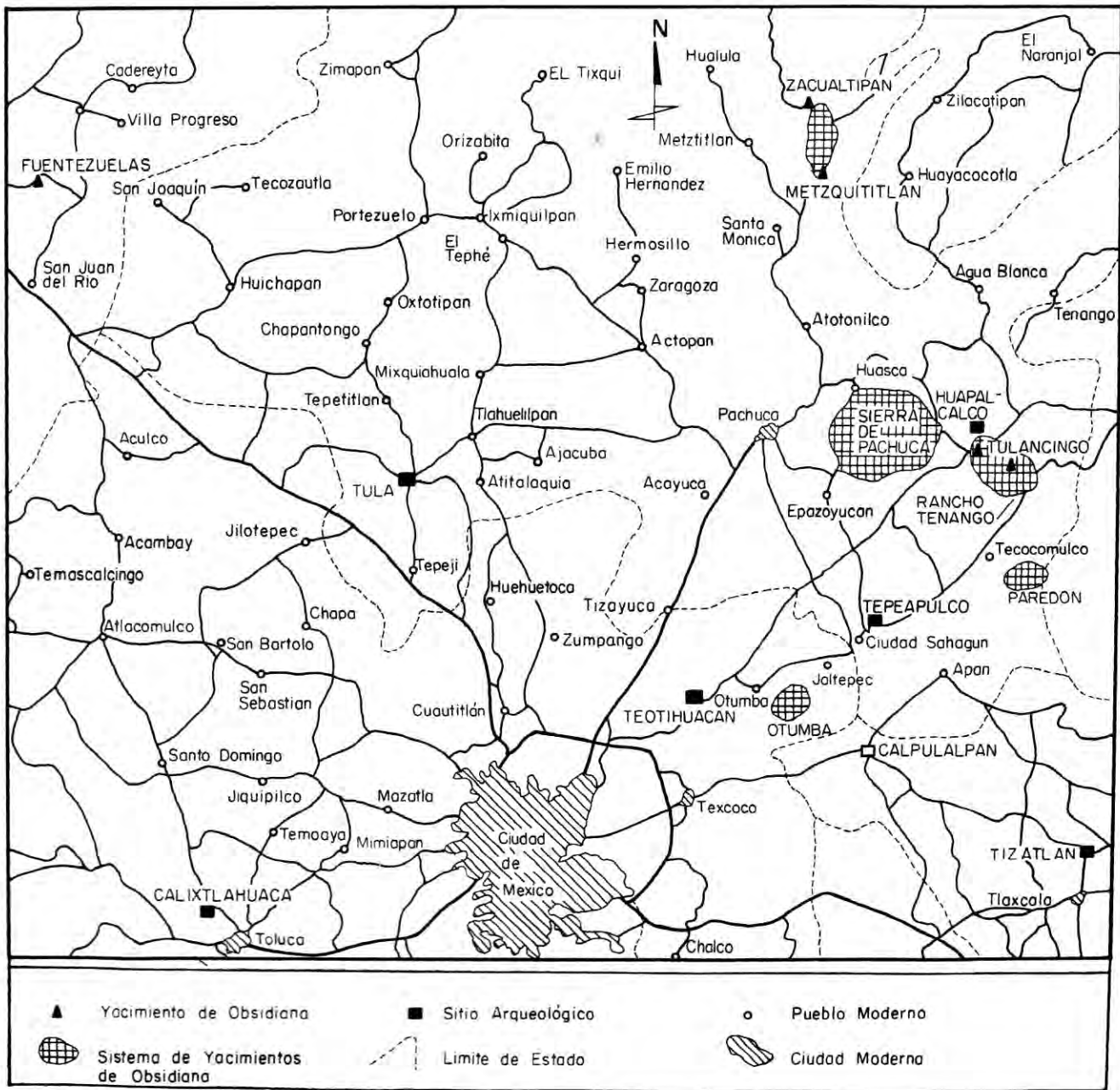


Figura 2. Los yacimientos en Hidalgo y el Estado de México.

sólo podrán entenderse mediante proyectos intensivos de investigación en los que participen arqueólogos, geólogos y químicos. Deberá incluirse la elaboración de mapas detallados, reconocimientos, excavaciones y diversos tipos de análisis. Es irónico que una de las mejores investigaciones sea aún la realizada por Holmes (1900, 1919) en la Sierra de Pachuca, Hidalgo, hace casi un siglo.

Sólo de tres lugares hay mapas y reconocimientos arqueológicos de partes significativas de sus flujos y minas: el Valle de Ixtetal, en el lado norte del Pico de Orizaba (Cobean *et al.*, 1971 y 1991; Pastrana, 1981; Pastrana y

Gómez, 1988, y Stocker y Cobean, 1984), el sector sur de la Sierra de Pachuca, Hidalgo (Holmes, 1900 y 1919; Spence y Parsons, 1972; García-Bárcena, 1975; Charlton y Spence, 1982; Nieto y López, 1990; Pastrana, 1989 y Cruz, 1989) y La Joya, en Jalisco (Weigand y Spence, 1982).

A pesar de las colaboraciones entre arqueólogos, geólogos y químicos, hay diferencias sistemáticas en las formas en que los distintos especialistas perciben los datos. En muchos casos, los geólogos no consideran la presencia de obsidiana como un dato significativo en sus análisis de campo. Describen enormes formaciones ígneas en las que,

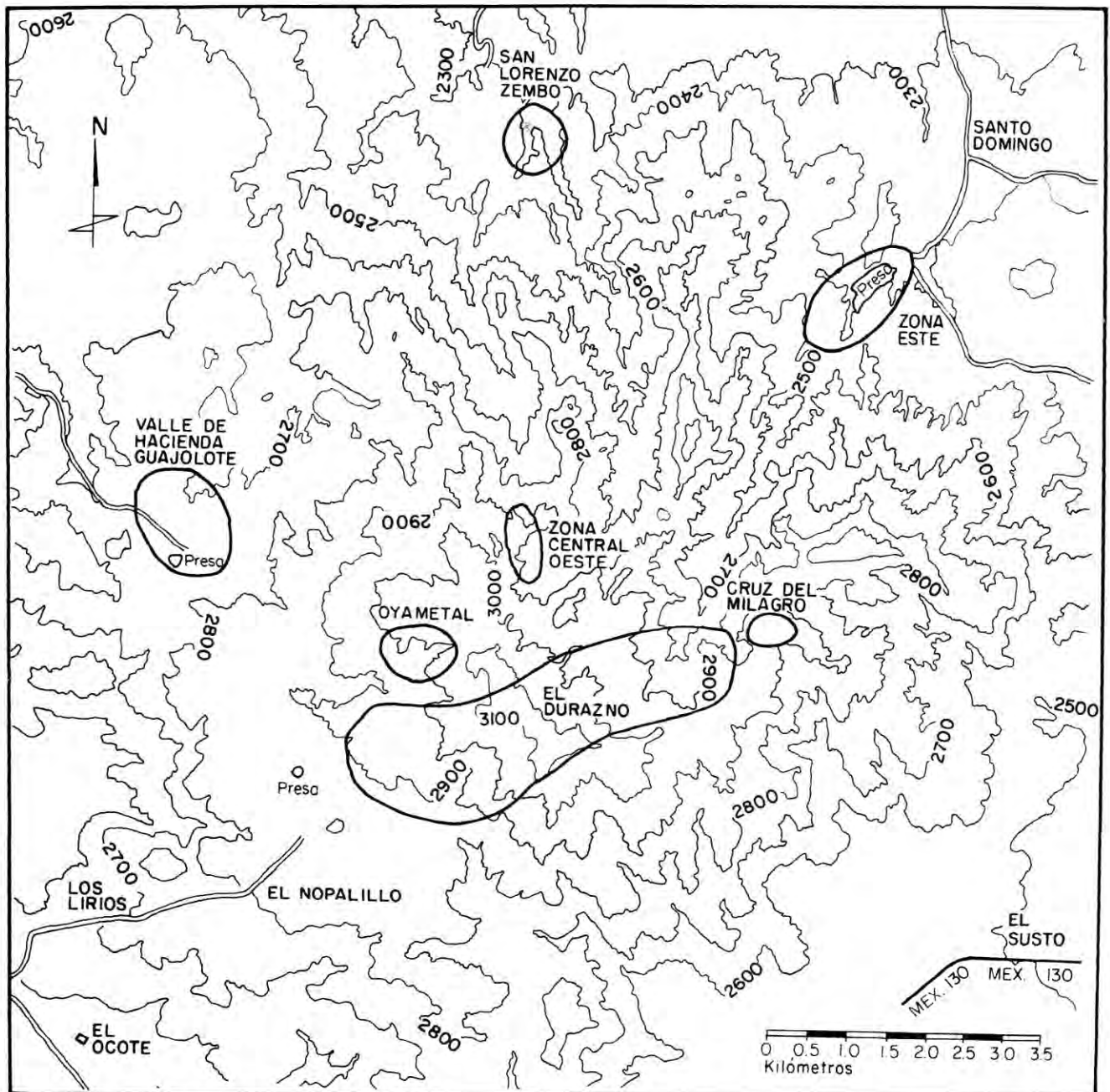


Figura 3. La Sierra de Pachuca, Hidalgo (las medidas de altitud están en metros).

de vez en cuando, se incluye la obsidiana. Muy pocas cartas geológicas documentan la ubicación de flujos de obsidiana, aunque éstos sean parte de las formaciones de rhyolitas, que sí están bien definidas y delimitadas en los mapas. Por otro lado, hay arqueólogos que definen yacimientos de obsidiana como si fueran islas de minas y talleres en la topografía, sin tomar en cuenta los contextos geológicos. Es muy común que el flujo de obsidiana sea mucho más amplio que las áreas de minas prehispánicas. También es frecuente que la misma región tenga diferentes flujos que corres-

ponden a distintas épocas y erupciones (Cann *et al.*, 1969; Taylor, 1976; Ward, 1974, y Ferriz, 1985).

El análisis por elementos en traza puede distinguir entre flujos de obsidiana que geológicamente están relacionados. Para hacer esto con un alto nivel de exactitud es necesario analizar numerosas muestras geológicas del mismo flujo, midiendo entre 10 y 20 elementos traza en cada muestra. Hasta la fecha, los análisis químicos más intensivos en Mesoamérica han sido sobre algunos yacimientos en Guatemala (Hurtado de Mendoza y Jester, 1987; Asaro *et al.*,



Figura 4. La zona suroeste de la Sierra de Pachuca cerca de El Durazno.

1978, y Stross *et al.*, 1983) y sobre los flujos de la región del Pico de Orizaba en Veracruz y Puebla (Cobean *et al.*, 1991).

Próximamente el Research Reactor Facility de la Universidad de Missouri terminará un proyecto de análisis intensivo por activación neutrónica de los yacimientos principales del Altiplano Central de México (Cobean y Vogt 1979). Un problema no resuelto todavía en esos análisis se refiere a las estrategias de muestreo para yacimientos grandes que rebasan, en ocasiones, los 100 km² (Cobean *et al.*, 1991). El mejor enfoque para estos muestreos consiste en programas de análisis y definición a nivel regional que asocien grupos adyacentes de flujos o depósitos de obsidiana, que pertenezcan a formaciones geológicas relacionadas (Hurtado de Mendoza y Jester, 1978, y Sidrys *et al.*, 1976). Los grupos relacionados se denominan "sistemas de yacimientos" (*Source systems*) y en general cubren áreas mucho mayores que las zonas de minas en cada yacimiento. La siguiente discusión acerca de seis importantes sistemas de obsidiana en el centro de México, indica que es necesario combinar los resultados de investigaciones geológicas, arqueológicas y químicas para obtener definiciones válidas de yacimientos.

Yacimientos de obsidiana en el Altiplano Central

En las figuras 1 y 2 se delimitan las áreas aproximadas de seis grandes sistemas de yacimientos de obsidiana del centro de México. Para la definición de éstos, se tomaron en cuenta los resultados de numerosas investigaciones; entre las principales están: Charlton y Spence (1982); Cobean *et al.*, (1971, 1991); Cobean y Vogt (1979); Gaxiola, (ed.), (1981); Nieto y López (1990), García-Bárcena (1975), Healan (1989), Pastrana (1989), Cruz (1989), Stocker (1975) y Glascock (s.f.).

Es probable que existan otros sistemas en regiones cercanas que no han sido investigados. Varios yacimientos, pequeños, que no forman grupos extensos de flujos principales: Pénjamo, Guanajuato (Cobean *et al.*, 1971 y Ericson

y Kimberlin, 1977); Maravatio, Michoacán (Zoltan de Cserna, comunicación personal y Healan, 1989); El Paraíso y Fuentezuelas, Querétaro (Cobean *et al.*, 1971 y 1991); El Encinal y Santa Elena, Hidalgo (Mora, 1981); Tepalzingo, Hidalgo (Gaxiola, 1981), y Malpaís, Hidalgo (Cortés de Brasdefer, 1978; Mora, 1981, y Charlton y Spence, 1982).

Los flujos y las minas de obsidiana en la región de Zinápapo, Michoacán estudiados por el Centre d'Etudes Mexicaines et Centroamericaines (CEMCA-Francia) probablemente forman parte de un nuevo sistema de yacimientos (Darras, 1988 y Joron *et al.*, 1990).

La Sierra de Pachuca, Hidalgo

La Sierra de Pachuca es famosa por sus vetas de plata desde el siglo XVI (Flores Clair *et al.*, 1981 y Randall, 1972). Entre 5 y 10 km al este de las minas de plata de Pachuca y Real del Monte empieza una zona minera de obsidiana que fue explotada miles de años antes de la conquista española (véase figura 3). Esta fue la fuente más importante de obsidiana en México durante la época prehispánica. Los flujos y depósitos se extienden en un área que mide entre 150 y 200 km², es el yacimiento de obsidiana más grande del Altiplano Central y tal vez de Mesoamérica; sólo superado por Ixtepeque, Guatemala, cuya área es de 300 km² aproximadamente (Sidrys *et al.*, 1976, y Cobean, 1975). Las minas de la Sierra de Pachuca han constituido un lugar de interés para viajeros y científicos. Von Humboldt (1814) estudió varias zonas de éstas en 1803. Otros informes importantes del siglo XIX son los siguientes: Tylor (1861), Romero (1865), Breton (1905), García Cubas (1950) y Ordóñez (1892). Las investigaciones de más valor científico de dicho periodo son las de Ordóñez (1900 y 1901) y las de Holmes (1900 y 1919). Después de estos trabajos pasaron casi 70 años sin nuevos estudios, pero a partir de la década de los años sesenta se ha publicado un gran número de informes en los que se incluyen los de Spence y Parsons, 1967 y 1972, Charlton, 1969, González Rul, 1972; García-Bárcena, 1975; Cobean y Vogt, 1979; López y Nieto, 1981;

Charlton y Spence, 1982; López *et al.*, 1989; Pastrana, 1989; Cruz, 1989, y Nieto y López, 1990.

No obstante la larga historia de investigaciones en la Sierra de Pachuca, aún no se han realizado reconocimientos intensivos y excavaciones de la mayor parte del sistema. En los últimos tres años Pastrana (1989) y Cruz (1989) elaboraron un mapa detallado de una extensa zona denominada El Durazno, en el sector sur de la Sierra, como se señala en la figura 3.

De acuerdo con los informes publicados y los reconocimientos que realicé como parte del proyecto de la Universidad de Missouri (Cobean y Vogt, 1979), y con los integrantes del proyecto Yacimientos y Talleres de Obsidiana en el Estado de Hidalgo, del Centro Regional- INAH (López y Nieto, 1981; Gaxiola, 1981; López *et al.*, 1983 y 1989; y Nieto y López 1990), parece ser que los flujos y los depósitos se extienden sobre la mayor parte de la región incluida en la figura 3. De las zonas delimitadas en este mapa, son las áreas de las cuales se obtuvieron las muestras geológicas para el proyecto de análisis químico de la Universidad de Missouri. Sin embargo, muchas áreas fuera de las zonas muestreadas también tienen flujos o depósitos de obsidiana. Hay algunos desacuerdos entre los investigadores respecto de los nombres y la ubicación de algunas zonas de minas y flujos de obsidiana en la Sierra de Pachuca. Algunos de estos nombres son: Sierra de las Navajas, Cerro de las Navajas, Cruz del Milagro, Cerro Pelón, Cerro Jacal, El Ocote, Huasca, Las Minillas y Rancho Guajolote. Charlton y Spence (1982) y Cruz (1989) discuten la relación entre algunos nombres y los lugares específicos en la Sierra de Pachuca. Los nombres geográficos aquí empleados son provisionales; algunos son términos usados por los habitantes contemporáneos de la Sierra de Pachuca, otros fueron dados durante el trabajo de campo.

Hay mucha variación en la morfología y tecnología de las minas prehispánicas de obsidiana en la Sierra de Pachuca, y es muy probable que existan diferencias cronológicas entre diversos tipos de minas. Al parecer el más común tiene forma cónica, un diámetro de 2 o 6 m y una profundidad de entre 0.6-3 m. Estas minas pequeñas son especialmente frecuentes en las cimas de cerros, como Cruz del Milagro (véase figura 5). Con base en el tamaño y la tecnología Nieto y López (1990) proponen que son algunas de las formas más antiguas de explotación de obsidiana en la Sierra de Pachuca, y, en su tipología, las denominan "B1" (López *et al.*, 1989).

Otro tipo consiste de grandes cráteres cuyo diámetro mide de 15 a 30 m y su profundidad de 6 a 10 m. Este tipo se ha encontrado en El Durazno y en la pendiente sur del cerro Cruz del Milagro (véase figura 3). A veces, en los fondos de estas minas están expuestos grandes bloques de obsidiana; García-Bárcena (1975) propone que las minas-cráteres de El Durazno pueden ser más antiguas que las otras que, en términos generales, por la presencia de cerámica Azteca III en sus alrededores, han sido fechadas en el Postclásico Tardío. Stocker (1975) encontró un tiesto de un cuenco estilo teotihuacano de la fase Tlamimilolpa (ca. 200-400 d.C.) dentro de un cráter-mina en el norte de El Durazno.

Las minas de obsidiana más famosas de la Sierra de Pachuca son tiros angostos rodeados por grandes montículos de lascas y fragmentos de obsidiana (véase figura 6) (Holmes, 1900; Charlton y Spence, 1982, y López *et al.*,



Figura 5. Minas en la cima del cerro Cruz del Milagro, la Sierra de Pachuca.

1983, 1989). Los tiros tienen diámetro de 0.8 y 2 m y profundidades que van de los 5 a los 12 m. Este tipo de mina es común en la pendiente sur de la Sierra de Pachuca, en las zonas de El Durazno y Oyametel (véase figura 3). Dada la presencia predominante de cerámica Azteca III, es probable que muchos de estos tiros daten del Postclásico Tardío (ca. 1350-1520 d.C.), aunque algunos tal vez pertenecen a periodos más tempranos. Pastrana (1989) y Cruz (1989) han localizado más de 180 tiros entre las minas del área de El Durazno.

Todavía no se ha hecho un análisis sistemático de la tecnología utilizada para la producción de instrumentos de obsidiana en la Sierra de Pachuca y algunos de los mejores estudios preliminares son aún los de Holmes (1900 y 1919). La mayoría de las grandes zonas mineras como El Durazno y Oyametel fueron dedicadas, principalmente, a la producción de macronúcleos (véase figura 7) que constituyen la primera etapa en el proceso de elaboración de navajas prismáticas (Torquemada, 1975; Hester, 1972; Crabtree, 1968; Sheets, 1975; Clark, 1988, y Healan *et al.*, 1983). Al parecer, casi todos los macronúcleos fueron transportados a talleres donde eran producidas esas herramientas, ya que éstas y los núcleos poliédricos agotados son escasos en la Sierra de Pachuca (López *et al.*, 1983, y Nieto y López, 1990). Las herramientas más comunes en las minas son percutores de basalto de tamaño y forma variada (Nieto y López *op. cit.*, y Cruz, 1989). Si se explorara más ampliamente las minas, quizá se podría encontrar otra clase de herramientas, incluso instrumentos de madera, asta de venado o hueso. Spence y Parsons (1972) localizaron talleres de bifaciales, sobre todo puntas de proyectil y cuchillos, en varias zonas de la Sierra de Pachuca. Pastrana (comunicación personal) está investigando un taller de raspadores unifaciales en El Durazno, la cerámica asociada corresponde en mi opinión al Postclásico Temprano (Fase Mazapan).

Un factor que debe tomarse en cuenta en las investigaciones en la Sierra de Pachuca es el efecto de la erosión. Es bastante probable que la destrucción de bosques, junto con el crecimiento de arroyos y barrancas, hayan cubierto muchas zonas de minería prehispánica. La tala de bosques debido a las minas de plata de la ciudad de Pachuca y de Real del Monte ha causado grandes ciclos de erosión en los últimos 500 años, como lo han señalado diversos autores (Flores Clair *et al.*, 1981, y Randall, 1972). Un programa de reconocimientos y excavaciones arqueológicas y estudios geológicos para la identificación de minas de obsidiana cubiertas por efecto de la erosión sería muy interesante.

Mediante análisis químicos y petrográficos se sabe que desde el Formativo Temprano (ca. 1150 a.C.) la obsidiana de la Sierra de Pachuca fue objeto de comercio en la mayor parte de Mesoamérica (Cobean *et al.*, 1971; Boksenbaum *et al.*, 1987; Nelson, 1985; Zeitlin y Heimbuch, 1978, y Charlton y Spence, 1982) y que en el Altiplano Central fue explotada durante miles de años antes del Formativo. Avelleyra y Maldonado-Koerdell (1952) encontraron un artefacto de obsidiana verde, procedente de la Sierra de Pachuca, asociado con un mamut del Pleistoceno Superior en Santa Isabel Iztapan, en la Cuenca de México. La Sierra de Pachuca funcionó como fuente principal de obsidiana para los más importantes estados prehispánicos del centro de México, como Teotihuacán (Spence, 1981, y Ruiz, 1981), Tula (Pastrana, 1990, y Healan *et al.*, 1983) y Tenochtitlán (Cassiano, en prensa, y Charlton y Spence, 1982).

Algunas investigaciones arqueológicas sugieren que hay una correlación entre la importación de la obsidiana de la Sierra de Pachuca y la expansión política y económica de algunos estados del Altiplano Central (Santley *et al.*, 1986; Zeitlin, 1982, y Charlton, 1978). Durante el apogeo de Teotihuacán (ca. 300-650 d.C.), la cantidad de ésta aumentó en Tikal y otros importantes centros del área maya y



Figura 6. La entrada de un tiro en El Durazno (8.5 cm de diámetro), Sierra de Pachuca.

algunos de ellos tienen además elementos teotihuacanos en su arquitectura y cerámica (Moholy-Nagy *et al.*, 1984; Rice *et al.*, 1985; Nelson, 1985, y Dreiss y Brown, 1989). Con la expansión de Tula (900-1200 d.C.), la importación de esa obsidiana se incrementó en el norte de Yucatán, en la región de Chichén Itzá y en la isla de Cerritos, que funcionaba como un puerto tolteca (Andrews *et al.*, 1989). Las investigaciones de Clark y otros autores señalan que cuando el Soconusco de Chiapas fue conquistado por los aztecas, en el siglo XV, muchos sitios de esa región empezaron a recibir altos porcentajes de instrumentos elaborados con obsidiana de la Sierra de Pachuca (Clark *et al.*, 1989).

La región de Tulancingo, Hidalgo

En la región de Tulancingo los yacimientos empiezan, aproximadamente, entre 8 y 10 km al este de la Sierra de Pachuca (véase figura 2) y abarcan una extensión de, por lo menos, 60 a 80 km². La mayor parte de esta región no ha sido estudiada de una manera sistemática, pero hay investigaciones acerca de sitios específicos y de algunos yacimientos (Breton, 1905; Muller, 1957; Snow y Snow, 1969 y 1972; Ramírez, 1976; Gaxiola, 1981; Charlton y Spence, 1982, y Gaxiola y Guevara, 1989). La obsidiana de Tulancingo tiene relaciones geológicas y químicas con la de la Sierra de Pachuca, pero un análisis intensivo de elementos en traza pudo distinguir entre los dos sistemas de obsidiana (Glascok, s.f.); no obstante los resultados de un proyecto de activación neutrónica del laboratorio Brookhaven (Boksenbaum *et al.*, 1987), no pudo separar completamente estos yacimientos. La obsidiana de Tulancingo, en general, es de color negro opaco, con un tono ligero de verde.

Los yacimientos de Tulancingo han sido explotados durante miles de años. En las excavaciones de Irwin-Williams (1963) en la Cueva del Tecolote, situada en el límite este de Huapalcalco (véase figura 2), se recuperaron puntas de proyectil elaboradas con esta obsidiana, que pertenecen a ocupaciones del Arcaico, ca. 7000 a.C. (Mac Neish *et al.*, 1967). En diversos asentamientos del Formativo Temprano y Medio de la Cuenca de México también hay artefactos de esta obsidiana, aunque en bajos porcentajes (Boksenbaum *et al.*, 1987). Tal vez, la primera época de explotación masiva de este sistema coincide con el Formativo Terminal y el Clásico Temprano (ca. 100 a.C. - 600 d.C.); época en la que, probablemente, Teotihuacan organizaba la producción en las minas y talleres de la región (Charlton, 1978, y Charlton y Spence, 1982). Sin embargo, el periodo más importante de explotación minera al parecer ocurrió en el Clásico Tardío (750-900 d.C.), precisamente durante el apogeo del sitio de Huapalcalco como un centro regional (Muller, 1957; Gaxiola y Guevara, 1989, y Charlton y Spence, 1982).

Los datos disponibles acerca del papel de Tulancingo como centro de rutas de comercio de obsidiana son muy incompletos. Los análisis de elementos en traza han identificado artefactos hechos con la obsidiana de Tulancingo en el Formativo del Valle de Oaxaca (Pires-Ferreira, 1975) y en ocupaciones de la época clásica en Tikal y en otros centros de la región maya (Moholy-Nagy y Nelson, 1990; Rice *et al.*, 1985, y Nelson y Howard, 1986). Es probable que después de la caída de Teotihuacán, durante el Clásico Tardío,

hubieron extensas redes de distribución de Tulancingo de obsidiana en el Altiplano Central. En diversos sitios Coyotlatelco de la región de Tula, Hidalgo, se han identificado bifaciales que, quizá, proceden de Tulancingo (Mastache y Cobean, 1990).

Es posible que la extensión de los flujos de obsidiana en Tulancingo sea todavía más amplia que el área delimitada en la figura 2, definida, principalmente, con base en estudios arqueológicos. Los análisis de la Universidad de Missouri indican que hay flujos en El Encinal, 20 km al este de Huapalcalco, que químicamente son casi idénticos a los de Tulancingo (Glascock, s.f., y Mora, 1981). A diferencia de lo que sucede en la Sierra de Pachuca, los flujos de Tulancingo, generalmente están cerca de la superficie; así la mayo-



Figura 7. Macronúcleos (12-15 cm de diámetro), El Durazno, Sierra de Pachuca.



Figura 8. El valle de Tulancingo, Hidalgo. Vista hacia el oeste desde el Cerro la Cantera.

ría de las minas son poco profundas. Las más comunes son pozos o calas que miden menos de un metro de profundidad; sin embargo, hay casos excepcionales de minas cuya profundidad es de 2 o 3 m (Gaxiola, 1981, y Charlton y Spence, 1982). En contraste con las de la Sierra de Pachuca, las minas de Tulancingo se localizan con frecuencia cerca de talleres donde se produjeron instrumentos terminados y no

sólo núcleos y preformas. La zona llamada El Pizarrín, que es hasta el momento la mayor zona minera encontrada en esta región, empieza en el sector sur de Huapalcalco y se extiende por varias hectáreas al sur y al este sobre las laderas de los cerros Tecolote y La Cantera, aproximadamente 3 km al noreste de la ciudad de Tulancingo (Muller, 1957; Cobean, 1975, y Gaxiola, 1981).



Figura 9. Fragmentos de bifaciales de un taller en El Pizarrín, valle de Tulancingo.

Las descripciones más detalladas de las minas y los talleres en El Pizarrín son de Gaxiola (1981) y de Charlton y Spence (1982). Gaxiola y Guevara (1989) excavaron un conjunto de habitaciones y talleres dentro de El Pizarrín, en el asentamiento del Clásico Tardío de Huapalcalco. En la mayoría de sus talleres se produjeron bifaciales, en especial puntas de proyectil y cuchillos (véase figura 9) o raspadores unificiales, y hay pocos desechos relacionados con la producción de núcleos y navajas prismáticas. Es probable

que durante la época clásica esos talleres formaran parte de un sistema de distribución de bifaciales a larga distancia.

Algunas puntas de proyectil encontradas en Tikal cuya fuente de origen se ha atribuido, mediante análisis químicos, a Tulancingo y Otumba, son, sin embargo, morfológicamente idénticas a los bifaciales de El Pizarrín (Moholy-Nagy y Nelson, 1990).

Aproximadamente 4 km al sureste de la ciudad de Tulancingo hay otro extenso yacimiento, llamado Rancho Tenango (Cobean *et al.*, 1971). Los flujos y depósitos de cantos de obsidiana en esta zona abarcan varios kilómetros cuadrados y son muy densos entre el lado este de la presa La Esperanza y el noroeste del pueblo de Cuautepec. Asociados con los flujos hay pequeños talleres, que en general cubren áreas menores a una hectárea, que estuvieron dedicados principalmente a la producción de bifaciales casi idénticos a los instrumentos producidos en El Pizarrín. La cerámica presente en los talleres de Rancho Tenango es semejante a tipos comunes (de vajillas con colores café y crema), del complejo cerámico del Clásico Tardío en Huapalcalco.

Hay por lo menos otros tres yacimientos en la región de Tulancingo que han sido descritos en informes recientes: Ramírez (1976) encontró un gran depósito de cantos en el lado este del pueblo de Nativitas, aproximadamente 9 km al



Figura 10. Flujo de obsidiana en Rancho Tenango. Los bloques de obsidiana tienen diámetros de 30 a 50 centímetros.

sureste de Tulancingo. Snow y Snow (1969) describen un yacimiento de obsidiana en la unión de los valles de Hueyapan y Agua Bendita, que al parecer se localiza 2 o 3 km al sureste de Rancho Tenango (Charlton y Spence, 1982). Es probable que también existan otros, no menos importantes, cerca del pueblo de Santiago Tulantepec, ubicado 5 km al sur de la ciudad de Tulancingo. Al norte de Santiago Tulantepec, Charlton localizó otro más, asociado con talleres que abarcan entre 2 y 14 ha (Charlton y Spence, 1982).

El Paredón, Puebla/Hidalgo

El sistema de flujos de El Paredón está aproximadamente a 20 km al sur de la ciudad de Tulancingo (véase figura 2) y abarca por lo menos 30 km². Al noreste de El Paredón, en el área de Santa Elena, Hidalgo, los yacimientos tienen entre 10 y 12 km de extensión (Mora, 1981) y aunque son químicamente muy parecidos, sí pueden distinguirse de los flujos de El Paredón (Glascok, s.f.); por lo tanto, es posible que el sistema de yacimientos concentrados cerca de El Paredón se extienda a zonas ubicadas al norte, fuera del área delimitada en la figura 2. Breton publicó en 1905 el primer informe de las minas de obsidiana en esta área, pero su importancia como complejo clave fue planteado hasta 1978 por Charlton, durante su investigación de rutas de comercio relacionadas con el Estado teotihuacano (Charlton, 1978, y Charlton, *et al.*, 1978). Los estudios acerca del comercio de obsidiana de la zona basados en análisis químicos son bastante incompletos, porque algunos laboratorios no midieron un número adecuado de elementos en traza que permitiera separar con exactitud este yacimiento de los flujos de Otumba (Charlton *et al.*, 1978). A pesar de esto, es claro que El Paredón jugaba un papel importante en el desarrollo del comercio de la obsidiana en Mesoamérica y en la evolución de la tecnología para la producción de navajas prismáticas. Algunas de las navajas prismáticas más antiguas de Mesoamérica fueron elaboradas con obsidiana de este lugar, como las procedentes de ocupaciones olmecas del Formativo Temprano de San Lorenzo Tenochtitlan, Veracruz (denominada obsidiana del "Grupo A" en Cobean *et al.*, 1971, y Coe y Diehl, 1980); las del mismo periodo en Chalcatzingo, Morelos (Grove, 1987, y Charlton *et al.*, 1978); y Coapexco en la Cuenca de México (Boksenbaum *et al.*, 1987). Otros análisis de elementos en traza han identificado artefactos hechos con esta obsidiana, en El Mirador (Clásico Temprano, según Nelson y Howard, 1986) y en Tikal, Guatemala (Clásico Tardío, Moholy Nagy y Nelson, 1990), así como en dos talleres de obsidiana del Clásico Tardío en la región de Xochicalco, Morelos (Sorenson *et al.*, 1989). Con base en identificaciones visuales, Charlton (1978) detectó cantidades importantes (entre 15% y 26%) de obsidiana de El Paredón en la región de Tepeapulco, Hidalgo, en talleres del Formativo Terminal (ca. 300 a.C. - 100 d.C.). La producción de estos talleres estaba integrada en las primeras rutas de comercio del naciente Estado teotihuacano y diversas poblaciones en Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y tal vez Veracruz (Charlton y Spence, 1982). Por otro lado, Healan ha identificado también en forma visual pequeños porcentajes de la misma obsidiana, en el complejo de lítica de la ciudad de Tula, durante el Postclásico Temprano (Healan y Stoutamire, 1989).



Figura 11. Un flujo de obsidiana en Tres Cabezas, El Paredón, Puebla, Hidalgo.

La descripción más detallada de estos yacimientos fue publicada por Charlton y Spence (1982), ésta se basó en recorridos preliminares. López y Nieto (1981) presentan un breve informe acerca de este sistema. El pueblo del mismo nombre está ubicado en lo que es al parecer el límite este del sistema de flujos, el que se extiende, por lo menos de 8 a 10 km al oeste en varias zonas del estado de Hidalgo (véase figura 2). Charlton y Spence (*op. cit.*) denominan a este sistema "Tecocomulco", que es el nombre de un lago situado 12 km al oeste del pueblo de El Paredón. El paisaje en la mayoría de los yacimientos es muy erosionado (véase figura 12), y se ha deteriorado bastante en los últimos tiempos, si se toma en cuenta la descripción que Breton (1905) hizo de la misma área, hace casi 90 años. Es probable que minas y talleres importantes de este sistema hayan sido cubiertos por la erosión, por lo cual hacer una reconstrucción de los procesos de explotación y de producción de instrumentos de obsidiana en esta región, implicaría un programa intensivo de reconocimientos y excavaciones.

Es también bastante probable que un flujo masivo de obsidiana de entre 1 y 1.5 m de grosor, se extienda cerca de la superficie en la mayor parte de la región que aparece delimitada en la figura 2 para el sistema de El Paredón. El flujo está expuesto sobre grandes áreas en arroyos, apareciendo entre los 2 y 3 m debajo de la superficie. Encima de muchas colinas hay afloramientos del flujo, así como de numerosos cantos de obsidiana. La calidad de ésta en los afloramientos es variable; algunas secciones del flujo están llenas de burbujas y de cristales toscos. En general, es de color gris transparente y su textura o aspecto visual muy parecido al hielo; a veces tiene algunas bandas de color gris oscuro y no es completamente transparente.

Sólo se han estudiado tres zonas de minas y talleres prehispánicos de El Paredón: la localidad de Lomas, ubicada 7 km al noreste del pueblo del mismo nombre, denominada "Coyaco" por Charlton y Spence (1982); los alrededores del pueblo Tres Cabezas, situado a 2.5 km al noroeste de El Paredón, y una zona de talleres descrita por Charlton y Spence (1982) al suroeste la cual carece en la actualidad de minas obvias por los efectos de la erosión. La única cerámica asociada con los talleres y minas consiste principalmente de tipos aztecas del Postclásico Tardío, pero, como hemos discutido, los análisis de elementos en traza indican que la obsidiana de este sistema fue explotada desde el Formativo Temprano, ca. 1100 a.C. (Charlton *et al.*, 1978, y Boksenbaum *et al.*, 1987). Como el flujo de obsidiana está cerca de la superficie, la mayoría de las



Figura 12. Paisaje erosionado en el área de Lomas, El Paredón.

minas son poco profundas; en general tienen menos de un metro de profundidad, aunque probablemente, en época prehispánica tuvieron entre 2 y 4 m. Se han encontrado dos formas generales de minas: pozos ovalados de entre 5 y 7 m de largo y 3 a 4 m de ancho y pozos circulares con diámetros de 3 a 4 m (Charlton y Spence, 1982).

La mayor parte de los talleres se encuentran en las mismas zonas adyacentes a las minas. Los talleres de las localidades de Lomas y Tres Cabezas abarcan varias hectáreas, ahí se produjeron instrumentos terminados, en especial bifaciales (puntas de proyectil y cuchillos), raspadores unificiales y macronúcleos para la fabricación de navajas prismáticas (véase figura 13). En estos talleres se han encontrado percutores cilíndricos de basalto de entre 8 y 10 cm de largo y 5 a 7 cm de diámetro. En los talleres al suroeste de El Paredón, descritos por Charlton y Spence (*op. cit.*) hay grandes cantidades de núcleos, pero no evidencias de la producción de instrumentos terminados.

Otumba, Estado de México

Es probable que los pueblos prehispánicos extrajeron, durante miles de años, obsidiana en la región de Otumba, aunque no son bien conocidos los procesos específicos de este aprovechamiento, ya que no se han hecho reconocimientos y excavaciones arqueológicas intensivas en esta área. En la década de los años veinte, Gamio (1922) y Díaz Lozano (1922) reconocieron la importancia de estos flujos como la fuente de obsidiana más cercana a la ciudad de Teotihuacán. Parte de éstos fue estudiada anteriormente

por Ordóñez (1901), Mooser (1968) y Sotomayor (1968) hicieron algunos estudios geológicos y petrográficos de las rhyolitas y las obsidianas de Otumba. Por otro lado, Charlton y Spence (1982), López y Nieto (1989), Nieto y López (1990), y Spence y Parsons (1972) han publicado estudios arqueológicos preliminares acerca de los yacimientos y las minas de esta región. Las investigaciones de Spence (1981, 1984) indican que Otumba funcionaba como la fuente principal de materia prima para los talleres de Teotihuacán durante los primeros siglos de su desarrollo.

Mediante análisis de elementos en traza se ha identificado obsidiana de Otumba en sistemas de comercio de larga distancia en Mesoamérica desde el Formativo Temprano. Sitios con artefactos hechos con obsidiana de estos flujos incluyen: San Lorenzo Tenochtitlán, Veracruz (Cobean *et al.*, 1971), Laguna Zope (Zeitlin y Heimbuch, 1978) y Jalieza (Elam *et al.*, en prensa), Oaxaca; Izapa, Chiapas (Clark *et al.*, 1989); El Mirador, Guatemala (Nelson y Howard, 1986); Pulltrouser Swamp, Belice (Dreiss, 1988); Chalcatzingo (Grove, 1987) y Xochicalco (Sorensen *et al.*, 1989), Morelos; Tula, Hidalgo (Hester *et al.*, 1973), y Coapexco y otros sitios del Formativo Temprano en la Cuenca de México (Boksenbaum *et al.*, 1987). La presencia de obsidiana procedente de Otumba en centros mayas durante el Clásico Temprano fue probablemente un resultado de contactos directos entre Teotihuacán y esos sitios. Un alto porcentaje de bifaciales de época clásica presentes en Tikal fueron elaborados con obsidiana de Otumba (Moholy-Nagy *et al.*, 1984, y Moholy-Nagy y Nelson, 1990).

La extensión mínima de los flujos y de los afloramientos de obsidiana es de 40 km² (véase figura 2). Empiezan aproximadamente 8 km al este de la moderna población de

Otumba y cubren grandes áreas de la pendiente oriental del Valle de Teotihuacán. Charlton y Spence (1982) propusieron que este sistema de flujos incluye los yacimientos en la sierra de Malpaís, Hidalgo, aproximadamente 20 km al este del pueblo de Otumba (Cortés de Brasdefer, 1978, y Mora, 1981). Al respecto, los análisis realizados en el reactor de la Universidad de Missouri indican que la composición química de los flujos en Otumba y Malpaís es claramente distinta (Glascook, s.f.).

Dentro del sistema de Otumba, la concentración más alta de flujos de obsidiana se encuentra en la pendiente occidental del volcán cerro Soltepec y en las barrancas adyacentes, especialmente en la Barranca de los Ixtetes, que empieza en la pendiente noroeste del Volcán (Charlton y Spence, 1982, y Cobean, 1975). La erosión en las barrancas ha llevado enormes cantidades de cantos de obsidiana al aluvión en la planicie del Valle de Teotihuacán.



Figura 13. Maçonúcleo (22 cm de largo), procede de El Paredón, área de Lomas.

Hay depósitos de estos cantos en zonas de la ciudad prehispánica de Teotihuacán, 15 km al oeste de los flujos de Otumba (Evelyn Rattray, comunicación personal, 1988).

En las mesas y en los lados de las barrancas que rodean el volcán de Soltepec hay minas circulares con diámetros de entre 3 y 15 m y profundidades de 1 y 2 m. Hay, además excavaciones horizontales de minas en flujos parecidos a abrigos. En el lado suroeste de la Barranca de los Ixtetes hay grandes minas horizontales con cámaras de hasta 10

m de diámetro y túneles de 6 a 10 m de largo, excavados en los flujos de obsidiana (véase figura 14). Entre los desechos de las grandes minas fueron encontrados percutores de basalto en forma discoidal con diámetros de 8 a 10 cm (véase figura 15; Cobean 1975, y Nieto y López, 1990). La mayor parte de la cerámica asociada a las minas en las laderas del cerro Soltepec es del Complejo Azteca III correspondiente al Postclásico Tardío, aunque es probable que muchas de esas minas sean de épocas anteriores.

En casi todas las zonas de minas hay talleres donde se produjeron tanto preformas como instrumentos terminados (Spence y Parsons, 1972; Clark, 1979; Nieto y López, 1990, y Charlton y Spence, 1982). La mayoría de los talleres estudiados en la región de Otumba fabricaron bifaciales, como puntas de proyectil y cuchillos, aunque se han identificado también algunos talleres de navajas prismáticas (Charlton y Spence, 1982, y Healan, comunicación personal, 1989). La cerámica, en la mayoría de los talleres, es azteca. Es probable que durante la época mexicana, Otumba estuviera dedicada principalmente a la producción de bifaciales, como ha planteado Clark (1979). En el asentamiento azteca de Otumba, estudiado por Charlton, este investigador y sus colaboradores identificaron talleres de navajas prismáticas, algunos de los cuales usaron obsidiana de Otumba y otros obsidiana verde de la Sierra de Pachuca (Charlton *et al.*, 1991).

Las investigaciones de Spence (1981 y 1984) y Ruiz (1981), así como análisis de elementos en traza indican que la obsidiana de Otumba fue empleada para hacer navajas prismáticas en gran escala durante el Formativo y el Clásico. En San Lorenzo Tenochtitlán, Veracruz, durante la fase San Lorenzo A, ca., 1150-1050 a.C. (Cobean *et al.*, 1971 y 1991), hay navajas prismáticas elaboradas con obsidiana de este sistema.

Los flujos de Otumba tienen más variaciones de color que cualquier otro yacimiento de obsidiana en el Altiplano Central. El color más típico es gris oscuro lechoso algo translúcido, pero también es común la obsidiana gris opaca. Algunas zonas cerca de la Barranca de los Ixtetes tienen cantidades grandes de obsidiana roja o roja-gris vetada.

Zacuallipán, Hidalgo

La región de Zacuallipán tiene un sistema importante de flujos y minas, pero se sabe menos de esta zona que de los otros yacimientos de obsidiana del centro de México. Los informes pioneros de Ordóñez (1892, 1900) y Breton (1905) incluyen investigaciones sobre la obsidiana de Zacuallipán que tienen ya casi un siglo, pero todavía no existen estudios sistemáticos acerca de la geología y la minería prehispánica en esta área. Abascal (1981) presenta resultados preliminares de un recorrido de algunas minas en Zacuallipán y Charlton y Spence (*op. cit.*) hacen un resumen de las pocas publicaciones que se refieren a estos yacimientos. En este artículo están incluidos datos de visitas a Zacuallipán realizadas por Cobean (1975) y Stocker (1975) para la recolección de muestras geológicas en los flujos.

Se sabe poco sobre la importancia de las minas de Zacuallipán en las redes comerciales y de distribución de obsidiana en Mesoamérica; sin embargo, análisis químicos indican una amplia distribución geográfica de artefactos



Figura 14. Entrada de la mina "La Cueva de la Tarasca", Otumba, Estado de México.



Figura 15. Percutores prehispánicos en la mina "La Cueva de la Tarasca".

elaborados con obsidiana de este sistema, como es el caso de Laguna Zope en Oaxaca (Zeitlin y Heimbuch, 1978); Acapetahua y Las Morenas en Chiapas (Clark *et al.*, 1979); la región central de lagos de Petén, Guatemala (Rice *et al.*, 1985); Xochicalco, Morelos (Sorensen *et al.*, 1989); y Tula, Hidalgo (s.f. Glascock). La mayor parte de los artefactos analizados corresponden al Clásico Tardío y al Postclásico. Es probable que la zona más importante para el consumo de la obsidiana de Zacualtipan fuera la Huasteca de Hidalgo, San Luis Potosí y Veracruz, donde se han identificado visualmente artefactos de obsidiana de esta fuente (Cobean, 1975). Al respecto, es importante señalar que Stocker (1975) localizó un extenso sitio huasteco del Postclásico Tardío (Periodo VI), en el límite sur de los yacimientos de Zacualtipan cerca de Metzquititlán (véase figura 2), y el escaso material cerámico que he encontrado en algunas minas de este sistema es también Huasteco, correspondiente al Postclásico Temprano y Tardío (Periodos V y VI). Sin embargo, es muy probable que la obsidiana de Zacualtipan fuera explotada durante miles de años antes del Postclásico. En este sentido es de sumo interés que en el sitio de Oyapa en la región de Metzquititlán, Hidalgo, Cassiano y Vázquez (en prensa) encontraron puntas tipo Hidalgo de obsidiana visualmente idéntica a la obsidiana de Zacualtipan. Esos materiales corresponden al parecer a ocupaciones del Arcaico, *ca.*, 7 000 antes de Cristo.

Los flujos y afloramientos de obsidiana en la región de Zacualtipan abarcan un mínimo de 60 km² (véase figura 2).

El paisaje de esta área consiste de extensas sierras cubiertas con bosques y enormes barrancas con profundidades de entre 100 y 200 m; así es bastante difícil hacer reconocimientos arqueológicos de superficie. La concentración más densa de minas que hemos localizado está ubicada entre 3.5 y 7 km al sureste del pueblo de Zacualtipan, cerca de la Carretera Federal 105 y las aldeas de La Mojonera, El Enzuelado, Atopixco y La Obsidiana. Hay otras zonas grandes de minas de entre 2 y 5 km al sur y al este de esta concentración.

Las minas más numerosas son calas de 7 a 20 m de largo, de 2 a 8 m de ancho y de 1 a 3 m de profundidad (véase figura 16). Se encuentran llenas de desechos y cuando funcionaban tenían probablemente profundidades de entre 5 y 7 m. Hay zonas con este tipo de "mina-cala" que abarcan de 15 a 25 ha. Un tipo de mina menos común es de forma circular con diámetros de entre 3 y 7 m y profundidades de 1-1.5 m. En el límite sur de la aldea de La Mojonera, 4 km al sureste de Zacualtipan, hay una enorme mina circular con un diámetro de entre 35 y 40 m, rodeada por grandes cantidades de desecho que miden entre 3 y 5 m de altura. Abascal (1981) menciona grandes minas de este tipo en varias zonas de Zacualtipan.

En la mayor parte de las zonas de minas hay talleres; la mayoría produjeron núcleos irregulares de forma cónica o cilíndrica, junto con una variedad de lascas y láminas (véase figura 17), sin cantidades significativas de navajas prismáticas. Las lascas y láminas de esos talleres fueron llevados

probablemente a talleres especializados en otros sitios para hacer unifaciales. En algunas zonas de Zacualtipan hay también extensos talleres dedicados a la producción de navajas prismáticas donde se encuentran macronúcleos, macrolascas, núcleos poliédricos grandes y núcleos poliédricos agotados (Sheets, 1975, y Clark, 1988). En la superficie de muchos de los talleres hay percutores de basalto o de rhyolita dura (véase figura 18).

Casi toda la obsidiana de Zacualtipan es de color negro opaco con una textura semejante a la del chapopote. Esta materia prima es de excelente calidad para lasquear porque carece de defectos como burbujas, cristales o fracturas internas.

Zinapécuaro y Ucareo, Michoacán

Los resultados de un número creciente de análisis químicos y de las investigaciones arqueológicas hechas por Healan (1989) han señalado que los yacimientos en la región de Zinapécuaro-Ucareo constituían una fuente clave para los pueblos prehispánicos del centro de México y probablemente sólo la obsidiana de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, jugaba un papel más importante en la economía antigua del Altiplano Central. Se han identificado artefactos hechos con la obsidiana de esta región en muchas áreas de Mesoamérica: San Lorenzo Tenochtitlán (Cobean *et al.*, 1971, y Cobean y Vogt, 1979), Tres Zapotes (Hester *et al.*, 1971) y El Tajín (Jack *et al.*, 1972), Veracruz; La Venta, Tabasco (Hester *et al.*, 1971); el Valle de Oaxaca (Pires-Ferreira, 1975, y Elam *et al.*, en prensa); el sur del Istmo de Tehuantepec (Zeitlin y Heimbuch, 1978); el Soconusco de Chiapas (Clark *et al.*, 1989); Tikal (Moholy-Nagy *et al.*, 1984) y El Mirador (Fowler *et al.*, 1989), Guatemala; Edzná, Campeche (Nelson, 1985); sitios del Clásico y el Postclásico en Belice (McKillop *et al.*, 1988; Dreiss, 1988, y Guderjan *et al.*, 1989); Chichén Itzá (Nelson, 1985) y Cerritos (Andrews *et al.*, 1989), Yucatán; el Valle de Tehuacán (Drennan *et al.*, 1987) y Cholula (Hester *et al.*, 1973); Xochicalco, Morelos (Hirth, 1984, y Sorensen *et al.*, 1989); Tula, Hidalgo (Hester *et al.*, 1973, y Healan, 1986), y la Cuenca de México (García *et al.*, 1990; Boksenbaum *et al.*, 1987, y Sidrys, 1977).

Los análisis de elementos en traza indican que el sistema de yacimientos de Zinapécuaro-Ucareo fue de suma importancia en la difusión de la tecnología de navajas prismáticas en Mesoamérica, durante la última parte del Formativo Temprano; ca., 1100-900 a.C. (Healan, 1989). Zinapécuaro y El Paredón fueron los yacimientos principales utilizados para la elaboración de las primeras navajas prismáticas en sitios del Formativo Temprano de la Cuenca de México (Boksenbaum *et al.*, 1987). Por otro lado, Zinapécuaro constituyó una fuente importante de las navajas prismáticas presentes en San Lorenzo Tenochtitlán, durante el mismo periodo (Cobean *et al.*, 1971 y Cobean Vogt, 1979). Varios arqueólogos han postulado que hay una correlación entre la difusión de la tecnología de navajas prismáticas, la cerámica olmeca estilo San Lorenzo, y el desarrollo de estratificación social en Mesoamérica durante el Formativo Temprano (Clark, 1987, y Boksenbaum *et al.*, 1987). Por lo tanto, aunque hasta ahora sólo se trata de una hipótesis es de suma importancia investigar las relaciones sociales y económicas que pudieron existir entre la minería en la región de Zinapécuaro-Ucareo y los olmecas.

El llamado periodo Epiclásico (ca., 700-900 d.C.) fue otra época clave para el comercio de obsidiana de Zinapécuaro-Ucareo. Después de la caída de Teotihuacán (ca., 700-750 d.C.) es probable que Zinapécuaro-Ucareo reemplazara a la Sierra de Pachuca como la fuente principal de obsidiana para los pueblos del centro de México (Healan, 1989, y Mastache y Cobean, 1990). Zinapécuaro constituyó la fuente principal de este material para los talleres de instrumentos de obsidiana en Xochicalco durante su apogeo, que corresponde precisamente a este periodo (Hirth, 1984, y Sorensen *et al.*, 1989). La mayor parte de los instrumentos de obsidiana usados por pueblos de la cultura Coyotlatelco en la región de Tula, Hidalgo (Mastache y Cobean, 1990) y en Azcapotzalco en la Cuenca de México (García *et al.*, 1990) fueron elaborados con material procedente de Zinapécuaro-Ucareo. Asimismo, obsidiana de esta región está presente en el norte de Yucatán durante el Epiclásico (Andrews *et al.*, 1989).

La geología de la región de Zinapécuaro-Ucareo es bastante compleja; probablemente existen allí varios flujos de obsidiana que se formaron durante distinta épocas. El proyecto de activación neutrónica de la Universidad de



Figura 16. Minas en el área de El Enzuelado, Zacualtipan, Hidalgo.



Figura 17. Láminas de un taller en El Enzuelado.

Missouri ha encontrado algunas diferencias químicas entre los flujos de Ucareo y la obsidiana de Zinapécuaro (Glasscock s.f., y García *et al.*, 1990). Al parecer, hay flujos y afloramientos de obsidiana que abarcan un área de más de 100 km², entre Zinapécuaro y Ucareo (véase figura 1).

La primera investigación arqueológica en esta región fue hecha por Breton (*op. cit.*) en 1896, quien describe varias minas de aproximadamente 5 m de profundidad en una colina cerca de la iglesia de Zinapécuaro. Estas minas ya no existen (Cobean, 1975). Moedano (1946) hizo una serie de excavaciones en algunos de los principales sitios del área



Figura 18. Un percutor prehispánico de basalto, El Enzuelado, Zacualtipan.

de Zinapécuaro, publicando una excelente secuencia de cerámica con una ocupación que va desde el Formativo Tardío hasta el Postclásico. Hay estudios químicos de la obsidiana de Zinapécuaro en los informes de Cobean *et al.*, (1971, 1991), Ericson y Kimberlin (1977) y Joron *et al.* (1990). Healan ha empezado recientemente un proyecto que incluye reconocimientos intensivos y excavaciones para estudiar el desarrollo de la minería prehispánica de obsidiana en esa región.

Los conjuntos más extensos de minas prehispánicas empiezan 4 km al oeste del pueblo de Ucareo, y se extienden por 5 a 7 km hacia el norte y el este. En la sierra al noreste de Ucareo, Healan (comunicación personal, 1990) encontró una densa zona de minas que probablemente abarca un área mayor a la del complejo de minas denominado El Durazno, en la Sierra de Pachuca, Hidalgo (véase figura 3). Las minas más comunes en esta zona tienen formas de calas o cráteres de 15 a 30 m de ancho y hasta 10 m de profundidad. Cada mina está rodeada por montones de desechos que tienen varios metros de espesor. Al pare-

cer la mayoría de la obsidiana en Ucareo fue empleada para hacer macronúcleos y navajas prismáticas. Con frecuencia, entre los desechos de las minas hay macrolascas, macroláminas y macronúcleos defectuosos. Algunas tienen talleres adyacentes con los desechos típicos de la producción de navajas prismáticas, incluyendo núcleos poliédricos agotados. La mayoría de la obsidiana en la región de Zinapécuaro-Ucareo es de color gris translúcido con muchas vetas paralelas de color gris oscuro.

Comentarios

Los seis sistemas de yacimientos de obsidiana discutidos aquí han sido definidos principalmente con base en reconocimientos arqueológicos preliminares y en algunos estudios geológicos y químicos. Los análisis químicos indican que con el transcurso del tiempo hubieron cambios en los patrones de explotación y comercio de obsidiana; de tal manera que un mismo sitio usó durante distintos periodos diferentes yacimientos. Este fenómeno está, al parecer, relacionado con algunos procesos de expansión y desarrollo de los principales estados de Mesoamérica. El primer periodo de comercio intensivo de obsidiana a larga distancia es el Formativo Temprano, que coincide con el desarrollo de la primera sociedad estratificada en Mesoamérica: los olmecas (Covarrubias, 1946; Bernal, 1968, y Coe y Diehl, 1980). Al parecer, las fuentes principales para el abastecimiento de obsidiana de los centros olmecas de la Costa del Golfo, como San Lorenzo Tenochtitlán, Tres Zapotes, La Venta, fueron dos sistemas de la región del volcán de Pico de Orizaba; el sistema de Guadalupe Victoria y el de Zaragoza, ambos en el estado de Puebla (Cobean *et al.*, 1971, y 1991; Hester *et al.*, 1971, y Ferriz, 1985). Otras fuentes significativas de obsidiana para los olmecas del Golfo fueron los yacimientos del centro de México, como los de la Sierra de Pachuca, Paredón, Otumba y Zinapécuaro-Ucareo.

Por otro lado, es muy importante investigar por qué la mayoría de las navajas prismáticas más antiguas, presentes en sitios olmecas del Golfo y del Altiplano Central, están hechas con obsidiana procedente de los yacimientos de Zinapécuaro, El Paredón y Otumba, en lugar de con materia prima de los yacimientos más cercanos al Golfo. Este fenómeno está relacionado con el hecho que las navajas prismáticas constituyeron, al parecer, una innovación llevada a cabo por pueblos del Formativo en el Altiplano y no por los olmecas (Boksenbaum *et al.*, 1987).

En este sentido, Grove (1974) ha señalado que algunos elementos culturales del "Complejo Olmeca" en el Altiplano, tuvieron un origen local o fueron resultado de contactos con pueblos en el Occidente y no con la región del Golfo.

Las fuentes principales de obsidiana de asentamientos mayas de época clásica fueron El Chayal e Ixtepeque en Guatemala (Hammond, 1972), pero hay también cantidades significativas de obsidiana procedentes de la Sierra de Pachuca, Tulancingo, Otumba y Zinapécuaro-Ucareo en los complejos líticos presentes en Tikal y otros centros mayas (Moholy-Nagy *et al.*, 1984; Moholy-Nagy y Nelson, 1990; Nelson, 1985, y Nelson y Howard, 1986). Existen más análisis químicos de obsidiana para el área maya que para cualquier otra región en Mesoamérica, y con cada nuevo estudio aumenta la aparente complejidad de los procesos

de producción y comercio de obsidiana entre los mayas. Por ejemplo, estudios recientes indican que durante el Formativo Medio y Tardío, San Martín Jilotepeque, en Guatemala, constituía una fuente clave de obsidiana para el área maya; que superaba en importancia a Ixtepeque (Nelson y Howard, 1986; Nelson, 1989, y Clark 1981). Los patrones de comercio de obsidiana en esa área, durante la época clásica son bastante más complejos que los modelos iniciales de Hammond (1972) y otros autores, los cuales proponen, con base en la cercanía de Ixtepeque al río Motagua y a la costa del Caribe, que la ruta de comercio más importante para la obsidiana de este yacimiento debía ser la costa oriental de la Península de Yucatán, mientras que el sistema de comercio propuesto para El Chayal, incluye rutas por tierra hacia el Petén en el norte y por el río Usumacinta hacia el noroeste. Sin embargo, es necesario modificar estos planteamientos, ya que análisis recientes muestran que la mayoría de la obsidiana de época clásica en la costa de Belice proviene de El Chayal y no del Ixtepeque (Healy *et al.*, 1984; Guderjan *et al.*, 1989, y Vail, 1988).

Por otro lado, se conoce poco acerca de los procesos económicos y sociales mediante los cuales llegaba a la región maya la obsidiana procedente de yacimientos del Altiplano Central de México. Al parecer, durante el Clásico Temprano, la importación de obsidiana de la Sierra de Pachuca fue resultado de contactos existentes entre el Estado teotihuacano y la región maya, pero no se conoce cuáles fueron los procesos específicos involucrados en estos contactos. Sabemos que en el Clásico Tardío, después de la caída de Teotihuacán, existía comercio de obsidiana entre el área maya y el Altiplano, aunque en menor escala (Nelson y Howard, 1986); las relaciones comerciales entre el centro de México y el sur de Mesoamérica durante este periodo se desconocen casi totalmente.

Existe un debate entre algunos arqueólogos acerca de la importancia de la producción y comercio de instrumentos de obsidiana en el desarrollo del Estado teotihuacano, se trata básicamente de dos hipótesis alternativas; una basada en reconocimientos de superficie, propone la existencia de una gran industria de instrumentos de obsidiana centrado en los 80 a 100 talleres que había en Teotihuacán durante su apogeo (ca., 300-650 d.C.), la producción era distribuida a numerosas áreas del Altiplano Central y al sur de Mesoamérica mediante un complejo sistema comercial (Spence, 1981 y 1984; Charlton y Spence, 1982, y Santley, 1983 y 1984). El otro modelo se basa en cálculos tecnológicos sobre la producción, transporte y consumo de instrumentos de obsidiana y postula un papel menos importante de la obsidiana en la economía de Teotihuacán; plantea la existencia de un menor número de talleres y un volumen más reducido de instrumentos explotados al tomar en cuenta, sobre todo, el alto costo de transporte a larga distancia durante la época prehispánica (Clark, 1986, y Drennan, 1984).

Estas hipótesis no pueden ser investigadas en detalle porque ningún taller de obsidiana en Teotihuacán correspondiente al Clásico Temprano ha sido excavado en su totalidad. Hasta la fecha, las únicas excavaciones de talleres de este periodo son los pozos de sondeo realizados por Rattray y analizados por Ruiz (1981). Por otro lado, sería también necesario identificar y estudiar en detalle las minas de época teotihuacana localizadas en la región de Otumba y en la Sierra de Pachuca. No obstante la falta de investigaciones intensivas de talleres líticos en Teotihuacán, es

bastante factible plantear que la explotación de la obsidiana tuvo un papel significativo en el origen y expansión de esa ciudad. No es un fenómeno fortuito que Teotihuacán fuera fundado en la única parte de la Cuenca de México que tiene un yacimiento de obsidiana.

Los costos y los problemas relacionados con el transporte de obsidiana a larga distancia en época prehispánica han sido probablemente exagerados. Hay toneladas de desechos de obsidiana verde en los talleres de Teotihuacán que fue transportada desde la Sierra de Pachuca, ubicada a 55 km al noreste. La mayoría de los instrumentos producidos en los talleres no son muy pesados, un solo cargador teotihuacano pudo haber transportado a miles de navajas prismáticas a otras regiones del Altiplano.

Las enormes cantidades de Anaranjado Delgado y otras cerámicas importadas presentes en Teotihuacán y en otras ciudades del Altiplano durante el Clásico Temprano, sugieren la existencia de sistemas de comercio y distribución capaces de transportar grandes volúmenes de productos sobre amplias distancias (Rattray, 1990). No conocemos los mecanismos específicos del cambio durante las fases Miccaotli y Tlamimilolpa, en la explotación de los yacimientos de Otumba por los de la Sierra de Pachuca (Spence, 1981 *et al.*, 1984), como la fuente principal de obsidiana en los talleres teotihuacanos; este hecho debe ser investigado por medio de excavaciones y reconocimientos, y en Teotihuacán en los yacimientos y regiones cercanas.

La expansión del Estado teotihuacano en varias regiones de Mesoamérica ha sido relacionada con la explotación y el comercio de obsidiana. Charlton (1978) propone la existencia de un sistema de producción y distribución de instrumentos de obsidiana, controlado por Teotihuacán durante el Formativo Terminal y el Clásico Temprano, al noreste de la Cuenca de México, y sugiere que los talleres principales estaban concentrados en Tepeapulco, Hidalgo (Matos *et al.*, 1981). Sin embargo, ningún taller extenso de obsidiana ha sido identificado en Tepeapulco para la época clásica (F. López y R. Nieto, comunicación personal, 1981); aunque, un importante taller de obsidiana fue identificado por Mora (1981b) en el asentamiento teotihuacano de Casacoalco, Hidalgo (Spence *et al.*, 1984); por lo tanto, es probable que el modelo básico de Charlton sobre la explotación teotihuacana de obsidiana en esta región sea correcto. Por su parte, Santley (1983) presenta un modelo que atribuye a la obsidiana un papel clave en la expansión comercial de Teotihuacán en Mesoamérica durante el Clásico Temprano, el cual ha sido criticado severamente por Clark (1986); sin embargo, al igual que en el caso de las hipótesis anteriores, no existen todavía suficientes investigaciones de campo sobre el comercio teotihuacano de obsidiana para evaluar la validez de los planteamientos de Santley y de Clark.

La presencia teotihuacana en Kaminaljuyú y otros sitios del Valle de Guatemala durante el Clásico Temprano, parece indicar un caso de imperialismo teotihuacano que posiblemente incluyó el acceso al yacimiento clave de El Chayal (Sanders, 1977).

Después de la caída de Teotihuacán (ca. 700-750 d.C.) hubo, entre otros, un cambio radical en los patrones de explotación y comercio de obsidiana en el Altiplano Central de México. El volumen de instrumentos de obsidiana presente en muchos sitios bajó en forma significativa y aumentó el de artefactos hechos con materiales tales como rhyolita, basalto y sílex, que son en general de fuentes locales

(Mastache y Cobean, 1990). Este cambio fue, como se plantea en ese artículo, probablemente el resultado de la desaparición del Estado teotihuacano y de sus redes de comercio y el hecho de que ningún otro Estado de gran magnitud existió en el Altiplano hasta el apogeo de Tula entre 950-1200 después de Cristo.

En el Altiplano, el periodo llamado Epiclásico (700-900 d.C.), ha sido considerado como de fragmentación política y económica, con la existencia de numerosos centros en competencia (Sanders *et al.*, 1979, y Diehl y Berlo, 1989), sin embargo, hay pocos estudios detallados acerca de las culturas de este periodo. En la región de Tula había entonces una serie de asentamientos, al parecer autónomos y sin la complejidad político-económica suficiente para ser considerados estados (Mastache y Cobean, 1989, 1990).

Hay todavía pocos análisis químicos de instrumentos de obsidiana del Epiclásico, pero los resultados disponibles hasta ahora indican que en muchas áreas los yacimientos de Zinapécuaro-Ucareo reemplazaron a los de la Sierra de Pachuca, como la fuente principal de obsidiana (Healan, 1989). Esos yacimientos de Zinapécuaro-Ucareo proporcionaron la mayoría de la materia prima utilizada para los instrumentos presentes en Xochicalco, Morelos (Hirth, 1984 y 1989, y Sorensen *et al.*, 1989), Azcapotzalco en la Cuenca de México (García *et al.*, 1990) y la región de Tula (Mastache y Cobean, 1990 y Healan, 1989). La explotación de obsidiana en los yacimientos de Tulancingo también aumentó durante este periodo, que coincide con el apogeo de Huapalcalco (Muller, 1975 y Gaxiola y Guevara, 1989). Rattray (1989) excavó un taller de bifaciales de época Coyotlatelco en Teotihuacán que usaba principalmente obsidiana de Otumba.

En el Altiplano la expansión del uso de instrumentos hechos con rhyolita, basalto y sílex durante el Epiclásico se debe, en parte, probablemente al uso de materias primas locales como una "industria alternativa" a la de la obsidiana, más difícil de conseguir después de la caída de Teotihuacán y, en parte, a la llegada de pueblos de la periferia norte de Mesoamérica con tradiciones líticas diferentes (Mastache y Cobean, 1990; Crespo, 1970; Spence, 1971; Jackson, 1990, y Rees, 1990). Otro elemento importante de estas poblaciones nortañas es la tradición de cerámica Coyotlatelco rojo sobre café, presente en muchas regiones del Altiplano durante el Epiclásico.

Durante el Postclásico Temprano (ca. 900-1200 d.C.) la Sierra de Pachuca fue, al parecer, otra vez la fuente principal de obsidiana en el Altiplano; aunque fuera de la región de Tula existen pocos análisis de la lítica de este periodo. En la ciudad de Tula, durante la Fase Tollan, la obsidiana verde de la Sierra de Pachuca constituye entre el 80 y 85% de los instrumentos de obsidiana encontrados en la mayoría de las estructuras habitacionales y zonas investigadas (Pastrana, 1990; Benfer, 1974; Healan *et al.*, 1983; Healan y Stoutamire, 1989, y Salazar, 1991).

Los análisis de elementos en traza indican que los yacimientos de Zinapécuaro-Ucareo proporcionaron sólo entre un 10-15% de la obsidiana en Tula durante ese periodo y sólo pequeñas cantidades procedían de Zacualtipán, Otumba, El Paredón y tal vez del yacimiento de Altotonga en Veracruz (Hester *et al.*, 1973; Healan, 1986, y Glascock, s.f.). En contraste con Teotihuacán, en Tula sí se han realizado reconocimientos intensivos de las principales zonas de talleres de obsidiana (Pastrana, 1990); Healan (*et al.*,

1983, 1986 y 1990) excavó en forma extensiva y analizó en detalle un taller correspondiente al Postclásico Temprano.

Una gran parte de las investigaciones sobre explotación y comercio de obsidiana durante el Postclásico Tardío (1200-1520 d.C.), se basan principalmente en datos etnohistóricos (Barlow, 1949, Feldman, 1971; Clark, 1989 e Isaac, 1986). Pastrana (1989) y Cruz (1989) han estudiado minas de época azteca en el sur de la Sierra de Pachuca y Charlton y otros investigadores (1991) excavaron algunos talleres de navajas prismáticas en el asentamiento azteca de Otumba, Estado de México. Así también, Spence (1985) hizo reconocimientos de talleres aztecas en el Valle de Teotihuacán y González Rul (1979) presenta un análisis tipológico del complejo de lítica que excavó en Tlatelolco. Un importante proyecto en curso es el que se refiere a la excavación de un taller azteca de navajas prismáticas en el centro de Tenochtitlán, ubicado en las actuales calles de Venustiano Carranza e Isabel la Católica (Cassiano, en prensa y Cassiano *et al.*, en prensa). Los resultados de estas investigaciones y de diversos estudios de patrones de asentamiento en el centro de México indican que la Sierra de Pachuca proporcionó la mayor parte de la obsidiana usada por los Aztecas. Más del 90% de la obsidiana presente en sitios aztecas en la Cuenca de México y en la región de Tula es obsidiana verde de la Sierra de Pachuca.

Objetivos para investigaciones futuras

Es muy urgente el estudio de los principales yacimientos de obsidiana en México porque muchos de ellos están siendo afectados por un acelerado proceso de saqueo, motivado sobre todo por la producción de artesanías para el turismo, como esculturas, tablas de ajedrez y otros objetos fabricados con obsidiana. En el Altiplano Central las minas de la Sierra de Pachuca y Otumba han sido las más afectadas por el saqueo.

A pesar del gran número de estudios sobre la obsidiana en Mesoamérica que han sido publicados durante las últimas dos décadas, hay una serie de problemas fundamentales investigados sólo de manera preliminar. La mayoría de los yacimientos no tienen cronologías exactas de las distintas etapas de explotación, y en general sólo se han propuesto fechamientos relativos con base en criterios diversos, como tipos de minas, tecnología minera, cerámica asociada, etcétera.

Por lo tanto, es indispensable hacer excavaciones en los yacimientos para obtener materiales que permitan fechamientos por radiocarbono y muestras de obsidiana, con contextos precisos para fechas por hidratación. En la actualidad algunas de las mejores cronologías acerca de la explotación de varios yacimientos están basadas en estudios químicos de artefactos que permitan correlacionar sitios de consumo con yacimientos específicos. Por ejemplo, en Otumba y El Paredón no se han encontrado evidencias de explotación tan tempranas como 1000 a.C., pero análisis de elementos en traza de instrumentos procedentes de sitios del Formativo Temprano, indican que se usó obsidiana de ambas fuentes desde ese periodo (Cobean *et al.*, 1971, y Boksenbaum *et al.*, 1987).

Los procesos de extracción y de transformación de la obsidiana en la mayoría de los yacimientos en el Altiplano

Central no han sido estudiados en detalle, por lo cual es muy importante, como primer paso, la elaboración de mapas completos y detallados, así como reconocimientos intensivos de los distintos yacimientos para empezar a investigar estos procesos. Son necesarios también estudios de patrón de asentamiento en las regiones que rodean los yacimientos para identificar tanto áreas de producción como sitios de consumo de instrumentos ya elaborados.

En muchos casos no hubo un consumo significativo de instrumentos en sitios cercanos a las minas y algunas etapas clave de la producción de artefactos tuvieron lugar en sitios alejados de los yacimientos, como es el caso de Tula y Tenochtitlán. Es interesante señalar, que yacimientos como la Sierra de Pachuca y Ucareo, Michoacán, que fueron objeto de explotación más extensa, eran aparentemente bastante especializados en la producción de núcleos y preformas, pero carecen de talleres o de zonas de producción importantes para la fabricación de instrumentos, mientras que en zonas mineras menos extensas, como son Otumba y Tulancingo, se han detectado numerosos talleres de instrumentos acabados.

Algunos estudios preliminares de patrones de asentamiento indican que no había en general poblaciones densas cerca de los yacimientos más importantes (Charlton y Spence, 1982; Mora, 1981a, y Healan, 1989). A este respecto, Guadalupe Mastache (comunicación personal) sugiere que la ausencia de asentamientos en estos sitios es tal vez el resultado de una tradición o contrato consensual entre los pueblos de la región o el Estado que controla los yacimientos para mantener el libre acceso a la obsidiana dada su importancia económica, prohibiendo que hubiera asentamientos en las cercanías de los yacimientos, y es posible que existiera un acuerdo semejante para el libre acceso a los yacimientos entre distintos estados durante varias épocas. Es de suma importancia investigar los mecanismos específicos de extracción y comercio de obsidiana para estados,

como Teotihuacán y Tula. Tal vez estas metrópolis no tenían que "controlar" los yacimientos principales porque sus grandes barrios de especialistas podían producir más instrumentos que cualquier competidor, y así dominar el sistema de comercio de obsidiana en el Altiplano (Jacobs, 1971). Las investigaciones de Rattray (1990) indican que probablemente Teotihuacán no controlaba directamente la región de producción de cerámica Anaranjado Delgado en Puebla, a pesar de la existencia de las extensas redes de distribución y comercio de esta cerámica, mantenidas por el Estado teotihuacano durante el Clásico Temprano.

Por último, es necesario aumentar las colaboraciones de geólogos, físicos y químicos en las investigaciones arqueológicas de yacimientos de obsidiana. Hay varios problemas básicos como la delimitación exacta de un determinado sistema que sólo pueden ser solucionados con la ayuda de geólogos. Las potencialidades de los análisis físico-químicos para definir yacimientos e identificar la procedencia de artefactos deben ser aprovechadas con más rigor. Es probable que la materia prima utilizada puede ser asociada químicamente con "subregiones" específicas de un yacimiento, y permitir así reconstruir en detalle las secuencias de explotación de distintas zonas mineras (Neivens *et al.*, 1989 y Cobean *et al.*, 1991), aunque para lograr este objetivo debe contarse con análisis químicos intensivos de todos los flujos.

Las enormes extensiones de minas en la Sierra de Pachuca y en otros yacimientos, constituyen componentes fundamentales de las fuerzas productivas que produjeron las civilizaciones mesoamericanas y son testimonio de la estructura económica y social del México antiguo, por lo que como patrimonio cultural tienen la misma importancia que los palacios y pirámides de las grandes ciudades prehispánicas. El estudio de la obsidiana todavía puede proporcionar gran riqueza de información acerca del desarrollo socioeconómico de Mesoamérica.

Bibliografía

- Abascal, Rafael**
1981 "Yacimientos y talleres prehispánicos de obsidiana en la Sierra de Hidalgo", M. Gaxiola ed., pp. 83-128.
- Acosta, Jorge R.**
1956-1957 "Interpretación de algunos datos obtenidos en Tula relativos a la época Tolteca", *Revista Mexicana de Estudios Arqueológicos*, 14, pp. 75-110.
- Andrews, Anthony P., F. Asaro, H.V. Michel, F.H. Stross y P. Cervera Rivera**
1989 "The Obsidian trade at Isla Cerritos, Yucatan, México", *Journal of Field Archaeology*, 16, pp. 355-363.
- Asaro, Fred, H.V. Michel, R. Sidrys y F. Stross.**
1978 "High-Precision Chemical Characterization of Major Obsidian Sources in Guatemala", *American Antiquity*, 43, pp. 436-443.
- Aveleyra Arroyo de Anda, Luis, y Manuel Maldonado-Koerdell**
1952 "Asociación de artefactos con mamut en el Pleistoceno Superior de la Cuenca de México", *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos*, 13(1), pp. 3-30.
- Barlow, Robert H. (ed.)**
1949 "Relación de Zempoala y su Partido, 1580", Tlalocan 3, pp. 29-51.
- Benfer, Alice N.**
1974 "A preliminary Analysis of the Obsidian Artifacts from Tula, Hidalgo", *Studies of Ancient Tollan: A Report of the University of Missouri Tula Archaeological Project*, R.A. Diehl (ed.), University of Missouri Monographs in Anthropology, no. 1, Columbia, pp. 56-87.
- Bernal, Ignacio**
1968 *El mundo olmeca*, Porrúa, México.
- Boksenbaum, Michael W., P. Tolstoy, G. Harbottle, J. Kimberlin, y M. Neivens.**
1987 "Obsidian Industries and Cultural Evolution in the Basin of Mexico Before 500 B.C.", *Journal of Field Archaeology* 14, pp. 65-75.
- Breton, Adela**
1905 "Some Obsidian Workings in Mexico", *Proceedings: XIII International Congress of Americanists New York*, pp. 265-268.
- Cann, J.R., J.E. Dixon y C. Renfrew.**
1969 "Obsidian Analysis and Obsidian Trade", *Science in Archaeology*, D. Brothwell y E.S. Higgs (eds.), Praeger, New York, pp. 578-591.

- Cassiano, Gianfranco, J.A. López Palacios, y E. Rodríguez Sánchez.**
 en prensa "Aportaciones al estudio de la tecnología de navajillas en el Postclásico Tardío: el taller de la Plaza Banamex", *Actas del Seminario "Alfonso Caso": la época final del México antiguo, siglos XIII al XVI*, Museo Nacional de Antropología, INAH, México.
- Cassiano, Gianfranco, y Alberto Vázquez.**
 (en prensa) "Oyapa: Evidencia de poblamiento temprano en el área de Meztitlán, Hgo.", *Arqueología*, núm. 4, INAH, México.
- Charlton, Thomas H.**
 1969 "On the Identification of Pre-Hispanic Obsidian Mines in Southern Hidalgo", *American Antiquity*, 34, pp. 176-177.
 1978 "Teotihuacan, Tepeapulco, and Obsidian Exploitation", *Science*, 200, pp. 1227-1236.
- Charlton, Thomas H., D.C. Grove, y P.K. Hopke**
 1978 "The Paredon Mexico, Obsidian Source and Early Formative Exchange", *Science*, 201, pp. 807-809.
- Charlton, Thomas H., y M.W. Spence**
 1982 "Obsidian Exploitation and Civilization in the Basin of Mexico", *Mining and Mining Techniques in Ancient Mesoamerica*, P.C. Weigand y G. Gwynne (eds.), *Anthropology*, 6, State University of New York at Stony Brook, pp. 7-86.
- Charlton, Thomas H., D.L. Nichols y C.O. Charlton**
 1991 "Aztec Craft Production and Specialization: Archaeological Evidence from the City-State of Otumba, Mexico", *World Archaeology*, 23, pp. 98-114.
- Clark, John E.**
 1977 "A Macrocore in the Regional Museum in Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México", *Lithic Technology*, 6, pp. 30-32.
 1979 "A Specialized Obsidian Quarry at Otumba, Mexico: Implications for the Study of Mesoamerican Obsidian Technology and Trade", *Lithic Technology*, 8, pp. 46-49.
 1986 "From Mountains to Molehills: A Critical Review of Teotihuacan's Obsidian Industry", *Economic Aspects of Prehispanic Highland Mexico*, B.L. Isaac (ed.), Research in Economic Anthropology, Supplement 2, JAI Press, Greenwich, pp. 23-74.
 1987 "Politics, Prismatic Blades and Mesoamerican Civilization", *The Organization of Core Technology*, J.K. Johnson y C.A. Morrow (eds.), Westview Press, Boulder, pp. 259-284.
 1988 *The Lithic Artifacts of La Libertad, Chiapas, Mexico. An Economic Perspective*, Papers of the New World Archaeological Foundation, no. 52. Provo.
 1989 "The Distribution of Obsidian", *Ancient Trade and Tribute: Economies of the Soconusco Region of Mesoamerica*, B. Voorheis (ed.), Salt Lake City: University of Utah Press, pp. 268-284.
- Cobean, Robert H.**
 1975 *Mesoamerican Obsidian Source Survey Field Notes*, Informe, Research Reactor Facility, University of Missouri, Columbia.
- Cobean, Robert H., M.D. Coe, E.A. Perry Jr., K.K. y D.P. Kharkar**
 1971 "Obsidian Trade at San Lorenzo Tenochtitlan, Mexico", *Science* 174, pp. 666-671.
- Cobean, Robert H. y J.R. Vogt**
 1979 *A definitive Trace Element Analysis Program for Mesoamerican Obsidians*, Proyecto para la National Science Foundation. Research Reactor Facility, University of Missouri, Columbia.
- Cobean, Robert H., J.R. Vogt, M.D. Glascock y T.L. Stocker**
 1991 "High Precision Trace Element Characterization of Major Mesoamerican Obsidian Sources and Further Analyses of Artifacts from San Lorenzo Tenochtitlan, Mexico" *Latin American Antiquity*, 2, pp. 69-91.
- Coe, Michael D. y R.A. Diehl**
 1980 *In the Land of the Olmec, vol. 1: The Archaeology of San Lorenzo Tenochtitlan*, University of Texas Press, Austin.
- Coe, Michael D. y K.V. Flannery**
 1964 "The Precolumbian Obsidian Industry of El Chayal, Guatemala", *American Antiquity*, 30, pp. 43-49.
- Covarrubias, Miguel**
 1946 *Mexico South: The Isthmus of Tehuantepec*. Alfred A. Knopf, New York.
- Crabtree, Don**
 1968 "Mesoamerican Polyhedral Cores and Prismatic Blades", *American Antiquity*, 33, pp. 446-478.
- Crespo, Ana María**
 1970 "Artefactos líticos de un sitio rural en la frontera norte de Mesoamérica", ponencia presentada en la XXXV Reunión, Society for American Archaeology, México, Distrito Federal.
- Cruz Antillón, Rafael**
 1989 *Análisis arqueológico del yacimiento de obsidiana de Sierra de Navajas, Hgo.*, tesis de licenciatura, ENAH, México, Distrito Federal.
- Darras, Veronique**
 1988 "Nota informativa: primeros resultados de la caracterización química por medio de los elementos traza de los yacimientos de obsidiana en la región de Zinaparo-Purepero, Michoacán, México", *Primera Reunión sobre las Sociedades Prehispánicas en el Centro-Occidente de México: Memoria Centro Regional de Querétaro*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, pp. 76-79.
- Díaz Lozano, E.**
 1922 "Rocas y minerales del Valle", M. Gamio, 1(2), pp. 27-66.
- Diehl, Richard A. y J.C. Berlo (eds.)**
 1989 *Mesoamerica After the Decline of Teotihuacan: A.D. 700-900*, Dumbarton Oaks, Washington, D.C.
- Drennan, Robert D.**
 1984 "Long-Distance Movement of Goods in the Mesoamerican Formative and Classic", *American Antiquity*, 49, pp. 27-43.
- Drennan, Robert D., P. Fitzgibbons y H. Dehn**
 1987 "The Tehuacan Valley and the Teotihuacan Obsidian Industry", Ponencia presentada en la Reunión Anual, Society for American Archaeology, Toronto, Canada.
- Dreiss, M.L.**
 1988 *Obsidian at Colha, Belize. Papers of the Colha Project*, vol. 4, Center for Archaeological Research, The University of Texas at San Antonio, San Antonio Texas.
- Dreiss, M.L. y D.O. Brown**
 1989 "Obsidian Exchange Patterns in Belize", *Prehistoric Maya Economics of Belize*, P. McNaney y B. Isaac (eds.), Research in Economic Anthropology: A. Re-

- search Annual, Supplement 4, JAI Press, Greenwich, Conn, pp. 57-90.
- Elam, J. Michael, M.D. Glascock y L. Finsten**
en prensa "The implications of Obsidian Artifact Proveniences from Jalieza, Oaxaca, Mexico", *Proceedings of the 27th International Archaeometry Symposium*, Heidelberg, Alemania.
- Ericson, Jon E., y J. Kimberlin**
1977 "Obsidian Sources, Chemical Characterization, and Hydration Rates in West Mexico", *Archaeometry*, 19, pp. 157-166.
- Feldman, Lawrence H.**
1971 "Of the Stone Called Iztli", *American Antiquity*, 36, pp. 213-214.
- Ferriz, H.**
1985 "Caltonac: a Prehispanic Obsidian Mining Center in Eastern Mexico: A Preliminary Report", *Journal of Field Archaeology*, 12, pp. 363-370.
- Flores Clair, E., I. Herrera Canales, y C. Velasco Ávila**
1981 *Guía del Archivo Histórico de la Compañía de Minas de Real del Monte y Pachuca*. Archivo General de la Nación, México, Distrito Federal.
- Fowler, William R., A.A. Demarest, H.V. Michel, F. Asaro y F. Stross**
1989 "Sources of Obsidian from El Mirador, Guatemala; New Evidence on Preclassic Maya Interaction", *American Anthropologist*, 91, pp. 158-168.
- Gamio, Manuel**
1922 *La población del Valle de Teotihuacan*, 3 tomos, Secretaría de Agricultura y Fomento, México.
- García Cubas, Antonio**
1950 *El libro de mis recuerdos*. Editorial Patria, México, Distrito Federal.
- García-Bárcena, Joaquín**
1975 "Las minas de obsidiana de la Sierra de las Navajas, Hgo., México", *Actas del XLI Congreso Internacional de Americanistas*, 1, México, D.F., pp. 369-377.
- García, Raúl, M.D. Glascock, J.M. Elam y H.B. Iceland**
1990 "The INAH Salvage Archaeology Excavations at Azcapotzalco, Mexico", *Ancient Mesoamerica*, 1, pp. 225-232.
- Gaxiola, Margarita**
1981 "Yacimientos y talleres de obsidiana en la región de Tulancingo, Hidalgo", M. Gaxiola (ed.), pp. 65-82.
- Gaxiola, Margarita (ed.)**
1981 *Yacimientos y talleres prehispánicos de obsidiana en el Estado de Hidalgo*, Cuaderno de Trabajo No. 1, Centro Regional Hidalgo, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- Gaxiola, Margarita y J. Guevara**
1989 "Un conjunto habitacional en Huapalcalco, Hgo. Especializado en la Talla de Obsidiana", M. Gaxiola y J.E. Clark (eds.), pp. 227-242.
- Gaxiola, Margarita, y J.E. Clark (eds.)**
1989 *La Obsidiana en Mesoamérica*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica No. 176, México, Distrito Federal.
- Glascock, Michael D.**
s.f. Neutron Activation Analysis of Mexican Obsidian Source Samples, Informe inédito, Research Reactor Facility, University of Missouri, Columbia.
- González Rul, Francisco**
1972 "Sobre las minas de obsidiana de Cerro Pelón, Hidalgo", *Boletín INAH*, 3, época II, pp. 11-16.
1979 *La litica en Tateltolco*, INAH, Colección Científica, México.
- Grove, David C.**
1974 "The Highland Olmec Manifestation: A consideration of what it is and Isn't", *Mesoamerican Archaeology: New Approaches*, N. Hammond (ed.), University of Texas Press, Austin.
1987 "Raw Materials and Sources", *Ancient Chalcatzingo*, D.C. Grove (ed.), University of Texas Press, Austin.
- Guderjan, T.H., J.F. Garber, H.A. Smith, F. Stross, H.V. Michel y F. Asaro**
1989 "Maya Maritime Trade and Sources of Obsidian at San Juan, Ambergris Cay, Belize", *Journal of Field Archaeology*, 16, pp. 363-369.
- Hammond, Norman**
1972 "Obsidian Trade Route in The Maya Area", *Science*, 178, pp. 1092-1093.
- Healan, Dan M.**
1986 "Technological and Nontechnological Aspects of an Obsidian Workshop Excavated at Tula, Hidalgo", *Economic Aspects of Prehispanic Highland Mexico*, B.L. Isaac (ed.), Research in Economic Anthropology: A Research Annual, Supplement 2. JAI Press, Greenwich, Connecticut. pp. 133-152.
1989 "Prehispanic Settlement and Obsidian Procurement in the Zinapécuaro, Michoacán Source Area", Proposal to the National Science Foundation, Tulane University, New Orleans.
1990 "Informe preliminar de las investigaciones en Tula, Hidalgo, por la Universidad de Tulane, 1980-1981", en *Nuevos enfoques en el estudio de la litica*, M.D. Soto de Arechavaleta (ed.) UNAM, México, D.F., pp. 297-329.
- Healan, Dan M., J.M. Kerley, y G.J. Bey III**
1983 "Excavation and Preliminary Analysis of an Obsidian Workshop at Tula, Hidalgo, Mexico", *Journal of Field Archaeology*, 10, pp. 127-145.
- Healan, Dan M. y J.W. Stoutamire**
1989 "Surface Survey of the Tula Urban Zone", D.M. Healan (ed.), *Tula of the Toltecs: Excavations and Survey*, University of Iowa Press, Iowa City, pp. 203-236.
- Healy, Paul F., H.I. Mc Killopy, B. Walsh**
1984 "Analysis of Obsidian from Moho Cay, Belize: New Evidence on Classic Maya Trade Routes", *Science*, 225, pp. 414-417.
- Heizer, Robert F., H. Williams y J.A. Graham**
1965 "Notes on Mesoamerican Obsidians and their Significance in Archaeological Studies", *Contributions of the University of California Archaeological Research Facility*, 1, Berkeley, pp. 94-103.
- Hester, Thomas R.**
1972 "Notes on Large Obsidian Blade Cores and Core-Blade Technology in Mesoamerica", *Contributions of the University of California Archaeological Research Facility*, 14, pp. 95-106.

- Hester, Thomas R., R.F. Heizer y R.N. Jack**
1971a "Technology and Geologic Sources of Obsidian Artifacts from Cerro de Las Mesas, Veracruz, with Observations on Olmec Trade", *Contributions of the University of California Archaeological Research Facility*, 13, pp. 133-141.
- Hester, Thomas R., R.N. Jack y R.F. Heizer**
1971b "The Obsidian of Tres Zapotes", *Contributions of the University of California Archaeological Research Facility*, 13, Berkeley, pp. 65-131.
1972 "Trace Element Analysis of Obsidian from the site of Cholula, Mexico", *Contributions of the University of California Archaeological Research Facility*, 16, Berkeley, pp. 105-110.
- Hester, Thomas R., R.N. Jack, y A.N. Benfer**
1973 "Trace Element Analysis of Obsidian from Michoacan". *Contributions of the University of California Archaeological Research Facility*, 18, Berkeley, pp. 167-176.
- Hirth, Kenneth**
1984 "Xochicalco: Urban Growth and State Formation in Central Mexico", *Science*, 225, pp. 579-586.
- Holmes, William H.**
1900 "The Obsidian Mines of Hidalgo, Mexico", *American Anthropologist* (n.s.), 2, pp. 405-416.
1919 *Handbook of Aboriginal American Antiquities: Part 1: The Lithic Industries*, Bureau of American Ethnology, Bulletin No. 60, Washington, D.C.
- Humboldt, Alexander**
1814 *Researches Concerning the Institutions and Monuments of the Ancient Inhabitants of America, with Descriptions and Views of Some of the Most Striking Scenes of the Cordilleras*, Longman, Hurst, Rees, Orme and Brown, J. Murray, and H. Colburn, London.
- Hurtado de Mendoza, Luis y W.A. Jester**
1978 "Obsidian Sources in Guatemala: A Regional Approach", *American Antiquity*, 43, pp. 424-435.
- Irwin-Williams, Cynthia**
1963 Informe sobre las excavaciones realizadas en Hidalgo y Querétaro, Archivo de la Dirección de Arqueología, INAH, México.
- Isaac, Barrie L.**
1986 "Notes on Obsidian, the Pochteca, and the Position of Tlatelolco in the Aztec Empire", B.L. Isaac (ed.), *Economic Aspects of Prehispanic Highland Mexico. Research in Economic Anthropology: A Research Annual, Supplement 2*. JAI Press, Greenwich, Conn, pp. 319-343.
- Jack, Robert N., T.R. Hester y R.F. Heizer**
1972 "Geological Sources of Archaeological Obsidian from Sites in Northern and Central Veracruz, Mexico", *Contributions, University of California Archaeological Research Facility*, 16, Berkeley.
- Jackson, Donald**
1990 "Las industrias líticas del sitio de La Mesa", *Las industrias líticas Coyotlatelco en el área de Tula*, A.G. Mastache y R.H. Cobean (eds.), INAH, Colección Científica, México.
- Jacobs, Jane**
1971 La economía de las ciudades (Historia, Ciencia, Sociedad 83), Editorial Península, Barcelona, España.
- Joron, J.L., A. Demant y V. Darras**
1990 "Provenance Study of Archaeological Obsidians from Northwestern Michoacan (Mexico), Using the Geochemistry of Trace Elements", *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 311:II, pp. 1513-1520.
- López, Fernando y Rosalba Nieto**
1981 "Yacimientos, talleres y minas de obsidiana en la Sierra de Las Navajas, Otumba y El Paredón", M. Gaxiola (ed.), 1981, pp. 39-64.
- López, Fernando, Rosalba Nieto y Robert H. Cobean**
1983 "La producción prehispánica de obsidiana en el sur de Hidalgo", *Anales de Antropología*, XX, UNAM, pp. 135-146.
1989 "La producción de Obsidiana en la Sierra de las Navajas, Hidalgo", en M. Gaxiola y J.E. Clark (eds.), pp. 193-197.
- MacNeish, Richard S., A. Nelken-Terner y I.W. Johnson**
1967 *The Prehistory of the Tehuacan Valley: The Non-Ceramic Artifacts*, vol. 2, University of Texas Press, Austin.
- Mahood, G.A.**
1981 "Chemical Evolution of a Pleistocene Rhyolitic Center; Sierra de la Primavera, Jalisco, México", *Contributions to Mineralogical Petrology*, 77, pp. 129-149.
- Mastache, Alba G., y Robert H. Cobean**
1989 "The Coyotlatelco Culture and the origins of the Toltec State", en R.A. Diehl y J.C. Berlo (eds.), pp. 49-69.
1990 "La cultura Coyotlatelco en el área de Tula", *Las industrias líticas Coyotlatelco en el área de Tula*, A.G. Mastache y R.H. Cobean (eds.), INAH, Colección Científica, México.
- Matos, Eduardo, M.T. García, F. López y I. Rodríguez**
1981 "Proyecto Tepeapulco: resumen preliminar de las actividades realizadas en la Primera Temporada de Trabajo", *Interacción cultural en México Central*, E. Rattray, J. Litvak King y C.L. Díaz (eds.), UNAM, pp. 113-148.
- McKillop, H.L., J. Jackson, H. Michel, F. Stross y F. Asaro**
1988 "Chemical Source Analysis of Maya Obsidian: New Perspectives from Wild Cane Cay, Belize", *Proceedings of the 26th International Archaeometry Symposium*, R.M. Fargahar, R.G.V. Hancock y L.A. Pavlish (eds.), University of Toronto, Canada, pp. 239-244.
- Michels, Joseph W.**
1975 "El Chayal, Guatemala: A Chronological and Behavioral Reassessment", *American Antiquity*, 40, pp. 103-106.
- Moedano, Hugo**
1946 "La cerámica de Zinapécuaro, Michoacán", *Anales del Museo Michoacano*, 4, pp. 39-49.
- Moholy-Nagy, Hattula, F. Asaro y F.H. Stross**
1984 "Tikal Obsidian: Sources and Typology", *American Antiquity*, 49, pp. 104-117.
- Moholy-Nagy, Hattula y F.W. Nelson**
1990 "New Data on Sources of Obsidian Artifacts from Tikal, Guatemala", *Ancient Mesoamerica*, 1, pp. 71-80.
- Mooser, Federico**
1968 "Geología, naturaleza y desarrollo del Valle de Teotihuacan", *Materiales para la Arqueología de Teotihuacan*.

- can, J.L. Lorenzo (ed.), INAH, Serie Investigaciones 17, México, D.F., pp. 29-37.
- Mora, Raziel**
1981a "Yacimientos y talleres de obsidiana en el sureste del estado de Hidalgo", M. Gaxiola (ed.), pp. 21-38.
1981b "La división social del trabajo de la Obsidiana en el Sureste del Estado de Hidalgo", en Ponencia en el Simposio "La Obsidiana en Mesoamérica", Centro Regional Hidalgo, INAH, Pachuca.
- Müller, E. Florencia**
1957 "El Valle de Tulancingo", *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos*, 14, pp. 129-137.
- Neivens, Mary, G. Harbottle, y J. Kimberlin**
1989 "Some Geochemical Characteristics of the Pachuca Obsidian Region: A Strategy for Interpreting Artifact Groups", M. Gaxiola and J. Clark (eds.), pp. 51-58.
- Nelson, Fred W.**
1985 "Summary of the Results of Analysis of Obsidian Artifacts from the Maya Lowlands", *Scanning Electron Microscopy*, II, pp. 631-649.
1989 "Rutas de intercambio de obsidiana en el norte de la península de Yucatán", M. Gaxiola y J.E. Clark (eds.), pp. 363-368.
- Nelson, Fred W., y D.S. Howard**
1986 Trace Elements Analysis of Obsidian Artifacts from El Mirador, Guatemala, *Notes of the New World Archaeological Foundation*, 3, Brigham Young University, Provo, Utah.
- Nelson, S., y J.A. Hegre**
1990 "Volcan Las Navajas, a Pliocene-Pleistocene Trachyte/Peralkaline Rhyolite Volcano in the Northwestern Mexican Volcanic Belt". *Bulletin of Volcanology*, 52(3), pp. 186-204.
- Nieto, Rosalba, y Fernando López**
1990 "Los contextos arqueológicos en yacimientos de obsidiana", D. Soto de Arechavaleta (ed.), *Nuevos enfoques en el estudio de la litica*, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 177-214.
- Ordóñez, Ezequiel**
1892 "Algunas obsidias de México", *Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate"*, 6, pp. 33-43
1900 "Las rhyolitas de México, primera parte", *Boletín del Instituto Geológico de México*, no. 14.
1901 "Las rhyolitas de México, segunda parte", *Boletín del Instituto Geológico de México*, no. 15.
- Pastrana, Alejandro**
1981 "Proyecto 'Yacimientos de Obsidiana en México': Informe de la Primera Temporada", *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos*, 26(2), pp. 27-86.
1989 "Datos sobre la distribución de obsidiana en el área Olmeca", M. Carmona Macías (ed.), *El Preclásico o Formativo: avances y perspectivas*, Museo Nacional de Antropología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D.F., pp. 143-154.
1990 "Producción de instrumentos de obsidiana. División de trabajo (Proyecto Tula)", D. Soto de Arechavaleta (ed.), *Nuevos enfoques en el Estudio de la Litica*, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 243-296.
- Pastrana, Alejandro, y H. Gómez**
1988 "Las minas de obsidiana de Pico de Orizaba, Ver.", *Arqueología*, 3, pp. 7-27.
- Pires-Ferreira, Jane W.**
1975 *Formative Mesoamerican Exchange Networks with Special Reference to the Valley of Oaxaca*, Memoirs of the Museum of Anthropology, University of Michigan, no. 7, Ann Arbor.
- Ramírez, Guillermo**
1976 *Chemical Characterization of volcanic Glass and Its Application to Archaeological Studies*, Unpublished Master's thesis, Department of Geology, University of New Orleans, Louisiana.
- Ratray, Evelyn C.**
1989 "Un taller de bifaciales de obsidiana del periodo Coyotlatelco en la Hacienda Metepec. en Teotihuacan", M. Gaxiola and J.E. Clark (eds.), pp. 243-252.
1990 "New Findings of the origins of Thin Orange Ceramics", *Ancient Mesoamerica*, 1, pp. 181-195.
- Rees, Charles**
1990 "Estudio sobre la cantera-taller del sitio Magoni", *Las industrias líticas Coyotlatelco en el área de Tula*, A.G. Mastache y R.H. Cobean (eds.), INAH, Colección Científica, México.
- Rice, Prudence M., H.V. Michel, F. Asarol y F. Stros**
1985 "Provenience Analysis of Obsidians from the Central Peten Lakes Region, Guatemala", *American Antiquity*, 50, pp. 591-604.
- Romero, J.M.**
1865 "Memoria sobre el Distrito de Pachuca", *Memoria de los trabajos efectuados por la Comisión Científica de Pachuca en el año de 1864*, R. Almaráz (ed.), Secretaría de Fomento, México, D.F., pp. 73-190.
- Ruiz, María Elena**
1981 *Análisis tipológico y cronológico de la litica tallada del Clásico Teotihuacano*, tesis, ENAH, México, Distrito Federal.
- Salazar Avendaño, J. Clemente**
1991 *Análisis tecnológico de artefactos en obsidiana de un conjunto residencial en Tula, Hidalgo*, tesis de licenciatura, ENAH, México, Distrito Federal.
- Sanders, William T.**
1977 "Ethnographic Analogy and the Teotihuacan Horizon Style", *Teotihuacan and Kaminaljuyu: A Study in Prehistoric Culture Contact*, W.T. Sanders y J.W. Michels (eds.), The Pennsylvania State University Press, pp. 397-410.
- Santley, Robert S.**
1983 "Obsidian Trade and Teotihuacan Influence in Mesoamerica", *Interdisciplinary Approaches to the Study of Highland-Lowland Interaction*, A. Miller (ed.), Dumbarton Oaks, Washington, D.C., pp. 69-123.
- Santley, Robert S., J.M. Kerley y R.R. Kneebone**
1986 "Obsidian Working, Long-Distance Exchange, and the Politico-Economic Organization of Early States", B. Isaac (ed.), *Economic Aspects of Highland Central Mexico*, Research in Economic Anthropology, A Research Annual, Supplement 2, JAI, Press, Greenwich, Conn., pp. 101-132.
- Sheets, Payson**
1975a "Behavioral Analysis and the structure of a Prehistoric Industry", *Current Anthropology*, 16, pp. 369-378.
1975b "A Reassessment of the Pre-Columbian Obsidian Industry of El Chayal, Guatemala", *American Antiquity*, 40, pp. 98-103.

Sidrys, Raymond

- 1977 "Trace-Element Analysis of Obsidian Artifacts from Portezuelo, México", *Journal of New World Archaeology*, 2, pp. 47-51.

Sidrys, Raymond, J. Andresen y D. Marcucci

- 1976 "Obsidian Sources in the Maya Area", *Journal of New World Archaeology*, 1(5), pp. 1-13.

Siebe, Claus, y S.P. Verma

- 1988 "Major Element Geochemistry and Tectonic Setting of Las Derrumbadas Rhyolitic Domes, Puebla, México", *Chemie Der Erde*, 48, pp. 177-189.

Snow, Michael E. y E.F. Snow

- 1969 Report of the First Season of Archaeological Investigations in the Tulancingo Valley, Hidalgo. Informe a la Dirección de Monumentos Prehispánicos, INAH, México, Distrito Federal.
- 1972 Report on Chipped Stone Tools from the Tulancingo Valley: Excavations and Surface Collections, informe a la Dirección de Monumentos Prehispánicos, INAH, México, Distrito Federal.

Sorensen, Jerrel H., K.G. Kirth y S.M. Ferguson

- 1989 "The Contents of Seven Obsidian Workshops Around Xochicalco, Morelos", M. Gaxiola y J.E. Clark (eds.), pp. 269-275.

Sotomayor, Alfredo

- 1968 "Estudio petrográfico del área de San Juan Teotihuacan, Edo. de México", *Materiales para la Arqueología en Teotihuacan*, J.L. Lorenzo (ed.), INAH, Serie Investigaciones, 17, México, D.F., pp. 39-49.

Spence, Michael W.

- 1971 *Some Lithic Assemblages in Western Zacatecas and Durango*. University Museum, Southern Illinois University, Mesoamerican Studies 8, Carbondale.
- 1981 "Obsidian Production and State in Teotihuacan", *American Antiquity*, 46, pp. 769-788.
- 1984 "Craft Production and Polity in Early Teotihuacan", *Trade and Exchange in Early Mesoamerica*, K.G. Hirth (ed.), University of New Mexico Press, Albuquerque, pp. 87-114.
- 1985 "Specialized Production in Rural Aztec Society: Obsidian Workshops of the Teotihuacan Valley", *Contributions to the Archaeology and Ethnohistory of Greater Mesoamerica*, J.W. Folan (ed.), Southern Illinois University Press, Carbondale, pp. 76-125.

Spence, Michael W., J. Kimberlin y G. Harbottle

- 1984 "Obsidian Procurement in Teotihuacan, Mexico", *Prehistoric Quarries and Lithic Production*, J.A. Ericson y B.A. Purdy (eds.), Cambridge University, pp. 97-105.

Spence, Michael W. y J.R. Parsons

- 1967 "Prehispanic Obsidian Mines in Southern Hidalgo", *American Antiquity*, 32, pp. 542-543.
- 1972 "Prehispanic Obsidian Exploitation in Central Mexico: A Preliminary Synthesis", en *Miscellaneous Studies in Mexican Prehistory*, *Anthropological Papers*, 45, *Museum of Anthropology*, University of Michigan, Ann Arbor, pp. 1-43.

Stocker, Terrence L.

- 1975 The Significance of Obsidian Trade in the Rise of Mesoamerican Civilization, informe inédito, Department of Anthropology, University of Illinois, Urbana.

Stocker, Terrence L. y R.H. Cobean

- 1984 "Preliminary Report on the Obsidian Mines at Pico de Orizaba, Veracruz", *Prehistoric Quarries and Lithic Production*, J.E. Ericson y B.A. Purdy (eds.), Cambridge University Press, pp. 83-95.

Stross, Fred H., T.R. Hester, r.f. Heizer, y R.N. Jack

- 1976 "Chemical and Archaeological Studies of Mesoamerican Obsidian", *Advances in Obsidian Glass Studies*, R.E. Taylor (ed.), Noyes Press, Park Ridge, N.J., pp. 240-258.

Stross, Fred H., P. Sheets, F. Asaro, y H.V. Michel

- 1983 "Precise Characterization of Guatemalan Obsidian Sources, and Source Determination of Artifacts from Quiriguá", *American Antiquity*, 48, pp. 323-346.

Taylor, Royal E. (ed.)

- 1976 *Advances in Obsidian Glass Studies*, Noyes Press, Park Ridge, N.J.

Taylor, Edward B.

- 1861 *Anahuac: or Mexico and the Mexicans, Ancient and Modern*, Logman, Green, Logman and Roberts, London.

Vail, G.

- 1988 *The Archaeology of Coastal Belize*, BAR International Series, 463, London.

Zeitlin, Robert N.

- 1982 "Toward a More Comprehensive Model of Interregional Commodity Distribution: Political Variables and Prehistoric Obsidian Procurement in Mesoamerica", *American Antiquity*, 47, pp. 260-275.

Zeitlin, Robert N. y R.C. Heimbuch

- 1978 "Trace Element Analysis and Archaeological Study of Obsidian Prodrument in Pre-columbian Mesoamerica", *Lithics and Subsistence-Prehistoric Economics*, D. Davis (ed.) Vanderbilt University, Publications in Anthropology Num. 20, Nashville, pp. 117-159.