



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN ANTROPOLOGÍA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES

PROCEDENCIA E INTERCAMBIO DE OBSIDIANA EN LA CUENCA DE MÉXICO
EN EL HOLOCENO MEDIO (6000-4000 A.N.E.): EL CASO DE SAN GREGORIO
ATLAPULCO, XOCHIMILCO.

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE: MAESTRO EN ANTROPOLOGÍA

PRESENTA:

VÍCTOR HUGO GARCÍA GÓMEZ

TUTOR:

DR. GUILLERMO ACOSTA OCHOA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS, UNAM

ASESORES

DRA. EMILY SEITZ MCCLUNG HEUMANN
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS, UNAM

DR. JUAN RODRIGO ESPARZA LÓPEZ
CENTRO DE ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS, COLMICH

DR. RAFAEL ALEJANDRO PASTRANA CRUZ
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS, INAH

DR. EMILIANO RICARDO MELGAR TISOC,
MUSEO DEL TEMPLO MAYOR, INAH

CIUDAD DE MÉXICO, ENERO DE 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres
A mi familia

*A su ferrosura
Señora Dulcinea del Toboso*

Agradecimientos

A Manuela y Antonio, mis padres, por todo lo que me dan.

A mi gran familia, a la que construyo y me construye.

A Marlén Hideroa, Por todo.

Al Dr. Guillermo Acosta Ochoa, por su apoyo, amistad, enseñanzas, consejos, por guiar esta investigación.

A mis asesores, los doctores Emiliano Melgar Tizoc, Juan Rodrigo Esparza, Alejandro Pastrana y la doctora Emily McClung, por el tiempo dedicado a los comentarios, observaciones y opiniones.

A mis compañeros y amigos Erick Fuentes, Elizabeth Ramírez, a Pons, Paty Pérez, Irán Rivera, Ximena Ulloa, Felipe Nieto Abuelo, Jorge Cruz, Rafa Galicia, Alejandro Cool, Perla Chávez, Yadira López, Carolina Piedras, por todo los momentos compartidos en este proceso.

Al Dr. Mario Castillo y al Maestro Alejandro López por todos los apoyos brindados.

Al Posgrado de Antropología, y a toda la comunidad integrada por los docentes, administrativos y compañeros por las enseñanzas, discusiones, críticas y distintos apoyos académicos.

Al ejido de San Gregorio Atlapulco, por las facilidades y la amabilidad que siempre nos brindan durante las temporadas de campo.

Agradezco al Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, a los Proyectos PAPIIT: IG400217, 400513 y IN301216; a los proyectos CONACYT: CB-I0017, 226435 y 221830 por los recursos económicos, instrumentales, técnicos y logísticos para el desarrollo de la presente investigación.

A todos Gracias.

Índice

Agradecimientos	4
Lista de figuras	8
Lista de tablas.....	11
Introducción	13
Capítulo 1. Problemática, diseño y fundamentación teórica de la investigación	15
Antecedentes de la problemática	19
Problemática de investigación	22
Justificación	22
Diseño de investigación.....	23
Hipótesis.....	23
Métodos y técnicas	24
Fundamentación teórica	26
La periodización histórica.....	26
Conceptos y categorías	28
Elementos del proceso productivo	28
Cultura	29
Modo de vida	30
Formación social.....	30
Intercambio	37
El intercambio en las sociedades preclásicas.....	39
Capítulo 2. San Gregorio, Atlapulco, evidencias de una ocupación del Holoceno medio en la Cuenca de México.....	47
Antecedentes arqueológicos de San Gregorio.....	49
Proyecto Poblamiento, Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México: excavaciones en San Gregorio	60
Excavación y registro de materiales de la Unidad A	61
Capas y niveles de excavación.....	63
Dataciones.....	72
El contexto paleoambiental	73
Capítulo 3. El conjunto lítico de San Gregorio	75
Aspectos generales de la lítica de San Gregorio	76
Calcedonias	77

Basalto.....	77
Clasificación tecnológica del conjunto lítico de obsidiana de San Gregorio.....	78
Derivados de núcleos.....	79
Núcleos.....	86
Descripción morfológica de la obsidiana de San Gregorio.....	88
Capa III Nivel 2.....	88
Capa IVA Nivel 1.....	89
Capa IVB Nivel 1.....	89
Capa IV-B Nivel 2.....	91
Capítulo 4. Análisis composicional de las obsidiana de San Gregorio, Atlapulco, mediante la técnica fluorescencia de rayos X (XRF).....	94
El análisis elemental en la arqueología.....	95
Caracterización geoquímica de las obsidianas de San Gregorio a partir de fluorescencia de rayos X.....	98
Principios generales de la fluorescencia de rayos X.....	98
Método de análisis y parámetros de operación del equipo de fluorescencia de rayos X, Laboratorio de Prehistoria y Evolución Humana del IIA-UNAM.....	101
Validación del equipo de fluorescencia de rayos X.....	104
Colección de referencia.....	107
Análisis estadísticos y resultados.....	110
Capítulo 5. Resultados y conclusiones.....	115
Método de análisis.....	115
Resultados del análisis de rutas de menor costo.....	116
Conclusiones.....	121
Análisis composicional de las fuentes de obsidiana.....	122
La industria lítica de obsidiana de San Gregorio.....	123
Formación Social Tribal y formas de intercambio en San Gregorio.....	126
Comentarios finales.....	128
Anexo 1.....	129
Estadística descriptiva de los valores geoquímicos de localidades muestreadas.....	129
Valores de los elementos químicos presentes en las obsidianas arqueológicas.....	137
Anexos 2.....	142
Descripción de las localidades muestreadas.....	142
Ahuiculco.....	142
Atopixco (Zacualtipán, Hidalgo).....	143
Ixtetal, Pico de Orizaba.....	144

Otumba, sistema de yacimientos.....	147
Zaragoza-Oyameles, sistema de yacimientos	149
Sierra de las Navajas, sistema de yacimientos.....	151
Tres Cabezas.....	153
Tulancingo	154
Zinapécuaro-Ucareo.....	157
Bibliografía	160

Lista de figuras

Figura 1. Sitios del Holoceno medio en la Cuenca de México. Mapa realizado con base al continuo Mexicano de Elevación del INEGI, DATUM: WGS84.....	19
Figura 2. Formación económico-social como dimensión de la sociedad concreta que integra al ser social con la superestructura (Bate 1998: Figura 3.3).....	32
Figura 3. Modelo de los sectores de reciprocidad y parentesco residencial (Sahlins 1972:133).....	41
Figura 4. Mapa hipotético del nivel lacustre de la Cuenca de México y la ubicación del sitio de San Gregorio y Zohapilco (Acosta, <i>et al.</i> 2014:154).....	48
Figura 5. Ubicación del sitio de El Japón (San Gregorio), el canal de Chalco y el canal del Japón. Fotografía área del INEGI, modificada por Víctor Hugo García.....	49
Figura 6. Plano general del área de El Japón realizado por Jeffrey Parsons, <i>et al.</i> (1982:228). Nótese que el canal del Japón, que separa a los ejidos de San Gregorio y Xochimilco, aún no se había construido.....	50
Figura 7. Fotografía del Sitio Xo-Az-46, imagen de las chinampas y la gran plataforma “Feature BL”. http://quod.lib.umich.edu/b/bhl3ic/x-mex01136/mex01136 University of Michigan Library Digital Collections. Consultado: 04 de junio de 2016.	51
Figura 8. Estratigrafía del Pozo-A.: izquierda, secuencia del perfil norte; derecha, secuencia del perfil este (Parsons, <i>et al.</i> 1985:72).....	52
Figura 9. Croquis general del sitio El Japón. Para El sitio se dividió en tres zonas: la zona poniente, que comprende la porción oeste; la zona central, que se encuentra delimitado por el canal moderno al este y abarca toda la plataforma artificial; y la zona oriente, que es un conjunto disperso ubicado al este de la plataforma. Croquis realizado por Carlos González (1996:82).	53
Figura 10. Remanentes de la plataforma de El Japón después de su nivelación (Ávila 1995:12).....	55
Figura 11. Área afectada por la construcción de un distrito de riego, en achurado, y ubicación de la unidad de excavaciones realizadas Raúl Ávila en triángulo (Ávila 1995)..	55
Figura 12. Entierros recuperados en la excavación de la unidad 64 (Ávila 1995).....	56
Figura 13. Calas establecidas posteriormente a la remoción de los restos humanos (Ávila 1995:79).....	57
Figura 14. Secuencia estratigráfica de la unidad 64. La ocupación Precerámica corresponde a la capa V (Ávila 1995).....	58
Figura 15. Plano general del sitio de San Gregorio con la ubicación de las chinampas posclásicas y la poligonal de protección del sitio, INAH (izquierda); ubicación de las unidades de excavación (derecha). Mapas realizados con los datos de Carlos González (1996) y con base en el Modelo Digital de Elevación INEGI, DATUM: WGS84 (Acosta, <i>et al.</i> 2014:158-159).	59
Figura 16. Rasgos resaltados mediante el análisis índice normalizado de vegetación a partir de fotografías infrarrojas (Acosta, <i>et al.</i> 2015:3). En la imagen se pueden observar los restos chinampas prehispánicas, así como la plataforma habitacional.	61

Figura 17. Ubicación de la unidad de excavación A, la cual se estableció siguiendo los ejes de las calas realizadas por Raúl Ávila, imagen modificada de Ávila (1995:79).	62
Figura 18. Ortofotografía (izquierda) y Modelo Digital de Elevación (derecha) a partir de fotogrametría. Modelos laborados por Víctor Hugo García y Guillermo Acosta.	63
Figura 19. Fotoplano de la Capa I Nivel 1 (Acosta, <i>et al.</i> 2014:180).	64
Figura 20. Fotoplano de la Capa II Niveles 1 y 2 (Acosta, <i>et al.</i> 2014:182-183).	66
Figura 21. Fotoplano de la Capa II Niveles 1 y 2, las cuales corresponden a la ocupación del Holoceno medio (Acosta, <i>et al.</i> 2014:185-186).	67
Figura 22. Fotoplano de la Capa IV-A Nivel 1 (Acosta, <i>et al.</i> 2014:188).	68
Figura 23. Fotoplano de la Capa IV-B Niveles 1 y 2 (Acosta, García, <i>et al.</i> 2014:189-191).	69
Figura 24. Secuencia cronológica de la unidad de excavación A, en contraste con la secuencia cronológica del sitio de Zohapilco excavado por Niederberger (1976), elaborado por Guillermo Acosta.	72
Figura 25. Secuencia estratigráfica del perfil este de la unidad de excavación A. (Elaborado por Guillermo Acosta).	74
Figura 26. Porcentaje de materiales recuperados por materia prima, capa y nivel de San Gregorio.	76
Figura 27. Objetos en calcedonia, a) y c) lascas (capa III-N2); b) perforador (capa IVA-N1); d) lasca (capa IVB-N2).	77
Figura 28. Manos de mortero elaboradas sobre basalto vesicular, a) mano ovoide de la Capa IVB-N2, b y c) manos cónicas de la Capa IVB-N1. Fotografía de Víctor Hugo García Gómez (Martínez, <i>et al.</i> 2017:242).	78
Figura 29. Morfología de lascas y láminas (Merino 1994:22).	80
Figura 30. Normas para descripción de un derivado de núcleo: a) largo, b) ancho, c) espesor. (Orquera y Piana 1986:25).	80
Figura 31. Número de objetos de obsidiana analizadas por capa y nivel.	81
Figura 32. Anchos máximos y mínimos por capa y por nivel.	82
Figura 33. Largos máximos y mínimos por capa y por nivel.	82
Figura 34. Recuento de lascas y láminas en las distintas capas y niveles de San Gregorio.	83
Figura 35. Tecnología de elaboración de lascas en San Gregorio. Negativos que indican la extracción multidireccional sobre la cara dorsal de las lascas.	87
Figura 36. Navajilla prismática (izquierda) y perforador (derecha).	88
Figura 37. Fragmento lateral de punta de proyectil bifacial, capa IV-A Nivel 1.	89
Figura 38. Fragmento proximal de bifacial capa IVB nivel 1.	91
Figura 39. IV-B Nivel 2.	92
Figura 40. Regiones del espectro electromagnético y los procesos moleculares ocurridos en cada región. Nótese los procesos ocurridos en la región de los Rayos X, el rompimiento de enlaces e ionización (tomada de Harris 2010:figura 17-2).	99
Figura 41. Modelo atómico de Bohr. Izquierda, capas o niveles de energía del átomo con sus orbitales y el número máximo de electrones en cada nivel. Derecha, Energía potencia y energía de unión de las capas K, L M y N de los átomos (Palmer 2013:11-12).	100
Figura 42. Esquema del funcionamiento de la fluorescencia de rayos X (Palmer 2013:13).	101
Figura 43. Componentes del equipo de fluorescencia de rayos X de la Serie Tracer, marca Bruker (Figura de Bruker AXS, Inc.).	102

Figura 44. Tamaño y forma del haz de rayos X del equipo portátil de XRF Bruker Tracer III DS. Imagen realizada sobre película instantánea Polaroid. Imagen tomada de Speakman (2012. Figura 5).	104
Figura 45. Resultados de concentración en ppm de elementos químicos (eje Y) VS tiempo de análisis (eje X) del estándar de obsidiana SRM-278. El análisis se realizó durante 200 minutos. Elaborado por Guillermo Acosta.	105
Figura 46. Comparación de Mn, Fe, Zn, Ga y Th de muestras de obsidiana de Otumba de este estudio VS Ebert, <i>et al.</i> (2015), graficas de barba y bigote comparando únicamente las medias reportadas por Ebert, <i>et al.</i> (2015) (izquierda), y ajustando los datos mediante la aplicación la desviación estándar reportadas en el mismo estudio (derecha).....	106
Figura 47. Localidades de muestreadas en el Eje Neovolcanico Transmexicano.	109
Figura 48. Grafica de dispersión de dos variables. Variables Y vs Sr. Acercamiento a los datos de Malpaís e Ixtepec del sistema de yacimientos de Otumba.	111
Figura 49. Grafica de componentes principales de muestras geológicas, log 10.	112
Figura 50. Gráfica de correlaciones, el Sr representa el mayor peso de manera negativa en la primera componente y Zr el mayor peso de manera positiva en la segunda componente	113
Figura 51. Grafica de dispersión de dos variables (log 10). Variables Sr vs Zr de obsidianas arqueológicas vs yacimientos de Sierra de las Navajas, Ixtepec y Buenavista.	113
Figura 52. Simulación de las posibles rutas utilizadas durante el Holoceno medio. Las líneas continuas en rojo indican las rutas que desde los sitios de San Gregorio, Zohapilco. Chicoloapan y Tepexpan se dirigen a Buenavista; la línea discontinua en negro indica la ruta desde San Gregorio Cerro Ixtepec; las líneas segmentadas en negro indican la ruta desde los sitios de Zohapilco, San Gregorio y Chicoloapan a la Sierra de las Navajas. Mapa realizado con base al Continuo Mexicano de Elevación, INEGI, DATUM: WGS84.....	118
Figura 53. Análisis de redes hidrológicas en los yacimientos de obsidianas del sistema de Otumba y Sierra de las Navajas. Mapa elaborado a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano y al Conjunto de Datos Vectoriales del INEGI.	120
Figura 54. Mapa de redes hidrológicas y rutas de menor costo. Elaborado a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano y al Conjunto de Datos Vectoriales del INEGI.	121
Figura 55. Espectros de XRF comparando los yacimientos de Buenavista y Cerro Ixtepec del sistema de Yacimientos de Otumba con el Software S1PXRF. En el espectro se observa que los elementos Sr y Zr se encuentran en distintas concentraciones en ambos yacimientos.	122
Figura 56. Ubicación de la localidad de Ahuisculco, en la Sierra de Ahuisculco Jalisco.	143
Figura 57. Ubicación de la localidad de Atopixco, Zacualtipán,	144
Figura 58. Localidad de Ixtetal en el Pico de Orizaba.....	146
Figura 59. Talud de desechos de talla de obsidiana.	146
Figura 60. Ubicación de las localidades del sistema de Otumba,.....	147
Figura 61. Ubicación de las localidades del sistema Zaragoza-Oyameles	150
Figura 62. Ubicación de las localidades del sistema Sierra de Las Navajas.	152
Figura 63. Ubicación de la localidad de Tres Cabezas, Yacimiento de Paredón.	154
Figura 64. Ubicación de las localidades del sistema de Tulancingo.	155
Figura 65. Flujo de obsidiana expuesto en un banco de arena en el Pizarrin.	156
Figura 66. Ubicación de las localidades del sistema Zaragoza-Oyameles.	158

Lista de tablas

Tabla 1. Las formaciones económico-sociales y sus principales características (basado en Bate 1998).	31
Tabla 2. Ejemplos de modalidades del intercambio (Bate 1986: 26 y 27).....	45
Tabla 3. Elementos producidos y consumidos en San Gregorio,	71
Tabla 4. Lascas con presencia de córtex por capa y nivel.	84
Tabla 5. Aspecto del talón por capa y por nivel. Tipos de talón: 1.0 Natural o casual: formado por corteza que continúa sobre la cara dorsal; 2.1 Liso: se realiza una sola extracción dejando una superficie homogénea; 2.2 Facetado: cuando el talón presenta un tallado múltiple; 2.3 Picoteado: se ejecuta una labor de golpeteo que produce una superficie de “picoteo” (se puede confundir con córtex); 3.0 Curvado o “en ala”: es cóncavo en su cara dorsal y resultado de la extracción de dos lascas extraídas en un punto muy cercano de percusión; 4.0 Puntiforme: generalmente es resultado de retoque por presión o percusión con percutor blando, forma sólo un punto pequeño en comparación con el ancho de la lasca (Acosta 2008:54-78).	85
Tabla 6. Límites de cuantificación para la calibración de obsidiana (coeficiente de cuantificación GL1.cfz).	103
Tabla 7. Comparativa de concentración en ppm de elementos traza del patrón de referencia internacional de obsidiana SRM 278. Los análisis de Speakman (2012) y de Speakman y Shackley (2013) fueron realizados sobre polvo comprimido del NIST. Los valores se presentan con una desviación estándar.	105
Tabla 8. Clasificación jerárquica para describir afloramientos de obsidiana.	108
Tabla 9. Nombre de las localidades muestreadas, coordenadas de su ubicación en grados decimal (Datum WGS 84), yacimiento y sistema de yacimientos al que pertenece.	110
Tabla 10. Resultados de procedencia de las obsidianas de San Gregorio por Capa y Por nivel.	114
Tabla 11. Estadísticos descriptivos del grupo Ahiscalco	129
Tabla 12. Estadísticos descriptivos del grupo Atopixco.....	129
Tabla 13. Estadísticos descriptivos del grupo Ixtetal, Orizaba	130
Tabla 14. Estadísticos descriptivos del grupo Malpaís.....	130
Tabla 15. Estadísticos descriptivos del grupo Buenavista.....	131
Tabla 16. Estadísticos descriptivos del grupo Ixtepec Otumba.....	131
Tabla 17. Estadísticos descriptivos del grupo Oyameles	132
Tabla 18. Estadísticos descriptivos del grupo Zaragoza	132
Tabla 19. Estadísticos descriptivos del grupo Sierra de las Navajas.....	133
Tabla 20. Estadísticos descriptivos de grupo Tres Cabezas	133
Tabla 21. Estadísticos descriptivos del grupo Pizarrín.....	134
Tabla 22. Estadísticos descriptivos del grupo El Abra.....	134
Tabla 23. Estadísticos descriptivos de grupo Tepetzingo.....	135
Tabla 24. Estadísticos descriptivos del grupo Ucareo.....	135
Tabla 25. Estadísticos descriptivos del grupo Zinapécuaro.....	136

Introducción

Actualmente se sabe que durante el Holoceno medio, entre los habitantes de la Cuenca de México, fue común el uso de objetos de obsidiana (McClung y Acosta 2015; Niederberger 1976; Romano 1963). Niederberger (1976) fue la primera en proponer una explicación para la presencia de obsidiana para este periodo desde el estudio del sitio de Zohapilco, Estado de México, el cual se ha relacionado con el desarrollo de las sociedades sedentarias y el surgimiento de la agricultura (McClung y Acosta 2015). Para esta autora, una red de contactos interregionales permitió el intercambio para la obtención de obsidiana.

Sin embargo, aún no hay información concluyente acerca de cuáles eran los yacimientos de obsidiana explotados por los pobladores que habitaron este lugar, ni los mecanismos de intercambio de obsidiana que utilizaron, ni mucho menos, qué tan compleja era la red de intercambio de este material. Tampoco se sabe si ocurrió sólo dentro de la Cuenca de México o si involucró a otras regiones.

Considerando lo anterior, la problemática de mi investigación se centra en la interrogante: ¿es posible reconocer la estructura de la sociedad que habitó el sitio de San Gregorio Atlapulco durante el Holoceno medio y evaluar las formas de intercambio con relación a su estructura social?

Mis hipótesis es que, si durante el Holoceno medio ocurre en la Cuenca de México la revolución tribal, entonces en San Gregorio se deberían observar cambios en las formas de propiedad sobre los elementos del proceso productivo, y con ello, formas particulares de obtener materias primas. Así mismo, si el intercambio cumple con la función de integrador social, entonces se podrá evaluar el grado de integración a partir de la presencia y diversificación de objetos o productos que forman parte de las redes de intercambio.

Por lo tanto, el objetivo de mi investigación es evaluar las posibles formas de intercambio para la obtención de obsidiana que pudieron haberse desarrollado entre las comunidades que habitaron la Cuenca de México en el periodo del Holoceno medio, específicamente, el de la sociedad de San Gregorio Atlapulco, en Xochimilco.

Para conocer la procedencia de los artefactos de obsidianas arqueológicas de San Gregorio Atlapulco utilicé la técnica de Fluorescencia de Rayos X (XRF), que me permitió determinar su composición elemental y compararlas con muestras de yacimientos previamente identificados. Por otro lado, realicé un análisis tecnológico para conocer cómo fueron elaborados estos objetos e identificar sus características. Con base en los resultados del análisis de procedencia, realicé análisis geográficos para evaluar rutas de menor costo y posibles áreas de interacción entre distintas comunidades. Con el análisis tecnológico compare la similitud de las técnicas empleadas en la fabricación de los objetos entre Zohapilco y San Gregorio.

Hasta ahora no se habían realizado estudios de procedencia de obsidiana en sociedades del Holoceno medio en la Cuenca de México mediante técnicas que permitan saber con precisión la composición geoquímica a partir de la cual se pueda conocer su origen, aunque sí se han utilizado para periodos más tardíos. La relevancia del uso de métodos de caracterización geoquímica de la obsidiana a través de XRF es, por un lado, que permite deducir su fuente geológica y, por el otro, que brinda datos que permiten inferir los posibles procesos de intercambio de este material entre distintas comunidades del periodo en estudio.

Capítulo 1. Problemática, diseño y fundamentación teórica de la investigación

Individuos que producen en sociedad, o sea, la producción de los individuos socialmente determinada: éste es naturalmente el punto de partida. El cazador o el pescador solos y aislados, con los que comienzan Smith y Ricardo pertenecen a las imaginaciones desprovistas de fantasía que produjeron las robinsonadas del siglo XVIII, las cuales no expresan en modo alguno, como creen los historiadores de la civilización, una simple reacción contra un exceso de refinamiento y un retorno a una malentendida vida natural. El contrat social de Rousseau, que pone en relación y conexión a través del contrato a sujetos por naturaleza independientes tampoco reposa sobre semejante naturalismo. Éste es sólo la apariencia, apariencia puramente estética, de las grandes y pequeñas robinsonadas. En realidad. Se trata más bien de una anticipación de la “sociedad civil”... (Contribución a la crítica de la economía política. Karl Marx 1981:282).

Los estudios de la lítica, y en particular de las obsidianas, han dado la oportunidad de crear discusiones, interpretaciones y explicaciones sobre las diversas formas en las que se organizaban las sociedades del pasado, ya sea desde la extracción de materias primas, la confección de objetos instrumentales u ornamentales, las relaciones de intercambio, el

consumo, el establecimiento de fronteras, jerarquización social entre otros tantos aspectos (Boksenbaum, *et al.* 1987; Carballo 2011; Carballo, *et al.* 2007; Clark 1988; Clark y Lee 1990; Cobean 2002; Charlton y Spence 1982; Ebert, *et al.* 2015; Gaxiola y Nelson 2005; Hirth, *et al.* 2013; Liritzis y Zacharias 2011; Nelson 1994; Pastrana 1986, 1994, 1998, 2007).

Esta posibilidad de realizar estudios diversos a partir de los análisis de la obsidiana se deriva de sus cualidades, ya que como describe Clark (1981):

- El número de fuentes es limitado.
- Los objetos de obsidiana se encuentran en una gran variedad de lugares y contextos.
- Grandes cantidades de desechos de talla se encuentran cerca de las antiguas canteras.
- Los artefactos conservan muchas de sus características físicas de fabricación.
- Los artefactos de obsidiana son indestructibles en la mayoría de los contextos arqueológicos.
- La naturaleza frágil de la obsidiana significa que tenía una alta tasa de reemplazo.
- Con pocas excepciones, la composición química de la obsidiana en una fuente o flujo es homogénea, y diferentes fuentes o flujos son composicionalmente diferentes entre sí.

Considerando lo anterior, en la presente investigación retomo uno de los aspectos fundamentales de la economía de las sociedades a partir del estudio de la obsidiana —el intercambio— usando como marco de referencia teórica a la Arqueología Social Ameroibérica, corriente derivada del materialismo histórico, de donde retomo las categorías y enfoques.

Teóricamente se pueden reconocer distintas dimensiones del intercambio. En un sentido general, es un término que designa el cambio de algo con relación a algo más, sin considerar las formas, los modos y las características del sistema económico en el que se está desarrollando. En un sentido particular, el intercambio adquiere cualidades o

particularidades con relación a una determinada forma de organización o estructura social, la cual definirá los tiempos, los modos, las formas, las equivalencias, entre otros aspectos.

La distinción resulta relevante, puesto que el término de intercambio se ha empleado de manera común para designar un acto que ocurre dentro de las condiciones de un determinado sistema económico-social, generalmente se ha vinculado a sociedades que no han desarrollado las instituciones de mercado y se encuentra en contraposición al término de mercancías.

Sostengo que las categorías de mercancías, mercado y comercio, tiene que ver con la forma que adquiere el intercambio dentro de algunos sistemas económicos en particular, en estos sistemas, los objetos o los productos son elaborados e intercambiados con la finalidad de obtener ganancia económicas, ventajas políticas o algún otro beneficio; y siempre se encuentra vinculado a una facción o grupo dentro del mismo sistema social.

Debido a la incompatibilidad con la estructura de sociedades que no se encuentran bajo la lógica del mercado y la ganancia económica, estos términos no resultan ser funcionales, aunque existen propuestas que parten de la categoría de mercancías para hacer referencia al intercambio, sin importar la época y la situación social en el que ocurre (ver a Appadurai 2015).

En esta investigación parto de la consideración de que hay una estrecha relación entre la estructura social y la forma que adquiere el intercambio, y que las forma de intercambio vinculado al comercio, la mercancía y la ganancia no aplican a sociedades que no se encuentran estructuradas en clases sociales. El estudio que presento aquí trata sobre los habitantes del sitio de sangregorio, se trata de una sociedad estructurada de forma tribal que habitó la Cuenca de México durante el Holoceno medio, alrededor del 6000 aC, esta sociedad desarrolló formas de intercambio que no pueden ser explicadas desde las propuestas de mercado.

Durante el Holoceno medio existieron distintas comunidades que habitaron la cuenca de México, estas comunidades obtuvieron materias primas con las que elaboraron objetos de trabajo como la obsidiana. Una propuesta desarrollada para explicar la presencia de esta materia prima en éstas comunidades es la desarrollada por Niederberger (1976), de acuerdo

a su propuesta, la presencia de obsidias en el sitio de Zohapilco desde el 5500 aC se debe a la existencia de comunidades que se encontraban inmersas en una red de contactos interregionales, estos contactos pudieron haber propiciado el intercambio entre distintas comunidades.

El intercambio permitió a la población que habitaba en el sitio de Zohapilco, obtener obsidias para la elaborar artefactos cortantes que complementaban a los elaborados con materia prima local, como la andesita, o los de fácil obtención, como el basalto; los cuales tenían una presencia muy significativa en el sitio (Niederberger 1976:252).

Niederberger también documentó, por un lado, un paulatino decaimiento en las proporciones en el uso de basaltos, y por el otro, un incremento en el uso de obsidias, las cuales cobraron mayor importancia en las épocas posteriores (Fase Playa 2, entre 4500 y 3500 años aC). Llegando a un momento en el que la materia prima predominante fue la obsidiana (Fase Zohapilco, entre 2500 a 2000 aC; Niederberger 1976:56), incluso obtenida probablemente desde localidades diversas (Niederberger 1976:256).

Con base en estos datos, Niederberger propuso la existencia de **relaciones comerciales** desde la Fase Playa 1, que se intensifica y se especializa en la Fase Zohapilco (Niederberger 1976:252-256). Sin embargo, Niederberger no realizó ningún análisis de procedencia de obsidiana en específico, por tal motivo, no se pueden determinar las fuentes desde donde los habitantes de Zohapilco obtuvieron la obsidiana, y derivado de ello, la composición de las relaciones de intercambio.

A partir de lo anterior, resulta relevante el estudio de la obsidiana del sitio de San Gregorio, en tanto que es posible determinar sus fuentes de origen y realizar una descripción general de las características tecnológicas de los materiales. Con la información obtenida se modelan las posibles rutas de acceso a las fuentes de obsidiana desde San Gregorio y se hace un comparativo con las rutas desde otros sitios contemporáneos en la Cuenca de México a las mismas fuentes de obsidiana, esto con el fin de evaluar el grado de interacción entre las comunidades de la cuenca de México durante el Holoceno medio.

Antecedentes de la problemática

Actualmente se conocen cuatro sitios en la Cuenca de México que pertenecen al Holoceno medio, periodo que de acuerdo a Voorhies y Metcalfe abarca alrededor del 7800 cal AP y 3200 cal AP (Voorhies y Metcalfe 2007), esto sitios son: San Vicente Chicoloapan, Zohapilco, Tepexpan y San Gregorio, Atlapulco (Figura 1). A continuación se describen.



Figura 1. Sitios del Holoceno medio en la Cuenca de México. Mapa realizado con base al continuo Mexicano de Elevación del INEGI, DATUM: WGS84.

San Vicente Chicoloapan. En 1958 Helmut De Terra y Romano (Romano 1963:245) excavaron el sitio y encontraron una ocupación precerámica con dos hogares asociados a restos humanos y materiales líticos. Entre los materiales destacan la presencia de

fragmentos de metates, un fragmento de punta de proyectil, así como lascas de obsidianas y basaltos (Romano 1963:250) los cuales empleaban de manera regular para manufacturar sus artefactos.

Las dataciones por hidratación de obsidiana realizadas por Joaquín García-Bárcena dieron al sitio una antigüedad de entre 7000 y 5600 años (Romano 1963:252). Recientes dataciones en los restos óseos indicaron una antigüedad menor, de alrededor de 4410±50 RCYBP (González, *et al.* 2003:385). Desafortunadamente no existe un análisis detallado de la lítica del sitio, en especial de la procedencia de las obsidianas que emplearon los pobladores de San Vicente Chicoloapan y de las dinámicas involucradas para su obtención.

Zohapilco. Es el sitio mejor conocido del Holoceno medio en la Cuenca de México, gracias a los trabajos realizados por Christine Niederberger, quien advirtió la existencia de dos ocupación del Holoceno medio en Zohapilco, la Fase Playa (5500-3500 aC) y la Fase Zohapilco (2500-2000 aC), con un periodo de interrupción de la ocupación o *hiatus* entre estas dos fases (Niederberger 1976, 1979).

De acuerdo con esta autora, la Fase Playa se caracteriza por haber albergado a comunidades sedentarias, sin la presencia de plantas domesticadas, que explotaron el entorno lacustre y que aprovecharon ampliamente materiales como los basaltos y las andesitas de origen local y obsidianas de origen foráneo. Niederberger subdividió la Fase Playa en la subfase Playa 1 de 5500 a 4500 aC y la subfase Playa 2 de 4500 a 3500 aC. En la primera, la presencia de obsidianas es baja (16%) con respecto a otros materiales líticos, mientras que en la segunda hay un incremento (22%).

En la segunda fase, nombrada Fase Zohapilco (2500-2000 aC), Niederberger registró la presencia de plantas domesticadas asociadas a artefactos de obsidiana, las cuales aumentan con relación al periodo anterior; así como basaltos y andesitas, las cuales disminuyen su presencia con relación al periodo anterior. A partir de los análisis de los objetos de obsidiana que encontró desde la Fase Playa la autora sugiere que los pobladores de Zohapilco estaban inmersos en un sistema regional o interregional de contactos o intercambios (Niederberger 1976:252), dadas las observaciones que hace de las

características macroscópicas de las obsidianas (obsidianas de tipo veteada gris-blanca y obsidiana verde), así como de la abundancia del material.

Tepexpan. Es conocido por el hallazgo de los restos humanos del hombre de Tepexpan, realizado por Helmut De Terra en 1945, quien le asignó una cronología relativa de aproximadamente 11000 a 12000 años (Terra 1957; Terra, *et al.* 1949). Actualmente se cuenta con nuevas dataciones obtenidas a partir de series de uranio en los restos óseos, dando una antigüedad de 6000 años AP (González, *et al.* 2003).

En el marco del proyecto Poblamiento, Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México (PAISA-CdM), dirigido por Guillermo Acosta y Emily McClung del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, se realizaron nuevas excavaciones en el sitio de Tepexpan en las que localizaron tres lascas de obsidianas a 95 cm bajo la superficie, las cuales por relación estratigráfica este nivel coincide con la profundidad de donde se localizaron los restos de El Hombre de Tepexpan (Acosta, Pérez, Gómez, *et al.* 2014:91). A partir de un análisis de XRF se determinó que las lascas provienen de Buenavista-Soltepec, en la región de Otumba.

San Gregorio. Los integrantes del proyecto PAISA-CdM hicieron excavaciones en este sitio, donde identificaron distintos periodos de ocupación del Holoceno medio (Acosta, Pérez y Arroyo 2014; McClung y Acosta 2015). Recuperaron obsidianas y basaltos, a partir de los cuales concluyeron que sus habitantes pudieron acceder a estas materias primas de manera continua para elaborar instrumentos de trabajo, ya que se encuentran representados en todos los niveles de ocupación, pero en distintas proporciones. Ahondaré más al respecto en el próximo capítulo.

Existen similitudes entre los artefactos de obsidiana encontrados en los sitios de Zohapilco y de San Gregorio: las coloraciones son veteada gris-blanca y verde (aunque en San Gregorio también se encontró obsidiana negra), la tecnología de talla es similar en ambos sitios, hay escasa presencia de lascas con restos de córtex, así como de núcleos de tipo poliédrico; hay un patrón similar de consumo, donde las poblaciones de periodos más tempranos hacen mayor uso de basalto con relación a la obsidiana, mientras que en los periodos más tardíos aumenta el uso de obsidiana y reduce el de basalto.

Hasta ahora, es insuficiente la información que hay acerca de la procedencia de la obsidiana y las posibles formas en las que ésta pudo llegar a manos de las primeras sociedades sedentarias de la Cuenca de México durante el Holoceno medio, por tal razón se planteó esta investigación, centrando la atención en el sitio de San Gregorio, en primer lugar, por la disponibilidad de los materiales para su análisis, y en segundo, porque los materiales de obsidiana son abundantes y se encuentran representados en todos los niveles de ocupación del sitio.

Problemática de investigación

Considerando que el intercambio es un elemento inherente a las sociedades humanas, parto del cuestionamiento siguiente: ¿es posible distinguir las formas específicas del intercambio ocurridas en la Cuenca de México durante el Holoceno medio a partir del estudio de la lítica?

Dado que además el intercambio es un componente de la estructura económica que adquiere formas definidas históricamente acordes al tipo de sociedad, la problemática de la investigación se centra en:

- a) Reconocer la estructura de la sociedad que habitó el sitio de San Gregorio durante el Holoceno medio.
- b) Evaluar las formas de intercambio que efectuó la población del sitio de San Gregorio durante el Holoceno medio, con relación a su estructura social.

Justificación

A pesar de que existen registros de hallazgos de restos y de actividad humana en la Cuenca de México que pertenecen a periodos anteriores al 2500 aC desde finales del siglo XIX (Aveleyra 1967), se trata de una época poco conocida (McClung y Acosta 2015; Niederberger 1976; Romano 1963); y es aún menor el estudio de la etapa que se encuentra vinculada al desarrollo de las primeras sociedades sedentarias y el desarrollo de la agricultura ocurrido durante el Holoceno medio, entre 7000 a 2000 aC (Lozano, *et al.* 1993; McClung y Acosta 2015; Niederberger 1976).

No se conoce de manera clara las formas de organización social que se desarrollaron en la Cuenca de México durante este periodo. Desde la perspectiva teórica que se asume en la investigación, el cambio o intercambio es una dimensión del proceso económico, se presenta como un momento que media a la producción y la distribución por un lado y al consumo por el otro. Para la producción el intercambio tiene la función de proveer los insumos necesario que son externos a los grupos, y para el consumo el intercambio es el medio por el cual se obtienen productos acabados. Como todo proceso económico es histórico y socialmente determinado (Marx 1981:282) es necesario reconocer la calidad de la formación social y con ello las formas de intercambio desarrolladas por éstas.

Diseño de investigación

Para la evaluación del tipo de intercambio efectuado en el sitio de San Gregorio durante el Holoceno medio, se propone el presente diseño de investigación.

Hipótesis

Mis hipótesis se desprenden de las propuestas realizadas dentro de la posición teórica conocida como Arqueología Social Ameroibérica, y versa sobre el proceso histórico de transformación de las sociedades que ocurre a partir de procesos que afectan la estructura social, transformando y cambiando a una sociedad de cazadores recolectores pretribales, a una forma de organización tribal. Siendo el elemento característico en este proceso de transformación, el establecimiento de la propiedad comunal de los elementos del proceso productivo, forma de propiedad de la cual carecen las formas de organización pretribales. Las hipótesis son:

Si durante el Holoceno medio ocurre en la Cuenca de México la llamada revolución tribal, entonces en la sociedad que habitó el sitio de San Gregorio tendría que observarse este cambio en las formas de propiedad sobre los elementos del proceso productivo.

Si el intercambio cumple con la función de integrador social necesaria dentro de la estructura tribal, entonces se podrá evaluar el grado de integración comunitaria a partir

de la presencia y diversificación de objetos o productos que conforman las redes de intercambio.

Objetivo de investigación

Evaluar las posibles formas de intercambio para la obtención de obsidias que pudieron haberse desarrollado entre las comunidades que habitaron la Cuenca de México en el periodo conocido como Holoceno medio. Se tomará como caso particular de estudio a la sociedad que se encuentra representada en la cultura arqueológica presente en el sitio de San Gregorio durante las Fases Playa 6000 aC y Atlapulco 4000 aC.

Objetivos particulares

- Obtener y describir los indicadores arqueológicos que permitirán inferir la etapa de desarrollo social de los habitantes de San Gregorio.
- Evaluar la composición elemental de las obsidias recuperadas en la excavación de San Gregorio Atlapulco y de distintas fuentes geológicas de obsidias mediante fluorescencia de Rayos X (XRF).
- Comparar la obsidiana del sitio de San Gregorio con obsidias de fuentes muestreadas a través de análisis estadísticos, con el fin de conocer su posible procedencia.
- Inferir con base en el análisis de procedencia, las rutas de menor costo para la obtención de obsidias desde el sitio de San Gregorio.
- Inferir las formas de intercambio que pudieron haber desarrollado los habitantes de San Gregorio durante las Fases Playa y San Gregorio.

Métodos y técnicas

Para cumplir los objetivos de la investigación se emplearon los siguientes métodos y técnicas:

1. Compilación de la información sobre el sitio para la inferencia de la forma de organización social: actualmente se están desarrollando diversas investigaciones y análisis de los materiales provenientes del sitio de San Gregorio, por lo que me

apoyo en la información disponible hasta el momento para sustentar que los habitantes de San Gregorio pertenecen al tipo de Formación Social Tribal.

2. Análisis tecnológico de la obsidiana proveniente del sitio de San Gregorio: el análisis tecnológico permite conocer la sistemática de talla, la forma de obtención de la materia prima y los momentos del proceso de talla efectuados dentro del sitio o fuera de él.
3. Muestreo sistemático de yacimientos geológicos de obsidiana en el Eje Neovolcánico Transmexicano: las muestras geológicas de obsidiana permiten la creación de una base de datos empleada para contrastar con obsidianas arqueológicas del sitio de San Gregorio.
4. Análisis de Fluorescencia de Rayos X (XRF) para la caracterización geoquímica de las obsidianas arqueológicas recuperadas en San Gregorio y de las obsidianas recuperadas en los muestreos geológicos: la caracterización geoquímica permite conocer la concentración de los distintos elementos químicos que componen las muestras de obsidiana.
5. Con los datos obtenidos de la caracterización geoquímica de las muestras geológicas y arqueológicas se realizaron procedimientos estadísticos para el tratamiento de los datos, los cuales son: la estadística descriptiva, análisis de componentes principales y análisis bivariados permitieron hacer comparativas de las muestras arqueológicas vs geológicas para conocer la procedencia de las obsidianas presentes en San Gregorio.
6. Análisis mediante Sistemas de Información Geográficas (GIS, su acrónimo en inglés): mediante el uso GIS se realizaron análisis geográficos para localizar posibles rutas que representen la menor inversión de gasto energético para el tránsito desde el sitio de San Gregorio hasta las fuentes de obsidiana reconocidas en el análisis de XRF. También se realizaron análisis geográficos involucrando a los sitios de San Vicente Chicoloapan, Zohapilco y Tepexpan, para evaluar las posibles rutas de acceso a las obsidianas, e inferir posibles vínculos.

Fundamentación teórica

Dado que las formas particulares de intercambio se determinan por la forma de la estructura social, es necesario partir de una caracterización social. Para ello emplearé la Arqueología Social Ameroibérica como propuesta teórica, partiendo de los elementos de la categoría de *sociedad concreta*, la cual expresa en su estrecha relación las tres dimensiones de la existencia social; esta son la *formación social*, el *modo de vida* y la *cultura* ((Bate 2014b).

La Arqueología Social Ameroibérica, es una propuesta teórica que presenta una alternativa de investigación científica con una amplia potencialidad explicativa y precisión heurística. De ella retomo la categoría de *formación económico social* (o formación social) centrando la atención en la hipótesis de la sociedad **cazadora recolectora tribal** (Bate 2014c; Flores 2006), que permitirá caracterizar la estructura de las sociedades para evaluar las particularidades del intercambio de las materias primas.

La periodización histórica

La caracterización social ha sido un tema central en el estudio y el entendimiento del desarrollo histórico del hombre, para tal efecto, se han empleado diversos criterios para ubicar a las sociedades en distintos periodos, etapas o fases del desarrollo histórico, o bien para explicar los procesos de cambio social. De manera tradicional se ha empleado descripciones con base a criterios tecnológicos y estilísticos de los materiales arqueológicos.

Entre los distintos criterios para la caracterización social se encuentran las combinaciones de descripciones de rasgos tecno-económicos y superestructurales como las formas jurídico-político de organización. La elección de distintos criterios da como resultados caracterizaciones que son heterogéneas e incompatibles, por lo que no es posible una adecuada comparación. Por ejemplo, Arnold distingue entre cazadores recolectores de tipo no complejos y complejos con base en la ausencia o presencia de jerarquía social (Arnold 1996). Service distinguen entre sociedades igualitarias en las que se encuentran las bandas y las tribus, y a las sociedades jerárquicas en las que se encuentran las jefaturas y estados

(Service 1984). Sahlins, por su parte, identifica a diversos grupos tribales, distinguiendo por un lado a los que cuentan con una economía no diversificada parecidos los grupos cazadores recolectores, y por otro lado, a los grupos que cuentan con algún tipo de nobleza primitiva o jefes poderosos parecidos a las sociedades estatales (como los cacicazgos; Sahlins 1972).

Bajo el enfoque de la Arqueología Social los criterios tecno-económicos, de subsistencia o superestructurales no son suficientes para distinguir procesos diferenciados de desarrollo social (Acosta 2016; Bate 2014a; Flores 2006), pues no necesariamente todos los grupos caracterizados de manera tecno-económica participan del mismo momento de desarrollo social. Por otro lado, el desarrollo tecnológico no involucra un cambio en la estructura social, pues el implemento de nuevas tecnologías no implica de manera necesaria mayor producción como lo asume White (1982). El desarrollo tecnológico podría conllevar a una disminución en el tiempo dedicado a la producción y un aumento en el tiempo de dedicado a actividades no productivas (Godelier 1974:36).

Para la Arqueología Social hay una necesidad básica y primaria en la explicitación de las variables empleadas para definir las unidades de clasificación histórica (Bate 2014b; Flores 2008), esta variables deben de cumplir con una serie de requisitos que permitan su aplicación en cualquier momento del desarrollo histórico, por lo que estos criterios deben ser homogéneos. Se requiere que las variables tengan un carácter general y “que reflejen propiedades comunes a cualquier momento del desarrollo social” (Bate 2014b:249), que sean coherentes y que tengan capacidad explicativa (Flores 2008:69), de esta manera se busca la posibilidad de realizar verdaderas comparaciones históricas.

Para la periodización histórica, la Arqueología Social Ameroibérica pone a disposición una propuesta de periodización tridimensional que busca desarrollar una periodización histórica en tres dimensiones de la existencia de la sociedad como *sociedad concreta*. Se encuentra integrada por las categorías de: *formación social*, *modo de vida* y *cultura* (Bate 1998; Flores 2008). La categoría de *sociedad concreta* integra a las distintas dimensiones que hacen referencia, en distintos niveles, a la totalidad social (Bate 1998:56), buscando conceptualizar las múltiples variables que inciden en la multideterminación de la particularidad de los procesos históricos (Bate 2014b:248). Distinguiendo desde las formas

particulares en las que se expresa la *cultura*, hasta las calidades fundamentales y generales de la *formación social*, ambas mediadas por el *modo de vida* la cual distingue las particulares vías de desarrollo de la sociedad concreta (Bate 2014b:249).

Con la periodización en las tres dimensiones de la *sociedad concreta* se busca superar el reduccionismo abstracto que conlleva a las concepciones de evolución unilineal (Bate 2014b:248) reconociendo una multilinealidad en el desarrollo de las sociedades concretas en cuanto a las formas particulares y singulares incorporadas a las categorías de modos de *vida* y *cultura*, respectivamente (Flores 2008:73).

Los criterios fundamentales de la periodización responden a los elementos constitutivos de la categoría de Modo de Producción, el cual se encuentra determinado en mayor medida por las relaciones sociales de producción que en forma precisa son relaciones de propiedad que se establecen sobre los objeto de trabajo, los instrumentos de trabajo y la fuerza trabajo. En un modo de producción, la producción condiciona al tipo de superestructura que se le corresponde, y a su vez, median las formas de distribución, cambio y consumo (Bate 1998).

Conceptos y categorías

Elementos del proceso productivo

Se consideran elementos del proceso productivo a aquellos que intervienen en el proceso de la producción, la cual se presenta como el satisfactor de las necesidades básicas de supervivencia. Elementos son: la fuerza de trabajo, los objetos de trabajo y los medios de producción (Bate 1998:59). En el desarrollo histórico de la sociedad las relaciones sociales de producción o la forma de la propiedad sobre cada uno de los elementos del proceso productivo definirá un modo de producción y a su vez caracterizará de maneras diversas a las sociedades.

La fuerza de trabajo

La fuerza de trabajo es la energía humana y la capacidad de convertir y transformar distintos objetos en bienes de consumo para la satisfacción de las necesidades humanas al “*convertirse en un satisfactor, sea cual sea la naturaleza de esta necesidad*” (Acosta

2011:260). La aplicación de trabajo humano implica la puesta en acción y la coordinación de dos componentes básicos: 1) las capacidades físicas y mecánicas humanas y 2) el conocimiento de las propiedades de los objetos a transformar y su relación con las posibilidades de acción (Bate 1998:59).

Los objetos de trabajo

Los objetos de trabajo son aquellos materiales, objetos o fenómenos, a los que se les puede aplicar trabajo para transformarlos en productos. En las comunidades agrarias el objeto de trabajo principal es la tierra. Los objetos pueden ser elementos de la naturaleza o productos que surgen de un trabajo previo (Bate 1998:59). A los objetos de trabajo productos de una transformación previa se les denomina materias primas, las cuales pueden ser la sustancia principal de un producto o un elemento auxiliar en la fabricación de un bien (Acosta 2011:263).

Los medios de producción

Los medios de producción son aquellos elementos y utensilios de trabajo que se interponen entre la fuerza de trabajo y los objetos de trabajo, así como las condiciones materiales generales que hacen que el proceso de trabajo se efectúe o que sea más eficiente la producción al multiplicar las capacidades y la energía de trabajo (Acosta 2011:263; Bate 1998:59). Los medios de producción son a su vez indicadores del desarrollo de las fuerzas productivas (Acosta 2011:263).

Marx señala distintos aspectos generales de la producción (Marx 1981):

- La producción implica una apropiación de la naturaleza por parte del individuo el cual se encuentra sujeto a una sociedad determinada.
- Toda forma de producción se encuentra regulada por sus propias instituciones jurídicas.
- Ninguna producción es posible sin un instrumento de producción.

Cultura

Entiéndase a la cultura como la expresión fenoménica y singular que, en su forma más evidente, es el elemento que los arqueólogos distinguimos en primer término, brindando el

objeto de trabajo que permite inferir los fenómenos del pasado. En este caso la forma de la cultura arqueológica de la sociedad que habitó San Gregorio es descrita a lo largo de los próximos capítulos.

Modo de vida

El modo de vida representa las vías particulares de desarrollo de las sociedades y expresa las mediaciones entre la dimensión general de la formación económico-social y la singularidad de la cultura. En el caso de la sociedad de estudio, infiero que se trata de un modo de vida basado en la caza y la recolección de recursos predominantemente lacustres.

Formación social

La categoría de *formación social* o la formación económico-social se refiere a tipos históricos de sociedades que se encuentran fundamentados en un modo de producción particular, el término hace posible distinguir y comparar los distintos periodos históricos de la humanidad (Rosental y Pavel 1965:192). Para el nuevo mundo, antes de la invasión europea, las formaciones sociales son de tipo cazadores recolectores pretribales, la sociedad tribal y la sociedad clasista inicial (Tabla 1; Bate 1998, 2014b). La categoría de Formación económico-social debe ser entendida en su sentido dinámico, no como categoría que define épocas o fases históricas estáticas, si no como un continuo en formación en donde existen momentos de estabilidad y procesos revolucionarios que transforman la estructura social (Sereni 1973).

La Formación económico-social hace referencia a la unidad de la base material del ser social y la superestructura, es decir, integra a las categorías de *modo de producción* y *modo de reproducción*, los cuales conforman al *ser social* con los elementos constituyentes de la *superestructura* en donde se integra la categoría de *psicología social* y la *institucionalidad* (Figura 2). La concepción materialista afirma que hay una primicia causal y estructural de la base material del *ser social* respecto a la *superestructura*, aun cuando las distintas instancias de la vida social guarden entre sí relaciones de acción recíprocas (Bate 2014b).

Tabla 1. Las formaciones económico-sociales y sus principales características (basado en Bate 1998).

		CLASES SOCIALES	MODO DE PRODUCCIÓN		
			OBJETOS DE TRABAJO	INSTRUMENTOS DE TRABAJO	FUERZA DE TRABAJO
FORMACIÓN ECONÓMICO SOCIAL	Cazadores Recolectores Pretribales	No hay clases sociales	No hay propiedad sobre los objetos de producción	Propiedad colectiva	Propiedad colectiva
	La Sociedad Tribal	No hay clases sociales	Propiedad colectiva	Propiedad colectiva	Propiedad colectiva
	La Sociedad Clasista Inicial	Clase dominada y explotada	Propiedad particular	Propiedad particular	No son propietarios de su fuerza de trabajo
		Clase explotadora y dominante	No son propietarios de los objetos de producción	Propiedad particular o privada [Conocimiento especializado]	Propiedad particular o privada

En el caso la investigación, asumo que los habitantes del sitio de San Gregorio, en su etapa de ocupación más intensa, estaban estructurados bajo una formación social de tipo tribal. En el capítulo 2 y 3 se describirán los elementos que permiten hacer dichas inferencias, como la inversión de la fuerza de trabajo para la transformación del espacio habitado, la intensidad de las actividades que indica sedentarismo en el sitio y como consecuencia el establecimiento de la propiedad sobre el territorio.

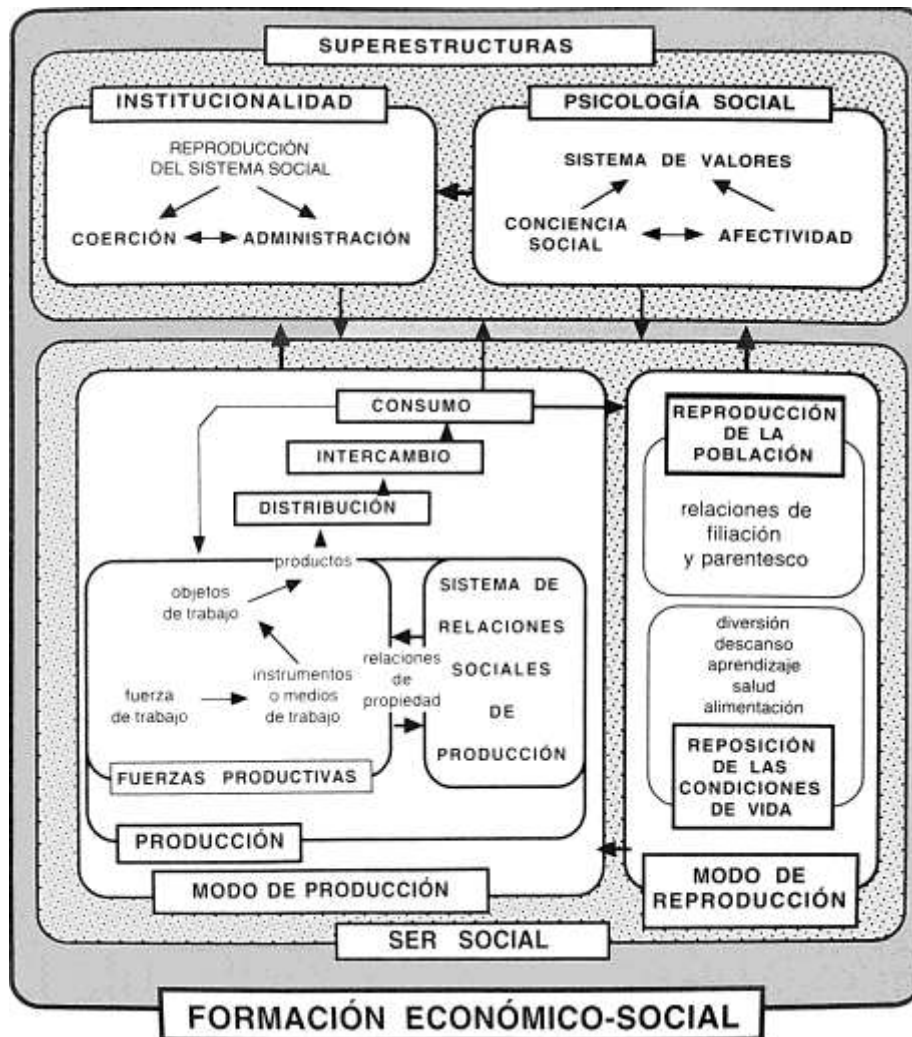


Figura 2. Formación económico-social como dimensión de la sociedad concreta que integra al ser social con la superestructura (Bate 1998: Figura 3.3).

A continuación, se describen las características principales de las distintas formaciones económicas sociales existentes en América hasta antes de la invasión europea.

La comunidad primitiva de cazadores recolectores

Se trata de la forma de organización social más antigua de la humanidad (Flores 2008:72). Las características que definen a este tipo de sociedad son: su precariedad económica, ya que no tienen una producción que les permita la acumulación de excedentes y casi no hay almacenamiento social (Ingold 1983), por lo que sus ciclos productivos y de consumo son breves, por esta misma condición son continuos y reiterativos, básicamente, su producción

se encuentra sujeta a las condiciones naturales que pone a disposición los recursos que explotan (Bate 1998; Flores 2006, 2008).

Debido a que los cazadores recolectores son sociedades con amplia movilidad, pues su forma productiva implica el desplazamiento para la obtención de sus satisfactores, no establecen propiedad sobre los medios de producción. Y en caso de que existieran recursos amplios y disponibles de manera permanente en el entorno en el que se desarrollan, estos grupos no intentan establecer derechos exclusivos sobre estos objetos de producción, pues el principio de reciprocidad sancionaría tal acción (Gilman 1997:83). Debido a la precariedad económica que caracteriza este tipo de formación social, las sociedades pretribales crean fuertes lazos de reciprocidad que reducen los riesgos inherentes a su forma de producción (Sahlins 1987) debido a situaciones de baja disponibilidad de recursos.

Aunque los grupos de cazadores recolectores pretribales conocen bien los ciclos de reproducción de las especies que cazan o recolectan, éstos no inciden de manera directa en su reproducción, no invierten fuerza de trabajo en ello. Por lo tanto en este tipo de sociedades la propiedad únicamente se establece sobre los instrumentos de producción, así como de la fuerza de trabajo (Bate 1998:83-85; Flores 2006:75-78). Las formas de propiedad en estos grupos son de tipo colectiva, existiendo también diversas formas de posesión individual y particular (Gilman 1997:83). De la existencia de formas colectivas de propiedad y la ausencia de clases sociales derivan relaciones igualitarias de distribución (Bate 1986).

La sociedad tribal

Es una forma de organización social en donde la propiedad sobre los medios naturales para la producción (los cuales se representa como satisfactores de la sociedad) son de propiedad colectiva o comunal. Estos medios pueden ser: el territorio, el cual puede ser explotado para la agricultura, el pastoreo u otra actividad como la apropiación de recursos como la pesca, la caza y la recolección. También pueden serlo los animales sobre los que se ha tenido control sobre sus ciclos reproductivos como son los rebaños o las vacadas.

La sociedad Tribal se diferencia de la sociedad primitiva de cazadores recolectores pretribales en tanto que estos últimos que no llegan a establecer una propiedad sobre el territorio debido a su amplia movilidad. También se diferencia de la sociedad clasista inicial, en el sentido de que algunos grupos o individuos establecen propiedad sobre elementos estratégicos para la producción como son los objetos de producción, la fuerza de trabajo y/o elementos y utensilios para la producción. En las sociedades clasistas existen dos clases fundamentales, la clase explotadora y la clase explotada, esta división no existe en las sociedades tribales.

En las sociedades tribales los individuos que organizan la producción, que llevan y dirigen las festividades y los rituales, se han considerado como jefes o líderes. Sin embargo, estos miembros pertenecen a la única clase social existente. No hay una distinción entre ellos y el resto de la población, y sus acciones se encuentran sancionadas por todo el grupo, por lo que la posesión y la acumulación, en términos de plusvalor, no se encuentra presente.

En la sociedad tribal, una de las estrategias usadas para garantizar la propiedad comunal sobre el territorio es el crecimiento demográfico, esto trae como consecuencia la elevación de la productividad mediante el trabajo. Sin embargo la forma más efectiva de garantizar la defensa de la propiedad y la cohesión grupal es la que se presenta participar del establecimiento de reglas de reciprocidad las cuales comprometen a los miembros del grupo y sancionan los actos que se vean contrarios al beneficio común (Bate 1998).

En las tribus, el parentesco se asume como el principio organizador o la expresión organizadora en la mayor parte de las sociedades primitivas (Sahlins 1987). Debido a la necesidad de un sistema que mantenga unida a la población para la producción, o la defensa de los objetos de producción, se establecen redes dentro de la comunidad bajo un sistema de reglas de parentesco ubicando a los individuos en un esquema genealógico que gobierna la reproducción (Acosta 2017, Bate y Terrazas 2002). Las descripciones etnográficas de Malonowski de las islas Trobriand señalan que existían clanes que se reconocían como descendientes de un antepasado común dando cohesión a estos clanes, a su vez éstos se subdividían en agrupaciones más pequeñas llamadas familias o castas (Malinowski 1986:76).

Por último, los productos acumulados por los dirigentes o grandes hombres en los grupos tribales son agotados mediante las festividades en donde se ofrecen comilonas y regalos, por lo que la concentración no es posible. A cambio de ello, los individuos con la capacidad de organizar la acumulación adquieren prestigio. Los objetos que son de propiedad aparentemente individual en este tipo de sociedad, en la práctica son de uso común, por lo que la propiedad privada no es efectiva, y cuando se establece, sólo es en término subjetivo. En este sentido, la forma de la propiedad, no corresponde a la propiedad objetiva, por lo que simplemente se trata de una forma de posesión (Bate 1998).

La sociedad clasista inicial

La sociedad clasista inicial es un término que se desarrolla como una hipótesis desde el materialismo histórico para explicar el surgimiento de las sociedades con clases sociales en el continente americano antes de la llegada de los europeos, por lo tanto, es una herramienta teórica que permite explicar la organización económico social de este tipo de sociedades que son diferentes a las sociedades de tipo esclavistas, feudales o capitalistas, Una característica básica de este tipo de sociedades es la existencia de clases sociales bien definidas (Bate 1998:88-94).

El modelo de sociedad clasista inicial es una crítica a los modelos de evolución social que tratan de explicar el surgimiento de las clases sociales desde los aspectos superestructurales o desde los aspectos secundarios de la producción, como es la tecnología o la división técnica del trabajo. Como ya mencioné anteriormente, se ha sugerido que el intercambio de materias primas aunado a la especialización y la concentración de productos, fueron los motores que impulsaron la jerarquización social, y como consecuencia, la evolución hacia sociedades con clase. Por otro lado, modelos como el de modo de producción asiático, sociedades hidráulicas o sociedades despóticas han intentado explicar, de igual forma, el surgimiento de las sociedades con clase, sin embargo todos ellos parten de los aspectos superestructurales y de la división técnica o tecnología (Bate 1998:54; 2014a:419-436).

La sociedad clasista inicial como ya se mencionó se define a partir de las *relaciones sociales de producción*, que fundamentalmente son relaciones de *propiedad* particulares sobre los distintos elementos del proceso productivo (fuerza de trabajo, medios de

producción y objetos de trabajo), y se encuentra estructurada por la correspondencia entre dos *clases fundamentales*, explotados y explotadores, en torno a las cuales se organiza el proceso productivo, y dentro del cual se pueden articular diversos tipos de relaciones secundarias (Bate 1998:88-89; 2014a).

En la relación de las clases, clase explotadora establece propiedad sobre la fuerza de trabajo de la clase explotada, quien bajo la forma de tributo transfería, en forma de trabajo objetivado, su fuerza de trabajo (Acosta 2011). La clase dominante también establece propiedad sobre elementos estratégicos para la sociedad, como por ejemplo las tierras de alta producción agrícola, áreas de producción de sal, yacimientos de materias primas, vías de comunicación, así como de los productos del intercambio (García 2015) También se apropia de una porción limitada, pero estratégica, de los medios de producción como es el conocimiento especializado. La clase dominante establece mecanismos de coerción para que la clase explotada transfiriera parte de su fuerza de trabajo. El pago de tributos en especie o como trabajo vivo pudo haber sido el dispositivo que permitió la manutención de otros trabajadores dedicados a la producción no alimenticia (Bate 1998), incluyendo a las fuerzas armadas como los ejércitos.

Se han esbozado las características principales de las distintas formaciones económicas sociales. Estas categorías no definen épocas o fases históricas estáticas, por el contrario, es un continuo en formación en donde existirán etapas de estabilidad social. Los cambios de una formación económica social a otra aparecen como momentos revolucionarios que transforman las antiguas relaciones sociales de producción, dando paso a nuevas formas de organización social.

En algunas circunstancias ocurren cambios en el modo de producción que pueden no ser reflejados en algunos aspectos de los modos de reproducción y la superestructura, este puede ser el caso que se ha documentado en sociedades cazadoras recolectoras tribales, en donde hay cambios en su movilidad y establecen propiedad sobre los medios de producción, área de caza y recolección, y desarrollan formas de almacenamiento social

(Ingold 1983). En alguna medida pueden ser el paso transitorio de una formación social como la pretribal a la sociedad tribal (Flores 2006).

Como se acaba de exponer, es en el modo de producción donde se define la formación económica social en él se integran los distintos elementos del proceso económico: la producción, la distribución, el intercambio y el consumo. En el caso del intercambio, éste se especifica dentro del modo de producción, y es un requisito básico para la producción y el consumo. Por ejemplo en la sociedad capitalista, el intercambio tendrá un papel central dentro de los procesos económicos, ya sea como condición para la producción al crear capital financiero para la producción, o bien, como fin para la producción en la obtención de mayor capital financiero.

Intercambio

De manera general, el intercambio es el mecanismo por el cual distintos individuos o grupos cambian servicios u objetos con otros individuos o grupos, ya sea para el consumo, el disfrute, la producción o para la realización de nuevos intercambios. De manera particular el intercambio adquiere diversas formas, algunas de las cuales son específicas a un periodo histórico en particular, mientras que en otros periodos se pueden presentar en distintas combinaciones de ellas.

El intercambio, al igual que la producción, es un rasgo común en todos los periodos históricos y estructuras sociales, ya que intercambiar algo significa haber producido algo, pero adquiere particularidades que se encuentran mediadas por la formación económica social en la que se encuentra incrustadas, es decir, las formas de intercambio son un producto histórico.

El intercambio puede constituirse como un dispositivo para la producción debido a que el intercambio (ya sea de actividades, capacidades u objetos) opera en el nivel de la producción, así también para la reproducción social, ya que el establecimiento de redes de intercambio genera vínculos y alianzas que pueden garantizar la restauración de la fuerza de trabajo al abrir las redes de apareamiento.

Una de las principales problemáticas que ha surgido al momento de tratar la temática del intercambio en la arqueología, es el uso de modelos teóricos económicos que parecen ser generales y que operan en todos los momentos históricos. Bajo estos modelos las sociedades crean instituciones que aparentemente se encuentran desarticuladas de la vida social, y que su funcionamiento está autorregulado por las condiciones del mercado, es decir la ley de la oferta y la demanda. En este sentido Polanyi ha hecho evidente, en un análisis muy detallado, las problemáticas de la perspectiva del comercio autorregulado con relación a las economías que se encuentran al margen de dicho modelo (Polanyi 1994, 2003).

Desde la perspectiva comercial, el intercambio es el medio por el cual las mercancías fluyen de un lugar a otro. Este proceso trae consigo algunas implicaciones. Primero, la libre negociación entre los participantes para determinar las equivalencias de los productos. Puede entenderse entonces que cuando se habla de comercio a larga distancia, generalmente entre las grandes urbes políticas prehispánicas, las élites se encargan de las negociaciones ¿pacíficas? entre iguales. Y las élites concentran los recursos para posteriormente redistribuirlos con sus súbditos. Segundo, el comercio es el motor del desarrollo social. Debido a que el comercio requiere un incremento de la producción, de una alta especialización y el desarrollo de nuevas formas de organización en la división técnica del trabajo, un mayor desarrollo tecnológico para maximizar los recursos, así como un sistema burocrático que sea capaz de regular la producción y la distribución.

Así, si se analiza la perspectiva del libre comercio contemporáneo parece existir una coincidencia con los señalamientos anteriores, el comercio es entendido como el factor de desarrollo social, estimula la innovación y la maximización de los recursos, la negociación entre “iguales” para la determinación de los precios y, el nuevo componente, crea condiciones para la “eliminación de la pobreza”, pero ¿cómo enfrentarnos desde esta perspectiva a sociedades que se encuentran fuera de esa lógica?

Mauss, en su trabajo de titulado Ensayo sobre el don (Publicado originalmente en 1925), explora las formas en las que las sociedades llamadas “arcaicas” o “primitivas” integraban un complejo sistema de intercambio entre distintos grupos, y trata de demostrar la inexistencia de una “economía natural”, por el contrario, esas sociedades integran un

sistema tan complejo en donde existen mercados económicos, “pues el mercado es un fenómeno humano que, en nuestra opinión, no es ajeno a ninguna sociedad conocida” (Mauss 2009:72), pero que opera con reglas distintas al actual sistema de mercado, se trata de un mercado en donde la institución del mercado no existía, tampoco las formas modernas del contrato y la venta (Mauss 2009:72).

Para Mauss, el mercado, es sólo es un momento dentro de un contrato entre grupos, y la circulación de la riqueza es uno de los términos de ese contrato que es mucho más general y mucho más permanente, y que en su conjunto, forma un sistema de relaciones de “prestaciones totales” que se expresan en múltiples dimensiones: económicas, jurídicas, políticas, religiosas, morales, etc.

El análisis de Mauss del intercambio como sistema total es un aporte fundamental, debido a que pone al intercambio, y a la economía, determinado por las formas de organización social, en este aspecto coincide Sahlins (1987). Derivado de esto, se entiende que la producción y el intercambio están sumergidos en todas las relaciones sociales del hombre y, como dice Polanyi “las motivaciones económicas surgen del contexto social” (Polanyi 2003:95), por lo que el aspecto de la ganancia, comercio, producción y acumulación tendrán que ser analizadas dentro de ese contexto social.

Por lo tanto el peligro reside en considerar que las reglas de la economía moderna son de validez universal y aplicable a todos los contextos en todos los periodos históricos, pues en este caso se estaría subordinando el aspecto social a los criterios de una economía que de manera general es una economía de mercado (Attolini y Brambila 2008).

El intercambio en las sociedades preclasistas

De manera general, se podría decir que en las sociedades preclasistas el intercambio no sólo obedece a las necesidades redistributivas de bienes de consumo, sino que también se presenta como una estrategia para el establecimiento y el refuerzo de las relaciones sociales. El intercambio se desarrolla de manera colectiva, aunque pueden existir formas individuales de intercambio que, sin embargo, no crean lazos de compromisos fuertes por lo que son breves y efímeros.

Para Service, las bandas de cazadores recolectores se encuentran de forma recurrente ante la incertidumbre provocada por el éxito o fracaso que supone la búsqueda de sus satisfactores, las situaciones de escasez o abundancia de alimentos agudizan la inseguridad, por lo que la estrategia que supone el intercambio pone a los grupos en situaciones ventajosas al reducir la incertidumbre, de manera que el establecimiento de las relaciones de intercambios se hace “absolutamente necesario” (Service 1973:23).

Para Sahlins, en la producción tribal el grupo doméstico o familiar es el encargado de la producción de la mayoría de los satisfactores, no obstante la producción doméstica no llega a cubrir el total de las necesidades. Para cubrir los faltantes de la producción el grupo doméstico realizará una sobreproducción que será destinada al intercambio mediante el trueque (Sahlins 1972). Sahlins argumenta que es la necesidad y no el beneficio el motor del intercambio en estas sociedades (Sahlins 1972:120).

En ambos autores el intercambio existente en las sociedades preclásicas se define como reciprocidad, sin embargo, éste se presenta sectorizado en tres formas y tiene relación con la proximidad al grupo doméstico, siendo la más estrecha, altruista y continua, la que se establece con los parientes más cercanos. A medida que la distancia a la familia se agranda la reciprocidad se vuelve el mecanismo para la obtención y la maximización de los beneficios (Sahlins 1972; Service 1973). Los niveles de reciprocidad (Figura 3) se encuentran condicionados con el grado de proximidad en las relaciones de parentesco, son los siguientes:

- a) Reciprocidad ampliada: se establece con los parientes o gente cuya vinculación es larga, es altruista, la devolución y las equivalencias no se encuentran definidas (Service 1973:25).
- b) Reciprocidad equilibrada o compensada: se busca el intercambio de manera satisfactoria y explícita, es utilitario, menos personal y menos altruista, se definen equivalencias y devoluciones, es recíproco en ese sentido. (Service 1973:25).
- c) Reciprocidad negativa: se busca la ganancia utilitaria, tratan de maximizar las ganancias usando una serie de artilugios como trampas, engaños e incluso la violencia y el robo (Sahlins 1972:132).

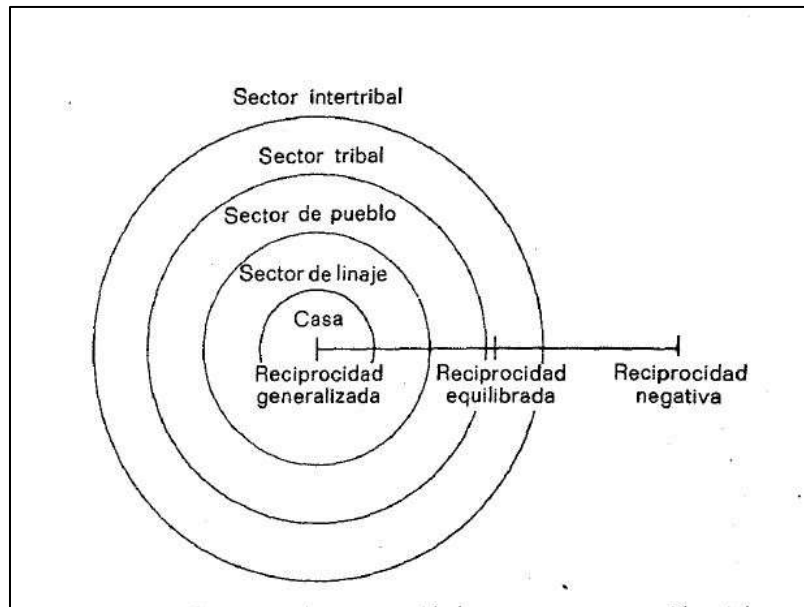


Figura 3. Modelo de los sectores de reciprocidad y parentesco residencial (Sahlins 1972:133)

En situaciones críticas donde la disminución de los suministros de víveres es mayor, los miembros de las tribus generan relaciones más estrechas, se enfrentan las amenazas mediante una doble intensificación de solidaridad comunal y cooperación económica. “Las personas se ayudan mutuamente como pueden y, mientras persiste la carestía, la reciprocidad generalizada es llevada mucho más allá de la esfera social normal.” (Sahlins 1972:134). Pero si la escasez se prolonga y agrava, la estructura de la solidaridad puede que no soporte la carga: en la crisis final los hogares reafirman su interés particular, y las personas que han facilitado comida en los primeros momentos del desastre se muestran luego indiferentes ante los apuros de los demás, suponiendo que esto no precipite el mutuo hundimiento mediante el fraude, la destrucción y el robo.

Nelson y Clark (1990), con base en los trabajos de Polanyi (1975), Renfrew (1975) y Zeitlin (1979) hacen una caracterización de las relaciones de intercambio en distintos tipos de sociedades y la forma en la que se relacionaría con el registro arqueológico. El modelo plantea dos formas de intercambio en las sociedades igualitarias retomando dos propuestas de Zeitlin (1979): la reciprocidad general y la reciprocidad balanceada las cuales serán evaluada dentro del registro arqueológico a partir de la presencia o ausencia de bienes de origen foráneo:

- Reciprocidad general: se da en sociedades igualitarias, o en el nivel de bandas de manera directa. El intercambio es de bienes o servicios de origen local y no se extiende más allá de las comunidades o de las relaciones de parentesco. Arqueológicamente no hay evidencia de bienes de origen foráneo (Zeitlin 1979).
- Reciprocidad balanceada: se da en sociedades igualitarias o en el nivel de bandas donde la casa o las comunidades son las responsables de obtener bienes de origen foráneo. Arqueológicamente habrá gran variabilidad entre los hogares o los grupos de parentesco, tanto en las proporciones, como en las fuentes de los objetos intercambiados (Zeitlin 1979).

La redistribución, por su parte, será la forma de intercambio en las sociedades jerárquicas. En este caso existirá una división de actividades entre los encargados de la administración (y de la concertación e intercambio de productos) y los productores directos en el nivel comunitario. Los encargados de la administración concentrarán los productos por lo que se observará una diferencia en la función y el tamaño de las comunidades así como en la concentración de productos de origen foráneo entre sitios (Nelson y Clark 1990).

A continuación se enlista una serie de elementos que se presentan en todo proceso de intercambio (Bate 1986:24-26):

- 1) Participación de dos o más agentes
- 2) Se dan dos movimientos que, desde el punto de vista de uno de los agentes, son el dar y el recibir
- 3) Estos dos movimientos o calidades del proceso constituyen dos momentos que pueden coincidir o diferir en el tiempo y el espacio
- 4) Debido a esta posible diferencia de los momentos del cambio, los agentes pueden aparecer en cada momento como: donante, receptor, donante-receptor o receptor-donante. De cualquier modo, para nuestro caso, un proceso de cambio se cumple cuando un donante recibe y un receptor da.

Las modalidades del intercambio se pueden caracterizar por la combinación de varios factores:

- 1) Según la composición de los agentes puede tratarse: a) de un individuo, o, b) de un grupo socialmente definido [por ej., unidades domésticas, hordas, secciones, comunidades, etc.]. En el segundo caso, puede ser un individuo o grupo el que representa a una unidad social determinada, más amplia.
- 2) De acuerdo con el contenido del proceso, los elementos intercambiados pueden ser: a) productos que contienen trabajo pasado, como bienes de consumo, instrumentos u objetos de trabajo semielaborados, o, b) servicios (trabajo vivo) o favores.

Los elementos pueden ordenarse en una escala de valores de uso, según el mayor o menor grado de urgencia vital. Las escalas de prioridades podrían ser

Para los Productos

- a) Alimentos
- b) Instrumentos
- c) Bienes de consumo no alimenticios

Para el trabajo vivo

- a) Trabajos productivos (según la prioridad de los satisfactores que generen)
- b) Los favores

- 3) Según el grado de definición de las equivalencias, se distingue entre:
 - a) Intercambios de equivalentes definidos, cuando la cantidad y calidad de los elementos intercambiados se explica de antemano.
 - b) Intercambios de equivalencias imprecisas, cuando los equivalentes no se especifican, pero a la cantidad y calidad de elementos transferidos en el primer movimiento se corresponde a un rango previsible de equivalentes concretos posible.
 - c) Intercambios de equivalencias indefinidas, cuando éstas no se explicitan ni puede el donante prever la calidad o cantidad de elementos que obtendrá a cambio.

De cualquier manera, un sistema de equivalencias supone una escala de valores relativos para el cambio. Cuando se trata de equivalencias definidas o imprecisas, el cambio puede ser:

- a) Equilibrado
 - b) Desigual
- 4) Según la temporalidad de los momentos del cambio, éste puede ser
- a) **Simultaneo**
 - b) **Diferido:** en este tipo de cambio los actores se presentan o como donantes o como receptores

De acuerdo con este criterio podemos considerar también si el plazo de cumplimiento del proceso es **definido** o **indefinido**.

El intercambio **simultáneo** define su temporalidad en una sola acción recíproca de dar y recibir.

El intercambio **diferido** tiene un plazo **definido** cuando, en la realización del primer movimiento queda explicitado el momento de ocurrencia del segundo o lo supone implícitamente dentro de un rango temporal previsible.

El intercambio de plazo **indefinido** se genera con el primer movimiento, dejando abierta la relación y **defiere** la ocurrencia del segundo movimiento sin posibilidades de prever el lapso de tiempo entre ambos.

- 5) De acuerdo con la dirección de los movimientos podemos distinguir
- a) Intercambios bidireccionales, cuando la relación se cierra entre dos agentes: donante-receptor y receptor-donante.
 - b) Intercambios en cadena, cuando participan más de dos agentes y la circulación de elementos se dan en los dos sentidos de una dirección determinada. El intercambio en cadena puede tener puntos terminales o darse de manera circular
 - c) Intercambio multidireccionales, cuando participan más de dos agentes, pero los movimientos de dar y recibir pueden darse en cualquier dirección y sentido.

6) Según las *expectativas* de los agentes. Es un aspecto que está culturalmente normado en cada sociedad. El hecho es que de acuerdo con tales normas particulares de conducta los agentes saben en qué situaciones están ya sea en obligación de dar, en el derecho a recibir, si pueden esperar algo a cambio, si hay o no definición de plazos, de equivalencias o de la dirección de los movimientos de bienes o servicios. Este criterio debe ser tomado en cuenta para los análisis de casos concretos.

Tabla 2. Ejemplos de modalidades del intercambio (Bate 1986: 26 y 27)

Tipo de intercambio	Forma de equivalencia	Necesidad vital y social a la que responde
Trueque directo entre individuos	Equivalentes y plazos definidos (simultáneos o diferidos)	Es una forma de intercambio equilibrado que permite a los agentes obtener los valores de uso que necesitan como consumidores, cuando están en posibilidad de dar algo que interesa a la otra parte.
Intercambio de "regalos"	Sistema concreto de equivalencias imprecisas	Es una forma común de cortesía y de refuerzo de las relaciones sociales. Si los plazos son diferidos, hay nuevos movimientos que dan la posibilidad de compensaciones cuando las equivalencias son muy desiguales, estableciendo un nuevo compromiso social. Ninguna parte quiere dar o recibir de más o de menos, ya que se trata de manifestar relaciones de igualdad, de lo contrario, la situación puede prestarse a tensiones y conflictos.
Trueque entre distintas comunidades étnicas	Plazos definidos, equivalentes definidos o imprecisos	Los agentes son colectivos (representan a cada comunidad) y hay expectativas de compensación o equilibrio. Permite establecer un compromiso de reciprocidad que no va más allá -ni significa menos- que la creación de un consenso mutuo de respeto a las posesiones comunales de medios naturales de producción. El trueque expresa la búsqueda o refuerzo de una relación de "buena vecindad" que, de paso, puede resolver conflictos potenciales al poner a disposición de los otros algunos recursos o bienes no disponibles en su territorio. Esta relación puede darse bajo la forma del "intercambio silencioso".
Intercambio intracomunal entre agentes colectivos	Plazos y equivalentes definidos	Permite a cada grupo obtener recursos de ecologías diferentes, cuando se da una división geográfica del trabajo. Se sabe qué puede aportar cada grupo y en qué época del año, de acuerdo con los ciclos de disponibilidad natural de los elementos intercambiados. Algunos de estos momentos son ocasión para la celebración de ceremonias colectivas que refuerzan las relaciones grupales o permiten el movimiento de

Tipo de intercambio	Forma de equivalencia	Necesidad vital y social a la que responde
		hombres y mujeres entre grupos.
Intercambios en cadena al interior de una comunidad	Los intercambios tienden a ser de equivalentes y plazos más o menos definidos. Pero también los plazos de retribución pueden ser diferidos e indefinidos y los equivalentes imprecisos o indefinidos	Contribuyen a delimitar los "circuitos de reciprocidad" y a la definición de las distancias sociales. Por lo general, tienden a corresponderse con las relaciones de adhesión productiva para la complementación de recursos. En estos casos, los intercambios tienden a ser de equivalentes y plazos más o menos definidos. Pero también estas cadenas determinadas de intercambios permiten resolver carencias eventuales de alguno de los grupos que integran los circuitos de reciprocidad así establecidos, por ejemplo, cuando se ven afectados por bajas drásticas de disponibilidad de recursos debidas a factores naturales no predecibles. En tales casos, los plazos de retribución son diferidos e indefinidos y los equivalentes imprecisos o indefinidos.
Intercambios multidireccionales al interior de la horda	Equivalencias y plazos indefinidos, generalmente diferidos	Implican la mayor proximidad social dentro de un circuito de reciprocidad. En estos procesos, los movimientos de transferencia de bienes y servicios se dan entre individuos; pero cada uno de ellos representa, en esos actos, al grupo al que pertenecen. Es la forma como se resuelven cotidianamente las carencias eventuales o desigualdades productivas entre las unidades domésticas. Se constituyen así los circuitos internos de reciprocidad que se corresponden con las unidades domésticas que mantienen las más cercanas relaciones de adhesión laboral.
Distribución diferencial compensada a largo plazo que supone intercambios dentro de circuitos de reciprocidad	De equivalencias definidas o imprecisas, de plazo indeterminado de manera diferida	Coincide con el proceso de distribución directa de lo producido, la retribución tendrá un plazo indeterminado, que se relaciona con el ciclo vital de los individuos.

Capítulo 2. San Gregorio, Atlapulco, evidencias de una ocupación del Holoceno medio en la Cuenca de México

... y diré que en aquella sazón era muy gran pueblo, y que estaba poblada la mitad de las casas en tierra y la otra mitad en el agua: ahora en esta sazón está todo seco, y siembran donde solía ser laguna, y está de otra manera mudado (Historia verdadera de la conquista de la Nueva España I. Bernal Díaz 2012:228)

El sitio de San Gregorio está al sur de la Cuenca de México, dentro de los terrenos ejidales del pueblo de San Gregorio Atlapulco, en la delegación Xochimilco. Al norte se encuentra delimitado por el canal de Chalco, al sur por la Laguna de San Gregorio y al oeste por el canal de El Japón. Está a aproximadamente a siete kilómetros del pueblo de San Gregorio Atlapulco.

Era un islote ubicado en el hoy casi extinto lago de Xochimilco, que durante el Holoceno medio fue habitado por grupos sedentarios que explotaron y aprovecharon los recursos lacustres. En el Posclásico tardío fue habitado por agricultores que desarrollaron un complejo sistema de chinampas adyacentes al islote, el cual transformaron creando una plataforma habitacional sobre la que establecieron montículos, a esta ocupación se le denomina El Japón. Actualmente El Japón se encuentra desecado debido a las distintas obras y proyectos que se implementaron desde la época colonial para drenar el lago de Xochimilco y evitar las inundaciones que asolaban a la hoy Ciudad de México, así como por la extracción del agua de los manantiales de Xochimilco para el abastecimiento de esta ciudad (Armillas, *et al.* 2010).

San Gregorio y El Japón hacen referencia al mismo sitio, no obstante, el nombre de San Gregorio, remite a la ocupación del Holoceno medio reconocida en el área, mientras que el

nombre de El Japón, se refiere a la ocupación del Posclásico tardío. Así mismo, El Japón abarca un área más extensa, que incluye los terrenos ejidales del pueblo de Xochimilco y de San Gregorio Atlapulco (Figuras 4 y 5).

Actualmente se han podido distinguir ocupaciones del Holoceno medio, las cuales se encuentran respaldadas por un total de siete dataciones de radiocarbono; se han elaborado mapas de distribución de los materiales con relación a los posibles pisos de ocupación; se han realizado registros detallados de la estratigrafía del sitio para la reconstrucción paleoambiental del islote; y se están desarrollando distintos trabajos de investigación sobre residuos químicos y microrestos en pisos de ocupación, de huellas de uso y microrestos en artefactos líticos y de arqueozoología (Acosta, *et al.* 2015; Acosta, García, *et al.* 2014; Acosta, *et al.* 2012; Acosta, Pérez y Arroyo 2014; McClung y Acosta 2015).

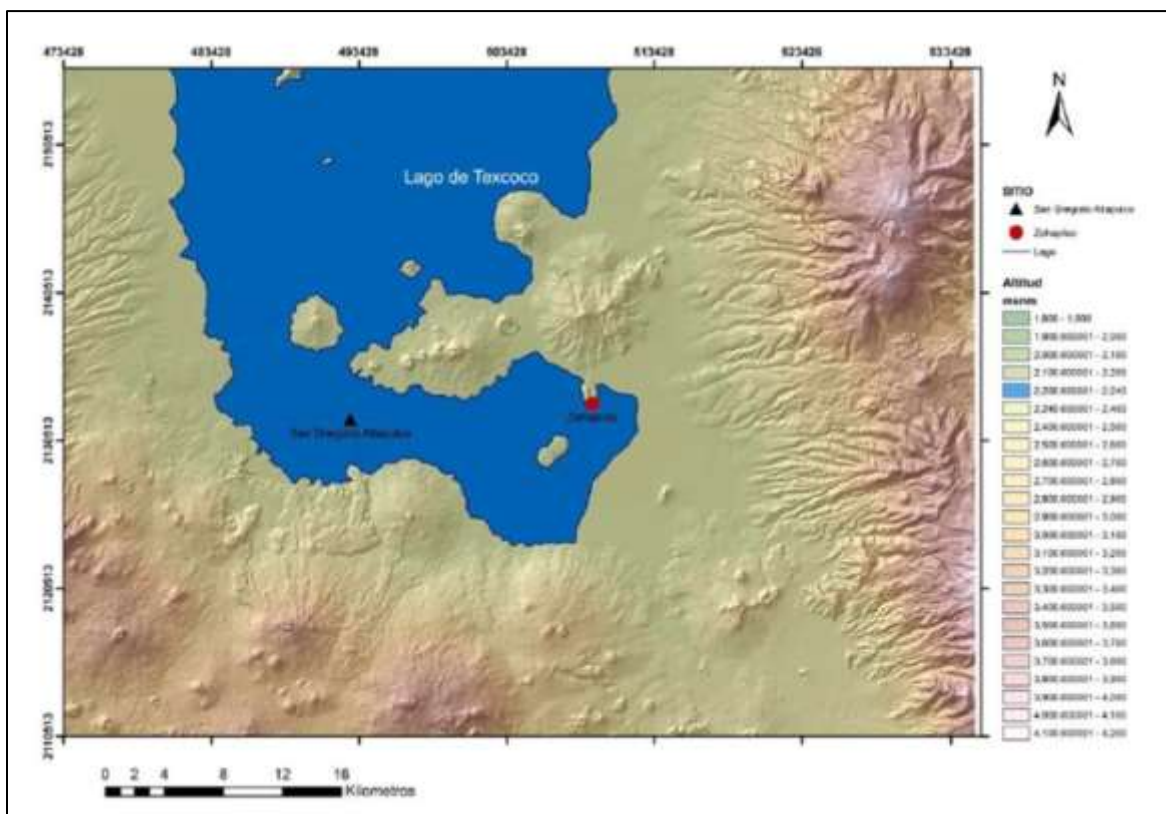


Figura 4. Mapa hipotético del nivel lacustre de la Cuenca de México y la ubicación del sitio de San Gregorio y Zohapilco (Acosta, *et al.* 2014:154).

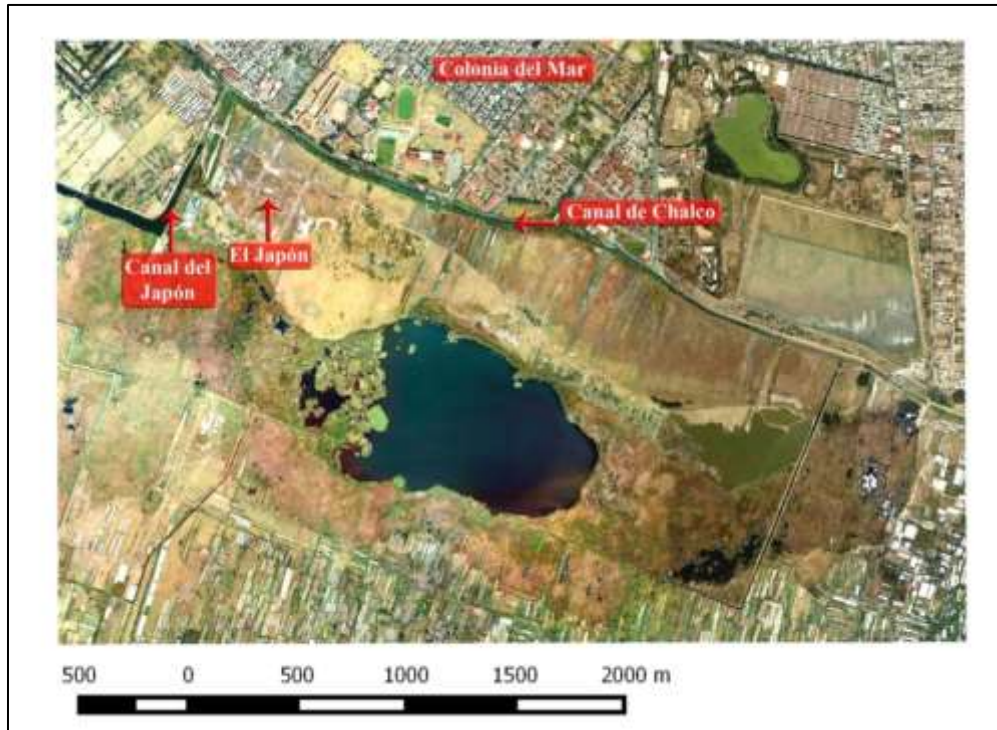


Figura 5. Ubicación del sitio de El Japon (San Gregorio), el canal de Chalco y el canal del Japon. Fotografía área del INEGI, modificada por Víctor Hugo García.

Antecedentes arqueológicos de San Gregorio

El sitio de El Japon ha sido objeto de diversas investigaciones arqueológicas por ser uno de los asentamientos chinamperos más sobresalientes del Posclásico tardío, así como por el estado de conservación que presentaba hasta antes de 1993. Al parecer, las primeras exploraciones arqueológicas en el sitio las realizó Pedro Armillas (González 1996; Parsons 1989) en el marco de su trabajo en Xochimilco en la década de 1960, el cual se encuentra sintetizado en su texto sobre el sistema chinampero “Jardines en los Pantanos” (Armillas 1993).

Posteriormente, Parsons *et al.* (1982), Parsons *et al.* (1985), Lechuga (1977) y González (1996) realizaron investigaciones centrándose en el patrón de asentamiento y el sistema de producción chinampero del Posclásico tardío. En 1993 Raúl Ávila (1995) realizó un proyecto de rescate arqueológico en el sitio, siendo él el primero en dar cuenta de la presencia de una ocupación del periodo “Precerámico”, debajo de la ocupación del Posclásico tardío.

Las primeras investigaciones sistemáticas en el área fueron realizadas por Parsons y colegas entre 1969 y 1972 (Parsons, *et al.* 1982), quienes reconocieron asentamientos agrupados en siete conjuntos, denominados Xo-Az-44, Xo-Az-45, Xo-Az-46, Xo-Az-47, Xo-Az-48, Xo-Az-49 y Xo-Az-50. Sobresalía el denominado Xo-Az-46 (figura 6), por tratarse de una gran elevación de forma irregular de ciento veinte metros de largo por cuarenta metros de ancho y dos y medio metros de altura (abarcando un área de aproximadamente media hectárea), la cual fue nombrada “Feature BL”. La elevación se encontraba asociada y rodeada por un grupo de chinampas fosilizadas, que en su conjunto, cubrían un área de casi seis hectáreas (Figura 7).

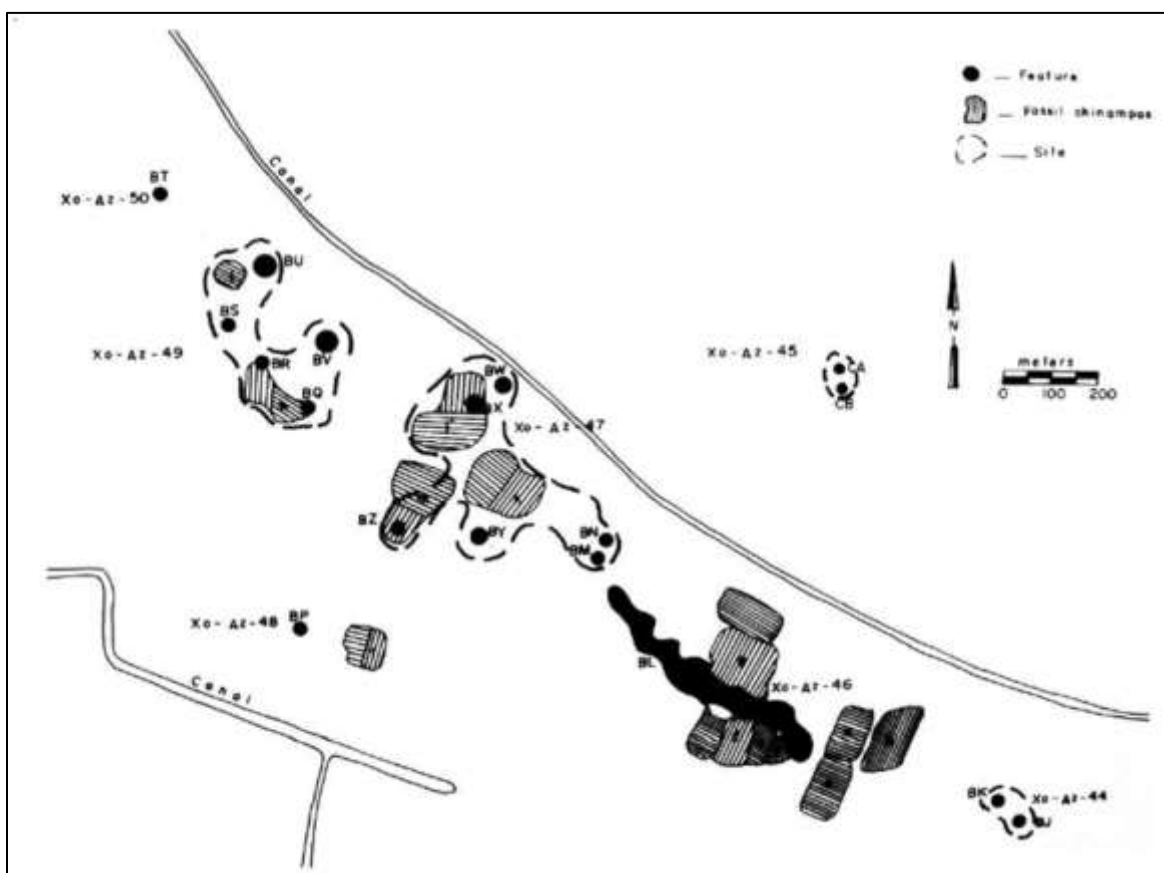


Figura 6. Plano general del área de El Japón realizado por Jeffrey Parsons, *et al.* (1982:228). Nótese que el canal del Japón, que separa a los ejidos de San Gregorio y Xochimilco, aún no se había construido.

En 1981 Parsons, *et al.* (1985) realizaron en el sitio un pozo de sondeo de dos por dos metros, denominado Pozo-A que ubicaron en la parte central de la elevación, donde el material cerámico de superficie y fragmentos de roca eran abundantes. La excavación del

pozo llegó a una profundidad de dos metros, donde Parsons y su equipo recuperaron una gran cantidad de cerámica del Posclásico tardío mezclado con cerámica del periodo colonial. Cabe destacar que en la parte más profunda de la excavación, denominado estrato U, Parsons y colaboradores describieron la presencia de fragmentos pequeños de obsidiana y huesos de animales, así como caparazones de tortuga (Parsons, *et al.* 1985:73). Muy probablemente el estrato U se trataba de la ocupación “Precerámica” del sitio (Figura 8).



Figura 7. Fotografía del Sitio Xo-Az-46, imagen de las chinampas y la gran plataforma “Feature BL”.
<http://quod.lib.umich.edu/b/bhl3ic/x-mex01136/mex01136> University of Michigan Library Digital Collections.

Consultado: 04 de junio de 2016.

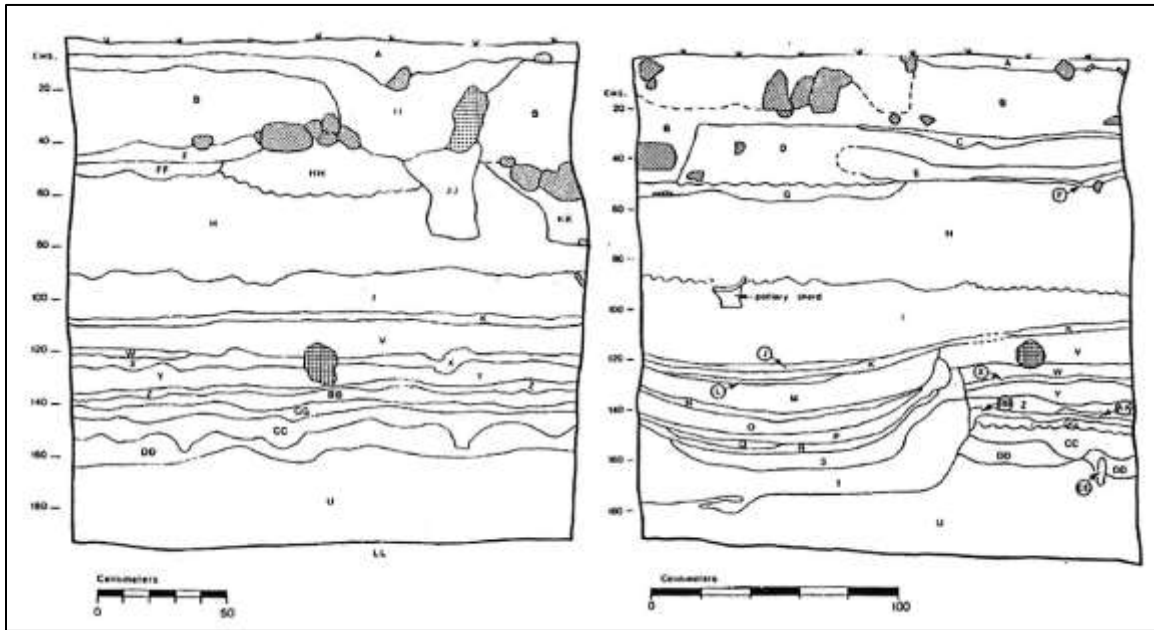


Figura 8. Estratigrafía del Pozo-A.: izquierda, secuencia del perfil norte; derecha, secuencia del perfil este (Parsons, *et al.* 1985:72).

Posteriormente, Marta Lechuga realizó investigaciones en el sitio (Lechuga 1977), con el objetivo de evaluar el papel que jugaron las chinampas como uno de los elementos de la estructura económica azteca. La metodología implementada por Lechuga consistió en reconocer la superficie del área, recolectar y analizar material cerámico.

Para su estudio, Lechuga dividió el sitio de El Japón en tres zonas, tomando como referencia el estado de conservación de los montículos, chinampas y canales. El área correspondiente a la zona central de El Japón la denominó Zona II (X Xo-Az-46 en la nomenclatura de Parsons, *et al.* 1982). A partir de los resultados del análisis del material cerámico, Lechuga concluyó, al igual que Parsons y su equipo (Parsons 1989; Parsons, *et al.* 1982; Parsons, *et al.* 1985), que El Japón es un asentamiento del periodo Posclásico tardío y Colonial (Lechuga 1977).

Carlos González realizó trabajos en el sitio durante el periodo de 1988 a 1992, en el marco del Proyecto Arqueológico “El Japón”, nombrado posteriormente Proyecto Arqueológico Chinampas (PACH). González tuvo como objetivo profundizar en el análisis de los procesos de trabajo relacionados con la producción agrícola chinampera, así como en el modo de vida de los agricultores que lo desarrollaron (González 1996). Para lograrlo

propuso reelaborar un plano general y detallado del sitio en el que se incluyeran los montículos y las chinampas, así como excavaciones extensivas en alguno de estos montículos, para conocer las características de las unidades habitacionales (González 1996).

Como resultado del mapeo realizado por González, reconoció treinta y dos montículos, así como cerca de treinta parcelas de chinampas, las cuales se encontraban distribuidas en tres zonas, que en su conjunto abarcaban un área de alrededor de sesenta y cuatro hectáreas. En la zona central se ubicaba una plataforma artificial de grandes dimensiones, donde se reconocieron por lo menos diez montículos distribuidos de forma irregular sobre su superficie de aproximadamente cuatrocientos cincuenta metros de longitud y una anchura máxima de cien metros (Figura 9; González, *et al.* 2003:84).

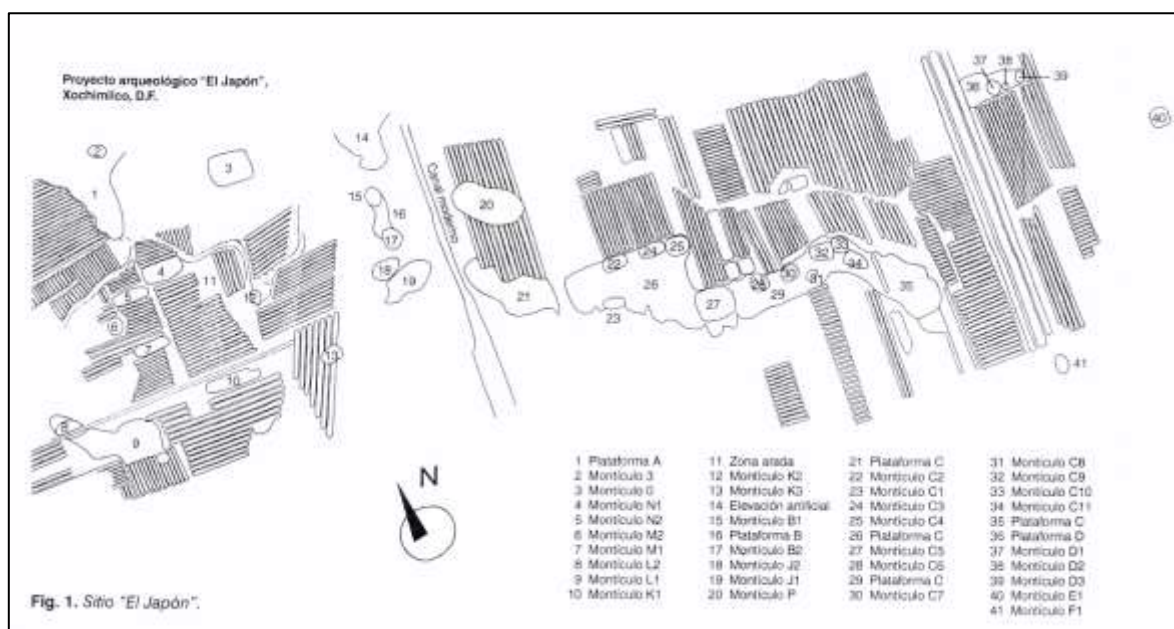


Figura 9. Croquis general del sitio El Japón. Para El sitio se dividió en tres zonas: la zona poniente, que comprende la porción oeste; la zona central, que se encuentra delimitado por el canal moderno al este y abarca toda la plataforma artificial; y la zona oriente, que es un conjunto disperso ubicado al este de la plataforma. Croquis realizado por Carlos González (1996:82).

A finales de 1989, el extinto Departamento del Distrito Federal (DDF) expropió parte de los terrenos ejidales pertenecientes al pueblo de Xochimilco, afectando a la zona ponente

del sitio de El Japón, en la actual Cuenca Lechera. Como parte de un programa denominado Plan de Rescate Ecológico Xochimilco, se planteó la realización de un distrito de riego en la zona poniente de El Japón. Las obras quedaron a cargo de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del D.D.F., tras esta situación, los trabajos de González se concentraron en el rescate de la zona afectada, dejando la plataforma este sin excavar (González 1996).

González, al igual que Parsons *et, al.* (1985) y Lechuga (1977), reconoció en el sitio un periodo de ocupación del Posclásico tardío, en el que al parecer la plataforma no fue usada de forma residencial, seguido de una ocupación Colonial, en la que probablemente se usó de forma permanente.

A principios de 1993, la zona central del sitio fue arrasada con maquinaria pesada casi en su totalidad debido a la ampliación de las obras de construcción del distrito de riego, sin la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia, por lo que se desarrolló un plan de rescate dirigido por Raúl Ávila en una porción reducida de la gran plataforma que había sobrevivido a la destrucción (Figuras 10 y 11).

Los trabajos de rescate en El Japón iniciaron en junio de 1993 y continuaron hasta marzo de 1994, centrándose únicamente en una porción de la plataforma que no fue arrasada, nombrada unidad 64, y en donde por producto de la nivelación del área adyacente, se había identificado una zona de restos humanos o “zona de entierros”. Durante las excavaciones se recuperaron un total de trescientos ochenta y nueve entierros (Figura 12) y se reconocieron seis estratos, de los cuales, cinco correspondían a ocupaciones humanas (Ávila 1995).



Figura 10 Remanentes de la plataforma de El Japón después de su nivelación (Ávila 1995:12).

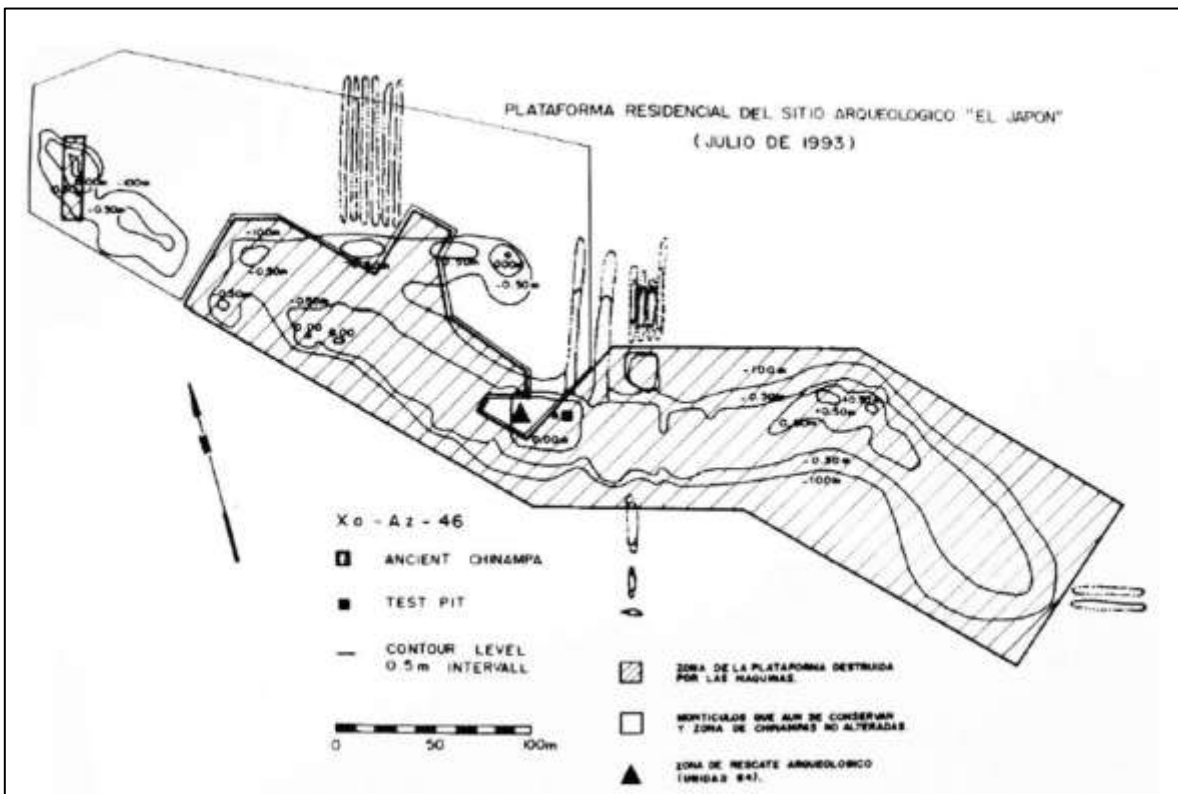


Figura 11. Área afectada por la construcción de un distrito de riego, en achurado, y ubicación de la unidad de excavaciones realizadas Raúl Ávila en triángulo (Ávila 1995).

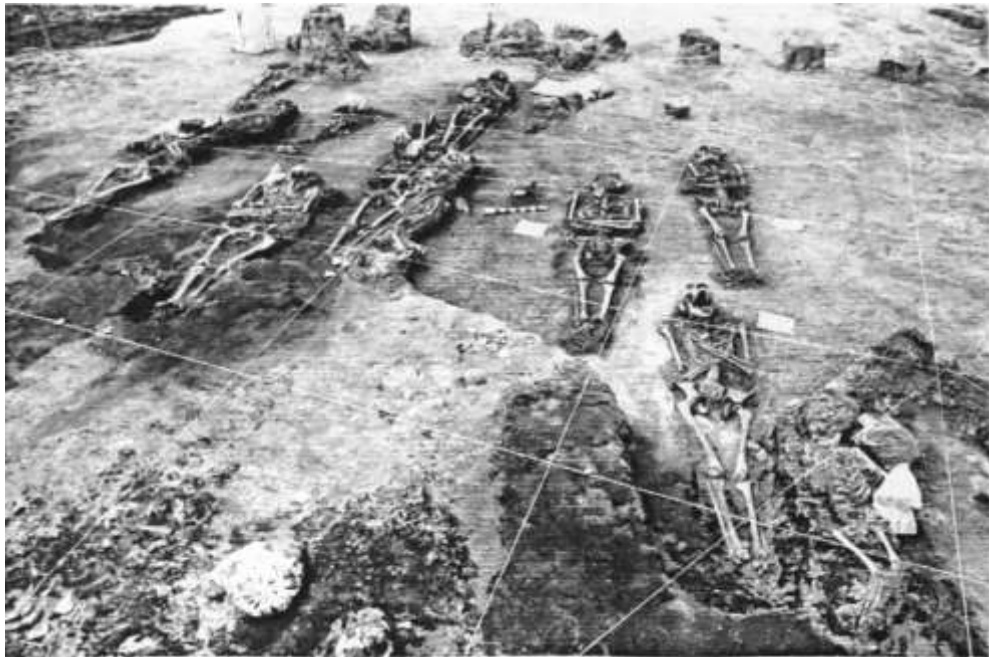


Figura 12. Entierros recuperados en la excavación de la unidad 64 (Ávila 1995).

El proceso de excavación se realizó de forma extensiva en el área de concentración de los entierros hasta que todos fueron removidos, este proceso puso al descubierto las distintas etapas de la ampliación de la plataforma del Posclásico tardío, así como la presencia de un “depósito formado por un sedimento arcilloso con un alto contenido de material orgánico y lítica de origen cultural” que se encontraba debajo de la superficie de la primera etapa de la plataforma, denominada Capa-IVB (Ávila 1995:267). Este estrato se trataba de un contacto entre la etapa de ocupación del Posclásico tardío y “Precerámico”.

A partir de la denominada capa IVB, la estrategia de excavación realizada por Ávila fue la realización de dos calas ubicadas en la parte central en los restos del montículo, la primera en eje norte-sur y la segunda de manera perpendicular a la primera (Figura 13).



Figura 13. Calas establecidas posteriormente a la remoción de los restos humanos (Ávila 1995:79)

La Capa-V fue descrita como una capa compuesta de arcilla gris oscura de textura granulosa con gran cantidad de diminutos fragmentos de carbón que le dan coloración oscura, la capa:

“Se caracteriza por que recuperamos, a través de cribar casi todo el estrato, muchísimos restos orgánicos entre fragmentos pequeños y grandes de huesos de animales. Caparazones de tortuga, semillas, etc., junto con abundante material de microlitos, lascas, artefactos de obsidiana gris, artefactos de basalto, etc.” (Ávila 1995:17-18).

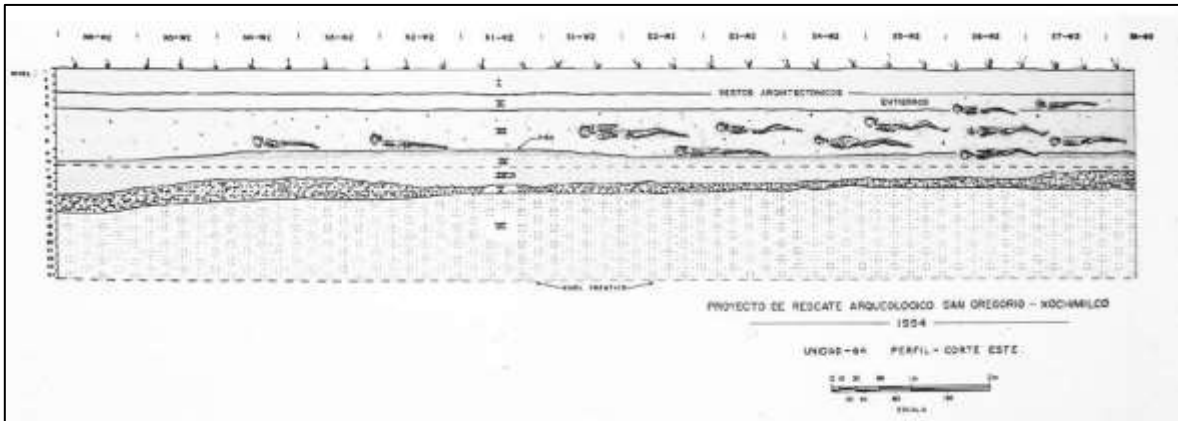


Figura 14. Secuencia estratigráfica de la unidad 64. La ocupación Precerámica corresponde a la capa V (Ávila 1995).

De acuerdo con las observaciones realizadas por Ávila, el islote era una gran duna que se formó durante alguna época de sequía, que fue ocupado por un grupo del Precerámico durante un periodo de mejoramiento climático, en un tiempo posterior a la ocupación del sitio de San Vicente Chicoloapan, alrededor del tercer milenio antes de cristo (Ávila 1995). Con base al análisis del material lítico recuperado en la ocupación Precerámica de El Japón, Ávila establece una cronología relativa más acotada para dicha ocupación, ubicando a la primera ocupación del sitio rededor de 2500 aC y 2000 aC, concluyendo que el sitio se sitúa dentro de la Fase Zohapilco (Ávila 1995), la cual se trata de la segunda fase de ocupación del sitio de Zohapilco excavado por Niederberger (1976).

En 2013 y 2015 Acosta, Pérez y Arroyo (2014), realizaron excavaciones en dos unidades en San Gregorio, unidades A y B (Figura 15). Las excavaciones permitieron identificar que el sitio de San Gregorio fue habitado durante el Holoceno medio por grupos que tuvieron acceso a una gran variedad de recursos lacustres, como aves, peces, anfibios y reptiles; que les permitió solventar sus necesidades básicas. También tuvieron acceso recursos de zonas ribereñas y pie de monte, así como materias primas líticas como la obsidiana, el basalto y la calcedonias, con las que elaboraron instrumentos (Acosta, Pérez y Arroyo 2014:248-259; García, *et al.* 2014; McClung y Acosta 2015:306-309).

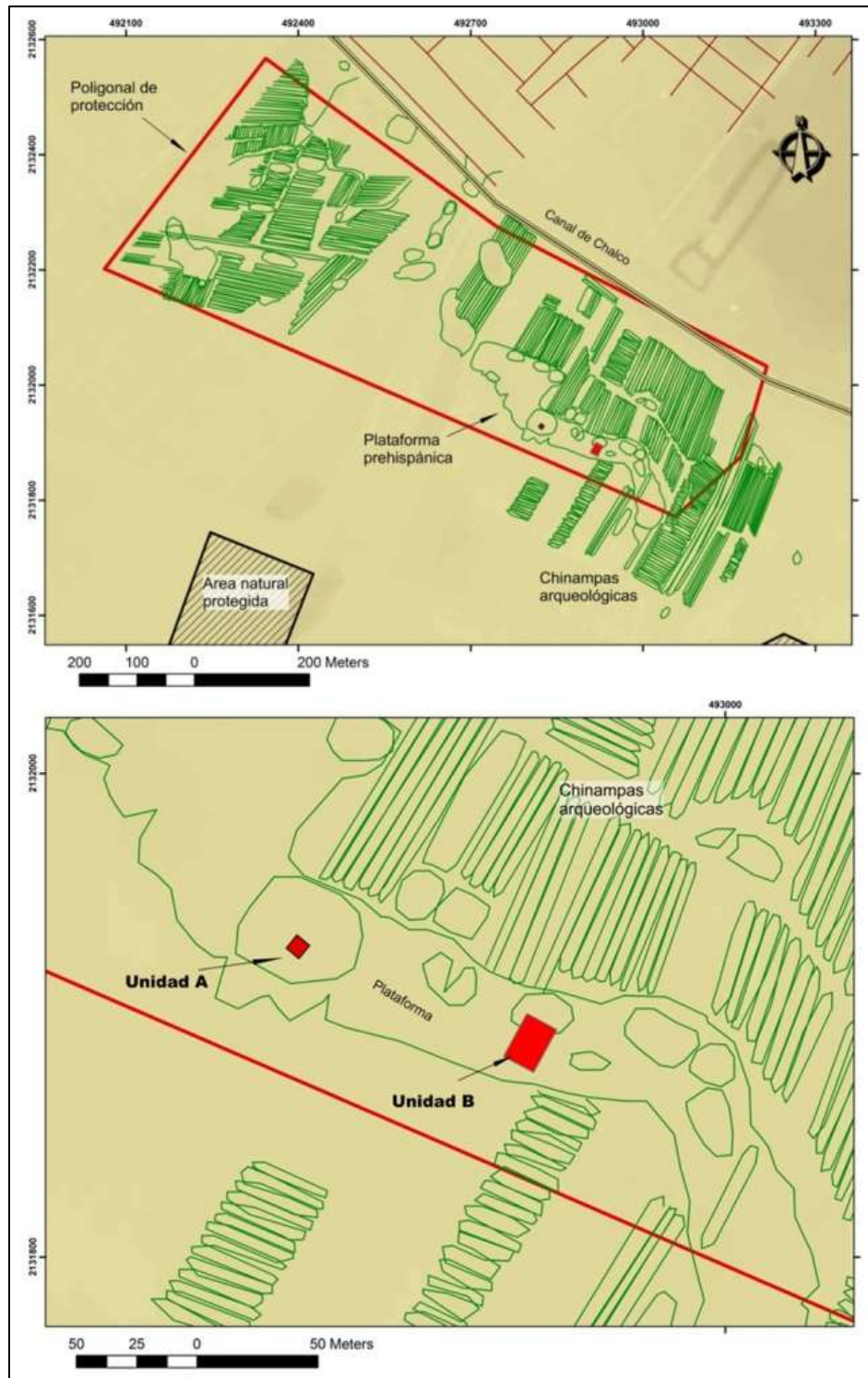


Figura 15. Plano general del sitio de San Gregorio con la ubicación de las chinampas posclásicas y la poligonal de protección del sitio, INAH (izquierda); ubicación de las unidades de excavación (derecha). Mapas realizados con los datos de Carlos González (1996) y con base en el Modelo Digital de Elevación INEGI, DATUM: WGS84 (Acosta, *et al.* 2014:158-159).

Proyecto Poblamiento, Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México: excavaciones en San Gregorio

Como parte del proyecto Poblamiento, Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México (PAISA-CdM), se escavó el sitio de San Gregorio para ubicar las ocupaciones humanas presentes de manera cronológica y evaluar las características tecnológicas, de subsistencia y paleoambientales. A partir de ello, conocer el rol que jugaron las primeras comunidades sedentarias en el desarrollo de la agricultura y de la llamada complejidad social (Acosta y McClung 2014).

Los primeros trabajos del proyecto PAISA-CdM en San Gregorio se llevaron a cabo durante el año de 2013, y consistieron en levantamientos topográficos y fotogramétricos para conocer el grado de afectación del sitio debido a la construcción del distrito de riego (Acosta, *et al.* 2015). Se ubicaron los límites de la antigua plataforma, así como los remanentes de las paleochinampas (Figura 16). En ese mismo año se iniciaron las excavaciones en dos áreas: Unidad A y Unidad B, las cuales se continuaron hasta el 2015.

La Unidad A presentó una secuencia estratigráfica y ocupacional preservada, es por ello que para este estudio únicamente me centré en el análisis de los materiales de dicha unidad. La unidad B es una zona que resultó afectada por la construcción del distrito de riego en 1993, por lo que la ocupación del Holoceno medio afloraba de forma superficial y se encontraba mezclada con materiales del Posclásico tardío. Sin embargo, la unidad B brindó la oportunidad de conocer la secuencia estratigráfica de los últimos 15 mil años, hasta las primeras ocupaciones del sitio.

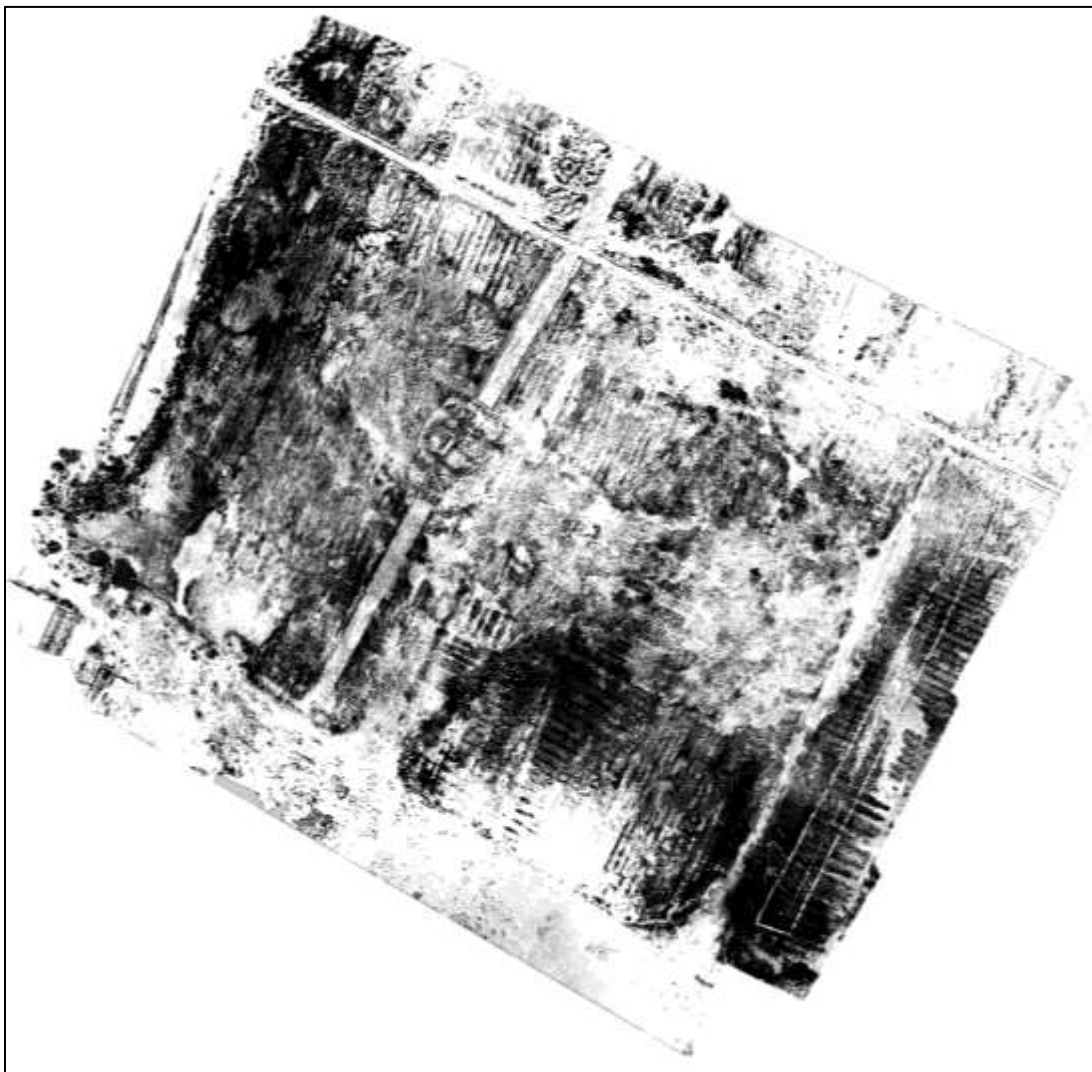


Figura 16. Rasgos resaltados mediante el análisis índice normalizado de vegetación a partir de fotografías infrarrojas (Acosta, *et al.* 2015:3). En la imagen se pueden observar los restos chinampas prehispánicas, así como la plataforma habitacional.

Excavación y registro de materiales de la Unidad A

La unidad de excavación A se ubica en la zona más conservada del sitio, adyacente a las calas realizadas por Raúl Ávila. Antes de la excavación se realizó un registro detallado de la estratigrafía expuesta por las calas para conocer las unidades estratigráficas que componían la Unidad A, y así poder hacer las correlaciones con la estratigrafía que obtuvo Ávila (1995).

Para el control horizontal de la excavación y las áreas de muestreo, se estableció una retícula que subdividía la unidad en cuarenta y nueve cuadros de un metro por un metro, a cada uno de los cuadros de excavación se le asignó una nomenclatura de acuerdo a un eje “norte-sur” y un eje “este-oeste”, iniciando en la porción suroeste (cuadro N1E1), y concluyendo en la porción noreste (cuadro N7E7). Debido a que el área de excavación siguió la orientación de las calas realizadas por Ávila (1995), es decir, siguiendo un eje de 45° al este con respecto del norte magnético, el eje norte-sur de la excavación se estableció a partir de un norte falso compensando la desviación de las calas (Figura 17).



Figura 17. Ubicación de la unidad de excavación A, la cual se estableció siguiendo los ejes de las calas realizadas por Raúl Ávila, imagen modificada de Ávila (1995:79).

Con ayuda de una estación total georeferenciada mediante el Datum WGS84 (World Geodetic System), zona 14Q, con un sistema de coordenadas UTM, se obtuvieron las coordenadas de los límites del área de excavación en sus ejes X, Y y Z; y se realizó el registro de los materiales, rasgos, pisos de ocupación y secuencias estratigráficas del área, creando una base de datos robusta para la elaboración de un Sistema de Información Geográfica (SIG) del sitio y de la excavación.

Los materiales recuperados fueron registrados de forma individual y descritos en una lista de materiales, la cual contenía los datos mínimos necesarios: tipo de material, cuadro, capa nivel y fecha. Una vez registrados los materiales, fueron embalados y agrupados en: hueso, lítica, material orgánico, concha, cerámica y otros, para su posterior análisis en laboratorio.

Para el registro de las superficies de cada nivel se empleó un vehículo aéreo no tripulado (dron), equipado con una cámara fotográfica que registró imágenes cada dos segundos. Mediante fotogrametría, se realizaron modelos digitales de elevación, ortofotografías e imágenes tridimensionales de cada una de las Capas y Niveles de excavación, con los cuales se realizaron mapas de distribución de los materiales sobre los pisos de ocupación (Figura18).

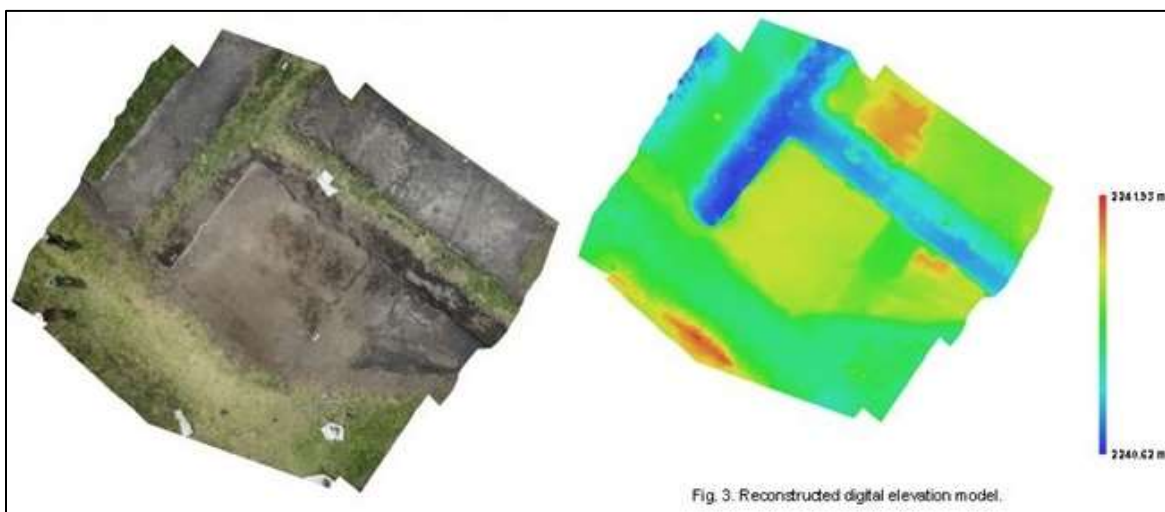


Figura 18. Ortofotografía (izquierda) y Modelo Digital de Elevación (derecha) a partir de fotogrametría. Modelos laborados por Víctor Hugo García y Guillermo Acosta.

Capas y niveles de excavación

A continuación se describen las Capas y los Niveles excavados en la unidad A, también se presentan los fotoplanos de la distribución de los materiales recuperados en cada uno de los niveles. Cabe señalar que la ocupación más intensa en el sitio se encuentra registrada en el segundo nivel de la capa III. Posiblemente este mismo estrato es el que Parsons, *et al.* localizaron durante sus excavaciones en 1981 (Parsons, *et al.* 1985).

Capa I Nivel 1

Se trató de la capa más superficial, representa la primera etapa de la construcción de la plataforma del Posclásico tardío, está formada por arcillas muy compactas. En esta capa se recuperó una baja densidad de materiales de hueso, obsidiana y una pesa de plomo (Figura 19).

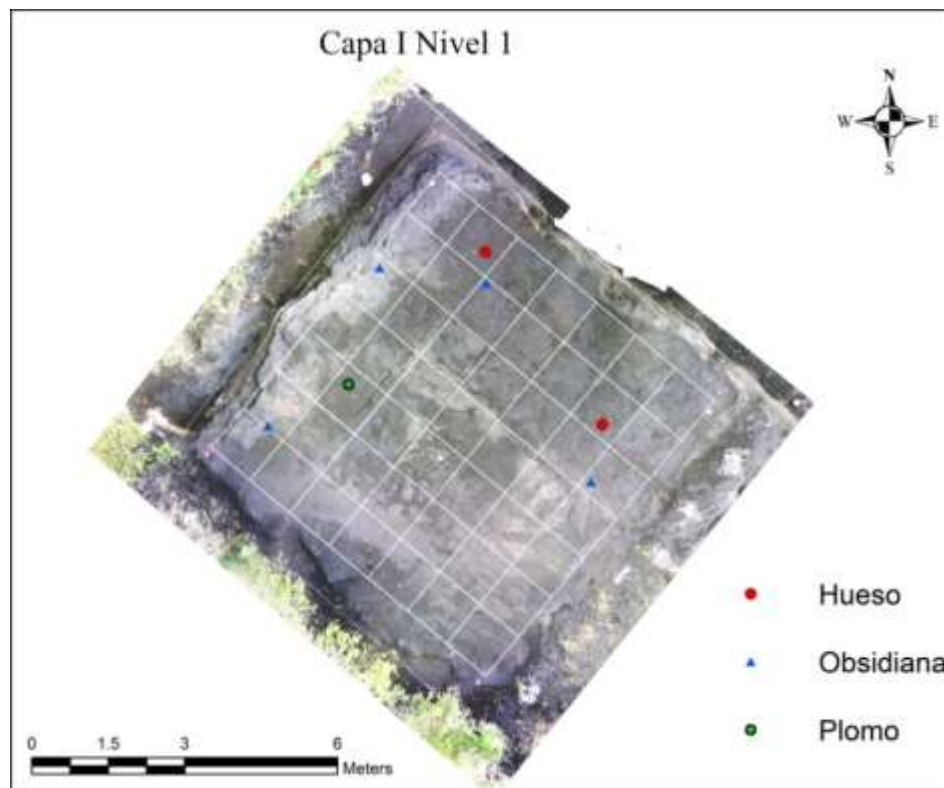


Figura 19. Fotoplano de la Capa I Nivel 1 (Acosta, *et al.* 2014:180)

Capa II Niveles 1 y 2

Se trató de una capa de transición entre la ocupación del Holoceno medio y del Posclásico tardío. La capa está formada por limos y arcillas muy compactos con un contenido considerable de arena y cenizas volcánicas. En esta capa se recuperaron materiales arqueológicos de basalto, obsidiana, calcedonia y hueso, aunque estos últimos en proporciones bajas (Figura 20).

Capa III Niveles 1 y 2

Se trató de una capa en donde se registró una intensa ocupación. La capa está formada por limos y arcillas muy compactas, y con un bajo contenido de arenas y un alto contenido de carbón. En el nivel 2 de ésta capa se encuentra la mayor proporción de materiales arqueológicos, en su mayoría lascas de obsidiana gris, seguidas de artefactos de basalto y, en menor proporción calcedonias; así también hay una presencia muy alta de restos de aves, de escamas de peces, de ajolotes y de caparazones de tortugas (Figura 21).

Capa IV-A Nivel 1

Se trató de una capa con un solo nivel que representa la transición entre la Capa III y la Capa IV-B. La capa está compuesta de arcilla y arena y presenta menor cantidad de restos de fauna y carbón que la anterior. El material lítico recuperado también es menor en relación a la capa anterior, y se puede observar una disminución en la preferencia de las obsidianas. El basalto pasa a ser la materia prima predominante (Figura 22).

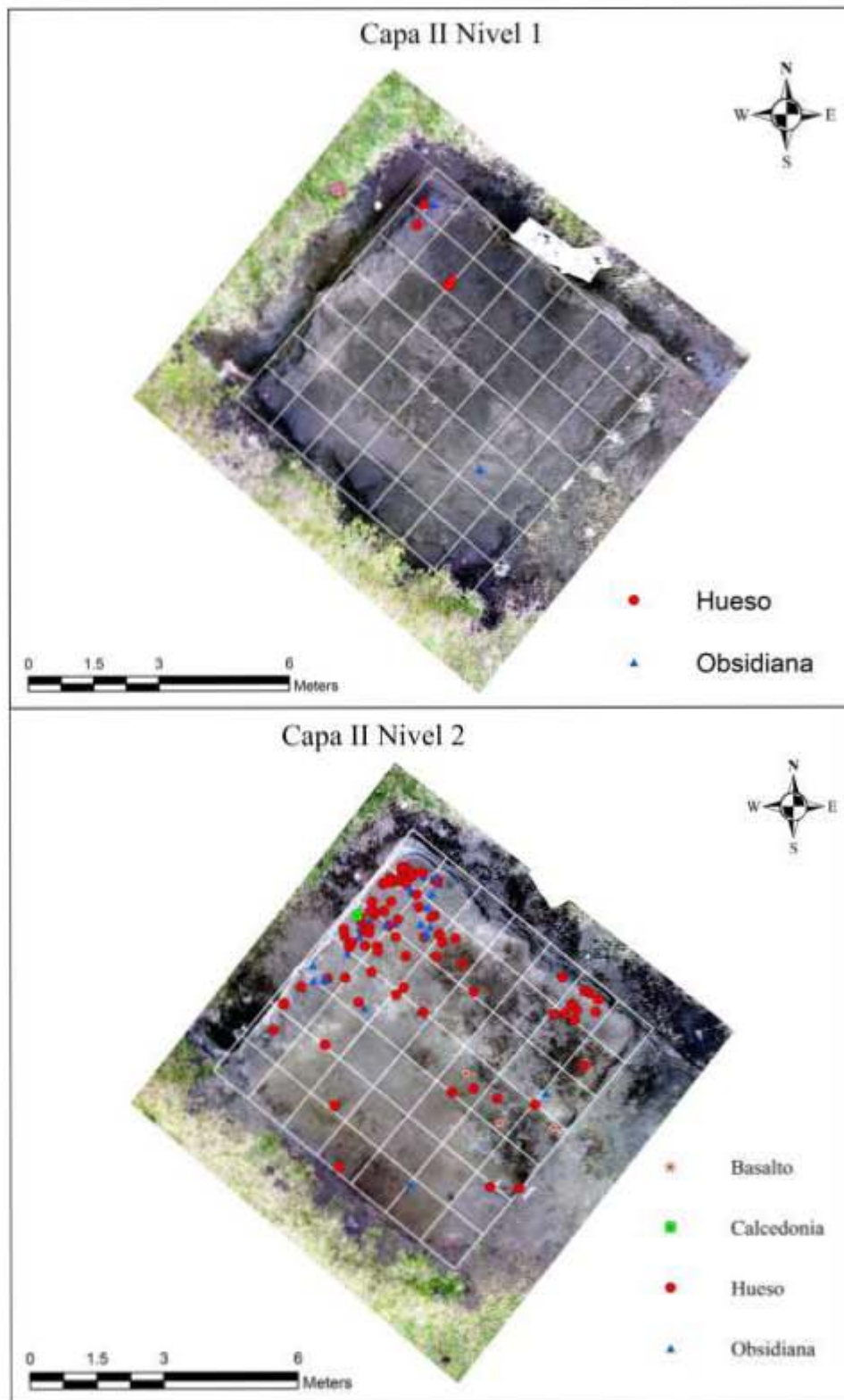


Figura 20. Fotoplano de la Capa II Niveles 1 y 2 (Acosta, *et al.* 2014:182-183).

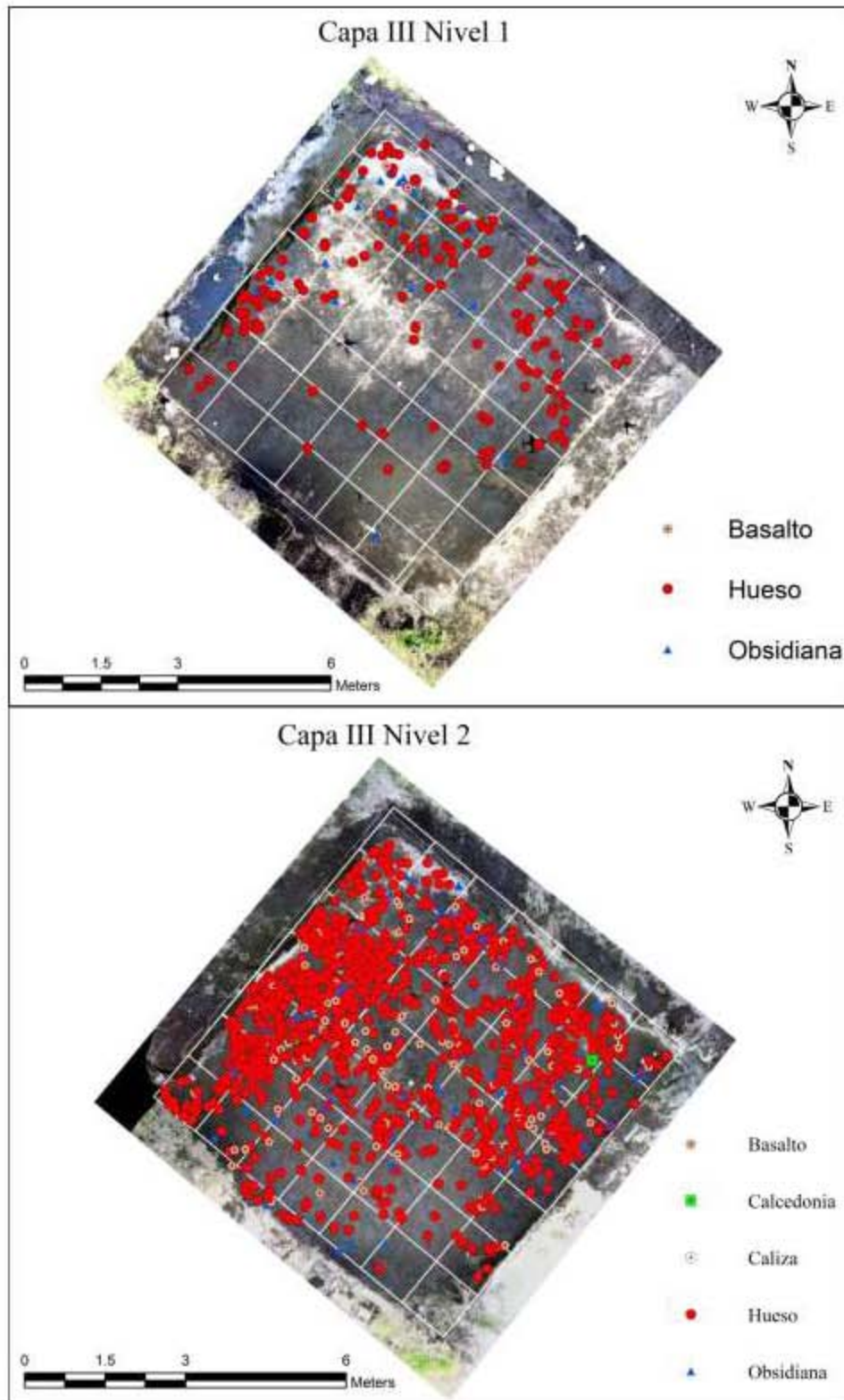


Figura 21. Fotoplano de la Capa II Niveles 1 y 2, las cuales corresponden a la ocupación del Holoceno medio (Acosta, *et al.* 2014:185-186).

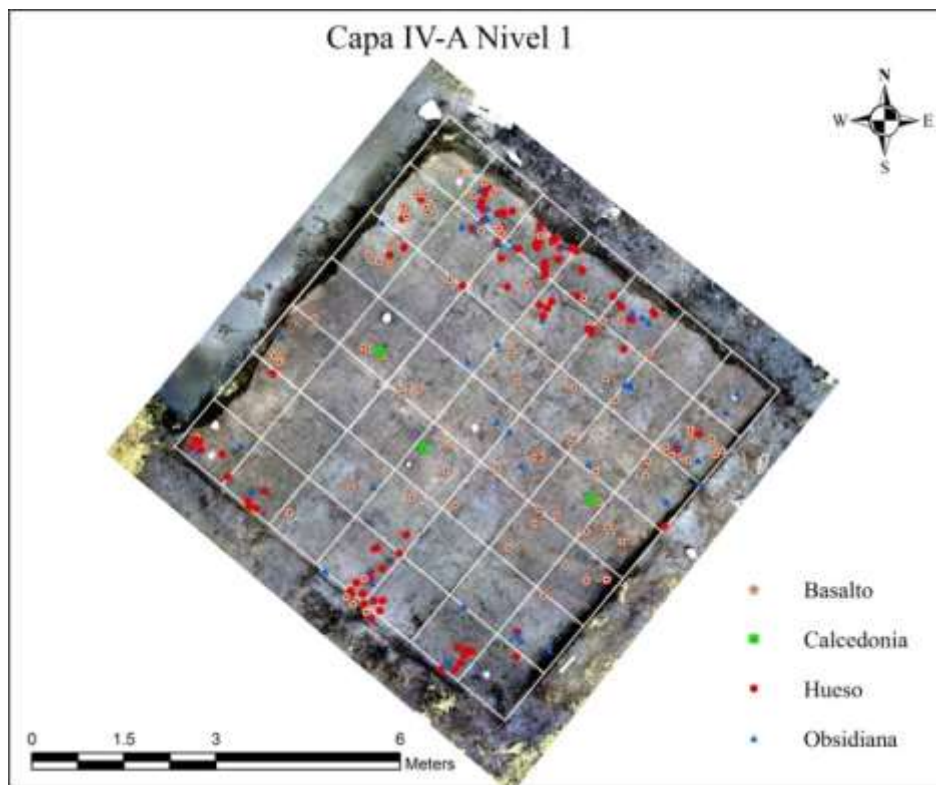


Figura 22. Fotoplano de la Capa IV-A Nivel 1 (Acosta, *et al.* 2014:188).

Capa IV-B Niveles 1, 2, 3 y 4

Se trató de una capa representada en cuatro niveles. La capa está compuesta principalmente de arena y limo. El material lítico recuperado es menor con relación a la capa anterior, el basalto resultó ser el material lítico predominante, destacando dos manos de metate. Hay una baja presencia de obsidianas, y el número de artefactos en calcedonia es el mayor con relación a todas las capas descritas (Figura 23). En esta capa también se recuperó un bifacial de grandes dimensiones (diecisiete centímetros de largo) elaborado en sílex.

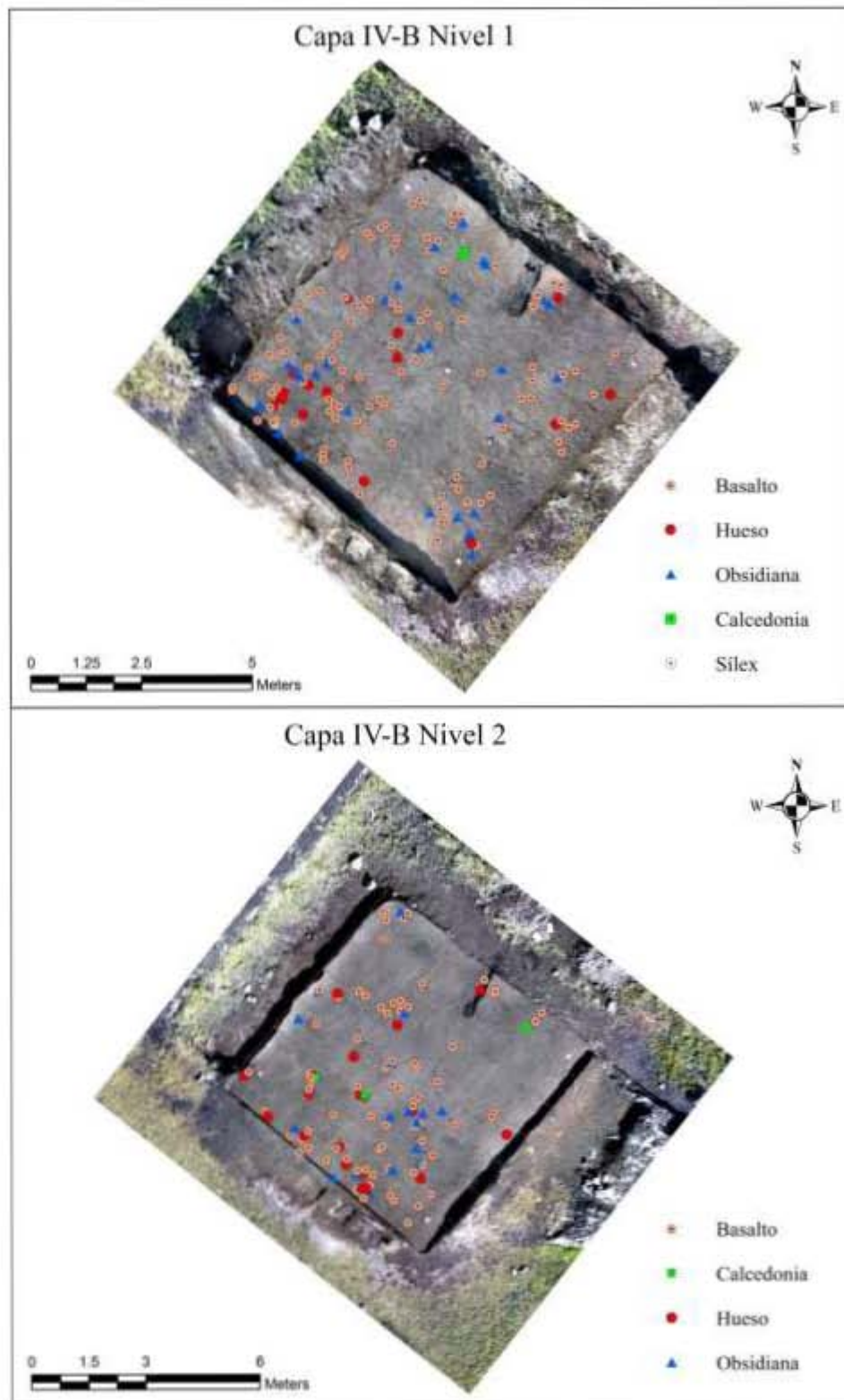


Figura 23. Fotoplano de la Capa IV-B Niveles 1 y 2 (Acosta, García, *et al.* 2014:189-191).

La información proveniente de los análisis de química de pisos indicó que las mayores concentraciones de ácidos grasos, residuos de proteínas, carbohidratos, fosfatos, carbonatos y PH se encuentran en las capas denominadas III Niveles 1 y 2, así como en la capa IV-A Nivel 1. También se pudieron reconocer, a partir del análisis de PH, distintos elementos como posibles fogones (n=6) en distintas zonas de la capa III Nivel 1 (Acosta, *et al.* 2017).

Se puede concluir que en las capas III nivel 1 y 2 así como en la Capa IV-A Nivel 1 se desarrollaron actividades humanas de forma recurrente e intensiva, lo cual concuerda con el registro de los materiales líticos y faunísticos. Por lo que se concluye que el antiguo islote se encontraba habitado de forma permanente, al menos en la ocupación que se presentan en la Capa III Nivel 1 y 2.

Los estudios realizados por Blancas (2017), Martínez (2017), Martínez, *et al.* (2017) y Rodríguez (2017), han aportado datos para identificar que: a) el medio lacustre fue ampliamente explotado por los habitantes del islote para obtener los elementos que le permitieron reproducir la fuerza de trabajo (alimentos, materias primas); b) probablemente las zonas ribereñas y de pie de monte brindaron otros recursos que no se encontraban disponibles en el islote (recursos alimenticios, combustibles y materias primas). En la Tabla 3 se enlistan de manera resumida estos elementos.

Tabla 3. Elementos producidos y consumidos en San Gregorio,

Tipo de Análisis*	Nombre común	Uso
Fitolitos	Tule	Materia prima, alimenticio
Fitolitos	Junco	Alimenticio, cosmético, perfumería, medicamento, combustible, etc.
Arqueozoología	Tuza	Alimenticio
Arqueozoología	Patos**	Alimenticio
Arqueozoología	Gaceta Grande	Alimenticio
Arqueozoología	Cigüeñela de cuello negro	Alimenticio
Arqueozoología	Meteorito	Alimenticio
Arqueozoología	Rata algodonera	Alimenticio
Arqueozoología	Venado Cola blanca	Alimenticio, elaboración de instrumentos
Arqueozoología	Pecarí de collar	Alimenticio
Arqueozoología	Tejón o Tlacoyote	Alimenticio
Arqueozoología	Mapache	Alimenticio
Arqueozoología	Tortuga de pantano	Alimenticio
Arqueozoología	Ajolote	Alimenticio
Arqueozoología	Rana	Alimenticio
Arqueozoología	Posible Lince	Alimenticio, elaboración de instrumento
Arqueozoología	Pez	Alimenticio, elaboración de instrumento
Almidones	Maíz***	Alimenticio
Almidones	Chile	Alimenticio
Almidones	Tomate	Alimenticio
Almidones	Frijol	Alimenticio
Almidones	Camote	Alimenticio
Macrorestos	Romeritos	Alimenticio
Macrorestos	Pez Blanco	Alimenticio
Macrorestos	Serpiente de agua	Alimenticio

*En los distintos análisis se han reconocido las mismas especies vegetales o animales, sin embargo, sólo se mencionan una vez para evitar las repeticiones en la tabla.

**En el estudio de Blancas (2017) se identificaron siete especies de patos, por motivos de espacio se presenta aquí de manera sintetizada con el nombre genérico de pato.

*** Se encuentra presente únicamente en la capa III.

Dataciones

La unidad A cuenta con siete dataciones de radiocarbono (Figura 24), las cuales corresponden a tres estratos de ocupación del Holoceno medio. Cabe destacar que dentro de la secuencia cronológica de esta unidad, se ha detectado una incongruencia con una de las dataciones en la capa IVA, la cual había arrojado una edad de 6000 años aC, pero ésta es anterior a la capa IVB cuya cronología se encuentran alrededor de los 5000 años aC. Una posible explicación podría encontrarse en el propio dinamismo del contexto, por ejemplo el transporte por bioturbación. Futuras dataciones permitirán refinar la secuencia.

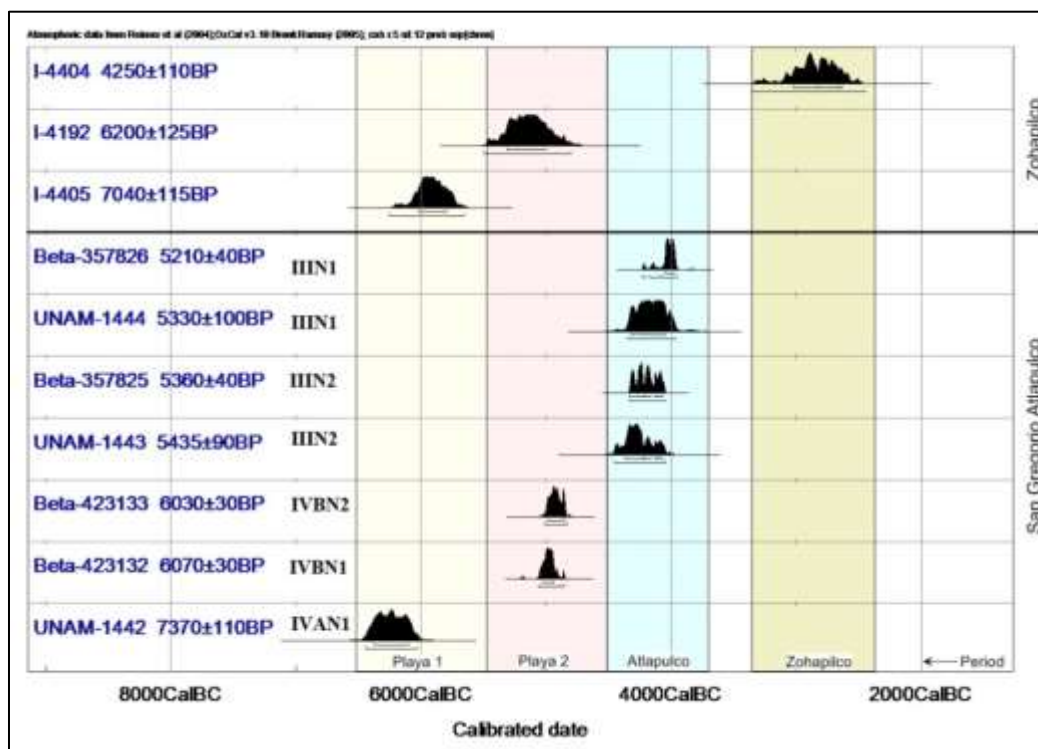


Figura 24. Secuencia cronológica de la unidad de excavación A, en contraste con la secuencia cronológica del sitio de Zohapilco excavado por Niederberger (1976), elaborado por Guillermo Acosta.

Las dataciones de la capa IVB ubican al sitio como contemporáneo a la ocupación de Zohapilco en el periodo nombrado por Niederberger como subfase Playa 2, con una edad alrededor de 5000 años aC. La ocupación de San Gregorio se continúa hacia el 4000 aC, periodo al que se le ha nombrado Fase Atlapulco, mientras que el sitio de Zohapilco carece de una ocupación en ese periodo (Niederberger lo designa como un hiatus). Zohapilco tiene una reocupación alrededor del 3000 aC, fase nombrada por Niederberger como Zohapilco.

Estos datos sitúan a San Gregorio dentro del periodo comprendido dentro del Holoceno medio, y en un periodo en el que Niederberger reconoce un proceso de sedentarismo, así como el probable cultivo incipiente en la Cuenca de México (Niederberger 1976).

El contexto paleoambiental

Las características climáticas que rigen el periodo comprendido entre el 6000 al 4000 aC, en la Cuenca de México aún se encuentran en discusión. Los estudios palinológicos actuales son controversiales al momento de realizar interpretaciones paleoclimáticas (Ludlow-Wiechers, *et al.* 2005:318) y mucha de la información sobre el periodo aún está por clarificarse (Metcalfe, *et al.* 2000). Por lo tanto, resulta confusa la interpretación climática de este periodo para comprender el desarrollo de las sociedades aldeanas y el sedentarismo.

González-Quintero y Fuentes-Mata observan que entre el 8000 y 5000 años Ap en el lago de Texcoco, al norte de la Cuenca de México, las condiciones climáticas eran secas y cálidas; y que para el 5000 y 1500 hubo un aumento de *Cheno-Ams* con una reducción de polen arbóreo, interpretado como evidencia de actividad agrícola (González-Quintero y Fuentes-Mata 1980). Lozano-García y Ortega Guerrero, al comparar datos de Chalco y Texcoco, observan un aumento de en la precipitación durante el Holoceno temprano y medio sin prevalencia de un clima húmedo y con presencia de polen de *Quercus*, *Alnus* y *Abies* (Lozano-García y Ortega-Guerrero 1998:91)

Por otro lado, en Tlapacoya, González-Quintero menciona que entre el 7500 y 4600 se ha registrado un bosque de *abies* asociado a un clima templado húmedo (González-Quintero 1986), con temperatura media de 20°C y una precipitación anual de 1400mm (Niederberger 1976:249-250). Niederberger, por su parte, propone que del cuarto al tercer milenio aC hay un florecimiento biótico en Zohapilco, lo que permitió a los habitantes del lugar explotar una variedad de recursos de zonas lacustres como peces, ajolotes, tortugas, anátidos y otras aves que conformaron la dieta principal y que fueron complementados con gramíneas, plantas silvestres de zonas riparias, mamíferos y frutos provenientes de la zona de bosque (Niederberger 1976).

Los datos obtenidos por Niederberger coinciden con los observados en San Gregorio, pues para la Fase San Gregorio (Capa III) se ha identificado una gran diversidad de fauna lacustre como peces, ajolotes, charales, ranas, tortugas, y una gran variedad de aves acuáticas (Blancas 2017). Dentro de esta fase pudieron haber existido variaciones en el nivel lacustre, pues la presencia de moluscos de los géneros *Physella* (de cuerpos de agua perennes) y *Durangonella* (aguas someras con fondos lodosos) podrían ser indicativos de algunas fluctuaciones (Martínez 2017). La baja presencia de aves acuáticas en la capa IVB, en el periodo anterior a la Fase Atlapulco, podría estar sugiriendo una etapa de mayor sequía (Figura 25; Blancas 2017).

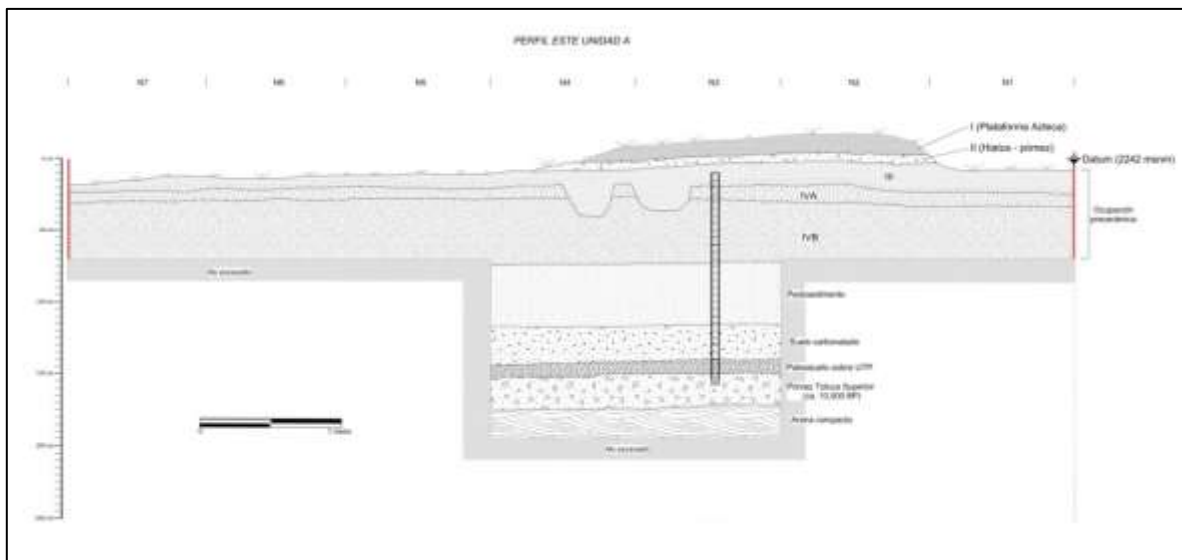


Figura 25. Secuencia estratigráfica del perfil este de la unidad de excavación A. (Elaborado por Guillermo Acosta).

Capítulo 3. El conjunto lítico de San Gregorio

El trabajo es la fuente de toda riqueza, afirman los especialistas en Economía política. Lo es, en efecto, a la par que la naturaleza, proveedora de los materiales que él convierte en riqueza. Pero el trabajo es muchísimo más que eso. Es la condición básica y fundamental de toda la vida humana. Y lo es en tal grado que, hasta cierto punto, debemos decir que el trabajo ha creado al propio hombre (El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre. Federido Engels 1981).

En el presente capítulo describo de manera general el conjunto lítico de San Gregorio, y de manera particular las características tecnológicas de los objetos elaborados en obsidiana. La finalidad del estudio tecnológico es el identificar la sistemática los momentos del proceso de talla, así como la forma de obtención de materia prima. El análisis tecnológico y de procedencia de los materiales líticos de basalto y calcedonia forman parte de una investigación que se encuentra en desarrollo, por tal motivo, únicamente me limitaré a hacer menciones generales al respecto. Cabe mencionar que algunos de los objetos de basalto han sido sometidos a extracción de microrestos para el estudio de fotalitos y de almidones (Martínez, *et al.* 2017; Rodriguez 2017), obteniendo los resultados mencionados en el capítulo precedente.

Para describir la lítica de obsidiana separé los artefactos tomando en consideración el tipo de tecnología involucrada en su fabricación, es decir, si fueron elaborados a partir de la talla o el pulido. No hubo artefactos fabricados a partir de pulido, por lo que sólo describo los manufacturados a partir de la talla.

Dentro del conjunto de San Gregorio, los artefactos correspondientes a la Capa I pertenecen al periodo Posclásico tardío y, aunque su análisis no resulta relevante en la presente investigación, los menciono para tener referencia del total de los objetos de obsidiana recuperados. Por otro lado, la capa II se encuentra en proceso de datación, por lo que no se puede ser muy concluyente en cuanto a su ubicación temporal.

En la última sección del capítulo hago una descripción morfológica de los objetos de obsidiana que se encuentran formalizados (puntas de proyectil y perforadores). Si bien, el objetivo final no es la de realizar clasificaciones tipológicas a partir de la morfología, éstas brindan un panorama general de las características de algunos artefactos, así como las tradiciones que en el tiempo y espacio se encuentran involucradas.

Aspectos generales de la lítica de San Gregorio

En las excavaciones de la Unidad A de San Gregorio se recuperó un conjunto de 962 objetos líticos, las materias primas representadas son: basalto de grano fino y vesicular, calcedonias y obsidiana. Las proporciones por capa y nivel indican que la materia prima predominante durante las primeras etapas de ocupación del sitio fue el basalto. Durante la Fase San Gregorio, las proporciones se invierten y hay mayor preferencia por el uso de obsidiana. La calcedonia es una materia prima que se encuentra presente de manera constante desde los primeros periodos de ocupación, no obstante, las proporciones son muy reducidas (Figura 26).

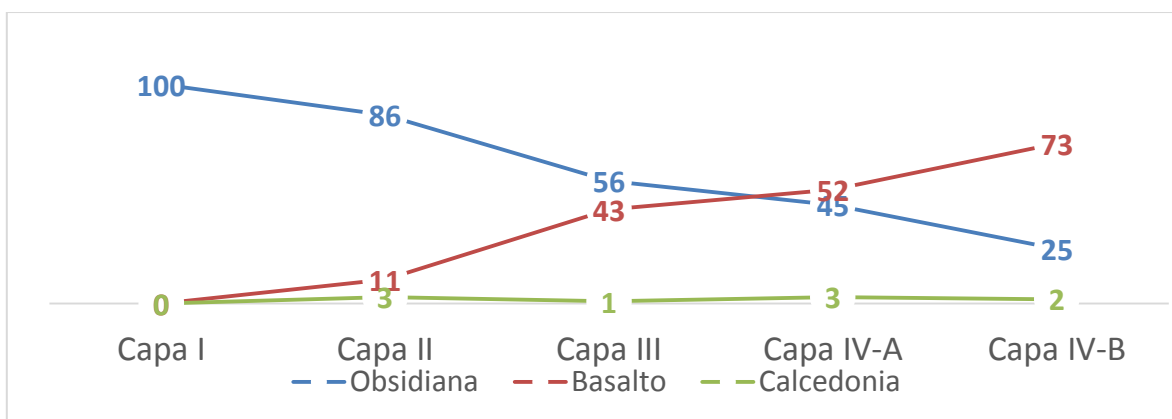


Figura 26. Porcentaje de materiales recuperados por materia prima, capa y nivel de San Gregorio.

Calcedonias

Los artefactos elaborados en calcedonia son lascas de pequeñas dimensiones con características similares a los elaborados en obsidianas, dentro del conjunto destaca la presencia de un perforador ubicado dentro del contexto de la Fase Playa (Figura 27). De acuerdo a las observaciones realizadas por Niederberger (1976), el lugar más próximo de donde podría proceder la calcedonia es la Sierra de la *Chichinautzin*, ubicado a una distancia menor a 10 km al sur de San Gregorio.

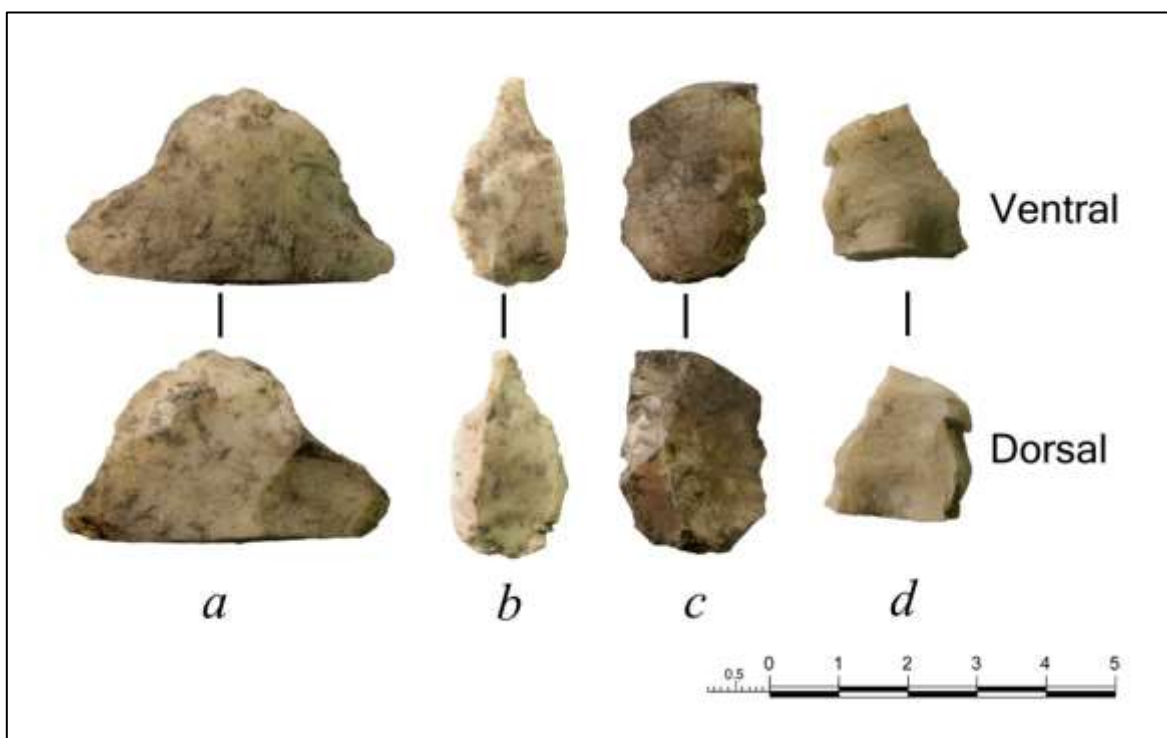


Figura 27. Objetos en calcedonia, a) y c) lascas (capa III-N2); b) perforador (capa IVA-N1); d) lasca (capa IVB-N2).

Basalto

Los objetos de basalto son los más abundantes durante las primeras etapas de ocupación del sitio (Fase Playa). Durante la Fase Atlapulco la presencia del basalto se vuelve secundaria, tomando mayor presencia la obsidiana. En su mayoría los objetos recuperados consisten en lascas de dimensiones relativamente mayores a las de las obsidianas.

Dentro del conjunto de artefactos de basalto destaca la presencia de tres manos de morteros muy formalizados, elaborados sobre basalto de grandes dimensiones. Dos de ellos, son de tipo cónico y provienen de la capa IVB-N (de entre 14 y 16 cm de largo), el restante es una mano tipo ovoide que se encuentra fragmentado en una de sus porciones, el objeto fue recuperado dentro de un elemento o intrusión que proviene de la capa IVB-N2 (Figura 28).

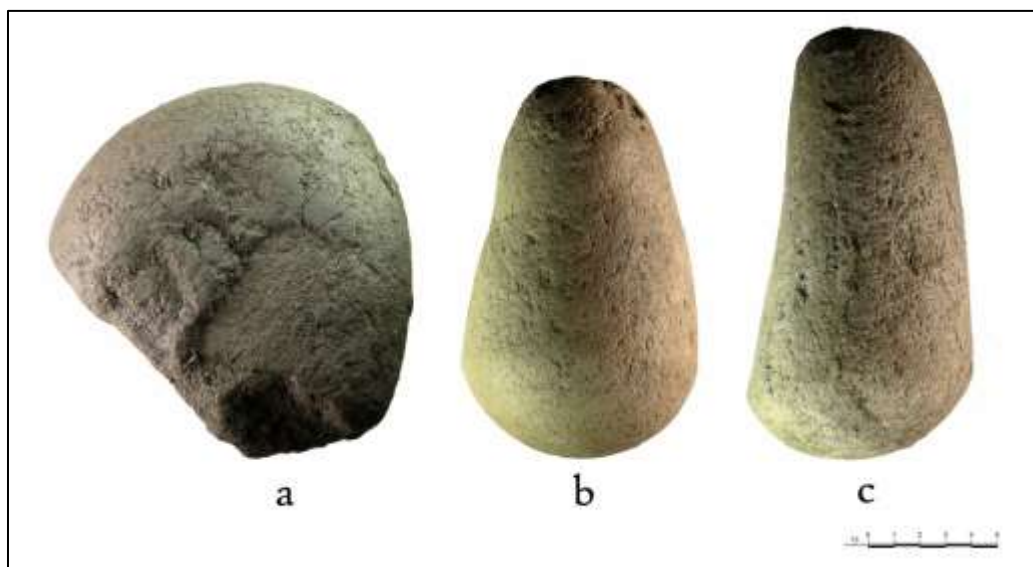


Figura 28. Manos de mortero elaboradas sobre basalto vesicular, a) mano ovoide de la Capa IVB-N2, b y c) manos cónicas de la Capa IVB-N1. Fotografía de Víctor Hugo García Gómez (Martínez, *et al.* 2017:242).

Clasificación tecnológica del conjunto lítico de obsidiana de San Gregorio

En esta sección detallo el análisis tecnológico, así como los resultados del análisis de la lítica de obsidiana de San Gregorio, a partir de los criterios de análisis descritos por Acosta (2008), y que han sido empleado en las distintas fases del proyecto PAISA para la descripción de los materiales líticos los cuales fueron separados en derivados de núcleos y Núcleos.

Derivados de núcleos: “Se refiere a las astillas de cualquier forma o tamaño desprendidas de un núcleo o matriz, con o sin astillamiento posterior” (Bate 1971:5). En este grupo se incluyen a las lascas y las láminas.

Núcleos: “Son nódulos de materia prima que han sido astillados para obtener lascas o láminas” (Bate 1971:8). En las caras o facetas del núcleo se presentarán los negativos de los últimos astillamientos.

Derivados de núcleos

Para describir las variables, se orientaron las piezas partiendo de un criterio tecnológico, para ello se determinó el eje de percusión basado en sus características distintivas como: las ondas de dispersión de energía, punto de percusión, bulbo, estrías producto del desprendimiento de la astilla, cono de percusión, negativo de lascados anteriores y presencian-ausencia de la superficie natural de la roca (Figura 29). Mediante la observación de estos rasgos se determinaron las caras de las piezas:

- a) Cara ventral: cuando no se encuentra trabajada o modificada, en la cara ventral se encuentran los siguientes rasgos: bulbo, estrías, escama o desportilladura bulbar y ondas.
- b) Cara dorsal: cuando no se encuentra trabajado o modificada, en la cara dorsal se encuentran los siguientes rasgos: presencia de lascados anteriores (negativos de los rasgos presentes en la cara ventral de las lascas anteriores) o superficie natural de la roca, ya sea de forma parcial o total.

Con base en los criterios anteriores, se distinguen los extremos de las piezas, diferenciándose entre:

- a) Extremo proximal: se ubica en el área en donde fue aplicada la fuerza para la extracción de la astilla, en él se encuentra el talón.
- b) Extremo distal: es el extremo más alejado de donde se aplica la fuerza para extraer la astilla, por lo que es opuesto al extremo proximal.

A partir de la orientación, según los criterios tecnológicos, se obtuvieron las dimensiones de las piezas considerando: a) el largo de las piezas, el cual se encuentra determinado por el eje de lascado de la pieza, del extremo distal al extremo proximal; b) la anchura de las piezas, determinada en relación al eje perpendicular al largo; c) el espesor de las piezas, obtenido en el punto de mayor grosor de la pieza tomada en forma perpendicular a su

longitud (Figura 30). En el caso de las piezas en las que no fue posible identificar las características tecnológicas para describir sus dimensiones, se empleó un criterio funcional, como es el caso de las puntas de proyectil, que describiré más adelante. En la Figura 31 se observa el total de las piezas de obsidiana analizadas.

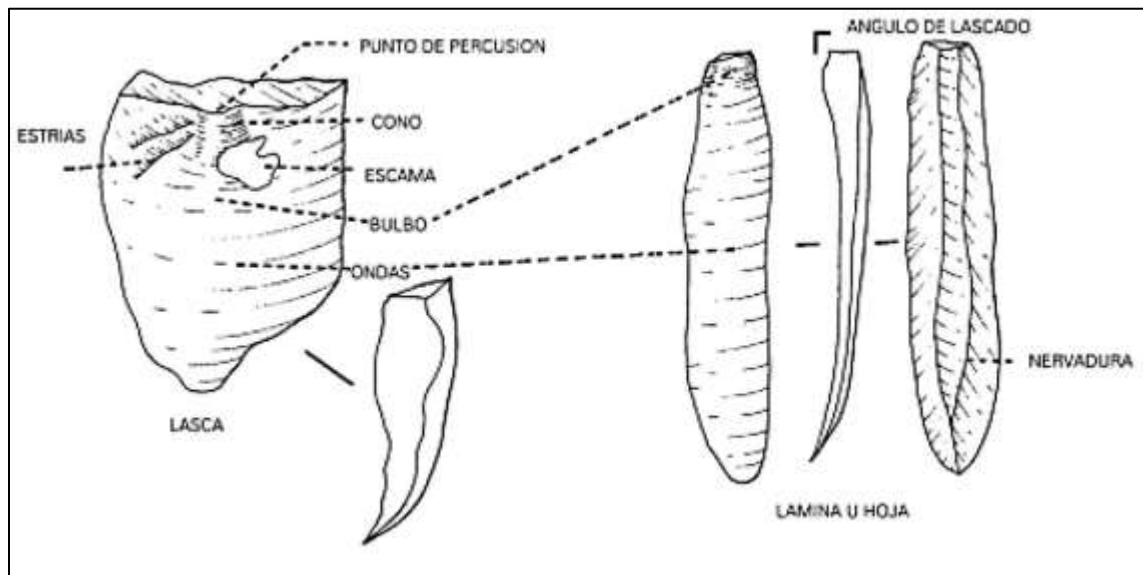


Figura 29. Morfología de lascas y láminas (Merino 1994:22).

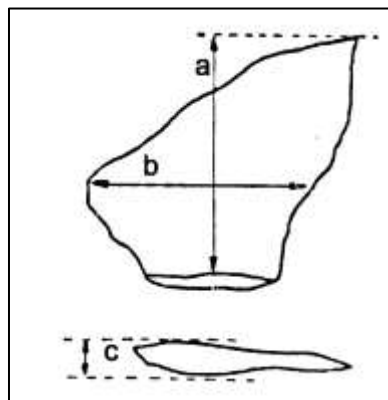


Figura 30. Normas para descripción de un derivado de núcleo: a) largo, b) ancho, c) espesor. (Orquera y Piana 1986:25).

Después de obtener las dimensiones, realicé la primera división de las astillas en lasca y lámina, las cuales se determinan con relación a las proporciones del largo y el ancho máximo de los objetos. En este sentido, las lascas se definen como aquellas astillas cuyo largo es menor a dos veces su ancho, mientras que las láminas se definen como astillas

cuyo largo es igual o mayor a dos veces su ancho (Bate 1971:5). De manera general, la tecnología de elaboración de láminas presenta cicatrices longitudinales en la cara dorsal que indican el desprendimiento de láminas anteriores (Bate 1971:5) siguiendo una secuencia definida y sistemática.

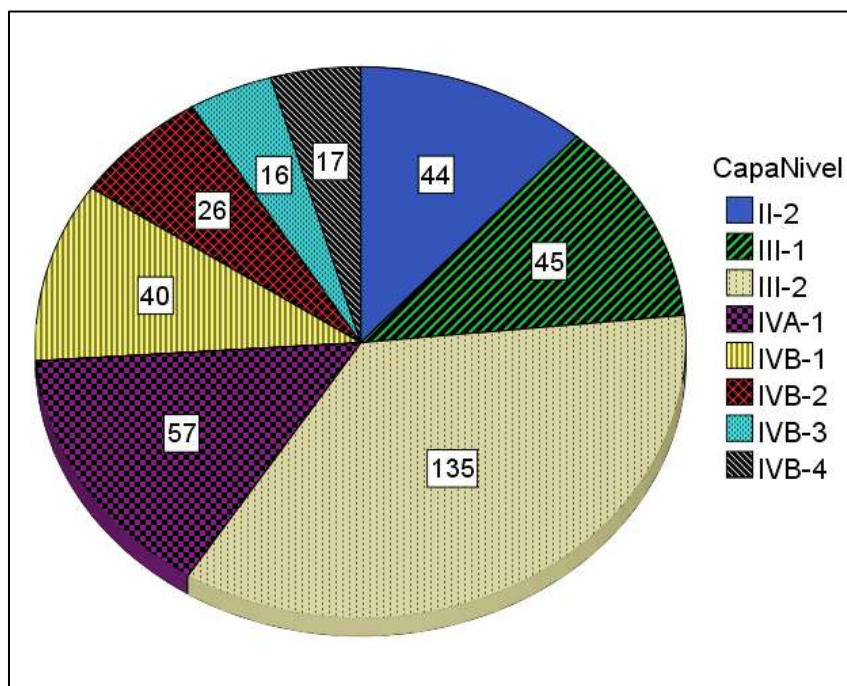


Figura 31. Número de objetos de obsidiana analizadas por capa y nivel.

Ancho de los artefactos: para todas las capas y niveles, el valor medio de las astillas se encuentra alrededor de 1.5 centímetros. En muy pocos casos hay medidas que estén entre los 3 y 4 cm, y sólo un caso, en la capa III nivel 2, presenta una medida que va más allá de los 4.5 cm (Figura 32). En Zohapilco el largo de las lascas de obsidiana tiene una media de alrededor de 2.2 cm (Niederberger 1976:60).

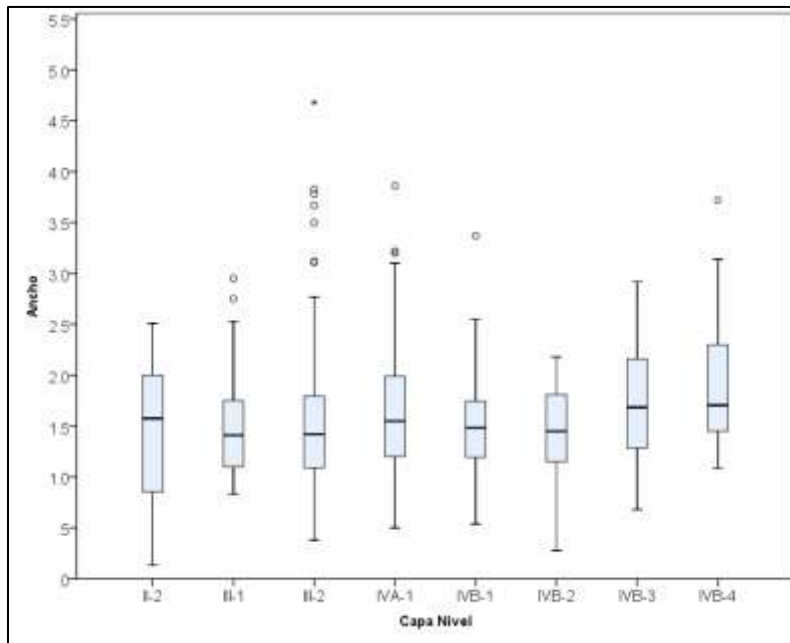


Figura 32. Anchos máximos y mínimos por capa y por nivel.

Largo de los artefactos: para todas las capas y niveles el valor medio de las astillas se encuentra alrededor de 1.5 cm. Sólo en dos casos en la Capa III Nivel 2 ocurren largos que van más allá de los 3.5 cm (Figura 33). En Zohapilco la media del largo de las lascas de obsidiana tienen una media que está alrededor de 2.3 cm (Niederberger 1976:60).

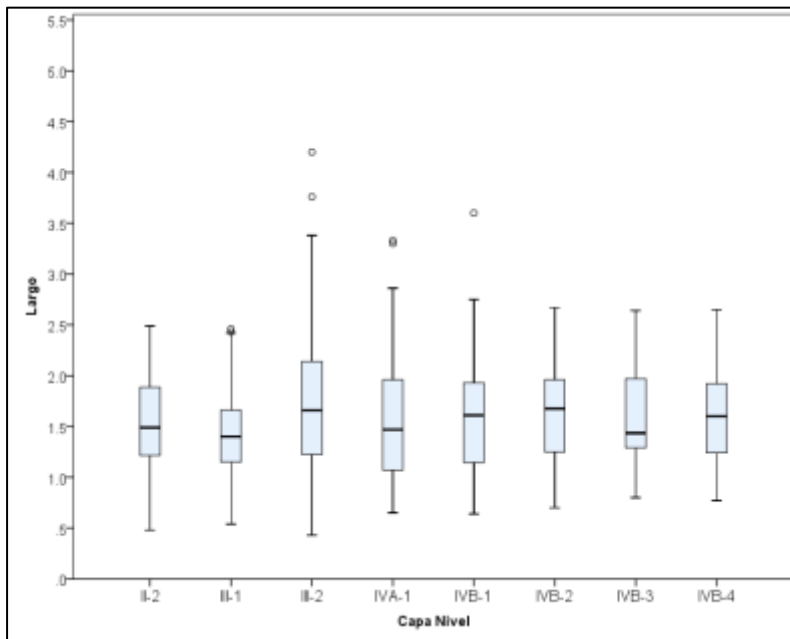


Figura 33. Largos máximos y mínimos por capa y por nivel.

De acuerdo con las descripciones de las obsidianas de San Gregorio, éstas son de dimensiones reducidas, pues el largo y el ancho en la mayoría de los casos no llega a ser de más de 3.5 cm, pocas llegan a rebasar estas medidas, sin ir más allá de los 5 cm. Las medidas promedio de largo y ancho se encuentran alrededor de 1.5 cm.

Las proporciones entre lascas y láminas indican que es regular el uso y preferencia de lascas en las distintas capas y niveles de San Gregorio, y que a pesar de la presencia de láminas éstas no llegan a tener tanta relevancia, como se puede observar en el recuento que se muestra en la Figura 34.

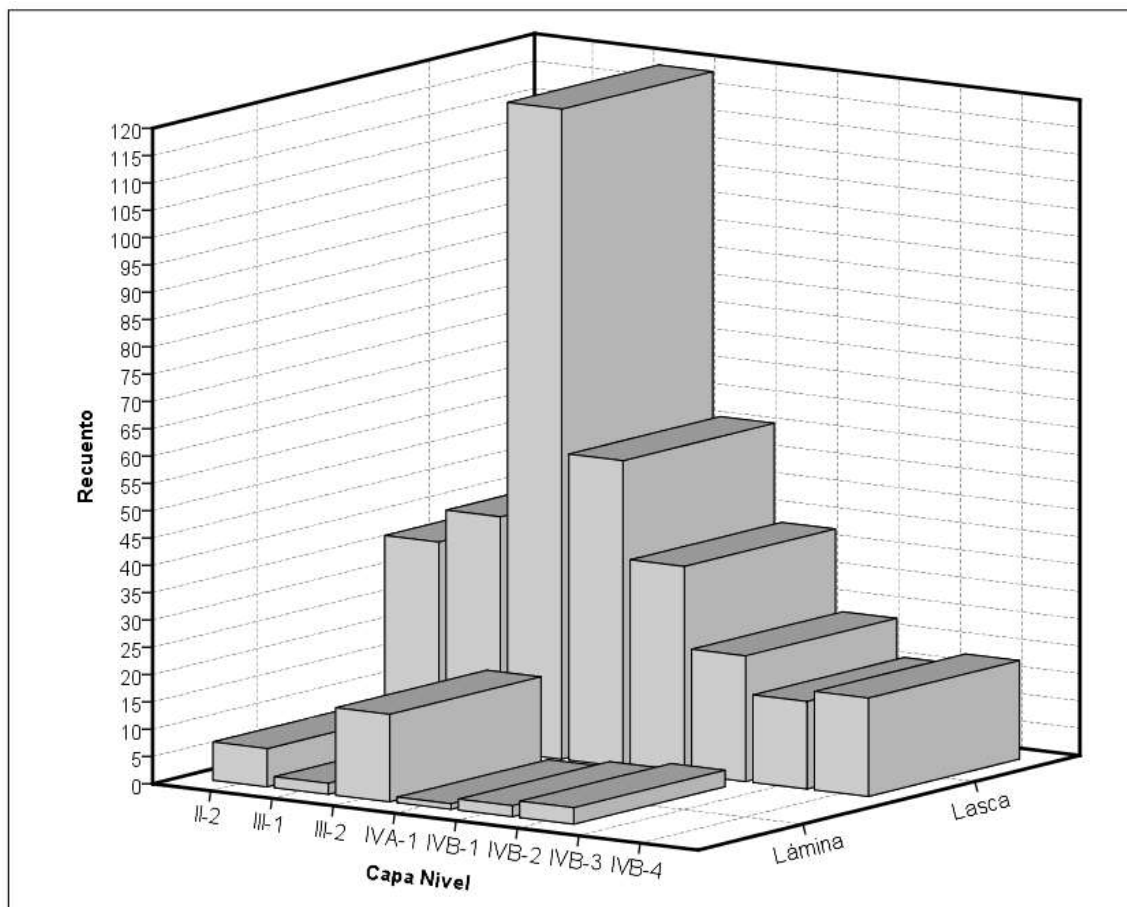


Figura 34. Recuento de lascas y láminas en las distintas capas y niveles de San Gregorio.

Orden de lascado. Evalué el orden de lascado para determinar si los objetos presentaban evidencia de la preparación de los núcleos en el sitio, discriminando entre lascas primarias,

es decir, lascas con corteza es su cara dorsal, ya sea de manera parcial o total; y lascas secundarias, es decir, el producto de la progresiva reducción del núcleo y que en su cara dorsal presenta cicatrices de astillamientos previos, son lascas con ausencia de corteza.

En el caso de la secuencia de obtención u orden de lascado, en su mayoría se tratan de lascas secundarias sin presencia de córtex. De los “lascados anteriores” se obtuvo información sobre las características de los astillamientos previos, en sentido de la cantidad de astillamientos que pueden ser observados en la cara dorsal de las lascas secundarias, así como de dirección en la que la energía fue aplicada para el desprendimiento de las astillas.

Presencia de Córtex: El córtex o corteza es un parámetro que indica la forma en la que están llegando las obsidianas al sitio. Las bajas proporciones en la presencia de corteza en las lascas y láminas analizadas (Tabla 4), la cual es similar a las del sitio de Zohapilco (Niederberger 1976), sugiere que existe una preparación previa de los núcleos de obsidiana, probablemente como actividad realizada en el sitio de colecta. Aunado a la baja proporción de corteza, y a la casi nula presencia de núcleos en el sitio, se refuerza la idea de la existencia de actividades de transformación de las obsidianas previas a su arribo al sitio, por lo que se podría sugerir que los objetos de obsidiana llegan al sitio ya transformados en forma de lascas de pequeñas dimensiones.

Tabla 4. Lascas con presencia de córtex por capa y nivel.

Capa-Nivel	Cantidad	Características
II-2	2	Lasca con corteza parcial
III-2	6	Lasca con corteza parcial
IVA-1	4	3 Lasca con corteza parcial, 1 con corteza sobre toda la cara dorsal
IVB-1	3	Lasca con corteza parcial
IVB-2	1	Lasca con corteza sobre toda la cara dorsal
IVB-3	3	Lasca con corteza parcial
IVB-4	3	Lasca con corteza parcial

De acuerdo con los datos obtenidos de la tecnología de talla, se puede determinar que al igual que en Zohapilco, la técnica de talla se desarrolló sobre distintos planos de percusión aprovechando la superficie dejada por las extracciones previas, observación que se puede realizar en el talón. El mayor porcentaje de los talones son lisos y se encuentran formados

sobre los negativos de lasqueados anteriores, mientras que la presencia de talones con presencia de córtex es muy baja, pero relevante, y refuerza la idea de que algunos de los objetos se elaboraron antes de llegar al sitio (Tabla 3).

Tabla 5. Aspecto del talón por capa y por nivel. Tipos de talón: 1.0 Natural o casual: formado por corteza que continúa sobre la cara dorsal; 2.1 Liso: se realiza una sola extracción dejando una superficie homogénea; 2.2 Facetado: cuando el talón presenta un tallado múltiple; 2.3 Picoteado: se ejecuta una labor de golpeteo que produce una superficie de “picoteo” (se puede confundir con córtex); 3.0 Curvado o “en ala”: es cóncavo en su cara dorsal y resultado de la extracción de dos lascas extraídas en un punto muy cercano de percusión; 4.0 Puntiforme: generalmente es resultado de retoque por presión o percusión con percutor blando, forma sólo un punto pequeño en comparación con el ancho de la lasca (Acosta 2008:54-78).

Aspecto del Talón					
Capa-Nivel	Aspecto	Frecuencia	%	% válido	% acumulado
II-2	1.0	1	7.1	7.1	7.1
	2.1	10	71.4	71.4	78.6
	4.0	3	21.4	21.4	100.0
	Total	14	100.0	100.0	
III-1	2.1	13	81.3	81.3	81.3
	3.0	2	12.5	12.5	93.8
	4.0	1	6.3	6.3	100.0
	Total	16	100.0	100.0	
III-2	1.0	2	4.0	4.0	4.0
	2.1	35	70.0	70.0	74.0
	2.3	1	2.0	2.0	76.0
	3.0	6	12.0	12.0	88.0
	4.0	6	12.0	12.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	
IVA-1	1.0	2	8.3	8.3	8.3
	2.1	19	79.2	79.2	87.5
	2.2	1	4.2	4.2	91.7
	3.0	1	4.2	4.2	95.8
	4.0	1	4.2	4.2	100.0
	Total	24	100.0	100.0	
IVB-1	2.1	10	83.3	83.3	83.3
	3.0	1	8.3	8.3	91.7
	4.0	1	8.3	8.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

IVB-2	1.0	1	20.0	20.0	20.0
	2.1	4	80.0	80.0	100.0
	Total	5	100.0	100.0	
IVB-3	1.0	1	50.0	50.0	50.0
	2.1	1	50.0	50.0	100.0
	Total	2	100.0	100.0	
IVB-4	2.1	6	100.0	100.0	100.0

Microlascas: en un estudio realizado por Martínez (2017) aplicando la técnica de flotación para recuperar macro restos, se recobró un conjunto de ciento treinta y seis microlascas de obsidiana con dimensiones mayores a los 0.2 cm procedentes de la Capa III Nivel 2. De acuerdo con este estudio las microlascas son consideradas como el producto de la talla por percusión directa (Martínez 2017:100), por lo que se entendería que algunos artefactos fueron elaborados en el sitio, no obstante aún no se ha determinado si las microlascas son el producto de un desprendimiento derivado de una actividad de retoque o talla durante el proceso de la elaboración o rejuvenecimiento de artefactos líticos, como bifaciales, perforadores u otros; o si se tratan de desprendimientos derivados del uso de las lascas.

Es probable que las microlascas documentadas por Martínez (2017) sean un producto derivado de la fabricación de lascas o sean desechos derivados de su uso. Los objetos de talla bifacial son nulos en esta capa (a excepción de un perforador que fue elaborado a partir de un bifacial), por tal motivo, es poco probable que procedan de desprendimientos producto de la fabricación de bifaciales.

Núcleos

La presencia de núcleos de obsidiana es casi nula en San Gregorio, únicamente se recuperaron cuatro ejemplares, los cuales son de dimensiones reducidas y se encuentran agotados; su longitud es de alrededor de 1.8 a 3 cm y en cuanto a las características tecnológicas, presentan amplias similitudes entre ellos.

Los núcleos son de tipo poliédrico de donde fueron extraídas lascas de manera multidireccional, sirviendo los negativos las extracciones previas como planos de percusión

para nuevas extracciones. La cara dorsal de las lascas de San Gregorio presenta la evidencia este tipo de extracción (Figura 35), la cual es similar a la tecnología de extracción de lascas descrita en Zohapilco (Niederberger 1976:58), por lo que se define a la tecnología de San Gregorio como de tipo Zohapilqueña.

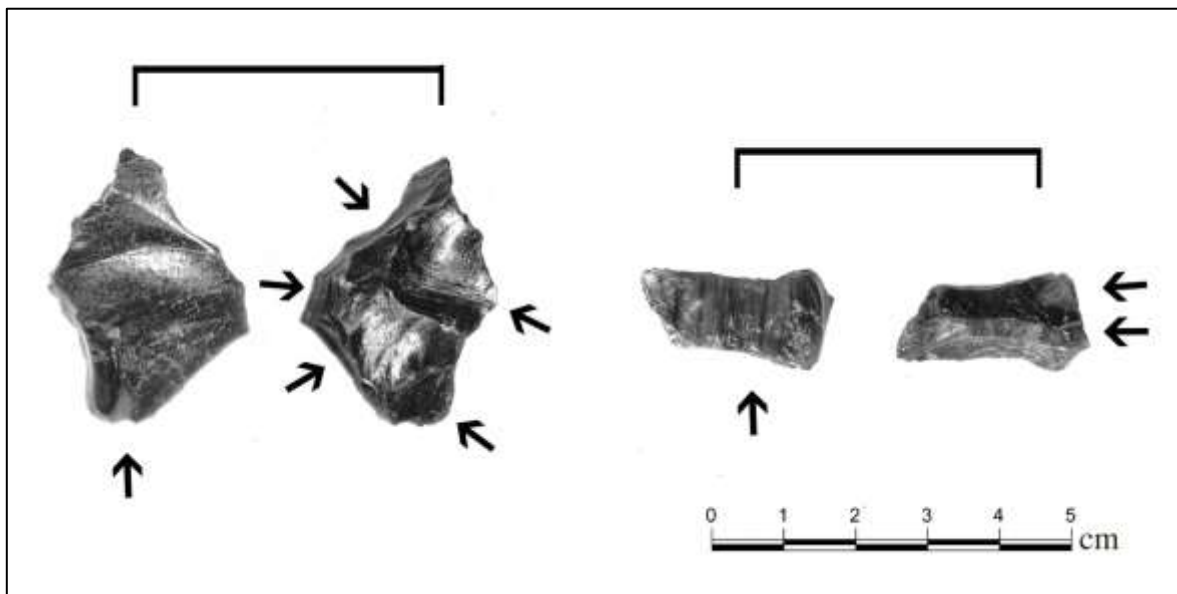


Figura 35. Tecnología de elaboración de lascas en San Gregorio. Negativos que indican la extracción multidireccional sobre la cara dorsal de las lascas.

De acuerdo con las descripciones de los núcleos de Zohapilco, se puede decir que hay similitudes con San Gregorio, tanto de manera tecnológica, como en sus proporciones, pues su presencia es muy reducida en ambos sitios. Las proporciones son las siguientes:

Para San Gregorio:

- Capa III-N2:2
- Capa IVA-N1:1
- Capa IVB-N4:1

Para Zohapilco:

- Fase Playa 1: 4
- Fase Playa 2: 3
- Fase Zohapilco: 11

Descripción morfológica de la obsidiana de San Gregorio

Como mencioné en líneas anteriores, se realizó una comparación morfológica de los artefactos de obsidiana formalizados. Las descripciones morfológicas que presento a continuación tienen un carácter comparativo y con ello se busca tener una referencia espacial y temporal de los instrumentos. Las descripciones de los artefactos se realizaron por capa y por nivel.

Capa III Nivel 2

En esta capa se recuperó una navajilla prismática de color verde procedente de la Sierra de las Navajas (Figura 36), este tipo de navajillas han sido reportadas en el valle de Tehuacán por MacNeish, *et al.* (1967:22) desde la Fase Abejas (3500 a 2300 a dC) y por Niederberger (1976:60) en Zohapilco, en donde recuperaron tres ejemplares en contexto de las Fases Playa 2 y Zohapilco.

En este nivel también se recuperó un artefacto cuya porción distal está conformada por un ápice agudizado que de manera funcional puede ser clasificado como un perforador (Figura 36). Al parecer fue elaborado sobre lo que fuera objeto bifacial que no se encuentra definido, mide de 2 cm de largo por 1.5 de ancho. Se encuentra fragmentado de la porción proximal afectando a una de las caras del artefacto.

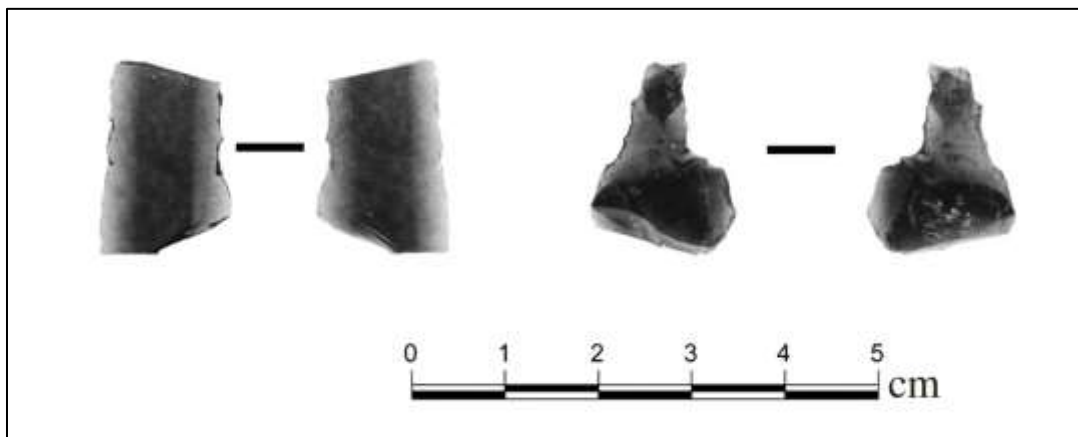


Figura 36. Navajilla prismática (izquierda) y perforador (derecha).

Capa IVA Nivel 1

En esta capa se recuperó un fragmento lateral de punta de proyectil bifacial (Figura 37). De acuerdo a la comparación morfológicas con los trabajos de MacNeish, *et al.* (1967:61) y Nárez (1990:94 y 96) se podría tratar de una punta tipo “trinidad”, así mismo coincide con la forma 14 de Niederberger (1976:72 y 96).

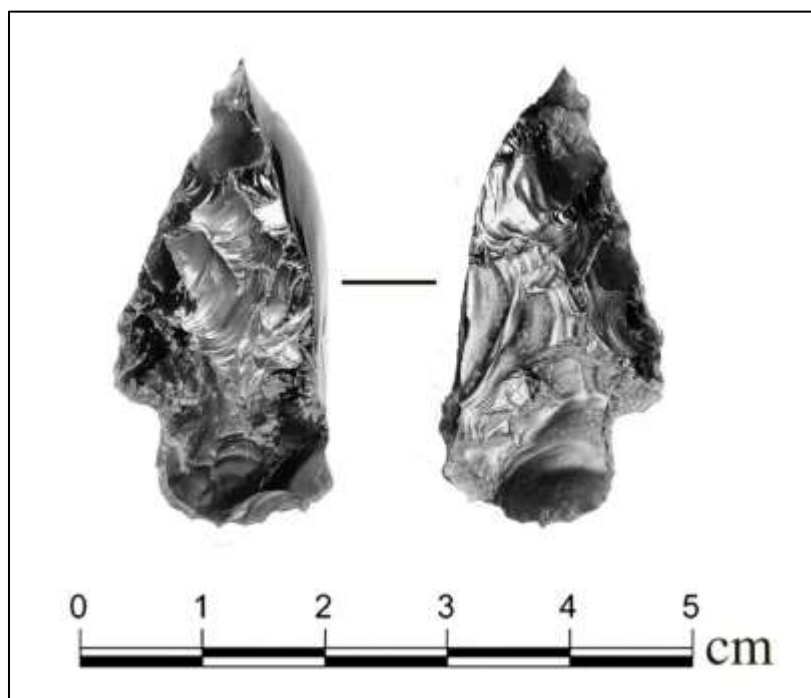


Figura 37. Fragmento lateral de punta de proyectil bifacial, capa IV-A Nivel 1.

Capa IVB Nivel 1

En esta capa se recuperó un fragmento proximal de lo que al parecer es el pedúnculo de una punta de proyectil de bordes rectos ligeramente convergentes y con base recta (Figura 38). Fue comparado morfológicamente para tratar de determinar su tipo, sin embargo, la comparación resulta muy vaga por no contar con mayor información. Por lo tanto, la determinación del tipo se presenta en forma de sugerencia.

Con base a la comparación morfológica realizada a partir de los trabajos de MacNeish, *et al.* (1967), Cassiano (2005), Nárez (1990) y Niederberger (1976), se pueden insinuar las siguientes posibilidades:

1.- Que se trate del pedúnculo de una punta de tipo Hidalgo, cuyos bordes se presentan menos convergentes y con base recta en vez de ser más cóncava, similar a una de las puntas de basalto reportadas en Tlapacoya XVIII (Nárez 1990:90. Lamina 27, punta 4) y a una punta del sitio de Oyapa, Metztlán, Hidalgo (Nárez 1990:79. Figura 10.2). Al parecer este tipo de punta es originaria del centro de México y de acuerdo con MacNeish, *et al.* tiene una cronología de 7000 aC al 4000 aC (MacNeish, *et al.* 1967:61).

2.- Que se trate del pedúnculo de una punta de tipo Trinidad, cuyos bordes se presentan menos convergentes, similar a la punta de obsidiana reportada en Tlapacoya XVIII (Nárez 1990:91. Lámina 31, Figura 5). De acuerdo con la información de MacNeish, *et al.* (1967), estas puntas se encuentran ubicadas cronológicamente alrededor del 7000 aC al 1000 dC. Mientras que para Zohapilco se ubican en las Fases Playa 1 y Ayotla, del 5500 aC al 1000 aC (Nárez 1990).

3.- Que se trate de un pedúnculo de una punta de tipo La Mina (MacNeish, *et al.* 1967:62) lo cual considero como más factibles ya que los bordes y la base son más similares que en los tipos anteriores. La cronología establecida para este tipo de puntas es de 5000 aC al 3000 aC (MacNeish, *et al.* 1967:62).

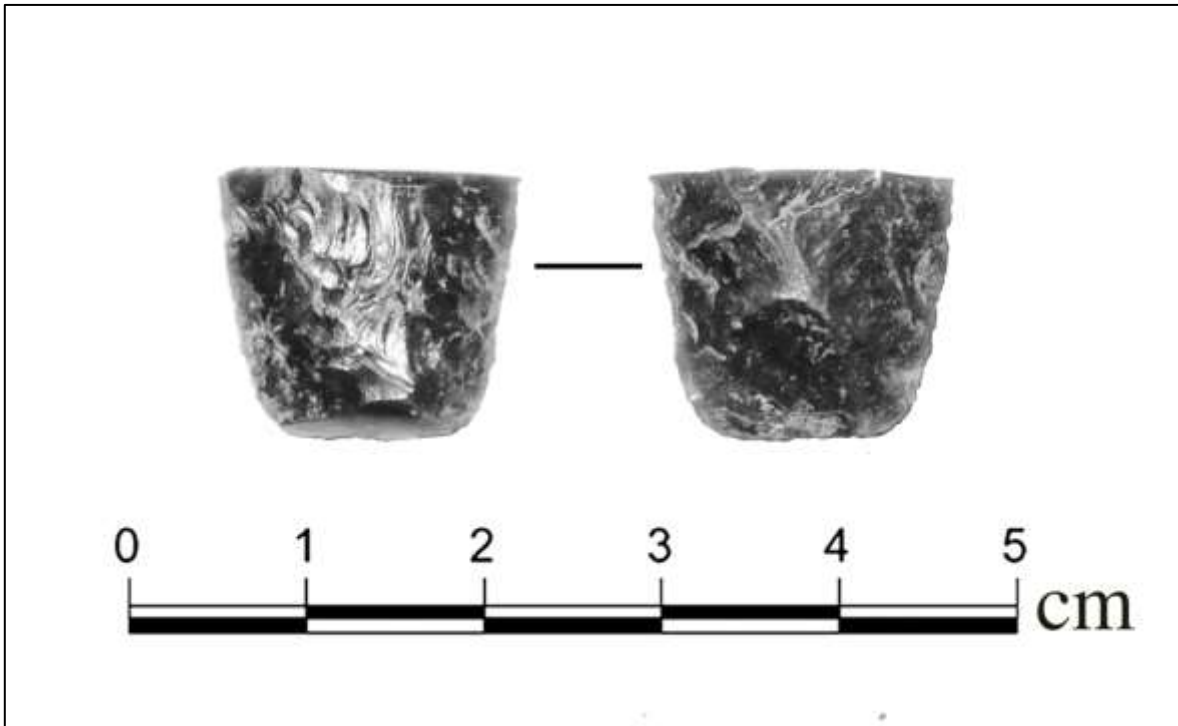


Figura 38. Fragmento proximal de bifacial capa IVB nivel 1.

Capa IV-B Nivel 2

En esta capa se recuperó un fragmento proximal de lo que parece ser una punta de proyectil bifacial (Figura 39) con características similares a las puntas de proyectil triangular tipo Nogales descrita por MacNeish (1958:64), cuya distribución se encuentra en Tamaulipas y el sureste de Texas, y con el tipo Tortugas descrita por García Cook (1967:155) para la cueva de la Nopalera Edo. Hidalgo. No obstante, de acuerdo a la clasificación de MacNeish, las puntas de tipo Tortugas son de base son cóncavas (MacNeish 1958:64), aspecto que no se cumple para este fragmento; por lo tanto se considera a este fragmento como tipo Nogales. La cronología de las puntas tipo Nogales va del 7000 aC a 2000 aC (MacNeish 1958:64 y 198).

En este nivel también se recuperó un artefacto cuya porción distal está conformada por un ápice agudizado el cual se ha definido como un perforador (Figura 39). Parece estar elaborado sobre lo que puede ser un objeto bifacial, el cual no puede ser definido. El extremo funcional es alargado y agudo, mide de más de 2 cm de largo por 1.3 de ancho.

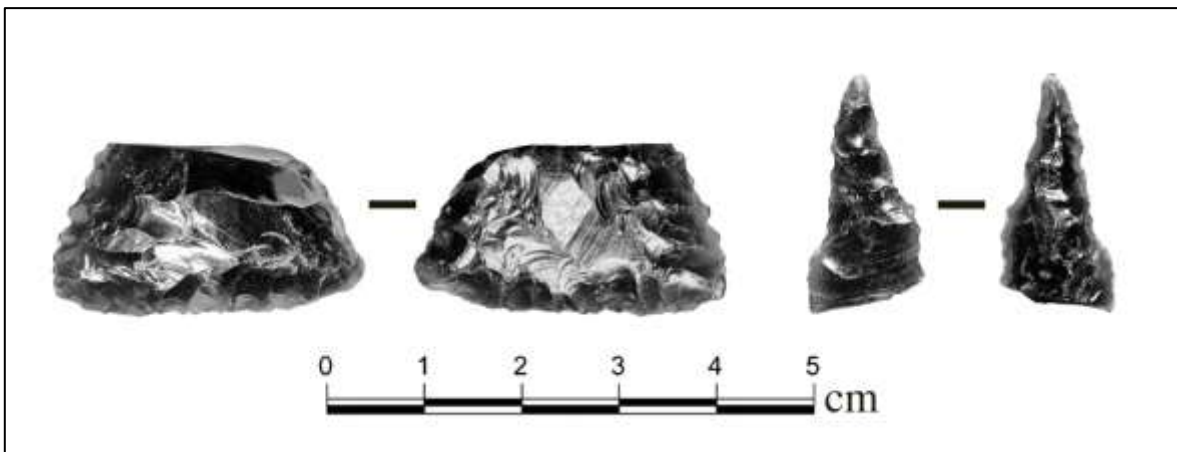


Figura 39. IV-B Nivel 2..

El comportamiento en el uso de la materia prima de los materiales de San Gregorio sigue una tendencia similar a la que se ha reportado en el sitio de Zohapilco (Niederberger 1976) y Tlapacoya XVIII (Nárez 1990). Consiste en el cambio de materias primas de acceso relativamente inmediato para elaborar instrumentos de basaltos, por la preferencia de materia prima de menor accesibilidad por las distancias implicadas para obtener obsidiana. El fenómeno se observaría de la siguiente manera: cuando el uso de la obsidiana va incrementándose en el sitio de San Gregorio, el uso del basalto va en decaimiento.

Los objetos de San Gregorio en su mayoría consisten en lascas sin forma característica definida, similar a lo reportado para Zohapilco. La técnica de talla de San Gregorio puede definirse como el proceso para obtener lascas de forma variable a partir del astillamiento de un núcleo sobre distintos planos de percusión, en donde el negativo de una extracción previa se usa como plataforma para la extracción de una nueva lasca. Esta técnica es a la que Niederberger ha denominado como técnica de talla zohapilquense (Niederberger 1976:59).

La técnica de talla zohapilquense implica obtener una lasca a partir de la percusión de un núcleo sin una dirección definida, pero aprovechando las superficies dejadas por las lascas desprendidas como superficie de percusión, Por lo que los talones de las lascas parecen ser

preparados, llegando a verse lisos, facetados o curvados. Los núcleos son poliédricos, con planos de percusión múltiples y de reducidas dimensiones.

Dentro del conjunto de las obsidias analizadas destacan la casi nula presencia de lascas con resto de córtex, así como la ausencia de instrumentos de talla como percutores. A pesar de la existencia de microlascas, reportadas en para la capa III nivel 2 por Martínez (2017), éstas no llegan a ser concluyentes en cuanto los tipos de trabajos involucrados en la elaboración de instrumentos y mucho menos se puede concluir que son producto de la talla de bifaciales, los cuales también son escasos en el sitio.

Un aspecto en el que los materiales de San Gregorio difieren de los recuperados en Zohapilco es la presencia de perforadores en obsidiana. Los reportes de las excavaciones de Zohapilco (Niederberger 1976) y de Tlapacoya (Nárez 1990) no hacen referencia a perforadores de obsidiana para las capas y los niveles Playa y Zohapilco, así como de ningún otro material, aunque su ausencia no significa que no fueran elaborados, sino que hasta este momento no se habían encontrado.

Capítulo 4. Análisis composicional de las obsidiana de San Gregorio, Atlapulco, mediante la técnica fluorescencia de rayos X (XRF)

...las partes indivisibles de la materia, eran invariables, eternos, se hallaban en movimiento constante y se diferenciaban entre sí, únicamente por su forma, magnitud, situación y orden. Tales propiedades como sonido, color, sabor, etc., no son propias de los átomos, sino que existen sólo eventualmente, “no por la naturaleza de las cosas mismas” (Demócrito y las ideas de los átomos. Rosental y Pavel 1965).

La obsidiana es un vidrio de origen volcánico, generalmente compuesto de lavas riolíticas (Corona 1994). Su formación se debe principalmente a que los flujos de lava volcánica son enfriados de manera acelerada y los átomos no llegan a organizarse en arreglos geométricos (Pastrana 2007:27), es decir, se inhibe la formación de estructura cristalina dando origen a un vidrio volcánico.

Las obsidianas se componen principalmente de SiO_2 (del 70 al 75%), de Al_2O_3 (del 10 al 15%) y de distintas proporciones de Na_2O , Ca_2O , Mn_2O , K_2O , Fe_2O_3 , FeO , (Glascock 2002; Pastrana 2007). Además, cuenta con otros elementos que se encuentran en concentraciones muy bajas, menores al 1% de la composición de la obsidiana, éstos son los llamados elementos traza y son de gran utilidad para reconocer las distintas fuentes de origen, debido a que los elementos que componen las obsidianas varían en su concentración de un evento volcánico a otro (Glascock 2002:206; Glascock, *et al.* 1998:19).

Es posible realizar estudios de procedencia mediante la aplicación de técnicas de análisis elemental debido a las variaciones en las concentraciones de los elementos traza entre distintos yacimientos (Glascock 2002:206). También se ha reconocido que existen variaciones menores entre distintos flujos de obsidiana de un mismo yacimiento, habiendo casos en donde las variaciones son considerables (Bowman, *et al.* 1973); así también se han identificado áreas que contienen numerosas fuentes de obsidiana con historias geoquímicas diferentes (Argote, *et al.* 2013; Argote, *et al.* 2010; Bowman, *et al.* 1973; Hurtado de Mendoza 1986). Esto brinda la posibilidad de hacer estudios muy detallados, siempre y cuando se reconozca la complejidad que puede presentar un yacimiento o un área de yacimientos de obsidiana.

Por lo tanto, se considera a la obsidiana como un material idóneo que permite conocer, mediante el estudio de su procedencia y la evaluación de los yacimientos explotados, distintos aspectos de las sociedades del pasado, como son los procesos económicos y de organización para obtener, transportar e intercambiar este material.

Debido a la complejidad que representa determinar la procedencia de los materiales arqueológicos de obsidiana a partir del examen visual, así como a la exigencia para obtener datos más fiables, se ha optado en este estudio por aplicar la técnica de fluorescencia de rayos X. Se trata de una técnica de análisis elemental no destructiva que en la actualidad es muy empleada en estudios de procedencia de obsidiana.

El análisis elemental en la arqueología

El uso de técnicas de análisis elemental para estudiar a las sociedades del pasado, se ha convertido en una necesidad que en las últimas décadas ha cobrado gran importancia, pues brinda la posibilidad de obtener una mayor cantidad de datos que, en combinación con otro tipo de análisis permite dar solución a ciertas problemáticas de investigación, así como plantear nuevas problemáticas.

Actualmente existe una amplia gama de técnicas de análisis elemental que se emplean con mayor frecuencia en el estudio de los materiales arqueológicos, debido a que ofrecen datos mucho más precisos, permiten analizar muestras muy pequeñas (incluso muestras menores

a un gramo), en algunos casos las muestras requieren poca o nula preparación (Ortega 2007), y se pueden realizar estudios tanto en campo como en laboratorio.

Algunas técnicas de análisis de caracterización elemental son el análisis de emisión de rayos X por inducción de partículas (PIXE), el análisis por activación neutrónica (AAN), el análisis de fluorescencia de rayos X (XRF), la Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS), entre otras tantas que se han aplicado en distintas áreas de la arqueología (Odell 2004; Ortega 2007; Shugar y Mass 2012:17; Stoner, *et al.* 2015)

Estas técnicas se han utilizado para el desarrollo de programas y planes de conservación y restauración de materiales (Ortega 2007:17; Shugar y Mass 2012), para el reconocimiento de áreas de actividad y organización espacial mediante el análisis de sedimentos (Neff, *et al.* 2012; Shugar y Mass 2012:17) o para el análisis de procedencia de materias primas (Hirth, *et al.* 2013; Hurtado de Mendoza 1986; Jack y Heizer 1968; Odell 2004; Shugar y Mass 2012:18; Stoner, *et al.* 2015), entre otras tantas.

Desde los primeros estudios realizados a mitad de la década de 1950 por Edward Sayre y Robert Dodson utilizando el análisis por activación neutrónica (AAN) para la caracterización geoquímica de cerámica, se pudo observar el potencial de este tipo de estudios para distinguir la relación que existía entre los materiales y su región de origen (Glascock 2008:492), dando la pauta para el desarrollo de distintos programas de investigación centrados en la temática de la producción, el intercambio de materias primas y las interacciones entre distintas regiones aplicando una gran diversidad de técnicas de caracterización geoquímica.

En 1960 Hall realizó el primer estudio de fluorescencia de rayos X (XRF) aplicado a la arqueología en el análisis de monedas romanas (Hall 1960), años más tarde, en 1968, Jack y Heizer realizaron los primeros trabajos enfocados en la procedencia de obsidias en América mediante el uso de XRF (Jack y Heizer 1968). Las ventajas que presenta el análisis de obsidiana por XRF son que se trata de una técnica no destructiva, las muestras requieren de mínima o nula preparación, el análisis es acelerado (en un orden de segundos por muestra), es fácil de usar debido al desarrollo de los instrumentos y los softwares que

controlan los equipos, son de un costo relativamente bajo debido a la gran diversidad de equipos que existen en el mercado (Shackley 2011:9), y porque es uno de los métodos más usados en la arqueología para reconocer fuentes de obsidianas, lo que permite realizar comparaciones de los resultados obtenidos en distintos estudios (Ebert, *et al.* 2015:58).

Hay que reconocer que a pesar de la proliferación de diversas técnicas y de equipos de análisis de composición elemental, estos no siempre se encuentran a disposición de todos, por lo que los análisis visuales a nivel macro y microscópico permiten realizar aproximaciones que pueden llegar a ser útiles, sin embargo implican una amplia experiencia y un conocimiento extenso de la diversidad y variabilidad que puede presentar la obsidiana en un yacimiento (color, textura, tipo de elementos microscópicos presentes y la orientación respecto a los flujos, respuesta magnética), así como entre distintos yacimientos.

Debido a que los análisis visuales a nivel macroscópico son la forma de identificar procedencias más recurrentes en la arqueología, el grado de error es muy alto, por lo que la combinación con los análisis de tipo microscópicos podría dar una mayor exactitud a los exámenes visuales. En este sentido, se reconoce que aún falta explorar las posibilidades que los análisis microscópicos ofrecen para la creación de bases de datos que permitan hacer discriminaciones entre un yacimiento y otro, por ahora contamos con los trabajos pioneros que Alejandro Pastrana ha venido desarrollando (Pastrana 1987, 2007).

En resumen, para el estudio de procedencias de obsidianas, se han aplicado diversas técnicas de caracterización; la elección entre una u otra técnica se encuentra determinada por los distintos factores como el costo y la disposición de los equipos, si se empleará una técnica de carácter destructivo o no, el tamaño de muestra requerido, etcétera. En el presente estudio se ha elegido el estudio de la obsidiana por fluorescencia de rayos X debido a la disponibilidad del equipo, su carácter versátil y rapidez.

Caracterización geoquímica de las obsidias de San Gregorio a partir de fluorescencia de rayos X

La caracterización geoquímica por fluorescencia de rayos X de los materiales líticos de obsidiana de San Gregorio se realizó en ciento cuarenta y dos objetos provenientes de la Capa II Nivel 1 a la Capa IV-B Nivel 4. Los resultados fueron comparados con los resultados de la caracterización geoquímica de trescientas muestras provenientes de quince localidades muestreadas en distintos yacimientos de obsidiana de México, pudiendo determinar obsidias de tres yacimientos.

Las características del instrumento empleado, los datos obtenidos, los procedimientos para la comparación de los datos y la validación de los mismos se detallan a continuación. Los datos de las características de las localidades muestreadas, así como los datos estadísticos de los mismos se encuentran en la sección de anexos de este estudio.

Principios generales de la fluorescencia de rayos X

Los rayos X son radiaciones electromagnéticas de longitud de onda corta, es decir, de alta energía-alta frecuencia, los cuales se encuentran entre la región de los rayos gamas y la región de la radiación ultravioleta (Figura 40; Shackley 2011:16; Valentinuzzi 2008:15). El método XRF implica la interacción de los electrones de los átomos con haces de rayos X. Los principios fundamentales para el análisis mediante XRF son comunes a otros métodos instrumentales como la espectroscopia de dispersión de energía (EDS, SEM), la difracción de rayos X (XRD) y la espectroscopia de dispersión de longitud de onda de rayos X (WDS; Shackley 2011:16).

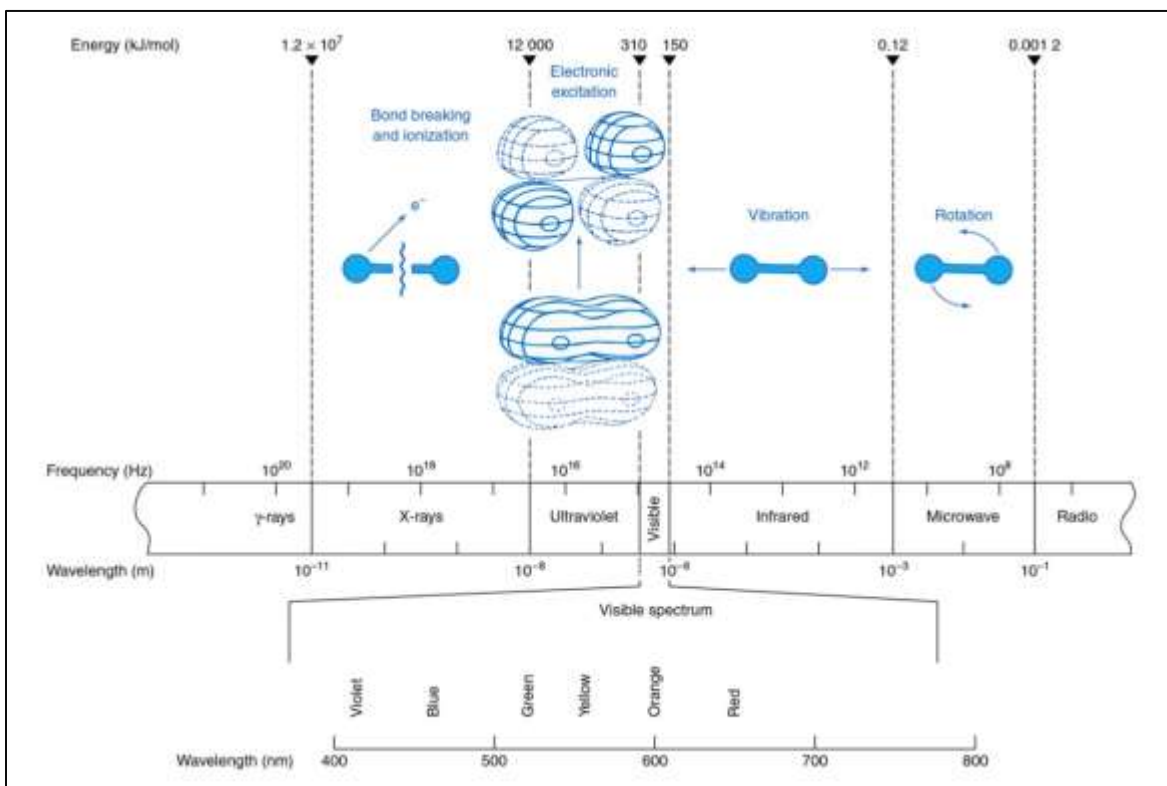


Figura 40. Regiones del espectro electromagnético y los procesos moleculares ocurridos en cada región. Nótese los procesos ocurridos en la región de los Rayos X, el rompimiento de enlaces e ionización (tomada de Harris 2010:figura 17-2).

El análisis de fluorescencia de rayos X consiste en la ionización de los átomos a partir de la expulsión de un electrón que se encuentra en los orbitales de las capas internas del átomo a partir de su exposición a radiación de rayos X (Figura 41; Shackley 2011:16). Cuando se expone a un átomo a un fotón de rayos X ocurre un proceso de absorción fotoeléctrica, es decir, que un electrón absorbe parte de la energía del fotón de rayos X rompiendo la energía de enlace que existe entre el electrón (de las capas internas del átomo, capas K o L) con su núcleo, la energía restante del fotón de rayos X acelerará al electrón expulsándolo del átomo (Meléndez y Camacho 2009:2) este proceso vuelve inestable al átomo que se encuentra ionizado con una carga neta positiva, o catión.

El átomo se vuelve inestable y se encuentra altamente excitado a causa de la pérdida de los electrones, por lo que buscará su estabilidad. Los electrones de las capas adyacentes reemplazan a los electrones faltantes llenando el espacio vacante (Meléndez y Camacho 2009:2-3). Las diferencias energéticas entre los electrones de las distintas harán que el

electrón que toma el espacio del electrón expulsado libere energía en forma de radiación de rayos X secundarios (Figura 41). Esto se debe a que los electrones de las capas o niveles más cercanos al núcleo tienen menor energía potencial, mientras que los electrones de las capas que se encuentran más alejadas del núcleo requieren de mayor energía para su enlace con el núcleo. A ese fenómeno de radiación secundaria A ese fenómeno de radiación secundaria se le conoce como fluorescencia de rayos X (Meléndez y Camacho 2009:3).

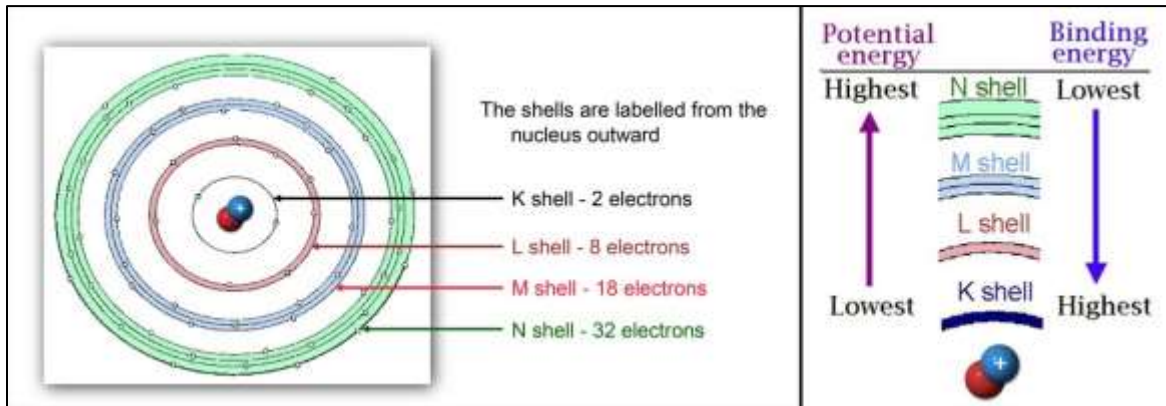


Figura 41. Modelo atómico de Bohr. Izquierda, capas o niveles de energía del átomo con sus orbitales y el número máximo de electrones en cada nivel .Derecha, Energía potencia y energía de unión de las capas K, L M y N de los átomos (Palmer 2013:11-12).

La energía liberada en forma de rayos X secundarios tendrá una energía que es igual a la diferencia de la energía del electrón liberado menos la energía del electrón que toma su lugar. Esa energía, o longitud de onda es única y característica para cada elemento, por tal razón se puede identificar al tipo de elemento presente en el material analizado (Meléndez y Camacho 2009:3; Shackley 2011:16) (Figura 42).

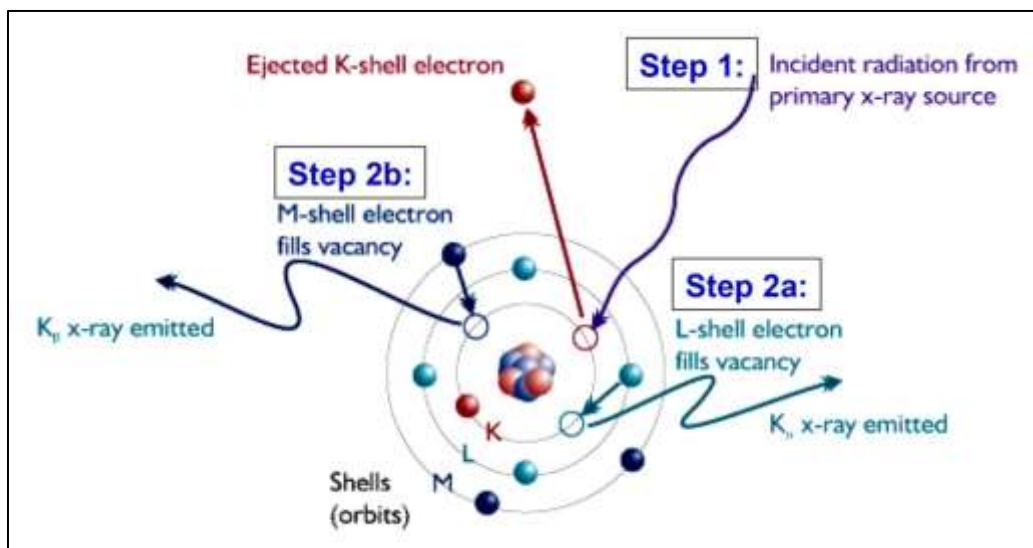


Figura 42. Esquema del funcionamiento de la fluorescencia de rayos X (Palmer 2013:13).

Además de poder conocer el tipo de elemento presente a partir de la longitud de onda o de la energía liberada por el electrón, también es posible conocer su concentración. La intensidad en la emisión de rayos X secundarios permite realizar cuantificaciones de la concentración del elemento, pues la intensidad en la emisión de rayos X secundarios es directamente proporcional a la concentración del elemento presente (Meléndez y Camacho 2009:3).

Método de análisis y parámetros de operación del equipo de fluorescencia de rayos X, Laboratorio de Prehistoria y Evolución Humana del IIA-UNAM

Los análisis de fluorescencia de rayos X se realizaron en el Laboratorio de Prehistoria y Evolución Humana del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, usando un equipo portátil de la marca Bruker modelo Tracer III-SD equipado con un tubo de rayos X de rodio y detector de silicio (Figura 43). Los elementos químicos que pueden ser detectados por el equipo van desde los ligeros como Mg, Al y Si (para el caso del Mg la detección se amplía aplicando bomba de vacío o un flujo helio entre el detector y la muestra), hasta pesados como el Uranio (Bruker 2010). El equipo fue controlado por computadora mediante el software S1PXRf.



Figura 43. Componentes del equipo de fluorescencia de rayos X de la Serie Tracer, marca Bruker (Figura de Bruker AXS, Inc.).

Para el análisis composicional de la obsidiana de San Gregorio se determinó la concentración en partes por millón (ppm) de 10 elementos químicos: Mn, Fe, Zn, Ga, Th, Rb, Sr, Y, Zr, Nb; de acuerdo a la metodología establecida por Speakman (2012). Los parámetros de operación del equipo para las mediciones fueron a 40kV, 25 μ A, con un filtro de 12 mil Al, 1 mil Ti, 6 mil Cu; irradiando los artefactos de obsidianas durante 200 segundos sobre la superficie más plana del objeto. Para la cuantificación de la concentración de los elementos se utilizó el coeficiente de cuantificación GL1.cfz. desarrollada por Speakman (2012) para Bruker.

El coeficiente de cuantificación es una calibración empírica de obsidianas creada a partir del análisis de 40 muestras de este material, asignadas por el Laboratorio de Arqueometría del Reactor de Investigación de la Universidad de Missouri (MURR) a Bruker. Para crear el coeficiente se tomó en consideración la variabilidad en la concentración de los elementos Fe, Mn, Zn, Rb, Sr, Y, Zr y Nb, debido a que se trata de elementos discriminantes en el análisis de fuentes (Speakman 2012:2). Glascock y Ferguson (2012) sometieron a análisis las muestras usadas en la calibración, por los métodos INAA, LA-ICP-MS e ICP-MS,

teniendo resultados similares. Esta calibración ha sido evaluada por Speakman (2012), dando resultados favorables en la cuantificación que arroja el equipo (Tabla 6).

Tabla 6. Límites de cuantificación para la calibración de obsidiana (coeficiente de cuantificación GL1.cfz).

Elemento	Símbolo	Mínimo	Máximo
Hierro	Fe	3690 ppm	6.85%
Galio	Ga	12 ppm	32 ppm
Manganeso	Mn	172 ppm	1775 ppm
Niobio	Nb	2 ppm	640 ppm
Rubidio	Rb	11 ppm	436 ppm
Estroncio	Sr	0.2 ppm	291.3 ppm
Torio	Th	0.8 ppm	82.9 ppm
Itrio	Y	15 ppm	415 ppm
Zinc	Zn	27 ppm	592 ppm
Zirconio	Zr	60 ppm	3066 ppm

Condiciones mínimas en las muestras

Para el correcto análisis de las muestras éstas deben de cumplir con un mínimo de requisitos, determinados tanto por las características del detector, como si el equipo cuenta con colimador o no. El colimador permite reducir el área de medición, al dirigir la trayectoria de los fotones de rayos X a un área particular. En el caso del equipo de XRF portátil Tracer III SD de Bruker, el cual no cuenta con colimador, las muestras deben de tener una superficie mínima de 10 mm² y un espesor de 2 mm, el cual se ha considerado como el espesor óptimo (Ebert, *et al.* 2015; Shackley 2011).

Las muestras que tienen valores <2 mm de espesor producen un bajo recuento válido, asignando valores poco confiables (Ebert, *et al.* 2015:58). Por otro lado, las muestras deben de contar con dimensiones >10 mm para llegar a cubrir el detector (Figura 44). La topografía de la muestra es otro factor importante, pues el arreglo del tubo de rayos X y el detector forman un ángulo de 90°, las características topográficas provocan variaciones en la detección de los rayos X secundarios.

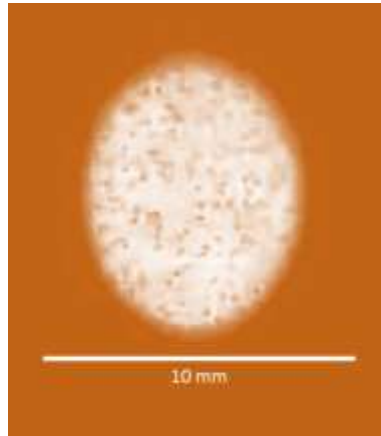


Figura 44. Tamaño y forma del haz de rayos X del equipo portátil de XRF Bruker Tracer III DS. Imagen realizada sobre película instantánea Polaroid. Imagen tomada de Speakman (2012. Figura 5).

Validación del equipo de fluorescencia de rayos X

Uno de los aspectos relevantes para garantizar la fiabilidad de los datos obtenidos en los análisis, es la evaluación de los resultados que el equipo arroja, y como como menciona Speakman, “las calibraciones de fábrica, aunque útiles e informativas, nunca deben ser aceptadas por el investigador como la ‘solución’ final sin evaluar primero el rendimiento con materiales de referencia conocidos” (Speakman 2012:8). Por lo que, para este estudio realizamos un examen del equipo evaluando su desempeño por un tiempo que hemos considerado como una sesión de trabajo, que es de tres horas continuas (Figura 45).

Para validar el equipo, realizamos una secuencia de mediciones al estándar de referencia en polvo SRM-278 (Standard Reference Material 278, obsidian rock) del National Institute Standard Reference (NIST) del Departamento de Comercio de Estados Unidos de América. Las mediciones se realizaron bajo los mismos parámetros establecidos en este estudio.

El patrón de referencia SRM-278 del NIST permite evaluar los resultados debido a que los valores de distintos elementos químicos que la componen son conocidos en el “Certificado” del patón, así también han sido reportados en diferentes trabajos usando distintas técnicas analíticas (Tabla 7; Shackley 2012; Speakman 2012; Speakman y Shackley 2013).

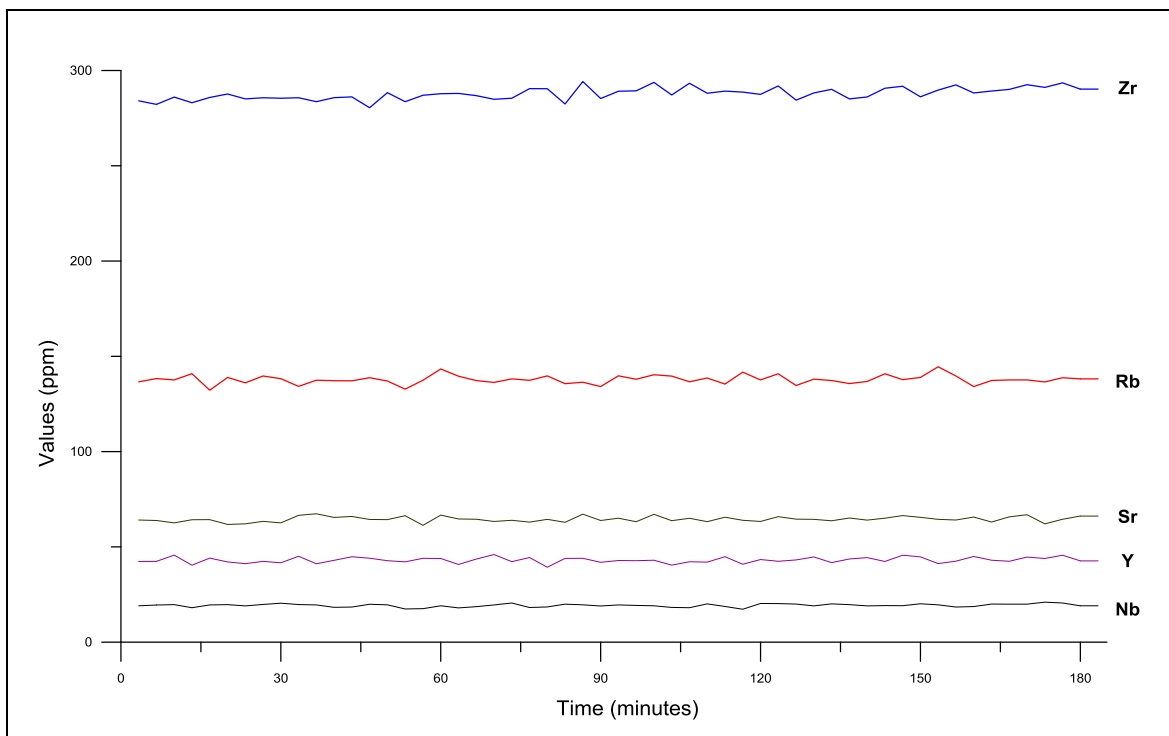


Figura 45. Resultados de concentración en ppm de elementos químicos (eje Y) VS tiempo de análisis (eje X) del estándar de obsidiana SRM-278. El análisis se realizó durante 200 minutos. Elaborado por Guillermo Acosta.

Tabla 7. Comparativa de concentración en ppm de elementos traza del patrón de referencia internacional de obsidiana SRM 278. Los análisis de Speakman (2012) y de Speakman y Shackley (2013) fueron realizados sobre polvo comprimido del NIST. Los valores se presentan con una desviación estándar.

Estudios	Mn	Fe	Zn	Th	Rb	Sr	Y	Zr	Nb
(Speakman y Shackley 2013) ¹	432±27	14521±100	55±4	13±2	133±2	62±1	41±1	281±2	18±1
Shackley (2012) ²	383±7	14329±37	n.r.	15±5	130±2	67±1	40±2	276±2	15±2
SRM 278	403±2	14269±140	55	12.4±3	127.5±3	63.5±1	n.r.	n.r.	n.r.
Para este estudio ³	500±38	17206±212	59±4.9	12.7±1	137.8±2	64.5±1	43±1	288±3	19±0.7

¹n=5, ²n=35, ³n=66, n.r.= valores no reportados.

Otro procedimiento para validar los datos obtenidos en este estudio, fue la comparación de los valores que se han reportado en la literatura especializada empleando la misma marca y modelo de equipo de XRF portátil, así como la misma metodología de análisis. En este sentido, comparo mis resultados con los presentados en el trabajo realizado por Ebert, *et al.* (2015), quien reporta los valores promedios de los elementos Mn, Fe, Zn, Ga, Th, Rb, Sr,

Y, Zr y Nb de obsidias provenientes del yacimiento de Otumba. En la Figura 46 se pueden observar las comparativas de los resultados de mis análisis de muestras de Buenavista-Sotepec, Otumba con los resultados de Ebert, *et al.* (2015). La comparativa se presenta en diagramas de caja y bigote, tomando las medias de los datos reportados por Ebert, *et al.* (2015) e incluyendo los datos con y sin desviación estándar. Los resultados son similares.

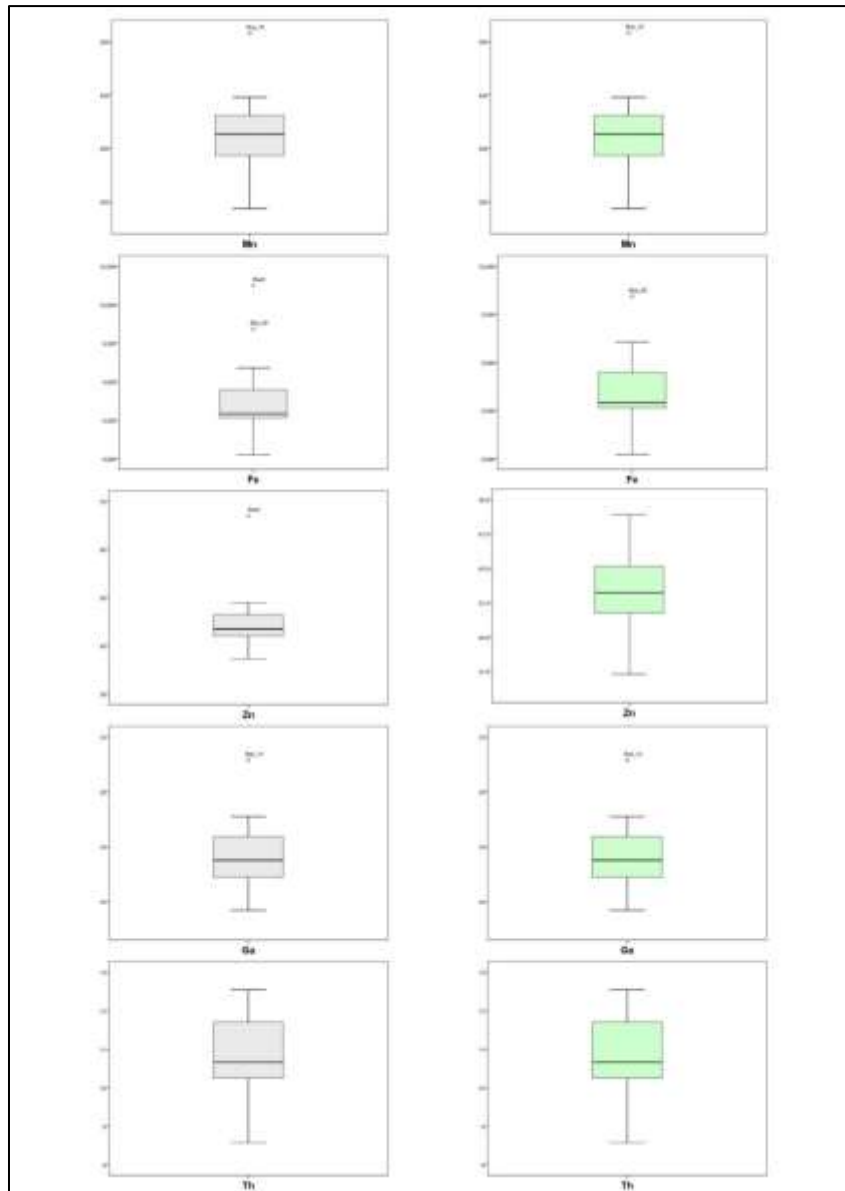


Figura 46. Comparación de Mn, Fe, Zn, Ga y Th de muestras de obsidiana de Otumba de este estudio VS Ebert, *et al.* (2015), graficas de barba y bigote comparando únicamente las medias reportadas por Ebert, *et al.* (2015) (izquierda), y ajustando los datos mediante la aplicación la desviación estándar reportadas en el mismo estudio (derecha).

También se realicé otro tipo de validación de los datos, que he llamado análisis de rutina o análisis de control, estos análisis se realizaron al iniciarse y al finalizar cada sesión de trabajo. La finalidad de los análisis de rutina fue contar con un registro que permita sustentar la fiabilidad de los datos obtenidos. Realicé el análisis de control o rutinario utilizando el patrón de referencia SRM 278. Los datos obtenidos en el análisis de rutina se compararon con los de la validación del equipo, estos presentan los mismos valores, por lo que se considera que los datos son fiables.

Colección de referencia

Para determinar la procedencia de los artefactos de San Gregorio se realizó una colección de referencia, que consistió en el muestreo de 15 localidades del Eje Neovolcánico Transmexicano. La elección de las localidades se basó principalmente en la proximidad con el área de estudio, por lo que el muestreo dio inicio en las localidades más próximas a San Gregorio y de acuerdo a las posibilidades, éste fue ampliándose.

La colección fue creada con la finalidad de tener un marco de referencia para comparar los materiales arqueológicos. A grandes rasgos se puede decir que el método para crear de la colección de referencia consistió en tres fases:

- Análisis de material bibliográfico para localizar yacimientos
- Trabajo de campo: muestreo, geolocalización y registro de las unidades de muestreo
- Trabajo de laboratorio: análisis composicional mediante fluorescencia de rayos X)

Análisis de material bibliográfico

El material bibliográfico permitió la localizar las unidades de muestreo, y dar la pauta para considerar una problemática evidente: la necesidad de contar con un sistema jerárquico para tratar a las unidades o localidades de muestreo de forma individual y/o agrupada. Esto debido a que se han reconocido regiones con presencia de obsidianas producto de eventos volcánicos sucesivos que presentan variaciones químicas significativas (Argote, *et al.* 2010; Cobean 2002; Hurtado de Mendoza 1986).

Con base en la idea de las posibles variaciones dentro de un área de afloramientos de obsidiana, se consideró una jerarquía de descripción en cuatro niveles basada en la propuesta realizada por Hurtado de Mendoza (1986). Esta jerarquía permite individualizar áreas de muestreo, para posteriormente, conforme la investigación avanza, reconocer posibles eventos volcánicos sucesivos y/o variaciones de un mismo evento (flujos y subflujos de lava), así como su distribución (Tabla 8). También permite tener un lenguaje claro que evita caer en confusiones al tratar a una localidad con distintos términos (se ha usado de manera indiscriminada los términos de yacimiento, mina, flujo y localidad para describir un punto de muestreo).

Tabla 8. Clasificación jerárquica para describir afloramientos de obsidiana.

Clasificación por nivel o escala de análisis	Hurtado de Mendoza (1986)	Para este estudio
Primer nivel	Localidad o unidad de muestreo	Localidad o unidad de muestreo
Segundo nivel	Complejo de localidades	Complejo de localidades o flujo de obsidiana
Tercer nivel	Subsistema de yacimientos	Yacimiento
Cuarto nivel	Sistema de yacimientos	Sistema de Yacimientos

Trabajo de campo

El trabajo de campo consistió en el muestreo de 15 localidades de flujos de obsidiana en el Eje Neovolcánico Transmexicano (Figura 47; Tabla 9). El trabajo de campo se llevó a cabo en distintas etapas, durante los años 2015-2016, los muestreos se realizaron en coordinación con el Dr. Guillermo Acosta Ochoa (IIA-UNAM) y contó con el apoyo de la Dra. Patricia Pérez Martínez (ENAH-INAH) y el Dr. Mario Castillo (IIA-UNAM). Las descripciones y los detalles de las localidades muestreadas se encuentra en la sección de anexos al final de la investigación.

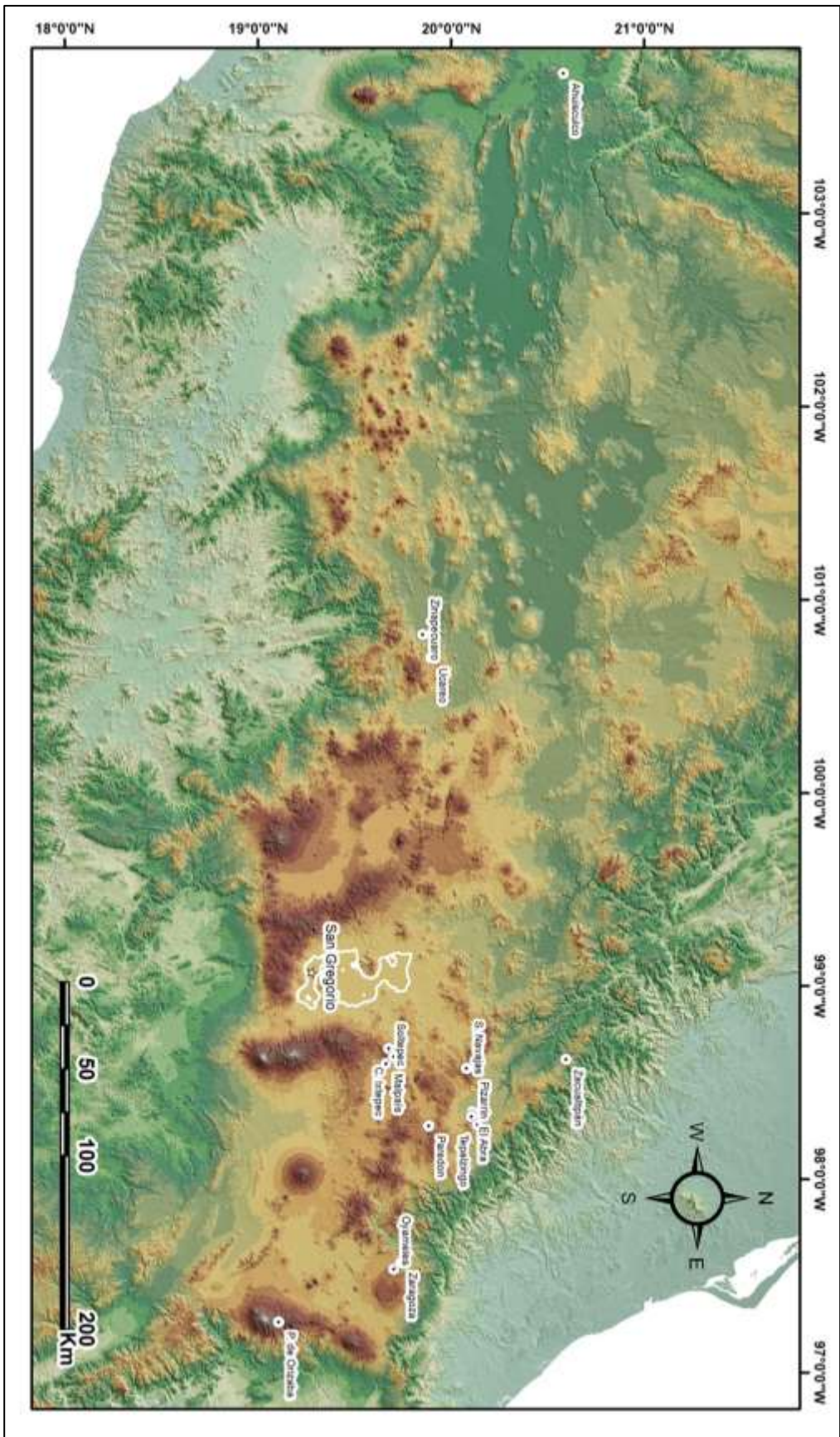


Figura 47. Localidades de muestreadas en el Eje Neovolcanico Transmexicano.

Tabla 9. Nombre de las localidades muestreadas, coordenadas de su ubicación en grados decimal (Datum WGS 84), yacimiento y sistema de yacimientos al que pertenece.

Localidad muestreada	Y	X	Yacimiento, sistema de yacimientos
Pizarrín	20.107945	-98.348812	El pizarrín, Tulancingo
El Abra	20.104627	-98.323283	El Pizarrín, Tulancingo
Tepatzingo	20.135809	-98.281093	Tepatzingo, Tulancingo
Malpaís	19.6637	-98.597124	Malpaís, Otumba
Buenavista	19.677378	-98.675673	Soltepec, Otumba
C. Ixtepec	19.703347	-98.632438	C. Ixtepec, Otumba
S. Navajas	20.080036	-98.573795	Sierra de las Navajas
Atopixco	20.595626	-98.618902	Zacualtipán
Ixtetal	19.106831	-97.260084	Ixtetal, Pico de Orizaba
Oyameles	19.702872	-97.53357	Zaragoza-Oyameles
Zaragoza	19.736384	-97.566473	Zaragoza-Oyameles
Tres Cabezas	19.884524	-98.275197	Paredón
Ucareo	19.894773	-100.697898	Ucareo-Zinapécuaro
Zinapécuaro	19.853119	-100.819548	Ucareo-Zinapécuaro
Ahuiscalco	20.581342	-103.725475	Ahuiscalco

Análisis estadísticos y resultados

El análisis exploratorio de los datos obtenidos de las variables Mn, Fe, Zn, Ga, Th, Rb, Sr, Y, Zr, Nb de las 15 localidades muestreadas (muestreos geológicos), permitió conocer las medias y la desviación estándar de las variable de cada grupo (ver anexo 1), así también permitió definir de manera preliminar las variables con mayor variabilidad al comparar los 15 grupos.

Mediante el análisis exploratorio también fue posible distinguir valores atípicos presentes en el subgrupo de Cerro Ixtepec, Otumba, el cual se relaciona con la metodología de muestreo. Dentro del conjunto de las muestras pertenecientes a Cerro Ixtepec se encuentran presentes seis individuos, que de manera estadística se identificaron como procedentes de Malpaís y que muy probablemente se encuentran en la región de Cerro Ixtepec debido a los procesos erosivos y deposicionales de la zona. Considero como necesaria la realización de un estudio más amplio en el área para distinguir la secuencia de procesos genéticos del

área, los procesos erosivos y otros eventos involucrados en el transporte de materiales (Figura 48).

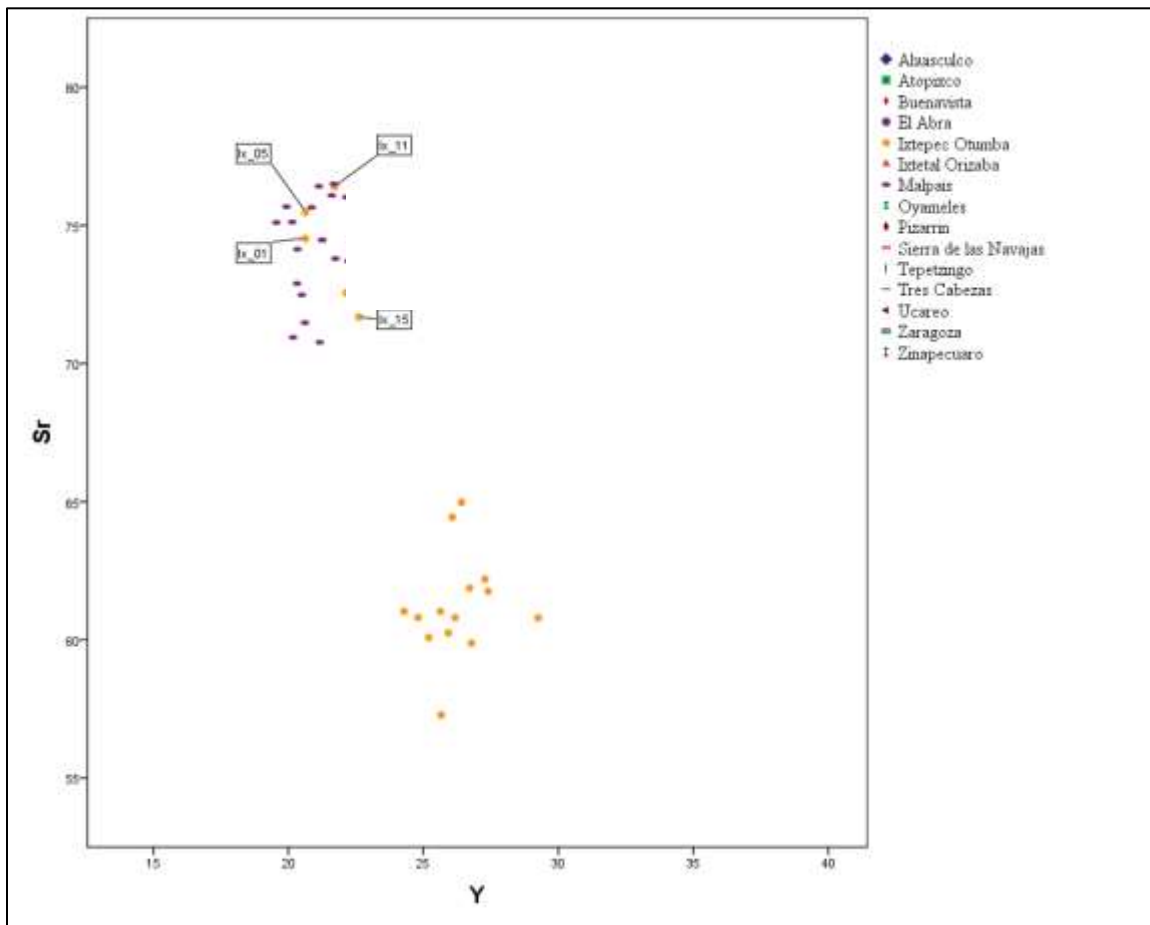


Figura 48. Grafica de dispersión de dos variables. Variables Y vs Sr. Acercamiento a los datos de Malpaís e Ixtepec del sistema de yacimientos de Otumba.

El estudio estadístico multivariado mediante análisis de componentes principales (PCA) fue realizado con el software libre Past® 3.16. El análisis de componentes principales permite extraer y transformar de un conjunto amplio de variables, a un conjunto reducido de variables que expliquen la mayor parte de la variación existente a partir de una matriz de varianza-covarianza, permitiendo concentrarse en diferencias y no en similitudes, minimizando los riesgos de las asignaciones de falsos positivos (Velázquez 2017:97).

Debido a las grandes diferencias de magnitud entre elementos con elevada concentración como el Fe y de elementos trazas como Th, y ya que estas diferencias en concentración se expresan en el análisis, es necesario un método de estandarización de las variables mediante

una transformación logarítmica. Es conveniente porque compensa las grandes diferencias de magnitud entre los elementos de alta concentración y facilita el análisis multivariado al minimizar esas significativas diferencias de magnitudes (Glascock 2002:118; Velázquez 2017).

El análisis de componentes principales permitió ilustrar que de las 15 localidades muestreadas hay representados 13 yacimientos, los cuales generan agrupaciones que se encuentran definidas por las elipses de confianza con un 95% de precisión (Figura 49). El análisis estadístico confirma que las localidades de Zaragoza y Oyameles, así como El Pizarrin y El Abra son similares químicamente.

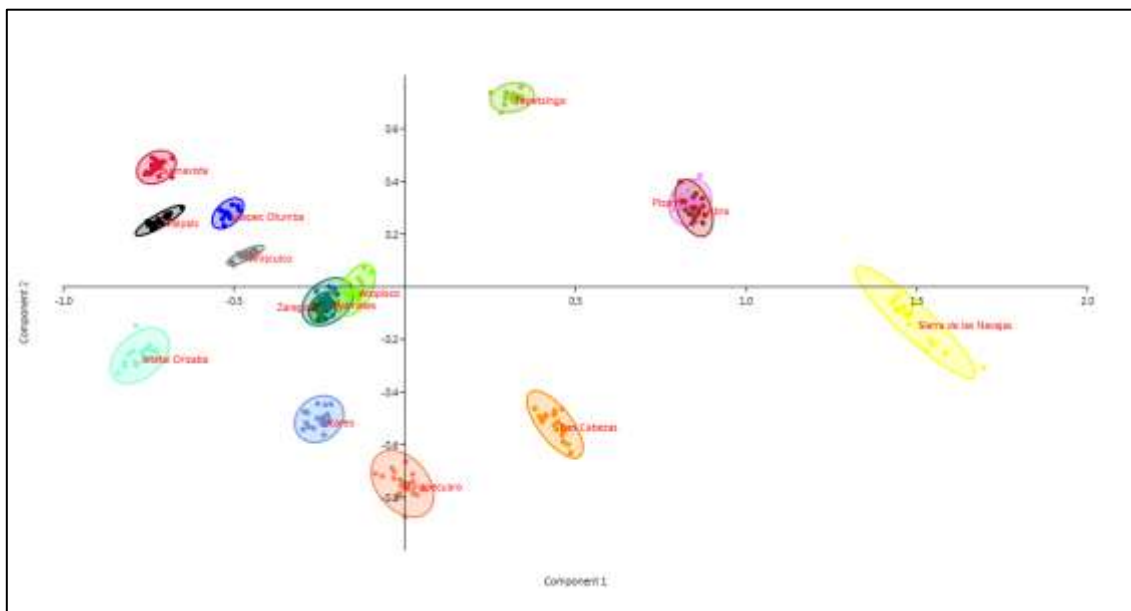


Figura 49. Grafica de componentes principales de muestras geológicas, log 10.

También se pudo determinar que uno de los elementos químicos con mayor peso en la primera componente para la variación de los datos se encuentra en el Sr, mientras que el segundo elemento significativo en la segunda componente es el Zr (Figura 50). El 98.26% de la varianza se encuentra acumulada en las dos componentes principales.

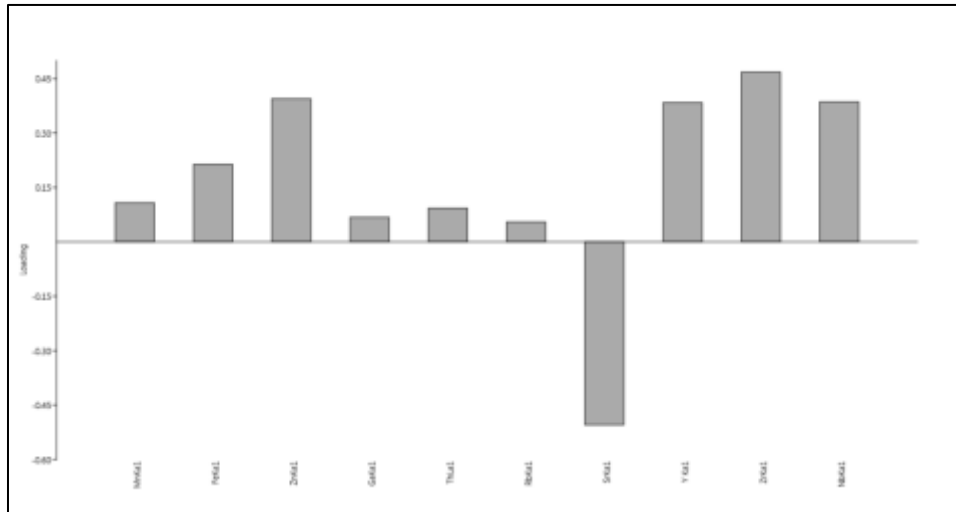


Figura 50. Gráfica de correlaciones, el Sr representa el mayor peso de manera negativa en la primera componente y Zr el mayor peso de manera positiva en la segunda componente

El análisis estadístico permitió identificar que en San Gregorio fueron empleadas obsidias de los yacimientos del sistema de Otumba, y de Sierra de las Navajas. El gráfico de dispersión de puntos indica que el Sr y Zn llegan a tener una gran variación que pueden emplearse para distinguir de forma clara entre la obsidiana de Pachuca y los yacimientos del Sistema de Otumba. La tabla 10 resume los resultados de la procedencia de las obsidias de San Gregorio por Capa y por Nivel.

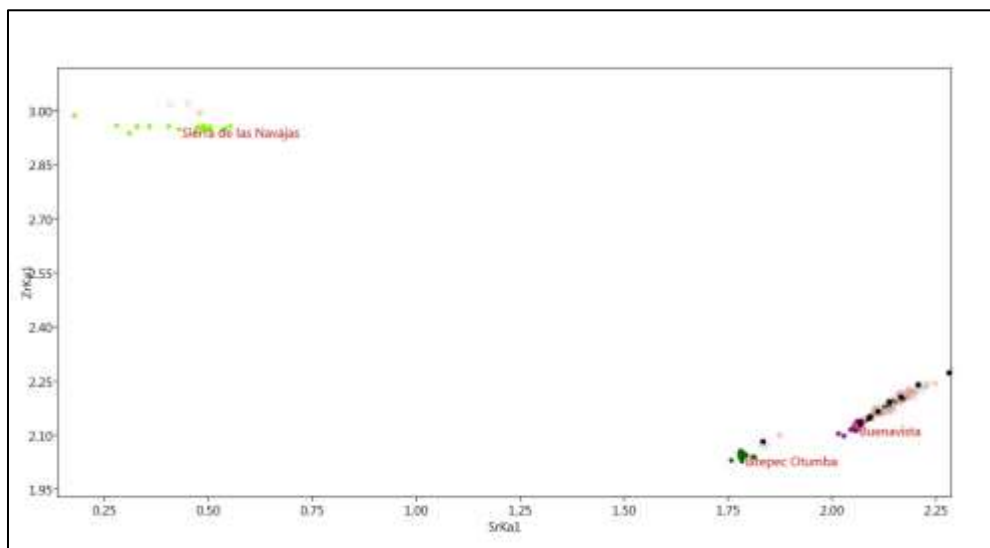


Figura 51. Grafica de dispersión de dos variables (log 10). Variables Sr vs Zr de obsidias arqueológicas vs yacimientos de Sierra de las Navajas, Ixtepec y Buenavista.

Tabla 10. Resultados de procedencia de las obsidias de San Gregorio por Capa y Por nivel.

Fuente\ Capa y Nivel	IIN2	IIIN1	IIIN2	IV-AN1	IV-BN1	IV-BN2	IV-BN3	IV-BN4	Total
Otumba-Soltepec	9	13	49	24	14	9	7	8	133
Otumba-C. Ixtepec					1	3		1	5
Sierra de las Navajas			1	3					4
Total	9	13	50	27	15	12	7	9	142

Capítulo 5. Resultados y conclusiones

Los datos presentados en la sección anterior permiten reconocer que los habitantes de San Gregorio emplearon la obsidiana -procedente de la localidad de Buenavista-Soltepec, Otumba en el Estado de México, y en menor proporción, de la Sierras de Las Navajas en el estado de Hidalgo- como materia prima para la confección de sus artefactos líticos. El análisis del universo de yacimientos muestreados sugiere el aprovechamiento preferencial de los yacimientos más cercanos. Aunque esto justifica el uso de la premisa del menor esfuerzo en el análisis de rutas de menor costo y de redes hidrológicas para evaluar procesos de dispersión de materias primas mediante GIS, considero que las variables sociales que condicionan la creación de vías de transporte y acceso a las fuentes de materias primas son mayores, y no necesariamente cumplen con una lógica de menor inversión de gasto energético. No obstante, a falta de mayores datos, los análisis mediante GIS se presentan como una alternativa que permite evaluar los posibles vínculos y las estrategias para la obtención de materias primas.

A partir de la información adquirida por el estudio de procedencia de las obsidias de San Gregorio, se plantea el análisis de las posibles rutas involucradas en la obtención de las materias primas mediante Sistemas de Información Geográfica. Una variable más que entra en juego son los procesos involucrados en la dispersión de materias primas a partir de procesos hidrológicos, así como su relación con las rutas de menor costo. El estudio de las rutas es heurístico y con él se busca distinguir posibles regularidades y áreas de interacción.

Método de análisis

El análisis de rutas de menor costo tiene como finalidad evaluar el esfuerzo que representa el desplazamiento desde un punto de origen hasta un punto de destino sobre una superficie de fricción (la topografía del terreno) para determinar la vía que represente el menor gasto energético. Para tal fin, se empleó como mapa base el Continuo Mexicano de Elevación con resolución a 20 metros, los análisis se realizaron con el software ArcGis siguiendo la metodología de Acosta, *et al.* (2016) y García (2015).

Primero se realizó un *mapa de pendiente* para discriminar las zonas con mayor accidente topográfico, posteriormente se creó un *mapa de costos*, que indica la distancia que recorrería un individuo con el mismo gasto energético desde un punto de origen hacia todas las direcciones; un *mapa de dirección*, que indica las vías más accesibles desde un punto determinado hacia todas las direcciones.

Con los mapas de costo y dirección, y tras definir la ubicación de los puntos de origen y de destino, se pueden determinar las vías que representen menor gasto energético en el transporte desde un punto de origen. Los puntos de origen-destino para delimitar las rutas de menor costo se definieron considerando, por un lado, los yacimientos identificados en el análisis composicional de las muestras analizadas de San Gregorio, y por el otro, a partir de la información de los sitios conocidos para el periodo de estudio, quedando de la siguiente manera:

- De San Gregorio a Buenavista-Soltepec, Cerro Ixtepec y Sierra de las Navajas
- De Chicoloapan a Buenavista-Soltepec
- De Zohapilco a Buenavista-Soltepec y Sierra de las Navajas
- De Tepexpan a Buenavista-Soltepec

Resultados del análisis de rutas de menor costo

El GIS resultó ser una herramienta de gran utilidad en la evaluación y análisis de las vías que pudieron haber usado los pobladores del antiguo islote de San Gregorio, y también permite evaluar y comparar las posibles rutas que pudieron haber empleado los pobladores de los otros sitios del Holoceno medio de la Cuenca de México discutidos aquí.

El análisis de rutas de menor costo permite identificar que existieron posibles trayectos que al parecer fueron de mayor importancia, pues cada una de las rutas que enlaza a los yacimientos con los asentamientos analizados se intersectan en puntos muy específicos, mostrando una regularidad en las probables vías utilizadas, como se puede ver en la Figura 52. Visto desde San Gregorio, es notorio que las rutas generadas por el GIS coinciden con las rutas generadas para los otros tres sitios, pues la ruta de tierra, a la orilla del lago, pasa muy cerca de Chicoloapan y Zohapilco, mientras una probable ruta navegable casi coincide con la ubicación del sitio de Tepexpan.

Por lo tanto, estos asentamientos pudieron haber funcionado como puntos de abastecimiento intermedios para San Gregorio. Lo que a su vez permitiría explicar la nula presencia de artefactos con córtex en el sitio y el máximo aprovechamiento de la obsidiana (hay una baja presencia de núcleos y éstos son muy pequeños). Hay que recordar que este mismo fenómeno se encuentra representado en el sitio de Zohapilco y es descrito por Niederberger (1976).

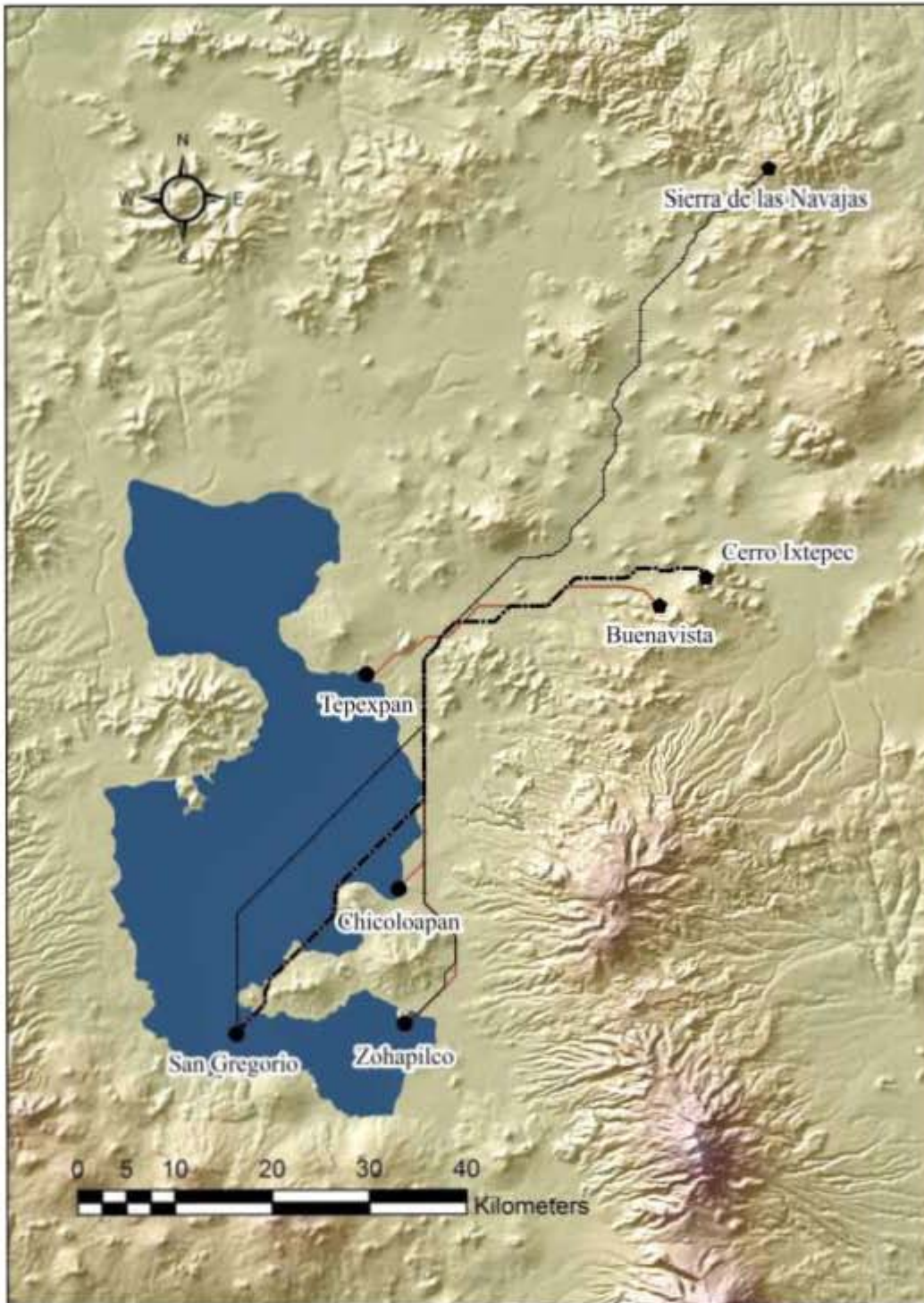


Figura 52. Simulación de las posibles rutas utilizadas durante el Holoceno medio. Las líneas continuas en rojo indican las rutas que desde los sitios de San Gregorio, Zohapilco, Chicoloapan y Tepexpan se dirigen a Buenavista; la línea discontinua en negro indica la ruta desde San Gregorio Cerro Ixtepec; las líneas segmentadas en negro indican la ruta desde los sitios de Zohapilco, San Gregorio y Chicoloapan a la Sierra de las Navajas. Mapa realizado con base al Continuo Mexicano de Elevación, INEGI, DATUM: WGS84

Otro aspecto que es relevante evaluar es la relación que las posibles rutas pudieron haber tenido con las redes hidrológicas, las cuales se forman de manera intermitente o perene. Las redes hidrológicas sugieren flujos involucrados en la segregación, el transporte y la deposición de los materiales ocurrida a lo largo de miles de años. Estos procesos pudieron haber trasladado obsidianas que fueron recolectados en forma de cantos rodados a varios kilómetros de su origen facilitando así la obtención de estos materiales.

Para elaborar las redes hidrológicas me basé en el Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) del INEGI con una resolución de 15 metros. Con base al CEM elaboré mapas de *Dirección de Flujo* para determinar, de acuerdo a la orientación de las laderas existentes en el terreno, la dirección del flujo de agua. Así como también un mapa de *acumulación de flujo*, que indica la dirección en donde se acumulan los flujos hidrológicos.

Los flujos fueron ordenados jerárquicamente en tres niveles, el primero se refiere a las nacientes de río, el segundo se refiere a la unión de dos ríos de primer nivel, el tercero se refiere a la acumulación de dos ríos de segundo nivel, por lo tanto, tendrá mayor caudal. A la red hidrológica creada mediante el CEM se le superpuso la red hidrológica tomada del Conjunto de Datos Vectoriales del INEGI para sumar mayor cantidad de información a los modelos.

Los resultados expuestos en la Figura 53 indican que existen distintos flujos hidrológicos que pudieron haber erosionado los yacimientos del sistema de Otumba y Sierra de las Navajas, los cuales pudieron haber transportando varios kilómetros las obsidianas a los lugares más próximos a los sitios ribereños de la Cuenca de México.

En el caso del sistema de Otumba, los procesos erosivos en Buenavista-Soltepec son más intensos que en Cerro Ixtepec, mientras que en Malpaís los flujos hidrológicos se dirigen hacia el Valle de Apan. Quizás eso explique en parte por qué son menos frecuentes las obsidianas de Cerro Ixtepec y nulas las de Malpaís en San Gregorio.

En el caso del sistema de Sierra de las Navajas, se puede observar que algunos flujos de agua se dirigen hacia la Cuenca de México recorriendo tramos que llegan a ser de hasta veinte kilómetros. La distancia en línea recta existente entre Sierra de las Navajas y San

Gregorio es de aproximadamente cien kilómetros, es posible que esto sea un factor que influyó en la baja presencia de obsidianas en San Gregorio, a pesar de la disminución del trayecto por causas hidrológicas.



Figura 53. Análisis de redes hidrológicas en los yacimientos de obsidianas del sistema de Otumba y Sierra de las Navajas. Mapa elaborado a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano y al Conjunto de Datos Vectoriales del INEGI.

Al unir las rutas de menor costo y las redes hidrológicas, se puede observar un área en donde éstas confluyen. Se trata de un corredor que se forma desde Tepexpan y corre en dirección noreste hasta la altura de Teotihuacán (Figura 54). Es probable que las actividades de extracción de materias prima se hayan desarrollado en esa área de

confluencia, por lo que los habitantes de San Gregorio y los de la Cuenca no tuvieron que trasladarse hasta los yacimientos de manera directa. Si se considera lo anterior, podría explicarse también la baja presencia de obsidiana provenientes de Sierra de las Navajas.



Figura 54. Mapa de redes hidrológicas y rutas de menor costo. Elaborado a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano y al Conjunto de Datos Vectoriales del INEGI.

De interés adicional, aunque no directamente relevante para este estudio, es la observación que sitios como Teotihuacán, perteneciente al Clásico (Carballo 2011; Spence 1967), también se encuentra en la zona de confluencia de estas rutas. Por otro lado, en el sitio de Altica, perteneciente al periodo Formativo (Stoner, *et al.* 2015), se encuentra el primer taller conocido en el valle de Teotihuacán (Stoner, *et al.* 2015:22), ubicado a 10 kilómetros de Teotihuacán y del yacimiento de Buenavista-Soltepec parece tener una ubicación estratégica debido a la cercanía a ambas zonas. La ubicación de estos dos sitios es muy sugerente para entender el control que pudieron ejercer sobre la obsidiana de Otumba en periodos más tardíos.

Conclusiones

Análisis composicional de las fuentes de obsidiana

A partir del análisis composicional de las fuentes de obsidiana se pudo distinguir que los elementos con mayor peso estadístico para diferenciar los yacimientos muestreados fueron el Estroncio (Sr) y el Zirconio (Zr), los cuales se presentan en distintas concentraciones e incluso entre yacimientos que se encuentran cercanos y cuya composición geoquímica es muy similar, como en el caso de Buenavista-Cerro Ixtepec (Figura 55), por lo que se consideran importantes para la discriminación de yacimientos de obsidianas en la zona Central de México.

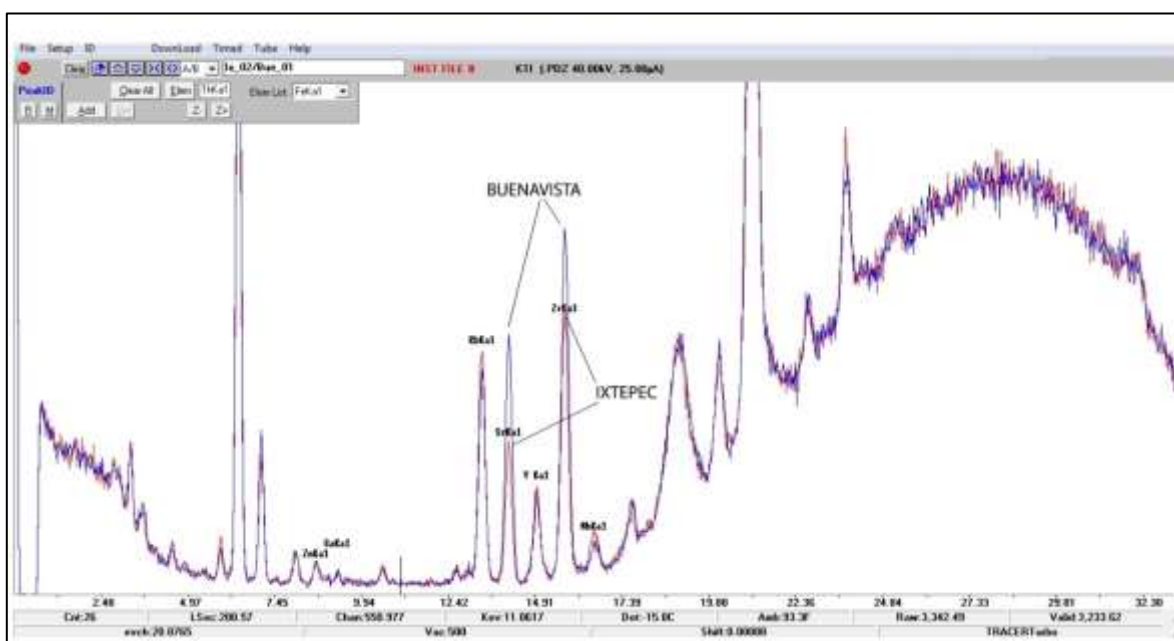


Figura 55. Espectros de XRF comparando los yacimientos de Buenavista y Cerro Ixtepec del sistema de Yacimientos de Otumba con el Software S1PXRF. En el espectro se observa que los elementos Sr y Zr se encuentran en distintas concentraciones en ambos yacimientos.

El uso de obsidianas proveniente del yacimiento de Buenavista-Soltepec es recurrente durante todas las fases de ocupación de San Gregorio, no ocurre así para el yacimiento de Cerro Ixtepec, su uso únicamente se identificó para el periodo de la Fase Playa de San Gregorio, aunque con una frecuencia muy limitada: 5 artefactos del total de los analizados.

Por otro lado, cabe cuestionarnos los motivos por los cuales no se registraron obsidianas que provinieran de las fuentes de Malpaís, pues se encuentra a una distancia relativamente cercana al sitio de San Gregorio. Una posible solución es que los flujos hidrológicos involucrados en el transporte de materias primas de Malpaís se dirigen al Valle de Apan, Hidalgo.

El uso de obsidianas de Sierra de las Navajas se ha documentado desde épocas tempranas en la cuenca de México, probablemente se obtuvieron a partir de la recolección de nódulos en superficie (García-Barcena 1975:369). En San Gregorio la obsidiana de Sierra de las Navajas se encuentra presente en cuatro artefactos, tres provenientes de la Fase Playa y uno de la Fase Atlapulco, este último se trata de un fragmento medial de navajilla prismática. La tecnología de navajillas prismáticas ha sido empleada desde periodos tempranos, como lo demuestra su presencia, en asociación directa, con los restos del mamut de Santa Isabel Iztapan (Aveleyra 1967:43; Aveleyra y Maldonado-Koerdell 1953), que al igual que en San Gregorio, también procede de la Sierra de las Navajas (García-Barcena 1975:369).

Basado en la experiencia de la presente investigación, se puede decir que es necesario hacer un estudio más intensivo en los yacimientos de obsidiana en el que se defina mejor su extensión y se analice la interacción entre los yacimientos y las posibles rutas para acceder a ellos en distintos periodos históricos. Para las sociedades que no explotaron de manera intensiva los yacimientos de obsidiana como en San Gregorio se reconoce como básico distinguir el grado de dispersión de la materia prima a partir de procesos erosivos y deposicionales, así como reconocer las distintas áreas de explotación.

La industria lítica de obsidiana de San Gregorio

La tecnología lítica de obsidiana de San Gregorio en las Fase Playa y Atlapulco puede ser definida como perteneciente a la industria lítica Zohapilquense, la cual se encuentra integrada por lascas de pequeñas dimensiones extraídas de forma irregular a partir de núcleos poliédricos, aprovechando como punto de percusión la zona llana que se forma de las extracciones anteriores, por lo que sus plataformas no presentan restos de córtex. Al igual que en Zohapilco la presencia de córtex en los artefactos de obsidiana de San Gregorio, es casi nula.

Las puntas de proyectil de obsidiana son escasas en San Gregorio, fueron manufacturadas por la técnica de talla bifacial y todas se encuentran fragmentadas. Es probable que una vez perdida la función para la que fueron elaborados, ya sea por fractura o desgastes, se reusaran como soporte de nuevos instrumentos, como son los perforadores (se identificó uno en la fase Playa y uno en la fase Atlapulco), pues a falta de otros artefactos bifaciales, es probable que fueran realizados sobre fragmentos de puntas bifaciales.

Un aspecto de interés es la presencia de puntas bifaciales únicamente en la ocupación de la fase Playa de San Gregorio, al igual que en Zohapilco, en ambos las proporciones son muy bajas (Niederberger 1976:71-72). Es probable que la nula presencia de puntas de proyectil durante la fase Atlapulco en San Gregorio se encuentre relacionada al tipo de producción de alimentos, pues de acuerdo con el análisis arqueozoológico y de microrestos la producción se basó principalmente en la pesca, la captura de aves y la recolección (Blancas 2017; Martínez 2017; Martínez, *et al.* 2017).

La presencia de una Navajilla Prismática en la ocupación de la Fase Atlapulco en San Gregorio sugiere un empleo de esta tecnología de manera continua en la Cuenca de México, pues se han registrado en la fase Playa 2 y la fase Zohapilco del sitio de Zohapilco (Niederberger 1976:60). En ambos casos su presencia es muy baja. A pesar del conocimiento de la tecnología de navajillas prismáticas desde el 7100 ± 950 aP en la cuenca de México (García-Barcena 1975:369) y desde 5000 aP en el valle de Teotihuacán (MacNeish, *et al.* 1967; Niederberger 1976:60), su empleo no se volvió regular.

Hasta el momento, en San Gregorio no se han identificado los percutores con los que fueron elaborados los artefactos de obsidiana, de la misma manera, tampoco hay evidencia de la presencia de instrumentos compresores para la manufactura de bifaciales. Lo anterior se correlaciona con la baja presencia de desechos de talla, y como señalé anteriormente, la presencia de microlascas probablemente sean el producto del uso de los instrumentos líticos, y no una consecuencia de la manufactura.

El método de caracterización geoquímica empleado en este estudio permite saber de dónde proviene la obsidiana utilizada en San Gregorio, con ello se resuelve uno de los aspectos de la investigación la procedencia. Sin embargo, mediante la caracterización geoquímica no es

posible identificar las vías y las formas por las que ésta llegó al sitio, en tanto que los procesos de manufactura de la obsidiana no alteran la composición química de la matriz de obsidiana. Por lo tanto a través de las técnicas de caracterización geoquímica no es posible determinar procedencia a través de los procesos de la manufactura (Velázquez 2017:49). Parafraseando a Nelson y Clark (1990:161), se reconoce que una de las dificultades es la demostración de la existencia de interacciones de intercambio entre distintos grupos.

Es probable que la obtención de obsidiana fuera una actividad más de la recolección, por lo tanto, no fue necesaria una división técnica del trabajo o la especialización para su extracción. Es factible que los grupos más cercanos a los afloramientos de obsidiana no se hayan desplazado a los yacimientos de manera directa, pues los procesos erosivos y deposicionales pudieron haber disgregado y trasladado las obsidianas en forma de cantos rodados a varios kilómetros desde su fuente de origen. Los análisis de redes hidrológicas ilustran tal proceso, documentado de manera empírica por Nieto y López (1990:202), así como por Cobean (2002:58), quienes registran la presencia de cantos rodados a lo largo de los afluentes del río San Juan, producto de procesos erosivos de las barrancas de los Iztetes y del Salto, incluso habiendo presencia de cantos rodados en Teotihuacán.

De acuerdo con los resultados de rutas de menor costo, y con la evidencia recabada sobre la frecuencia y tipología de la lítica hallada en los distintos sitios contemporáneos, podría plantearse que estos asentamientos compartían una misma red de sistemas de abastecimiento, y que los pobladores de San Gregorio obtenían la obsidiana por la intermediación de los otros sitios más cercanos a los yacimientos de Otumba y Sierra de las Navajas.

Un estudio profundo de las de los materiales líticos y de las tradiciones de manufactura en los distintos sitios discutidos anteriormente permitirá ampliar los resultados presentados en este trabajo. A partir de ello, se podrá evaluar si el interés en la obsidiana se relaciona con cambios en las formas de producción en San Gregorio y Zohapilco, y a su vez, si la necesidad de obtener obsidiana de manera constante llevó a una mayor interacción intercomunitaria, o simplemente se trata de una consecuencia de ésta.

Formación Social Tribal y formas de intercambio en San Gregorio

En el caso de las relaciones sociales de producción, la propiedad fue establecida de manera colectiva sobre los distintos elementos productivos: fuerza de trabajo, instrumentos de producción y objeto de trabajo. Aunque parece ser que no establecieron control sobre la reproducción biológica de los medios naturales, si la establecieron sobre el territorio, por lo que su propiedad fue una condición para la producción. Este proceso de apropiación cambia la forma de la estructura de la sociedad pretribal dando paso a comunidades que no llegan a disolverse, por lo que se estructuran en la Forma Social Tribal, estableciéndose nuevas formas de producción y de integración.

En la primera etapa de ocupación de San Gregorio, durante la fase Playa 2, parece no existir una propiedad marcada sobre el territorio, pero durante la fase Atlapulco ésta sí se encuentra definida. De lo anterior se infiere que hay una apropiación permanente del territorio, es probable que algunos procesos ambientales estén condicionando el uso o desuso de del territorio. Una evidencia de esto es la escasa presencia de recursos acuáticos y la alta presencia de mamíferos consumidos durante la fase Playa 1 del sitio (Blancas 2017), así como los indicadores de sequías como es la presencia de caracoles del género *Durangonella*, y la retracción de caracoles del género *Physella* y *Helisoma* (Martínez 2017).

Se puede inferir que el sitio se encuentra habitando de manera permanente en la fase Atlapulco y de manera semipermanente durante la fase Playa, en cualquiera de las circunstancias parece ser que los habitantes de San Gregorio se apropiaron del territorio desde la fase Playa 2. Este argumento se fortalece con el descubrimiento de piedras de molienda ubicadas en la ocupación de la fase Playa 2, sin embargo, en este momento no es posible comprobarlo, sólo lo presento en este trabajo de manera hipotética.

Formas de Intercambio en San Gregorio

En resumen, existieron dos formas de intercambio en San Gregorio, el primero de ellos ocurre en el seno de la comunidad, y al igual que el parentesco, tiene la función normativa y de cohesionador social, y es una forma de distribución diferencial compensada a largo

plazo, o su equivalente “reciprocidad ampliada” de Sahlins (1972, 1987) y (Service 1973). El segundo, se establece más allá de la comunidad, y permite al grupo comunitario obtener productos con valor de uso mediante el intercambio entre distintas comunidades.

A través del principio de reciprocidad los miembros de las comunidades son cohesionados bajo normas de igualdad, y de manera similar que en las sociedades cazadoras recolectoras pretribales las acciones contrarias de los individuos son sancionadas por el grupo. Debido a que nos encontramos con una estructura igualitaria, la redistribución únicamente cumple con la función de la obtención de productos que no se encuentran a disponibilidad del grupo, los cuales serán redistribuidos de forma igualitaria o de acuerdo a las necesidades de cada uno de los individuos que integran la comunidad, integrando a los miembros de la comunidad al ciclo de reciprocidad intercomunitaria.

Para el caso de las relaciones intercomunitarias, los intercambios pudieron haberse desarrollado de forma multidireccional, con plazos y las equivalencias indefinidas, pues depende de las condiciones de la producción por tal motivo también son diferidas. La reciprocidad al interior de la comunidad define la mayor proximidad social, pues la comunidad tribal se estructura sobre un modelo semejante al del parentesco y que en concordancia con la reciprocidad establecen normas de adhesión y comportamiento social

Se puede inferir que la forma de intercambio llevada a cabo en San Gregorio para la obtención de obsidianas, desde una perspectiva de relaciones intercomunitarias se caracteriza por los siguientes rasgos:

Según la composición de los agentes se trató de una forma colectiva de intercambio en donde el grupo social definido en el intercambio fue el grupo comunitario. No es posible identificar si se realizaba a partir de un individuo que representaba a la comunidad o por el grupo.

De acuerdo al contenido del intercambio y a la escala de valores de uso, este involucró productos que contienen trabajo pasado, es decir, instrumentos de obsidiana elaborados. Es probable que los instrumentos de calcedonia y de basalto formaran parte del contenido de lo intercambiado. No hay evidencia de intercambio de servicios o favores, no obstante

pudieron haber formado parte de proceso de intercambio en situaciones particulares como la asistencia a algún grupo en situación de crisis.

Según el grado de definición de las equivalencias es muy probable que el intercambio tuviera la finalidad particular de obtener objetos de trabajo concretos, como las obsidianas, por lo que las equivalencias pudieron ser definidas, en el caso de que fueran imprecisas se buscará que cumpla con el objetivo primario, el obtener objetos de trabajos concretos. En cualquiera de los casos de acuerdo a la escala de valores relativos el cambio puede ser equilibrado o desigual.

No es posible definir la temporalidad de los cambios en el sentido de su momento, los indicadores arqueológicos no brindan la posibilidad de reconocer si fueron simultáneos o diferidos, si a su vez este movimiento se encuentra definido o indefinido. De la misma manera no es posible definir la dirección, es decir se involucra a dos agentes “donante-receptor y receptor-donante” o si participan más de dos agentes en un sentido circular o en cadena, o si se trata de intercambio multidireccionales.

Comentarios finales

Es necesario hacer un estudio más intensivo en los yacimientos del sistema de Otumba. Es fundamental definir mejor sus extensiones, así como verificar la relación existente entre las redes hidrológicas, las áreas de explotación y las posibles rutas para acceder a ellos.

Se reconoce como básico el conocer el grado de dispersión de la materia prima a partir de procesos erosivos y deposicionales para la creación de modelos que sean más acordes a las sociedades que no desarrollaron formas especializadas de explotación de yacimientos.

Hace falta la realización de estudios arqueológicos en sociedades del Holoceno medio para hacer comparaciones en cuanto a la tecnología de elaboración de instrumentos líticos, así como estudios de procedencia en obsidianas para evaluar con mayor precisión las formas de intercambio y el grado de relación que pudieron haber tenido estas sociedades.

Anexo 1

Estadística descriptiva de los valores geoquímicos de localidades muestreadas

Tabla 11. Estadísticos descriptivos del grupo Ahisculco

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	407.3879	497.3342	451.4089	25.3903	.002	.512	-.554	.992
Fe	20	8050.5509	8568.7691	8311.8328	133.5472	.026	.512	-.211	.992
Zn	20	32.9560	43.1628	38.5930	2.8209	-.431	.512	-.254	.992
Ga	20	15.7901	21.0145	18.3771	1.6193	.146	.512	-1.036	.992
Th	20	8.4681	13.1013	10.5596	1.2698	.262	.512	-.468	.992
Rb	20	108.2049	118.4859	114.5797	2.2951	-.704	.512	2.172	.992
Sr	20	40.6198	44.6537	43.1887	.9595	-.929	.512	1.351	.992
Y	20	17.4694	21.1410	19.4206	.9860	.084	.512	-.190	.992
Zr	20	136.9502	146.2929	141.8045	2.4731	.080	.512	-.356	.992
Nb	20	18.9207	21.6104	20.1121	.6999	.540	.512	.047	.992

Tabla 12. Estadísticos descriptivos del grupo Atopixco

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	157.4649	235.4966	196.7997	24.3354	-.182	.512	-.987	.992
Fe	20	9856.7227	11126.681	10426.319	359.3591	.701	.512	-.394	.992
Zn	20	34.9181	48.0250	39.5563	3.4619	.905	.512	.611	.992
Ga	20	17.3126	21.5078	19.6061	1.1677	-.357	.512	-.791	.992
Th	20	31.6786	37.3836	34.7261	1.4692	-.380	.512	-.109	.992
Rb	20	264.5903	289.7485	277.7497	5.0744	-.349	.512	2.464	.992
Sr	20	31.4266	38.7602	34.3501	1.9612	.658	.512	.089	.992
Y	20	45.2694	49.3090	47.2052	1.1353	.154	.512	-.499	.992
Zr	20	203.4594	217.7884	211.1676	5.2399	-.146	.512	-1.566	.992
Nb	20	17.3694	20.3264	18.5457	.7807	.622	.512	-.313	.992

Tabla 13. Estadísticos descriptivos del grupo Ixtetal, Orizaba

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	567.3922	685.1816	624.9159	31.8799	-.146	.512	-.701	.992
Fe	20	4012.0766	4842.8513	4272.6474	177.9733	2.075	.512	5.538	.992
Zn	20	22.4976	33.1145	28.0560	3.2439	-.244	.512	-1.097	.992
Ga	20	14.6181	20.9853	17.3891	1.6796	.155	.512	-.390	.992
Th	20	4.7003	9.3425	6.8008	1.0109	.494	.512	1.500	.992
Rb	20	103.2313	111.7483	107.0293	1.9377	.308	.512	.913	.992
Sr	20	23.5532	33.2692	25.9138	1.9751	2.848	.512	10.600	.992
Y	20	13.5722	16.9070	15.1782	.9190	.213	.512	-.670	.992
Zr	20	58.6054	65.6398	62.5112	2.0151	-.231	.512	-.830	.992
Nb	20	10.1204	13.0080	11.6336	.6717	-.382	.512	.970	.992

Tabla 14. Estadísticos descriptivos del grupo Malpaís

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	388.4539	486.7568	436.9976	25.6186	.071	.512	-.724	.992
Fe	20	7258.5885	7881.8277	7591.8030	158.3008	-.288	.512	.289	.992
Zn	20	36.9416	53.4201	41.7986	3.9903	1.432	.512	2.693	.992
Ga	20	14.8661	20.2244	17.3538	1.4661	.515	.512	.023	.992
Th	20	8.5491	12.2128	10.1925	.9289	.535	.512	.080	.992
Rb	20	110.3950	121.1562	117.0924	2.4793	-.939	.512	1.476	.992
Sr	20	70.7704	76.5029	74.2063	1.7481	-.651	.512	-.414	.992
Y	20	19.5574	22.4546	21.0757	.8691	.075	.512	-1.056	.992
Zr	20	99.4894	104.5845	102.2552	1.5648	-.317	.512	-1.141	.992
Nb	20	11.4626	13.4030	12.4004	.5142	.316	.512	-.305	.992

Tabla 15. Estadísticos descriptivos del grupo Buenavista

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	343.6883	507.9811	411.4895	36.4132	.484	.512	1.628	.992
Fe	20	8046.3073	9685.8286	8652.1703	353.4616	1.219	.512	3.052	.992
Zn	20	37.2965	48.9196	43.4671	3.1040	.086	.512	-.278	.992
Ga	20	15.6892	21.1612	17.4944	1.2970	1.045	.512	2.103	.992
Th	20	8.5697	12.5443	10.8783	1.0617	-.019	.512	-.380	.992
Rb	20	112.4563	126.3393	120.1561	3.3937	-.157	.512	.081	.992
Sr	20	103.7398	124.4580	114.8824	4.3717	-.625	.512	2.188	.992
Y	20	21.2180	24.1224	22.4360	.8341	.606	.512	-.088	.992
Zr	20	125.1910	141.9871	133.9010	4.1437	-.340	.512	-.109	.992
Nb	20	11.3075	13.5924	12.4623	.6391	.248	.512	-.835	.992

Tabla 16. Estadísticos descriptivos del grupo Ixtepec Otumba

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	14	568.7014	706.4152	616.9751	36.6018	1.419	.597	2.136	1.154
Fe	14	7566.2268	8507.4679	7852.1518	246.3244	1.684	.597	3.389	1.154
Zn	14	48.8792	59.7776	53.0072	3.1015	.624	.597	.273	1.154
Ga	14	14.5870	21.5890	18.0329	1.7729	-.058	.597	.439	1.154
Th	14	7.3552	10.9008	9.9156	.8727	-2.014	.597	5.656	1.154
Rb	14	129.4850	136.0927	131.6560	1.8269	1.134	.597	1.397	1.154
Sr	14	57.2818	64.9817	61.2324	1.8878	.273	.597	1.508	1.154
Y	14	24.2845	29.2514	26.2551	1.2348	.826	.597	1.662	1.154
Zr	14	106.6488	113.7827	110.4051	2.1526	-.168	.597	-.685	1.154
Nb	14	14.2991	16.8969	15.9283	.7245	-.987	.597	.523	1.154

Tabla 17. Estadísticos descriptivos del grupo Oyameles

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	242.5282	354.0799	279.9591	27.4640	1.072	.512	1.531	.992
Fe	20	8664.9799	11292.627	9368.1632	501.0171	3.140	.512	12.508	.992
Zn	20	37.1264	49.2710	42.0138	3.4100	.778	.512	.066	.992
Ga	20	15.7057	20.7279	18.5505	1.2049	-.636	.512	.521	.992
Th	20	14.8972	19.6567	17.5801	1.2993	-.139	.512	-.475	.992
Rb	20	129.1717	136.9223	133.6001	2.4981	-.201	.512	-1.157	.992
Sr	20	23.5453	29.1626	25.9853	1.7100	.361	.512	-.849	.992
Y	20	29.0714	33.0289	31.7438	.8732	-1.403	.512	3.589	.992
Zr	20	175.3915	186.5896	181.3833	3.1720	-.332	.512	-.631	.992
Nb	20	14.3683	18.6591	16.7497	.9729	-.232	.512	.844	.992

Tabla 18. Estadísticos descriptivos del grupos Zaragoza

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	219.9519	335.5727	271.3892	31.1517	.475	.512	.021	.992
Fe	20	8653.7304	9286.0601	9002.5253	181.8264	-.340	.512	-1.040	.992
Zn	20	35.1860	45.2115	41.1007	2.7381	-.611	.512	-.087	.992
Ga	20	15.9066	20.1194	17.9285	1.1007	.365	.512	-.211	.992
Th	20	14.5849	18.5836	17.0163	.9745	-.568	.512	.647	.992
Rb	20	127.9712	136.3442	131.9050	2.2509	-.040	.512	-.562	.992
Sr	20	23.3872	26.6915	25.1891	.9817	.016	.512	-.967	.992
Y	20	28.5830	34.2374	31.1836	1.3559	.255	.512	.246	.992
Zr	20	172.4721	186.0065	179.9316	3.5253	-.427	.512	-.287	.992
Nb	20	15.2058	18.0703	16.4899	.7047	.267	.512	.244	.992

Tabla 19. Estadísticos descriptivos del grupo Sierra de las Navajas

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	1046.8384	1193.3884	1107.7473	46.6339	.315	.512	-.924	.992
Fe	20	15501.230	17176.502	16065.793	336.5572	1.808	.512	5.807	.992
Zn	20	194.9515	223.1347	207.1246	7.5512	.459	.512	-.494	.992
Ga	20	20.9116	27.0641	22.9726	1.5815	1.058	.512	.765	.992
Th	20	16.7802	22.5877	19.5047	1.6719	.362	.512	-.516	.992
Rb	20	185.9700	211.2108	196.3735	5.0095	.844	.512	3.678	.992
Sr	20	1.5064	3.5709	2.7639	.5797	-.652	.512	-.565	.992
Y	20	107.6346	119.8577	111.7945	2.8739	.968	.512	2.050	.992
Zr	20	866.0327	968.5455	898.4935	20.4491	1.930	.512	7.176	.992
Nb	20	85.0757	97.2470	89.9992	2.7394	.708	.512	1.346	.992

Tabla 20. Estadísticos descriptivos de grupo Tres Cabezas

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	319.7863	444.4831	374.4084	31.1236	.483	.512	-.151	.992
Fe	20	8282.4591	8930.4848	8580.5813	177.1699	.233	.512	-.288	.992
Zn	20	52.5722	65.6165	57.7817	3.6897	.516	.512	-.460	.992
Ga	20	16.6036	22.6732	20.0219	1.5023	-.040	.512	.305	.992
Th	20	13.8670	19.2886	16.5370	1.3422	-.153	.512	.040	.992
Rb	20	155.0299	165.6595	160.5160	3.0657	-.220	.512	-.958	.992
Sr	20	3.6587	5.9330	4.8752	.5675	-.468	.512	-.106	.992
Y	20	45.7460	50.8901	48.2502	1.7140	.158	.512	-1.230	.992
Zr	20	190.5991	207.3400	197.1889	4.3382	.773	.512	.917	.992
Nb	20	37.3142	41.5148	40.0490	1.0361	-1.145	.512	1.436	.992

Tabla 21. Estadísticos descriptivos del grupo Pizarrín

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	373.4613	541.4581	444.8313	38.7681	.306	.512	.850	.992
Fe	20	17453.322	19861.575	18281.627	483.6214	1.669	.512	5.671	.992
Zn	20	161.6353	189.4010	178.4956	7.4655	-.326	.512	-.174	.992
Ga	20	19.0357	26.8429	23.1516	1.5528	-.300	.512	2.715	.992
Th	20	10.4753	14.2927	12.1408	1.1655	.571	.512	-.864	.992
Rb	20	118.7180	134.6092	124.5149	3.6609	.912	.512	1.640	.992
Sr	20	12.6854	16.4064	13.7452	.9339	1.258	.512	1.974	.992
Y	20	84.4076	97.3963	89.7793	2.5637	.838	.512	3.836	.992
Zr	20	616.0217	720.2493	651.6537	24.9358	1.102	.512	1.729	.992
Nb	20	42.0221	47.8231	45.2110	1.3281	-.209	.512	.758	.992

Tabla 22. Estadísticos descriptivos del grupo El Abra

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	344.5612	482.9328	431.7980	39.8645	-.599	.512	-.471	.992
Fe	20	17580.529	18594.899	18000.149	261.0385	.185	.512	.017	.992
Zn	20	163.4220	193.9656	177.7508	7.7988	.337	.512	-.153	.992
Ga	20	18.5611	25.0038	23.1736	1.5075	-1.340	.512	3.477	.992
Th	20	10.0283	15.7266	12.8084	1.4363	.213	.512	-.002	.992
Rb	20	119.2528	126.6089	124.0558	2.2740	-.816	.512	-.384	.992
Sr	20	11.1980	16.9757	13.1648	1.2389	1.420	.512	3.753	.992
Y	20	87.3380	93.7464	90.2612	1.7816	.371	.512	-.516	.992
Zr	20	611.2275	730.5689	657.7023	32.1502	.588	.512	-.123	.992
Nb	20	43.5404	48.5333	45.0838	1.2102	1.472	.512	2.358	.992

Tabla 23. Estadísticos descriptivos de grupo Tepetzingo

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	415.9147	608.8651	509.3770	44.3252	-.009	.512	.631	.992
Fe	20	16936.653	18851.936	18141.734	470.9875	-1.304	.512	1.622	.992
Zn	20	124.1467	182.3760	139.9126	12.2435	2.263	.512	7.444	.992
Ga	20	20.3954	25.7336	23.1715	1.4470	-.093	.512	-.900	.992
Th	20	9.8123	13.3746	11.6480	1.0581	-.037	.512	-1.248	.992
Rb	20	111.8843	124.8504	116.9145	3.1428	.630	.512	.760	.992
Sr	20	14.3417	65.4610	54.8930	9.8395	-4.007	.512	17.403	.992
Y	20	67.8614	92.4027	71.6269	5.0993	3.894	.512	16.412	.992
Zr	20	383.9570	649.4873	416.6277	55.5262	4.280	.512	18.823	.992
Nb	20	36.1620	44.9962	38.0793	1.9633	2.404	.512	7.905	.992

Tabla 24. Estadísticos descriptivos del grupo Ucareo

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	144.6792	256.8752	202.8732	27.1925	-.484	.512	.356	.992
Fe	20	7713.9647	8547.3307	8207.3174	188.6645	-.742	.512	1.268	.992
Zn	20	26.3097	42.0266	36.5863	3.5593	-1.287	.512	2.715	.992
Ga	20	16.2633	22.1967	18.0703	1.4179	1.295	.512	2.515	.992
Th	20	11.9204	16.4034	14.3586	1.3216	-.301	.512	-.807	.992
Rb	20	141.3104	155.8793	151.9269	3.2023	-1.725	.512	5.809	.992
Sr	20	9.3567	12.2660	10.8231	.6990	.105	.512	.053	.992
Y	20	23.5520	27.8184	26.0257	1.0499	-.594	.512	.412	.992
Zr	20	110.3986	122.1093	116.5568	3.0050	.232	.512	.102	.992
Nb	20	11.6427	14.8575	13.4715	.7361	-.682	.512	1.088	.992

Tabla 25. Estadísticos descriptivos del grupos Zinapecuaro

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Mn	20	178.9446	283.2240	227.8004	26.6725	.122	.512	-.427	.992
Fe	20	7568.1868	7995.6747	7786.3258	145.6459	.042	.512	-1.332	.992
Zn	20	33.8773	46.0444	39.5074	3.3372	.104	.512	-.824	.992
Ga	20	17.5724	22.4556	19.8515	1.6265	.133	.512	-1.388	.992
Th	20	14.3682	18.5513	16.5623	1.4826	-.025	.512	-1.646	.992
Rb	20	176.1287	190.5594	183.5102	4.1739	.095	.512	-.479	.992
Sr	20	4.2047	6.1812	5.2437	.5755	.141	.512	-.817	.992
Y	20	29.7795	34.0801	31.7560	.9940	.237	.512	.544	.992
Zr	20	102.4480	111.1023	108.1460	2.3038	-1.287	.512	1.485	.992
Nb	20	15.7062	18.6864	16.9903	.8036	.268	.512	-.391	.992

Valores de los elementos químicos presentes en las obsidianas arqueológicas

En las siguientes tablas se presentan los valores obtenidos del análisis de fluorescencia de rayos (XRF) de las obsidianas arqueológicas presentadas en este estudio. Los valores elementales se presentan en partes por millón (ppm), y se tratan de los siguientes elementos: Manganeso (Mn), Hierro (Fe), Zinc (Zn), Galio (Ga), Torio (Th), Rubidio (Rb), Estroncio (Sr), Itrio (Y), Circonio (Zr) y Niobio (Nb).

Muestra	C/Nivel	MnKa1	FeKa1	ZnKa1	GaKa1	ThLa1	RbKa1	SrKa1	Y_Ka1	ZrKa1	NbKa1
EJA56	IIIN2	424.7197	9834.186	52.8992	25.1289	11.7451	137.7751	125.1951	25.2167	143.6174	14.1873
EJA57	IIIN2	495.3872	10534.256	53.4875	27.0582	15.3963	144.4941	135.6076	24.5070	150.9223	16.5620
EJA61	IIIN2	462.6229	10827.976	43.5527	24.0439	12.2921	134.4756	137.8403	25.6878	154.7717	14.1509
EJA81	IIIN2	443.6386	10821.362	41.4821	26.3020	12.2646	138.4578	142.1115	23.8929	156.4754	14.8573
EJA82	IIIN2	535.2763	9791.406	49.6239	23.1190	11.2301	131.1114	122.3279	22.8739	141.4312	14.3424
EJA108 B	IIIN2	542.6176	11332.261	59.9188	24.1095	13.1513	144.4589	150.1567	24.5750	159.4527	15.7135
EJA108	IIIN2	457.5073	10950.192	47.8676	24.9134	12.4267	139.5880	140.6733	23.6574	157.9359	13.9932
EJA110	IIIN2	497.4794	11616.175	49.7822	27.2778	11.8313	142.6742	140.2750	23.9696	155.5479	15.9921
EJA118	IIIN2	493.4980	9914.436	48.0348	23.8920	8.8549	133.6013	127.1353	24.5568	146.8374	13.7474
EJA138	IIIN1	469.2952	9278.968	51.7355	19.5963	11.7007	132.2824	120.7302	24.6950	139.1114	13.3616
EJA140	IIIN1	498.9409	10613.277	43.9835	23.2917	10.8425	131.2741	137.0514	23.5998	154.0780	13.6197
EJA157	IIIN1	551.4274	11570.668	48.8188	28.3371	9.3295	146.6950	151.5031	24.7462	164.2156	16.9281
EJA164	IIIN1	506.1838	11757.199	59.4709	29.7936	12.6581	151.7765	148.2166	25.4652	159.4617	16.6145
EJA171	IIIN1	545.8264	12381.792	50.7056	28.8972	12.6183	159.1414	157.3696	26.0634	165.5601	16.6902
EJA172	IIIN1	439.4773	11195.196	48.4015	25.8460	12.4172	139.5956	141.9039	23.5692	160.0397	14.5505
EJA183	IIIN1	442.0634	10566.613	43.4197	22.2669	11.6821	129.6313	139.4012	23.3830	153.3721	14.3235
EJA199	IIIN1	465.6950	10176.252	50.0692	21.0374	13.3393	136.4219	129.8765	23.6174	148.2506	14.6423
EJA208	IIIN1	495.7597	9842.629	48.5683	24.0953	11.8825	137.9015	127.1410	25.1616	143.3096	13.9632
EJA225	IIIN1	403.2041	9081.814	46.4066	16.1033	11.4225	129.1919	116.7555	22.6059	133.2187	12.6794
EJA230	IIIN1	491.0056	11978.580	51.4976	26.5824	13.0105	152.7829	148.8041	26.8874	160.6765	16.8314
EJA242	IIIN1	490.0368	10296.179	47.9112	20.7062	11.2323	134.8303	137.5397	25.5304	148.7745	13.5524
EJA301	IIIN1	473.2854	10747.012	49.1636	25.9040	12.0391	133.5434	134.9783	22.2315	151.2543	16.5085
EJA1590 B	IIIN2	465.7512	9836.028	46.2048	23.2164	12.4207	137.2826	124.7370	25.0312	139.3607	12.9087
EJA998 B	IIIN2	1334.3365	18782.894	220.0087	26.1716	22.7394	212.2869	3.0145	123.8500	986.6774	100.4661
EJA998	IIIN2	448.9465	9957.420	47.6480	22.6144	13.9264	145.4354	128.5836	21.3996	146.2640	15.0208
EJA1038	IIIN2	406.7223	10035.822	46.6452	21.4310	11.8022	127.9977	135.9495	22.6033	152.4715	13.7671
EJA1086 C	IIIN2	579.5210	12284.224	61.1093	27.3795	13.8053	156.6005	156.6677	25.6606	167.3714	16.8075
EJA1086	IIIN2	568.3101	12355.028	54.3613	25.1852	14.5405	147.8646	152.7330	23.8562	161.2941	16.3425
EJA1112	IIIN2	466.1644	9383.868	45.7408	19.2247	12.2613	126.7827	119.9368	23.3899	138.4486	13.2247
EJA1166	IIIN2	706.0115	13894.500	61.3175	31.6229	15.7778	164.1822	158.8407	28.4068	166.7843	15.4459
EJA1190	IIIN2	488.2578	11221.638	54.9880	25.8576	14.3765	143.1165	148.1203	25.7195	162.4916	14.3620
EJA1215	IIIN2	514.5973	10110.285	52.2036	23.4875	10.7562	135.1529	125.7167	24.4750	143.5780	14.8551
EJA1238 C	IIIN2	462.2221	9806.852	48.5055	20.9987	10.8459	124.9191	129.4060	23.2770	145.5230	11.0125
EJA1288	IIIN2	514.9267	10881.449	50.9002	25.2607	14.7185	142.2397	138.8062	25.6526	151.2387	14.8351
EJA1313 B	IIIN2	747.9593	16968.989	84.8172	37.7290	19.0263	188.5578	193.5779	29.9670	190.1821	18.2699
EJA1313	IIIN2	575.1187	11024.961	45.7192	23.9741	12.2724	136.6409	144.9083	23.0775	157.0331	15.1048
EJA1369	IIIN2	430.6159	10946.254	49.8130	25.0659	12.2216	137.2050	140.8403	25.8525	155.3364	13.4385
EJA1398	IIIN2	476.0555	10357.479	46.9042	21.6001	11.4246	126.4543	130.9902	21.7191	145.7736	13.5501
EJA1461	IIIN2	584.6398	12044.751	54.4075	28.3091	12.1297	150.7719	152.7621	26.8845	162.9879	14.4918

Muestra	C/Nivel	MnKal	FeKal	ZnKal	CaKal	Th1al	RbKal	SrKal	Y_Kal	ZrKal	NbKal
EJA1515	IIIN2	458.9297	9636.187	44.7430	18.9065	10.4435	126.6441	132.2142	21.5909	144.8360	13.7226
EJA1515 B	IIIN2	466.7895	9894.879	52.4668	23.2920	10.7281	137.0432	127.6032	23.6578	145.3085	12.9652
EJA1531	IIIN2	577.4861	12951.282	54.8990	28.5686	15.0728	163.6240	162.0010	27.1061	170.6213	16.4608
EJA1590	IIIN2	487.3709	10362.556	43.1902	21.1828	13.6168	132.3189	133.6225	23.7781	150.3349	13.8885
EJA1598	IIIN2	512.3452	11344.233	56.9072	26.0800	12.9733	143.5763	145.8389	24.7434	155.2772	15.2310
EJA1629	IIIN2	468.7925	11237.266	52.7476	24.8980	13.8357	143.2306	146.4892	24.1410	159.0942	15.4338
EJA1647	IIIN2	573.7405	12910.913	66.2272	29.0744	12.3669	153.6506	152.6769	24.8403	160.1421	17.3250
EJA1651	IIIN2	449.3548	11616.834	47.8551	27.0813	13.0718	146.0425	147.6614	22.9456	156.9334	15.0299
EJA1658B	IIIN2	486.6631	9727.051	40.2611	18.4619	12.8674	126.5567	127.0498	23.6977	144.9935	13.4758
EJA1671B	IIIN2	525.1854	10367.971	44.3203	26.2504	13.7026	137.8323	141.2065	26.7768	151.2459	13.3607
EJA1672	IIIN2	423.2043	9294.004	41.8105	21.3573	11.4085	128.7462	113.4957	22.8395	133.8125	12.3975
EJA1708	IIIN2	465.9280	10473.576	48.9491	22.9608	10.9134	142.9697	136.9374	24.7086	150.5159	14.7418
EJA405	IIIN2	504.8604	10884.961	51.4227	23.5155	10.4196	136.9746	137.0332	23.5179	147.2523	14.0226
EJA431	IIIN2	543.0337	11173.333	56.4800	27.9186	11.9226	140.5270	138.1640	25.8671	146.9587	13.2232
EJA463	IIIN2	538.2147	11298.403	57.4110	26.3769	13.5669	140.0343	140.3429	23.6266	154.5687	15.8609
EJA527	IIIN2	762.2723	16477.312	82.8542	36.2188	16.7277	198.8759	177.0140	27.2407	175.4263	17.5251
EJA592	IIIN2	493.5334	11731.248	54.4955	26.2952	11.0545	147.5162	150.4484	24.2329	160.5685	13.5286
EJA596	IIIN2	471.3636	10321.817	46.4793	21.1921	13.6929	133.7395	140.1237	24.1232	148.7361	12.4390
EJA597	IIIN2	484.6967	10763.187	55.3775	21.9238	13.5575	137.9238	137.9975	23.8967	156.2675	15.6476
EJA601	IIIN2	540.9089	11849.639	51.8759	28.4082	12.9208	159.5961	148.2526	26.6583	158.1374	16.1772
EJA634	IIIN2	485.0570	9937.146	38.0202	18.0299	10.4853	129.4273	132.7440	22.1932	146.8203	12.6067
EJA642	IIIN2	453.3286	11149.945	53.9452	24.2217	12.0077	133.4025	142.6206	25.3734	156.8805	15.2203
EJA652	IIIN2	411.2821	9997.150	42.3518	24.7613	9.5444	123.6705	129.1510	23.4163	147.3567	12.0516
EJA653	IIIN2	576.3964	11946.532	55.0687	28.7654	12.4367	159.7342	148.1147	24.8792	165.2278	16.0977
EJA661	IIIN2	490.1895	10691.176	45.7982	21.8778	11.5303	132.3556	144.2209	25.2168	154.8229	13.0107
EJA689	IIIN2	398.5771	10078.897	48.5242	25.3366	12.1400	141.4662	128.3393	23.3325	150.2288	14.4555
EJA723	IIIN2	494.9850	11781.282	55.3174	29.2567	13.3044	147.9034	152.7941	28.0170	169.5824	15.7309
EJA737	IIIN2	706.3704	13774.362	72.7272	34.9471	15.4751	184.0862	169.6114	29.6544	174.2318	16.0861
EJA806	IIIN2	487.4367	9939.765	44.2063	19.6157	11.8893	124.6774	125.4853	20.8469	143.8163	13.7867
EJA856	IIIN2	572.6285	12117.349	53.4663	26.7949	17.7659	154.9359	145.7211	25.3116	161.5603	14.7903
EJA905	IIIN2	444.3696	11648.404	51.1370	27.5679	10.8304	144.8352	148.8462	26.6023	162.4187	13.6252
EJA926	IIIN2	539.3259	12981.297	60.3757	29.8600	15.3619	162.3634	161.9258	25.2368	174.2028	15.4188
EJA935	IIIN2	394.0097	9678.713	51.8959	23.7527	12.2118	132.7930	132.9737	23.5973	147.3605	14.0533
EJA1749	IV-ANI	1431.2926	19093.972	255.4226	29.6546	21.1148	221.5271	1.3739	126.6516	998.9085	100.6357
EJA1766 E	IV-ANI	599.3897	12907.934	60.8677	29.0513	13.4946	155.4920	158.2603	25.8828	167.4696	16.5495
EJA1769 D	IV-ANI	452.9600	9853.467	45.3272	20.7122	12.6379	125.9089	131.7283	21.5509	147.9941	14.9309
EJA1770	IV-ANI	465.8245	11095.985	54.2397	28.7051	13.1792	147.9284	140.7173	26.4097	157.4487	15.9920
EJA1774	IV-ANI	1333.3994	19522.540	243.9966	29.2368	19.4291	229.4402	2.8256	129.5267	1045.5407	104.3357
EJA1785	IV-ANI	514.0069	10161.210	56.9122	21.6010	10.2309	136.0648	127.6228	23.5917	142.7813	14.4967

Muestra	C/Nivel	MnKali	FeKali	ZnKali	CaKali	ThLali	RbKali	SrKali	Y_Kali	ZrKali	NbKali
EJA1786 C	IV-ANI	745.6696	16961.109	86.8383	37.4247	15.9174	185.6461	191.1800	29.5241	187.4322	17.0522
EJA1786	IV-ANI	435.0109	11990.541	52.9769	27.7524	12.0865	147.1010	149.2122	25.4907	164.8233	15.7263
EJA1791	IV-ANI	492.7411	11065.181	52.9654	23.6010	11.8355	139.0232	141.2752	23.6701	155.7268	13.9000
EJA1815	IV-ANI	558.9353	12634.564	65.0764	29.6212	14.1866	160.0473	162.0300	28.4927	171.1569	16.8286
EJA1819 B	IV-ANI	474.6022	10168.049	47.0269	21.4554	10.9601	130.8582	133.8904	22.2317	147.8878	14.4372
EJA1819	IV-ANI	520.6418	12189.806	54.2681	30.1923	15.5758	156.0450	157.6374	25.5837	165.2540	16.7854
EJA1832	IV-ANI	517.2682	10349.750	50.2116	23.6646	9.3287	134.1603	138.2423	22.7893	152.1449	15.3445
EJA1840	IV-ANI	601.5830	13091.649	55.1388	28.3710	11.6884	160.7465	165.9284	26.7798	173.5193	16.6434
EJA1848 C	IV-ANI	475.9224	10809.191	48.5870	26.9930	13.5312	154.6645	141.3110	25.4494	158.1980	15.5631
EJA1860	IV-ANI	483.4492	10313.520	44.1264	22.9895	12.5085	129.6923	136.5586	24.4139	150.5999	15.5121
EJA1873	IV-ANI	470.8967	11003.929	49.2868	23.7688	12.3910	135.0472	138.9400	25.6591	157.7447	14.7584
EJA1883	IV-ANI	555.9200	10393.609	45.1033	24.2029	12.1712	144.2744	134.1738	22.9088	153.5599	15.1457
EJA1887	IV-ANI	466.7276	9938.917	48.3906	20.6887	11.7885	127.6356	129.2720	21.8006	148.3010	14.4645
EJA1904	IV-ANI	568.9205	11418.068	57.9772	26.1319	10.2909	142.9981	143.3644	27.1944	155.5813	15.5855
EJA1911	IV-ANI	501.6841	10894.936	43.5839	24.3038	15.1495	137.6127	143.2356	26.9722	154.7024	15.4794
EJA1927	IV-ANI	540.9863	11224.791	46.6545	27.4060	13.6650	139.6521	146.1066	25.3186	155.9754	15.0074
EJA1934	IV-ANI	471.3505	10142.077	49.6407	25.9976	10.3616	139.8560	138.4031	25.7785	154.1460	15.5812
EJA1940	IV-ANI	1343.7608	19872.404	265.1487	31.8551	22.5990	231.5475	2.5534	131.1966	1040.5605	105.3617
EJA1964	IV-ANI	657.7019	14341.530	74.6375	32.1395	14.9086	179.3364	164.7959	27.2796	166.8707	17.6324
EJA1979	IV-ANI	483.0798	11289.055	63.2896	31.7464	11.1038	147.5779	146.8855	27.1969	161.6727	15.3455
EJA2016	IV-ANI	539.5289	10793.064	46.2021	24.8253	12.8070	141.5720	140.0958	24.6892	158.4197	15.1333
EJA2022	IV-BNI	538.5811	10470.416	50.5237	20.8280	11.6390	136.8010	135.9670	24.2264	151.5920	13.1074
EJA2025	IV-BNI	564.8122	13199.316	58.3898	30.5218	17.2335	160.1013	167.6039	26.1170	171.6247	17.7540
EJA2059	IV-BNI	485.6638	10263.033	50.6697	20.4714	10.7097	121.0976	132.0333	22.0087	144.2184	12.4925
EJA2069 C	IV-BNI	793.4315	10377.901	68.2352	26.3586	11.1690	161.9597	74.8195	30.7058	125.9148	19.0910
EJA2074	IV-BNI	537.6755	13166.500	54.6885	31.5425	14.9304	167.3101	157.6255	28.8481	164.1469	16.8181
EJA2081	IV-BNI	475.3717	10730.593	47.9865	23.4343	13.2977	137.3907	136.8799	25.0673	156.9465	15.4147
EJA2086	IV-BNI	480.3801	10433.031	49.9403	24.4373	14.0277	136.0171	126.2690	24.4725	149.3045	12.7589
EJA2105 B	IV-BNI	514.2796	12847.118	63.1213	27.5061	14.9885	154.4134	153.1577	24.2183	166.9473	16.6570
EJA2106 B	IV-BNI	523.7706	11074.383	52.0326	27.8976	11.3863	147.1726	141.8822	24.0640	155.5594	15.7114
EJA2107	IV-BNI	458.2112	10015.303	44.9956	21.3746	10.7174	121.2905	126.3584	24.8172	145.4727	12.5423
EJA2115 B	IV-BNI	600.9483	12113.562	54.2327	30.9773	14.4047	159.6370	144.9097	26.3398	163.7358	15.6583
EJA2128	IV-BNI	495.8019	11743.869	50.2955	26.6957	14.0461	152.6426	142.3859	25.5953	156.0152	15.4803
EJA2129	IV-BNI	523.6741	12238.001	50.1137	26.2020	11.8601	145.6574	153.8142	26.4928	166.7002	15.7376
EJA2130	IV-BNI	539.3481	11545.095	51.0582	26.2919	11.2147	150.2670	145.7877	27.7624	165.3235	14.3823
EJA2138	IV-BNI	497.5882	10633.251	55.2538	26.8884	15.9303	142.5174	134.5862	26.8850	151.7676	15.3652
EJA2172	IV-BN2	722.9592	9231.075	68.8481	22.2599	10.4925	144.4712	69.6757	28.6967	119.9866	17.9350
EJA2179	IV-BN2	522.8618	10808.444	48.5490	24.5895	12.9676	133.6143	135.9618	24.6062	153.1282	13.7189
EJA2215	IV-BN2	526.7545	10309.770	43.8500	23.5277	13.6561	134.3977	130.8855	24.9140	149.8078	14.6079

Muestra	C/Nivel	MnKa1	FeKa1	ZnKa1	CaKa1	ThLa1	RbKa1	SrKa1	Y Ka1	ZrKa1	NbKa1
EJA2237 B	IV-BN2	609.8734	12638.730	58.5906	26.1292	12.8795	155.0730	157.7764	28.1395	160.1232	16.3082
EJA2237	IV-BN2	595.8117	12702.329	63.2218	28.1377	13.9673	154.3385	157.1062	25.6409	166.1262	16.5218
EJA2239	IV-BN2	664.9961	9166.340	61.2099	24.9144	10.5043	144.1268	69.1166	29.6642	117.3037	17.8606
EJA2240	IV-BN2	558.9252	12165.702	62.1987	29.2567	14.0417	156.2296	156.7930	27.0879	164.9484	16.8410
EJA2247	IV-BN2	481.9292	10103.328	47.2691	20.6318	10.9407	125.3190	134.7332	24.1019	152.2727	13.9250
EJA2255	IV-BN2	502.4596	10310.803	46.7734	21.6931	11.4697	132.5755	137.6388	23.4027	145.8229	12.5269
EJA2272	IV-BN2	740.4806	8611.085	64.3508	22.5421	10.3991	137.2592	67.4462	28.8130	119.0078	16.8541
EJA2283	IV-BN2	471.6636	9981.262	46.4322	18.0541	11.8318	128.7141	125.1489	24.6381	145.6559	13.1606
EJA2295	IV-BN2	551.4410	12132.913	56.7692	26.4242	13.2385	149.5444	149.4678	24.9552	162.3043	16.4450
EJA2324	IV-BN3	445.5394	11396.021	56.7091	25.2523	12.9925	142.2632	148.3794	25.5265	158.8584	15.2984
EJA2342	IV-BN3	476.4139	11002.484	46.1407	23.2417	11.4023	135.7820	141.1203	24.2465	156.1441	15.3986
EJA2354	IV-BN3	508.2549	10797.945	42.3995	23.9001	12.8451	138.0331	136.7745	25.8838	152.0590	13.8864
EJA2355	IV-BN3	544.5855	11740.678	44.6058	26.0847	12.2262	146.5192	146.1046	25.9811	161.5683	15.5248
EJA2356	IV-BN3	470.5605	9919.742	43.9674	21.4883	11.6156	128.6487	123.7317	23.8692	142.6706	13.5201
EJA2379	IV-BN3	453.6067	10395.198	46.3653	22.2099	11.8700	132.0613	133.8003	23.2858	150.7251	13.8952
EJA2383	IV-BN3	484.6535	9488.723	50.0356	18.8512	10.9889	128.0317	116.9440	23.9811	138.1692	12.8230
EJA2326	IV-BN4	904.8079	18905.097	96.3046	40.4548	20.5130	197.7698	191.3714	28.1034	187.3870	17.7698
EJA2477	IV-BN4	451.5756	9978.636	45.9880	18.9456	9.5888	128.9758	122.5699	23.3996	139.9426	14.4827
EJA2494	IV-BN4	481.1674	9870.040	49.2510	18.8544	12.6881	122.9157	123.6301	22.0857	141.2391	12.0287
EJA2515	IV-BN4	725.6627	8883.553	64.0656	21.1671	10.0415	141.4986	68.2863	28.8585	120.8278	17.9329
EJA2529	IV-BN4	506.1731	10534.893	48.7412	23.5930	11.4234	138.5472	129.0868	22.5842	146.1980	15.2116
EJA2565	IV-BN4	471.9219	9334.113	46.2765	19.8867	11.9851	130.1962	117.1492	25.1300	135.5382	15.0064
EJA2580	IV-BN4	551.8520	12804.099	53.5199	28.7854	13.2523	156.0425	161.2335	25.4646	173.7292	15.5856
EJA2588	IV-BN4	542.8480	11790.800	61.2836	26.2193	12.9703	148.4366	146.8702	26.3113	160.0309	14.8882
EJA2618	IV-BN4	560.3619	11619.781	59.1911	29.2599	14.5793	159.0637	137.5642	29.0006	155.5256	16.5944

Anexos 2

Descripción de las localidades muestreadas

En esta sección se hace un breve resume de las localidades geológicas muestreadas para la creación de la colección de referencia de obsidianas. Los muestreos se exponen de acuerdo al nivel jerárquico propuesto por Hurtado de Mendoza (1986), quien distingue entre localidades, yacimientos y sistema de yacimientos.

Los muestreos no lograron cubrir la extensión total de los yacimientos o sistemas de yacimientos, los cuales tampoco fueron sometidos a un estudio exhaustivo como su propia complejidad lo requiere. Por lo que únicamente me limito a hacer descripciones que tienen un carácter general.

Ahuiscalco

La localidad de Ahuiscalco, se encuentra ubicada en el municipio de Tala, Jalisco, está a aproximadamente 16 km en línea recta al sureste del sitio arqueológico de Guachimontones, y a unos 30 kilómetros al oeste de la ciudad de Guadalajara, Jalisco (Figura 55). Forma parte de la Sierra de Ahuiscalco, la cual está compuesta por ocho flujos de obsidiana que abarcan una superficie de 100 km². En distintas áreas se localizan evidencias de alrededor de ochenta zonas de explotación prehispánica (Lloyd 2015), siendo la localidad de Las Navajas uno de los más extensos (Glascock et al. 2010).

La explotación prehispánica de la obsidiana del yacimiento de Ahuiscalco se ha documentado desde el 300 aC., así como en los periodos Clásico y Posclásico, existiendo evidencia de minería y explotación intensiva en la localidad de Las Navajas (Glascock, *et al.* 2010). Esparza-López, *et al.* (2013:26) distinguieron, por medio de análisis de activación neutrónica, la presencia de obsidianas de éste yacimiento en los sitios de Guachimosntones y Loma Alta, sitios pertenecientes a la tradición *Teuchitlán*.

En esta investigación no se había planeado originalmente la obtención de muestras en esta región de México, no obstante, dada la posibilidad que se presentó durante el Primer

Simposio sobre la investigación y caracterización de la Obsidiana en México para realizar trabajo de campo en el yacimiento se realizó la recolección de muestras para su análisis y los resultados se incluyen aquí.

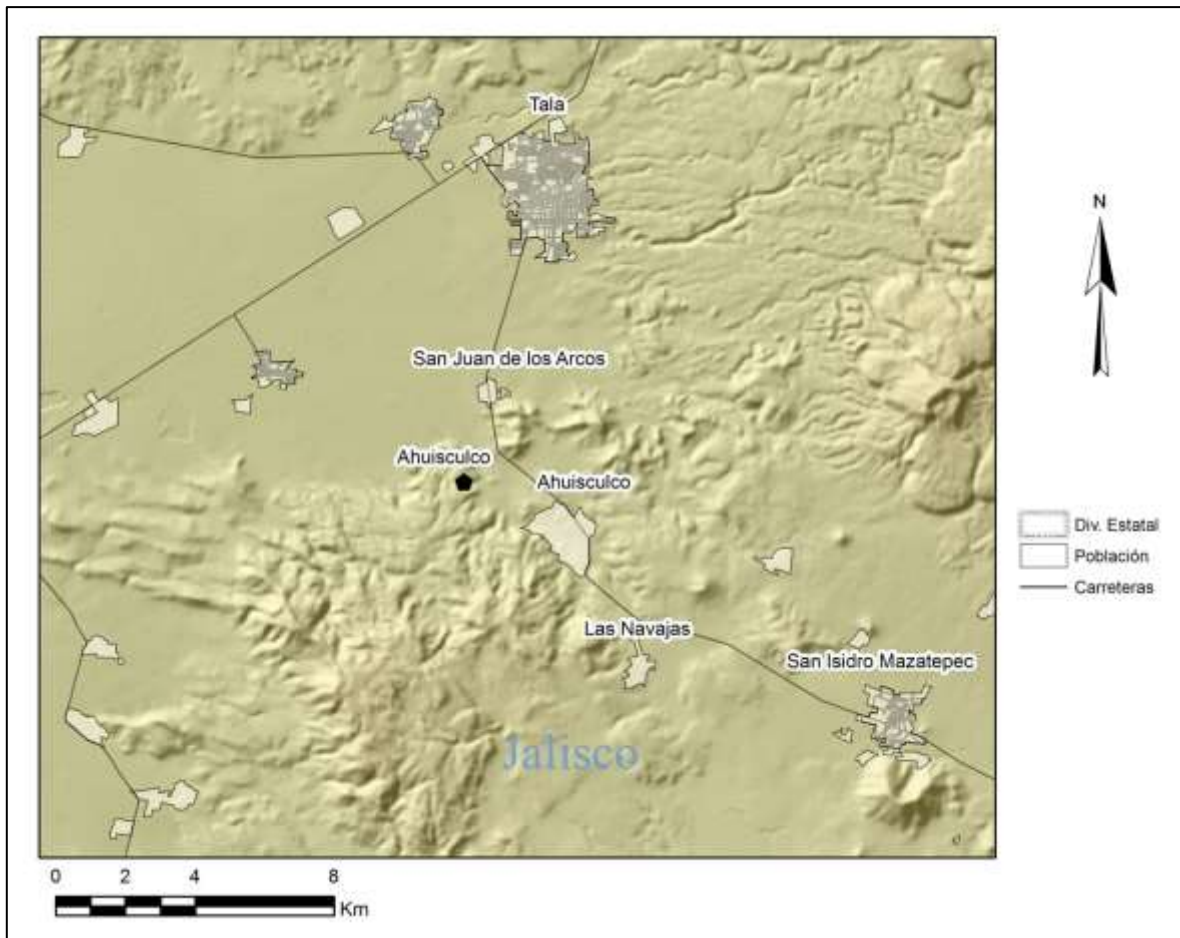


Figura 56. Ubicación de la localidad de Ahuisculco, en la Sierra de Ahuisculco Jalisco

Atopixco (Zacualtipán, Hidalgo)

La localidad de Atopixco se encuentra ubicada en los alrededores y bajo el actual poblado de Atopixco, de donde recibe su nombre, pertenece al municipio de Zacualtipán, Hidalgo. Se localiza a aproximadamente siete kilómetros al sur de la cabecera municipal de Zacualtipán (Figura 56). La localidad de Atopixco forma parte del yacimiento de Zacualtipán el cual abarca un área mínima de aproximadamente 60 km² en la que se han registrado distintas zonas de explotación prehispánica (Cobean 2002:62)

La explotación prehispánica de la obsidiana del yacimiento de Zacualtipán se ha documentado desde hace 1400-1200 aC (Hirth, *et al.* 2013) continuándose en periodos posteriores como el Clásico tardío y el Posclásico (Cobean 2002:60). La obsidiana de Zacualtipán se encuentra presente en distintas regiones de México y Guatemala. Ha sido caracterizada de manera geoquímica por Argote, *et al.* (2010); Cobean (2002); Hirth, *et al.* (2013).

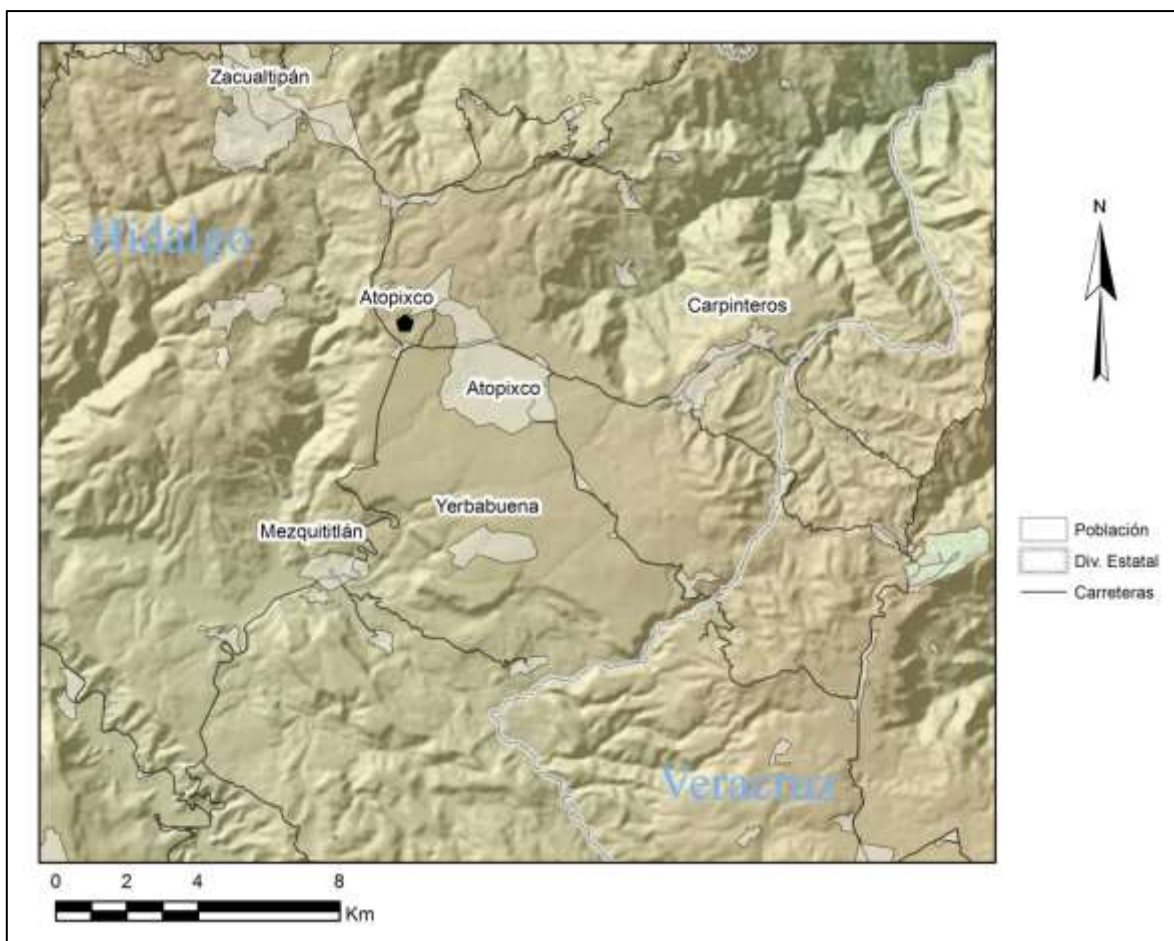


Figura 57. Ubicación de la localidad de Atopixco, Zacualtipán,

Ixtetal, Pico de Orizaba

La localidad de Ixtetal se encuentra ubicada en el municipio de Tlachichuca, Puebla. Se localiza en la ladera norte del volcán Pico de Orizaba a una altura de 3600 msnm y a una distancia de ocho kilómetros en línea recta al norte de la cima del volcán y a veinte kilómetros de la ciudad de Coscomatepec, Veracruz, desde donde se accede por auto por

carretera pavimentada hasta la localidad de Nuevo Jacal para luego tomar una carretera de terracería aproximadamente siete kilómetros más y una vereda que se transita a pie por tres kilómetros (Figura 57).

Este yacimiento ha sido objeto de distintas investigaciones, tanto desde el ámbito arqueológico como geológico (Carrasco-Nuñez 2000; Cobean 2002; Pastrana 1986, 1994; Rossotti 2005; Stocker y Cobean 1984). La explotación prehispánica de la obsidiana de Ixtetal se encuentra evidenciada por un conjunto de minas que se ubican sobre la pared este de un barranco que se extiende por más de dos kilómetros en dirección noroeste-sureste a través de la ladera norte del volcán Pico de Orizaba.

Las minas se encuentran asociadas a taludes de desechos de talla que llegan a medir 120 metros de largo y cincuenta metros de ancho (Figura 58). En la parte superior de los taludes se han documentado pequeños edificios rectangulares que se encontraban directamente relacionados con las entradas de las minas (Stocker y Cobean 1984:85). Cerámica recuperada por Stocker y Cobean (1984) y dataciones realizadas por Pastrana (1986); (Pastrana 1994) dan una temporalidad a la explotación de la obsidiana de este yacimiento en el Posclásico tardío, y se encuentra vinculado a grupos mexicas quienes utilizaron la obsidiana del Ixtetal para dotar de armas e instrumentos de trabajo a las avanzadas militares de Guatusco e Itzteyuca (Pastrana 1994:36).



Figura 58. Localidad de Ixtetal en el Pico de Orizaba.



Figura 59. Talud de desechos de talla de obsidiana.

Otumba, sistema de yacimientos

El sistema de Otumba se encuentra ubicada al noreste de la Cuenca de México, a aproximadamente 20 kilómetros al este de la ciudad prehispánica de Teotihuacán. Este sistema está compuesto por tres yacimientos de obsidiana las cuales presenta huellas geoquímicas distintas (Argote, *et al.* 2013; Cobean 2002; Gaxiola y Nelson 2005), y se encuentra formado por los yacimientos de Buenavista-Soltepec (en donde se muestreó la localidad de Buenavista), Cerro Ixtepec y Malpaís (Figura 59).

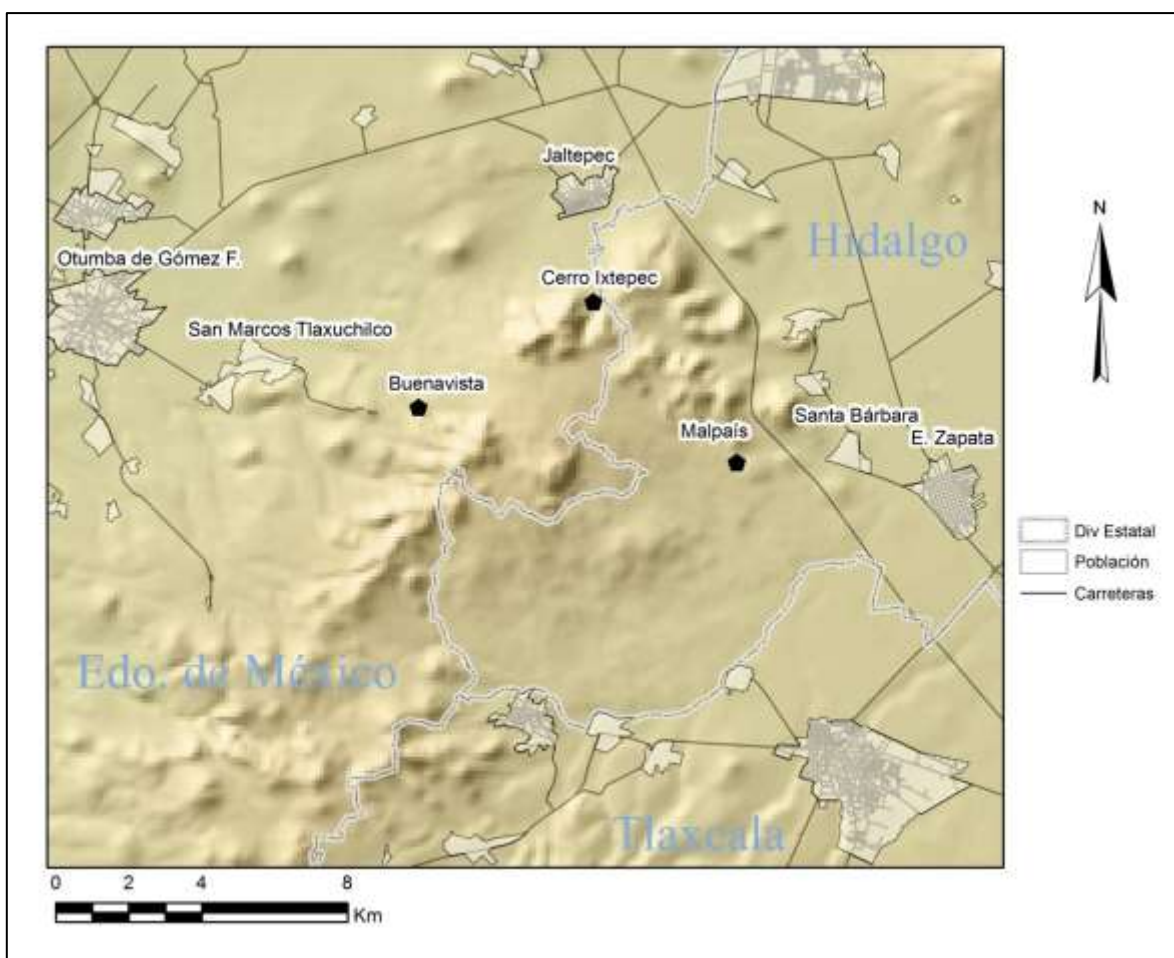


Figura 60. Ubicación de las localidades del sistema de Otumba,

La obsidiana de éste sistema de yacimientos ha sido aprovechada desde periodos muy tempranos, como lo demuestra la presente investigación. Probablemente Niederberger (1976) esté en lo cierto al sugerir que las obsidianas presentes en Zohapilco provienen de

esta región. De acuerdo con diversos estudios las obsidianas de la región de Otumba se encuentra presente tanto en la zona nuclear olmeca, al sur de Veracruz como en los valles centrales de Oaxaca, la costa de Guerrero, y el centro de Morelos (Boksenbaum, *et al.* 1987; Cobean 2002; Cobean, *et al.* 1971; Ebert, *et al.* 2015; Hirth, *et al.* 2013). Los yacimientos de ésta región fueron explotados por los Teotihuacanos desde sus primeras épocas, y se encuentran presentes en sitios como Huapalcalco, Hidalgo (Carballo 2011; Carballo, *et al.* 2007; Gaxiola y Nelson 2005; Nieto y López 1990). Su uso también se encuentra documentado para el Posclásico tardío (Cobean 2002).

Buenavista

La localidad Buenavista (fue nombrada de esta manera este estudio debido su proximidad a la población del mismo nombre), se trata de un zona de muestreo perteneciente al yacimiento de Soltepec el cual se encuentra a nueve kilómetros al este de la Cabecera del municipio de Otumba y a un kilómetro y medio de la población de Buenavista (Figura 60).

El yacimiento de Soltepec tiene una extensión de aproximadamente 13 km² (Argote, *et al.* 2013:85) y consiste en una secuencia de flujos de obsidiana intercalada con riolita microcristalina proveniente del domo de Soltepec que se encuentra cubierto por escoria volcánica proveniente del volcán Buenavista (Argote, *et al.* 2013:86).

Malpaís

La localidad de Malpaís se encuentra ubicada a cinco kilómetros al este de la población de Santa Bárbara, municipio de Emiliano Zapata, Hidalgo. De acuerdo con Argote, *et al.* (2013:78) el yacimiento de malpaís se encuentra integrado por un conjunto de domos volcánicos que, desde Malpaís, corren en dirección noroeste, y se encuentran compuesto por los domos de Ixtepec, Pacheco y Malpaís.

En un estudio previo se ha considerado a Malpaís como un yacimiento cuyas características geoquímicas difieren de un conjunto denominado Ixtete-Totolapa-Malpaís (Gaxiola y Nelson 2005:79) y que cuya distribución es similar a la descrita por Argote, *et al.* (2013:78).

El presente estudio no es concluyente en relación a la identificación de la extensión y configuración de los yacimientos de obsidiana presentes en el área debido a que no se realizó un muestreo extenso y detallado, sin embargo se pudo identificar la existencia de diferencias geoquímicas entre las localidades de Ixtepec (descrita en la sección siguiente) y Malpaís por lo que estudios posteriores darán mayor claridad sobre éste asunto.

Cerro Ixtepec

Cerro Ixtepec se encuentra a tres kilómetros al norte del domo de Soltepec, y a dos kilómetros y medio al sur de la localidad de Jaltepec, municipio de Axapusco, Estado de México. El afloramiento de obsidiana de Ixtepec se localiza al noroeste del domo del mismo nombre y se encuentra cortado por una barranca que corre en dirección noroeste, por el cual se pueden observar nódulos pequeños de obsidianas durante varios kilómetros.

Zaragoza-Oyameles, sistema de yacimientos

El sistema de yacimientos Zaragoza-Oyameles se encuentra ubicado en la Cuenca Oriental de Puebla, dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transmexicano (Figura 61). Se trata de un conjunto de flujos de lava que de acuerdo a distintas investigaciones se encuentra compuesta posiblemente por cuatro yacimientos de obsidiana, tres de los cuales han sido identificados recientemente por Knight, *et al.* (2017), estos son: Potrero Caldera, Zaragoza-Oyameles y Gómez Sur, el último de ellos comparte similitudes con el yacimiento de Altotonga (Knight, *et al.* 2017), como ya lo había identificado (Glascoock, *et al.* 1998). El cuarto yacimiento ha sido reportado por García-Cook, *et al.* (2010) y es nombrado Cerro Pizarro, aunque aún faltan hacer las comparaciones geoquímicas necesarias para definir si se trata de un yacimiento distinto a los antes citados o se trata de un flujo de los ya mencionados.

La presencia de obsidiana de este yacimiento se ha documentado desde el 1500 aC (y durante los periodos conocidos como Formativo temprano y medio) en sitios del sur de Veracruz, en los valles centrales de Oaxaca, las costas de Guerrero, y la cuenca de México (Carballo, *et al.* 2007; Cobean 2002; Ebert, *et al.* 2015; Glascock, *et al.* 1998; Hirth, *et al.* 2013; Stoner, *et al.* 2015). Durante el Clásico ésta obsidiana adquiere presencia en Teotihuacán (Carballo 2011; Carballo, *et al.* 2007), y en el Epiclásico en el valle de

Aguascalientes (Alvarado, *et al.* 2015), así como en el sitio de Huapalcalco, en Hidalgo (Gaxiola y Nelson 2005).

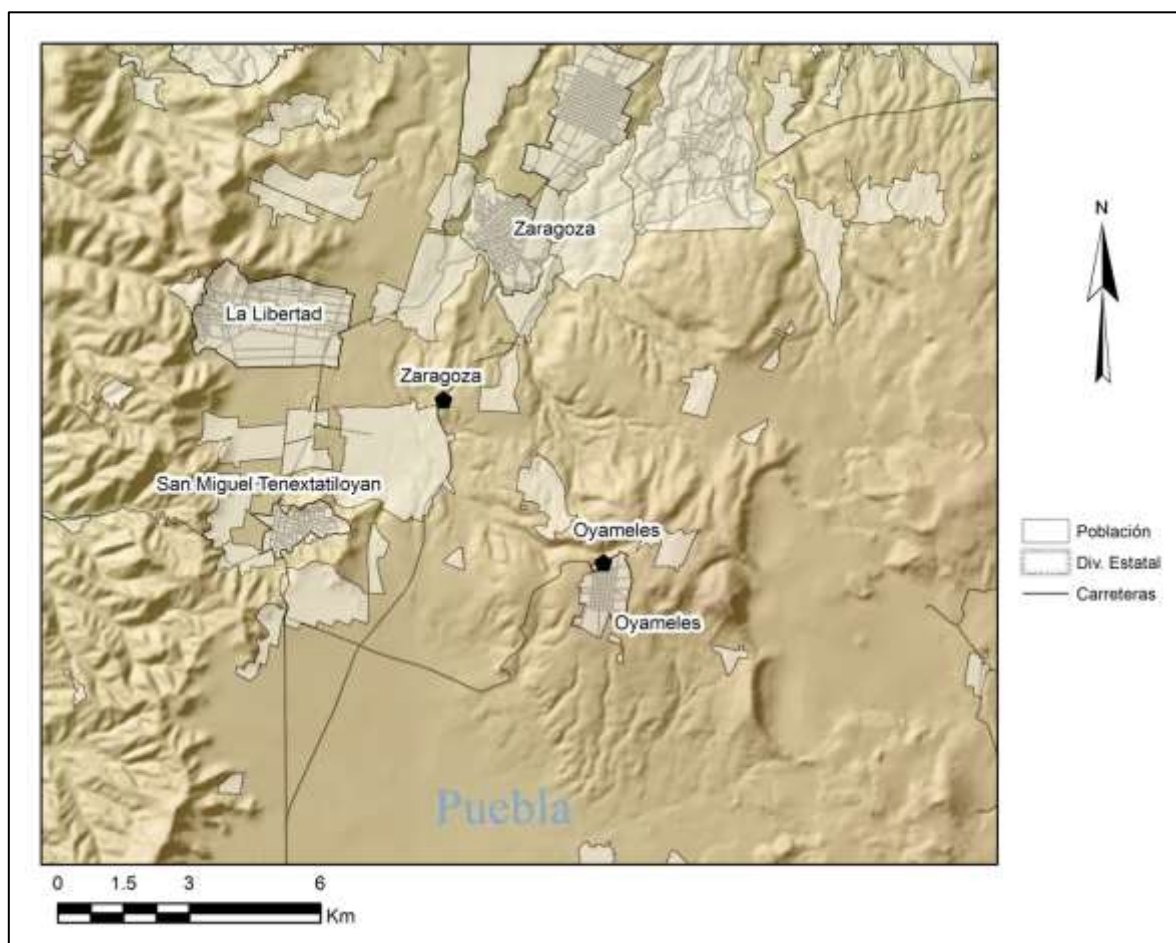


Figura 61. Ubicación de las localidades del sistema Zaragoza-Oyameles

Oyameles

La localidad de Oyameles se encuentra ubicada en las inmediaciones de la población del mismo nombre, perteneciente al municipio de Tlatlauquitepec en el estado de Puebla (Figura 61). Se encuentra a 17 kilómetros al sur de la ciudad prehispánica de Cantona. Forma parte del yacimiento de obsidiana de Zaragoza-Oyameles el cual fue ampliamente explotado por los habitantes de Cantona.

Zaragoza

La localidad denominada Zaragoza se ubica sobre el corte de la autopista Oriental/Ciudad de Libres - Zaragoza – Teziutlán [Figura 61], y está a cuatro kilómetros al sur de la ciudad de Zaragoza, pertenece al municipio de Zaragoza, en el estado de Puebla. Este flujo forma parte del yacimiento de obsidiana de Zaragoza-Oyameles el cual fue ampliamente explotado por los habitantes de la ciudad prehispánica de Cantona.

Sierra de las Navajas, sistema de yacimientos

El sistema de yacimientos de la Sierra de las Navajas se encuentra ubicado en la Sierra de Pachuca, a 15 kilómetros en línea recta de la ciudad de Pachuca de Soto, Hidalgo. A la Sierra de las Navajas se le ha considerado uno de los depósitos de obsidiana más grande e importante del centro de México (Argote, *et al.* 2010:201; Cobean 2002:42), razón por la cual fue de interés por viajeros como Humboldt desde principios del siglo XIX (Cobean 2002:42; Pastrana y Domínguez 2009:132).

Una de las características más sobresalientes de la obsidiana de la Sierra de las Navajas, y por la cual es conocida, es su coloración verdosa. Su calidad posiblemente fue determinante para su explotación intensiva pues se destaca por su fractura concoidal limpia y la casi nula presencia de cristalitas en su interior, por lo que se trata de una de las mejores obsidianas para la elaboración de instrumentos de trabajo como la navajilla prismática (Pastrana y Domínguez 2009; Ponomarenko 2004)

La sierra de las Navajas se encuentra compuesta por depósitos volcánicos, que cubren un área de alrededor 250 km², (Ponomarenko 2004:74). Se encuentra integrada por distintos eventos volcánicos que formaron obsidianas cuyas características geoquímicas se agrupan en tres diferentes grupos los cuales fueron reconocidos por (Ponomarenko 2004) y verificados por (Argote, *et al.* 2012) estos son: Las minas, de obsidiana verde; Ixatla, obsidiana gris veteada, y; El Horcón obsidiana café.

El uso de la obsidiana de Sierra de las Navajas ha sido documentado para periodos tempranos en la Cuenca de México por Niederberger (1976) y en la presente investigación.

Ha sido identificado en contextos de 1500 aC por Boksenbaum, *et al.* (1987). En el 800-550 aC se han identificado las costa del Pacifico mexicano (Clark y Lee 2007; Ebert, *et al.* 2015). Del Clásico al Posclásico tardío se encuentra presente en varias regiones de México y Centroamérica (Argote, *et al.* 2012; Carballo, *et al.* 2007; Cobean 2002; García 2015; Pastrana 1998, 2007; Pastrana y Domínguez 2009). En el Posclásico tardío la Triple Alianza explotó de forma intensiva éste yacimiento, se han registrado aproximadamente 500 túneles que llegan a tener hasta 50 m metros de profundidad (Pastrana 1998, 2007; Pastrana y Domínguez 2009). Su uso se continuó hasta finales del siglo XVII (Pastrana y Fournier 1998).

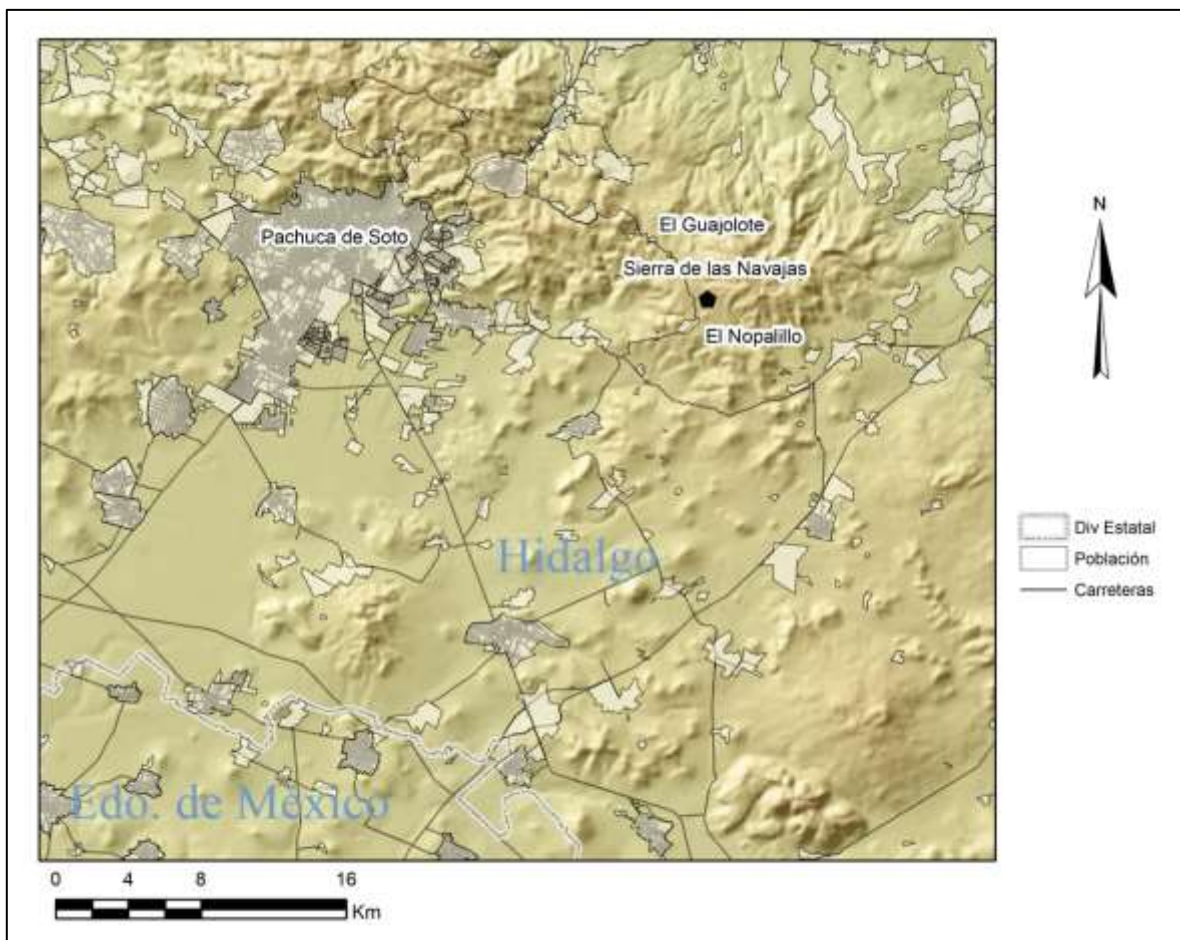


Figura 62. Ubicación de las localidades del sistema Sierra de Las Navajas.

Sierra de las Navajas

La localidad de Sierra de las Navajas se encuentra a aproximadamente 4 kilómetros al noreste de la población de El Nopalillo, Municipio de Epazoyucan, Hidalgo (Figura 62). De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio esta localidad pertenece al evento volcánico que formó la obsidiana que se ha conocido como La Mina (Ponomarenko 2004).

Tres Cabezas

Se ubica en las inmediaciones de la localidad del Tres Cabezas perteneciente al municipio de Chignahuapan estado de Puebla, y está a 23 kilómetros al sur de la ciudad de Tulancingo, Hidalgo. Tres cabezas incluye un conjunto de talleres y afloramientos de obsidiana que pertenecen al Yacimiento de Paredón (Argote, *et al.* 2010; Cobean 2002; Charlton, *et al.* 1978) y ocupa una superficie mínima de 30 kilómetros cuadrados (Cobean 2002) abarcando los estados de Puebla e Hidalgo (Figura 63).

La obsidiana de Paredón ha sido usada desde al menos el 1100 al 900 años aC y se encuentra presente en sitios de la cuenca de México (Boksenbaum, *et al.* 1987) y Chalcatzingo, Morelos (Charlton, *et al.* 1978:808). Cobean (2002:54) dice que se encuentra presente en San Lorenzo A, aunque es reportada como obsidiana del grupo A de la investigación de Cobean, *et al.* (1971). Durante el periodo Clásico se encuentra presente en sitios mayas de Guatemala (Cobean 2002:54). Y durante el Posclásico tardío sigue siendo explotado el yacimiento (Charlton, *et al.* 1978).

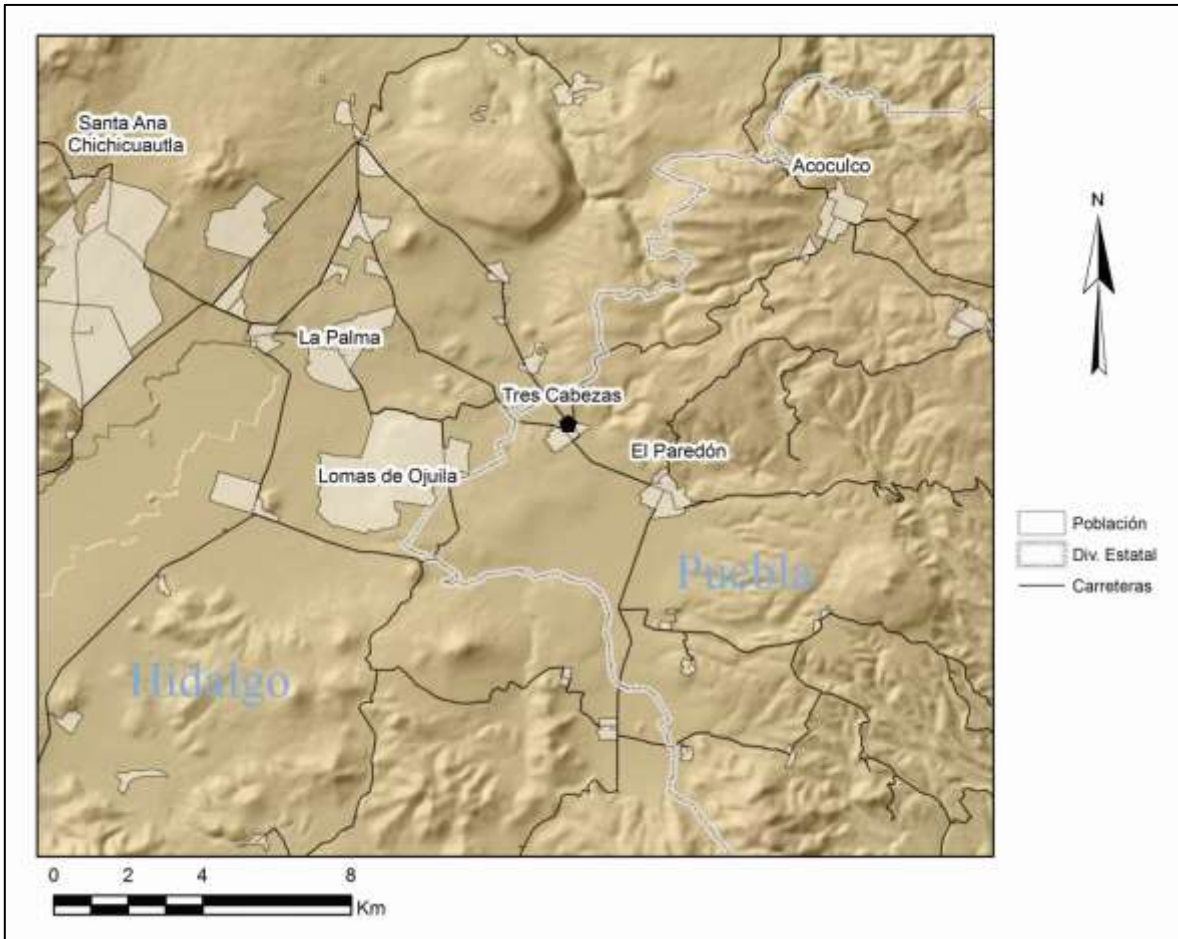


Figura 63. Ubicación de la localidad de Tres Cabezas, Yacimiento de Paredón.

Tulancingo

El sistema de yacimientos de Tulancingo se encuentra ubicado en el valle de Tulancingo, en el municipio de Tulancingo de Bravo. Este sistema se encuentra compuesto por dos yacimientos de obsidiana separados al menos 5 kilómetros los cuales presentan huellas geoquímicas distintas (Cobean 2002; Gaxiola y Nelson 2005; Glascock 2002; Glascock, *et al.* 1998) (Figura 64).

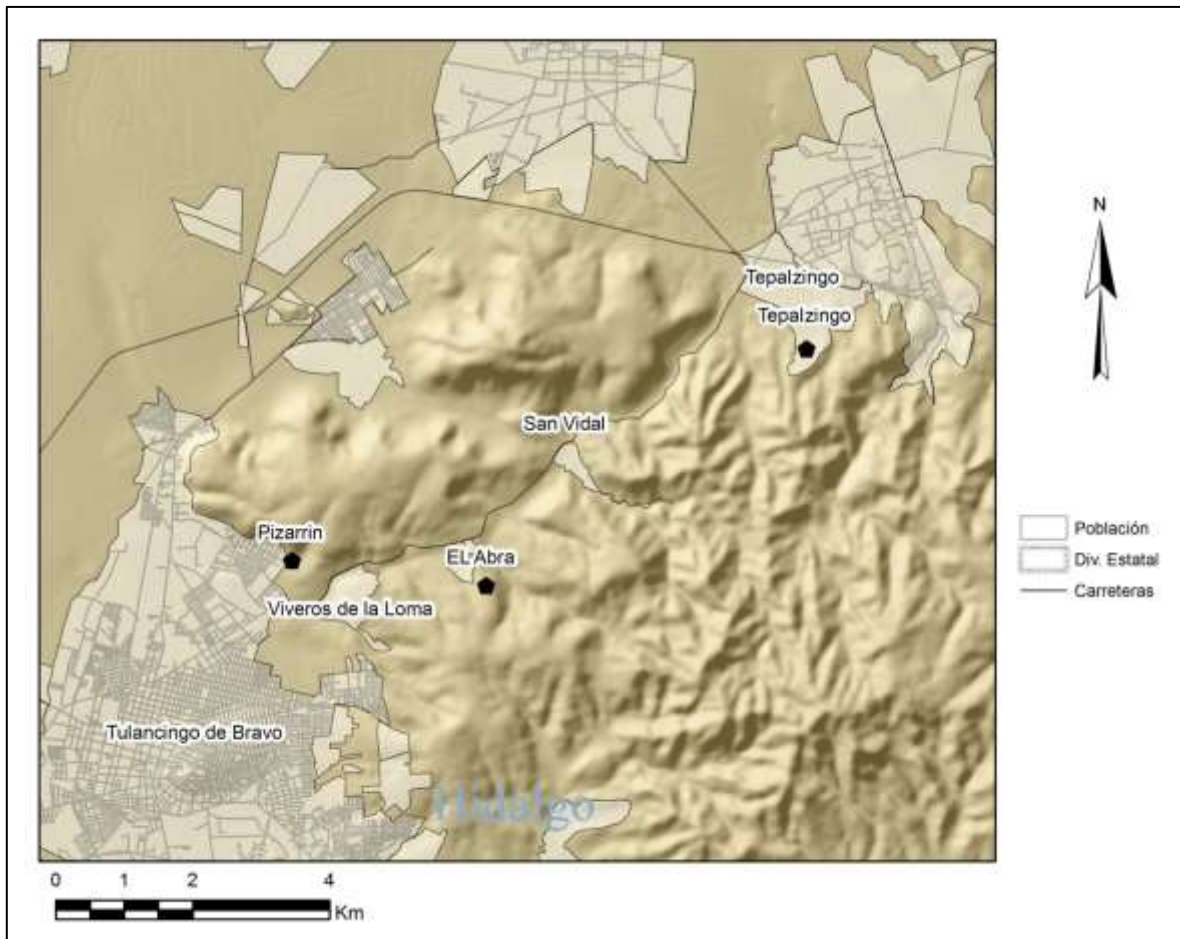


Figura 64. Ubicación de las localidades del sistema de Tulancingo.

El Pizarra

Se localiza al norte de la ciudad de Tulancingo, a dos kilómetros al sureste del centro del asentamiento prehispánico de Huapalcalco. Esta localidad fue controlada por los pobladores de Huapalcalco quienes durante el Epiclásico lo explotaron de manera intensiva, convirtiéndose en el principal abastecedor de obsidiana en el valle de Tulancingo (Gaxiola y Nelson 2005:79) La principal producción fue la elaboración de raspadores de maguey, bifaciales cuchillos y puntas de proyectil (Gaxiola y Nelson 2005:69).

Actualmente, la zona de afloramientos y talleres de ésta localidad se encuentra en un proceso de destrucción debido a dos factores: a) el crecimiento de la mancha urbana y el uso del área para la fabricación de viviendas; y b) el establecimiento de bancos de material, extracción de arena (Figura 65).



Figura 65. Flujo de obsidiana expuesto en un banco de arena en el Pizarrin.

El Abra

El Abra se encuentra a 4.3 kilómetros en línea recta al sureste del sitio de Huapalcalco, se trata de un área de extracción de obsidiana y fabricación de objetos de obsidiana que muy probablemente se encontraba controlado por Huapalcalco. La evidencia de la extracción y de fabricación de objetos de obsidiana en El Abra encuentra expresada en la alta frecuencia de lascas primarias, desechos de talla para la elaboración de preformas, núcleos de navajillas prismáticas, bifaciales y raspadores.

Un aspecto que vale la pena mencionar, es que de manera macroscópica ésta obsidiana adquiere tonalidades verdosas, muy similares a la de la Sierra de las Navajas. De acuerdo con la caracterización geoquímica, la obsidiana de El Abra forma parte del mismo evento geológico de El Pizarrín.

Tepalzingo

Tepalzingo se encuentra a diez kilómetros al noreste de la ciudad de Tulancingo, y se ubicada en las inmediaciones de la población del mismo nombre. La localidad de Tepalzingo es una zona de concentraciones de desechos de talla y guijarros que abarcan aproximadamente dos kilómetros cuadrados (Cobean 2002:54).

De acuerdo a diversos estudios realizados anteriormente (Gaxiola y Nelson 2005; Glascock 2002; Glascock, *et al.* 1998) así como con los resultados obtenidos en este estudio, la obsidiana de esta localidad presenta una composición geoquímica distinta al del yacimiento próximo del Pizarrín. Al parecer el empleo y explotación de la obsidiana de ésta localidad no fue de importancia en Huapalcalco a pesar de su relativa cercanía (Gaxiola y Nelson 2005:79).

Zinapecuaro-Ucareo

El sistema de yacimientos de Zinapecuaro-Ucareo se encuentra localizado en la porción noroeste estado de Michoacán. De acuerdo a los estudios de Cobean (2002); Glascock (2002); Healan (1997) este sistema se encuentra integrado por los yacimientos de Zinapecuaro, Ucareo y Cruz Negra, los cuales presentan huellas geoquímicas diferenciadas entre sí (Glascock 2002:226).

En estudio únicamente se muestrearon los yacimientos de Zinapecuaro y Ucareo (Figura 66) debido a que no fue posible localizar el yacimiento de Cruz Negra, debido a diversos factores entre los que destaca el crecimiento de la mancha urbana y la carencia de información detallada que dé cuenta de su ubicación.

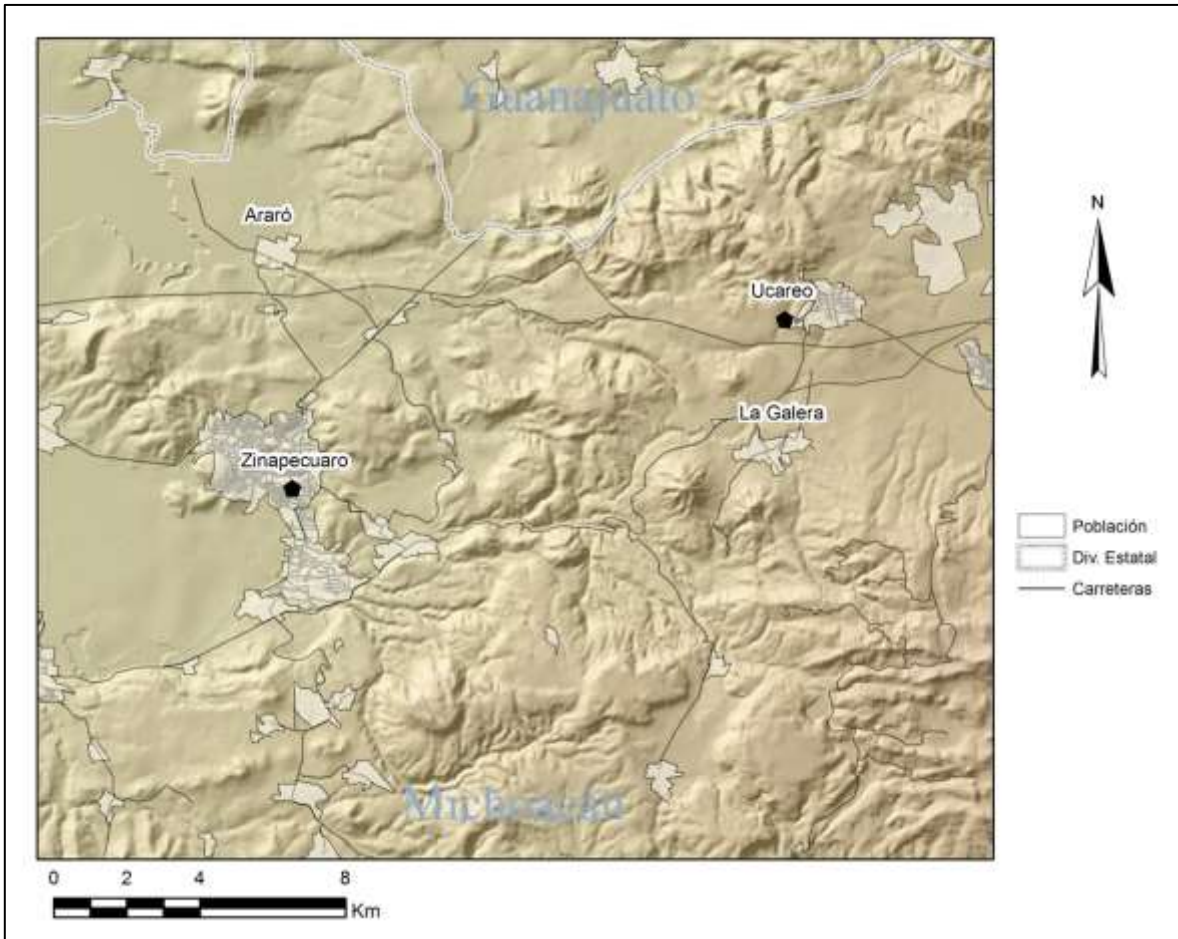


Figura 66. Ubicación de las localidades del sistema Zaragoza-Oyameles.

Ucareo

Ucareo se localiza en la localidad del mismo nombre, pertenece al municipio de Zinapécuaro. La obsidiana de este yacimiento ha sido reconocido en distintas regiones de México (Oaxaca, Puebla Chiapas, Quintana Roo e Hidalgo), Guatemala y Belice (Healan 1997) desde el Formativo temprano al Posclásico tardío. Tras la caída de Teotihuacán, en el Clásico tardío, Ucareo adquiere mayor importancia en su distribución de forma regional (Gaxiola y Nelson 2005; Glascock 2002). La obsidiana de Ucareo ha sido caracterizada geoquímicamente por Boksenbaum, *et al.* (1987); Cobean (2002); Healan (1997) entre otros.

Zinapecuaro

Zinapecuaro se encuentra en el municipio del mismo nombre. Actualmente se encuentra absorbido por la mancha urbana de la población de Zinapecuaro en donde se puede observar en sus calles concentraciones de obsidiana que han servido para la nivelación de las mismas. También se pueden observar nódulos de obsidiana en algunos cortes que se han realizado para la construcción de algún tipo de infraestructura.

La obsidiana de yacimiento de Zinapecuaro ha sido identificada en distintos sitios de México, por ejemplo Boksenbaum, *et al.* (1987) indica que las primeras navajillas prismáticas de la Cuenca de México (entre el 1100-900 aC), fueron elaboradas con materia prima de ese yacimiento. Healan (1997) también ha identificado su presencia en distintos sitios desde el Formativo temprano al Posclásico tardío en sitios del Valle de Oaxaca, y San Lorenzo, Veracruz, en el sitio de Xochicalco, Morelos, en el sitio de Tula en Hidalgo, en Chichén Itzá, Yucatán, entre otras regiones de México (Cobean 2002). Ésta obsidiana ha sido caracterizada geoquímicamente por Argote, *et al.* (2010); Boksenbaum, *et al.* (1987); Cobean (2002); Healan (1997) entre otros.

Bibliografía

Acosta, Ochoa Guillermo

2008 La cueva de Santa Marta y los cazadores-recolectores del Pleistoceno final-Holoceno temprano en las regiones tropicales de México. Volumen II, Tesis de Doctorado en Antropología. FFyL-IIA UNAM, México.

2011 Entre el Lago y los Volcanes. La cultura arqueológica asociada a la cerámica Azteca I. Ciencia y Sociedad S.C., México.

2016 Modos de producción y agricultura temprana: nuevos datos del centro y sur de México. En *El poblamiento temprano en América 7*, editado por J. C. Jiménez Lopez, C. Serrano Sanches, F. Aguilar Arellano y G. G. Arturo, pp. 133-155. Instituto Nacional de Antropología e Historia-Museo del Desierto, México.

2017 Early agricultural modes of production in Mesoamerica: new insights from southern and central Mexico. En *Modes of production and archaeology*, editado por R. M. Rosenswig y J. J. Cunningham, pp. 75-98. University Press of Florida, Gainesville.

Acosta, Guillermo , Luis F. Gómez y Víctor H. García

2016 Modelos SIG como herramienta heurística en el análisis del poblamiento de Mexico y centroamérica. En *El hombre temprano en América 6*, editado por J. C. Jiménez, C. Serrano, B. Valle, F. Aguilar, A. González y L. C. E., pp. 109-127. INAH-UNAM-Museo del Desierto, México.

Acosta, Guillermo, Emily McClung, Víctor H. García y Gerardo Jiménez

2015 El empleo de imágenes infrarrojas y fotogrametría digital mediante dron en el estudio de chinampas arqueológicas de Xochimilco. *Boletín de Antropológicas* 3(59):1-3.

Acosta, Ochoa Guillermo, Gómez Víctor Hugo García, Montemayor Ximena Ulloa, González Iran Rivera y Palma Jorge Cruz

2014 Excavaciones en San Gregorio Atlapulco. En *Proyecto Poblamiento, Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México. Informe de la temporada 2013: Excavaciones en Tepexpan, Edo. Mex. y San Gregorio Atlapulco, D.F. y Propuesta 2014: Excavaciones en Tepexpan, y Texcoco, Edo. Mex. y San Gregorio Atlapulco, D.F.*, editado por O. G. Acosta, M. P. Pérez y J. Arroyo, pp. 253-212. Informe que se emiten para su evaluación al Consejo de Arqueología, Archivo Técnico del la Coordinación de Arqueología, INAH, México.

Acosta, Ochoa Guillermo, Sánchez Guillermo Vladimir Guerrero, Gomez Mauricio López , Obregón Cardona, Guzmán José Ivan Hernández y Palma Jorge Cruz

2017 Análisis de pisos de ocupacion del periodo precerámico, San Gregorio Atlapulco, mediante análisis quimicos (spot test) y Fluorescencia de Rayos X. En

Proyecto Poblamiento, Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México. Informe de la segunda fase : Excavaciones en Tepexpan y San Gregorio Atlapulco. Propuesta tercera fase (jul/2017-jun2018): Excavaciones en Texcoco, San Gregorio Atlapulco, Xochimilco., editado por O. G. Acosta, pp. 206-233. Informe que se emiten para su evaluación al Consejo de Arqueología, Archivo Técnico del la Coordinación de Arqueología, INAH, México.

Acosta, Ochoa Guillermo y Emily McClung

2014 Proyecto de Investigación En *Proyecto Poblamiento, Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México. Informe de la temporada 2013: Excavaciones en Tepexpan, Edo. Mex. y San Gregorio Atlapulco, D.F. y Propuesta 2014: Excavaciones en Tepexpan, y Texcoco, Edo. Mex. y San Gregorio Atlapulco, D.F.*, editado por O. G. Acosta, M. P. Pérez y J. Arroyo, pp. 17-30. Informe que se emiten para su evaluación al Consejo de Arqueología, Archivo Técnico del la Coordinación de Arqueología, INAH, México.

Acosta, Ochoa Guillermo, Martínez Patricia Pérez y Joaquín Arroyo

2012 *Proyecto Poblamiento, Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México: Primera Temporada: Evaluación mediante SIG de las áreas de interés y excavaciones de sondeo*". Proyecto entregado al Consejo de Arqueología, Archivo Técnico del la Coordinación de Arqueología del INAH, México.

2014 *Proyecto Poblamiento, Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México. Informe de la temporada 2013: Excavaciones en Tepexpan, Edo. Mex. y San Gregorio Atlapulco, D.F. y Propuesta 2014: Excavaciones en Tepexpan, y Texcoco, Edo. Mex. y San Gregorio Atlapulco, D.F.* Informe que se emiten para su evaluación al Consejo de Arqueología, Archivo Técnico del la Coordinación de Arqueología, INAH, México.

Acosta, Ochoa Guillermo, Martínez Patricia Pérez, Padilla Luis Fernando Gómez, Gómez Víctor Hugo García, Palma Jorge Cruz, González Iran Rivera y Andrea Ballesteros

2014 Excavaciones en el museo de Tepexpan. En *Proyecto Poblamiento, Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México. Informe de la temporada 2013: Excavaciones en Tepexpan, Edo. Mex. y San Gregorio Atlapulco, D.F. y Propuesta 2014: Excavaciones en Tepexpan, y Texcoco, Edo. Mex. y San Gregorio Atlapulco, D.F.*, editado por O. G. Acosta, M. P. Pérez y J. Arroyo, pp. 52-92. Informe que se emiten para su evaluación al Consejo de Arqueología, Archivo Técnico del la Coordinación de Arqueología, INAH, México.

Alvarado, Moreno J.E., Quintero J.I Macías, López J.R Esparza, Castellero D Tenorio, M. Jiménez-Reyes y Martínez G. Fernández

2015 Caracterización de obsidiana de la región suroccidente de Aguascalientes sureste de Zacatecas mediante análisis por activación neutónica: primeros resultados. *Revista de Investigaciones Arqueométricas* 1(1).

- Appadurai, Arjun
2015 *El futuro como hecho cultural. Ensayo sobre la condicion global*. Fondo de Cultura Económica, Bueno Aires.
- Argote, Denisse, Jesús Solé, Pedro López y Osvaldo Sterpone
2012 Obsidian subsorce identification in the Sierra de Pachuca and Otumba volcanic regions, Central Mexico, by ICP-MS and DBSCAN statistical analysis. *Geoarchaeology* 27(1):48-62.
- 2013 Geochemical characterisation of Otumba obsidian sub-sources (Central Mexico) by inductively coupled plasma mass spectrometry and density-based spatial clustering of applications with noise statistical analysis. *Open Journal of Archaeometry* 2013 1(1):85-88.
- Argote, Espino Denisse, Jesús Solé, Pedro López García y Osvaldo Sterpone Canuto
2010 Análisis composicional de seis yacimientos de obsidiana del centro de México y su clasificación con DBSCAN. *Arqueología*. 43:197-215.
- Armillas, Gil Ignacio, Pozo Alberto González y Sánchez Luz Cecilia Rodríguez
2010 El paisaje chinampero: origen y evolución. En *Las chinampas de Xochimilco al despuntar el siglo XXI: inicio de su catalogación*, editado por P. A. González, pp. 35-81. Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Armillas, Pedro
1993 Jardines en los pantanos. En *La agricultura Chinampera*, editado por R. T. Tojas, pp. 179-201. Universidad Autonoma de Chapingo México.
- Arnold, Jeanne E.
1996 The Archaeology of Complex Hunter-Gatherers. *Journal of Archaeological Method and Theory* 3(1):77-126.
- Attolini, Lecón Ammalia y Paz Rosa Brambila
2008 Intercambio y fronteras en el Posclásico tardío en Mesoamerica In *Etnografía de los confines: Andanzas de Anne Chapman*, edited by A. Medina y Á. Ochoa, pp. 113-133. Instituto Nacional de Antropología e Historia México D.F.
- Aveleyra, Aroyo de Anda Luis
1967 *Los cazadores primitivos en Mesoamérica*. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico.
- Aveleyra, Arroyo Luis de Anda y Manuel Maldonado-Koerdell
1953 Association of Artifacts with Mammoth in the Valley of Mexico. *American Antiquity* 18(4):332-340.

Ávila, Raúl

1995 *Excavaciones arqueológicas en San Gregorio Atlapulco, Xochimilco*. Informe entregado a la Dirección de Salvamento Arqueológico del INAH, México.

Bate, Luis Felipe

1971 Material lítico: metodología de clasificación. *Noticiero mensual del Museo Nacional de Historia Nacional* (181-182):3-24.

1986 El modo de producción cazador recolector o la economía del salvajismo. *Boletín de Antropología Americana* (13):5-31.

1998 *El proceso de investigación en arqueología*. Crítica, Barcelona.

2014a Hipótesis sobre la sociedad clasista inicial. En *Propuesta para la arqueología*, editado por L. F. Bate, pp. 413-498. vol. I. Instituto Nacional de Antropología e Historia México.

2014b Sociedad concreta y periodización tridimensional. En *Propuesta para la Arqueología* editado por L. F. Bate. vol. I. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

2014c Sociedades cazadoras-recolectoras y primeros asentamientos agrarios. En *Propuestas para la arqueología*, editado por L. F. Bate, pp. 359-411. vol. I. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

Bate, Luis Felipe y Alejandro Terrazas

2002 Sobre el modo de reproducción en sociedad pretribales. *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social* 5:11-41.

Blancas, Olvera Diana Karina

2017 Los modos de trabajo de la caza y pesca en la comunidad precerámica de San Gregorio Atlapulco Xochimilco, Tesis de Licenciatura de la Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

Boksenbaum, Martin William, Paul Tolstoy, Garman Harbottle, Jerome Kimberlin y Mary Neivens

1987 Obsidian Industries and Cultural Evolution in the Basin of Mexico before 500 B. C. *Journal of Field Archaeology* 14(1):65-75.

Bowman, H. R., F. Asaro y I. Perlman

1973 Composition variations in obsidian sources and the archaeological implications. *Archaeometry* 15(1):123-127.

Bruker

2010 *User Guide Tracer Series: Hand-held XRF Analyzers*. Bruker AXS, Inc

- Carballo, David M.
2011 *Obsidian and the Teotihuacan State: Weaponry and Ritual Production at the Moon Pyramid*. University of Pittsburgh Center for Comparative Archaeology-Universidad Nacional Autónoma de México, Pittsburgh.
- Carballo, David M., Jennifer Carballo y Hector Neff
2007 Formative and Classic Period Obsidian Procurement in Central Mexico: A Compositional Study Using Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. *Latin American Antiquity* 18(1):27-43.
- Carrasco-Nuñez, Gerardo
2000 Structure and proximal stratigraphy of Citlaltepétl Volcano (Pico de Orizaba), Mexico. *Geological Society of America Special Papers* 334:247-262.
- Cassiano, Gianfranco
2005 Cambios en la tecnología lítica entre el Pleistoceno tardío y el holoceno temprano en el área de Metztitlan-Mezquititlan, Hidalgo. En *Reflexiones sobre la industria lítica*, editado por L. González y L. Mirambell, pp. 49-81. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- Clark, John E
1988 *The Lithic Artifacts of La Libertad, Chiapas, México: An Economic Perspective*. New World Archaeological Foundation, Brigham Young University, Provo.
- Clark, John E.
1981 Multi-faceted approach to the study of Mesoamerican obsidian trade: an example from early Chiapas. Paper presented at the 46th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, San Diego, California.
- Clark, John E. y Thomas Lee
1990 Intercambio de obsidiana y las primeras economías públicas en Chiapas, México. En *Nuevos enfoques en el estudio de la lítica*, editado por M. d. I. D. Soto de Archaveleta, pp. 347-404. Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- 2007 The changing role of obsidian exchange in central Chiapas. En *Archaeology, art, and ethnogenesis in Mesoamerican prehistory : papers in honor of Gareth W. Lowe*, editado por L. M. P. Lowe. New World Archaeological Foundation, Provo.
- Cobean, Robert H.
2002 *Un mundo de obsidiana: Minería y comercio de un vidrio volcánico en el México antiguo*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

Cobean, Robert H., Michael D. Coe, Edward A. Perry, Karl K. Turekian y Dinkar P. Kharkar

1971 Obsidian Trade at San Lorenzo Tenochtitlan, Mexico. *Science* 174(4010):666-671.

Corona, Ezquivel Rodolfo

1994 Vidrios y cristales en la naturaleza. En *Cristales y obsidiana prehispánicos*, editado por P. M. C. Serra y O. F. Solís, pp. 15-17. Siglo veintiuno editores, México.

Charlton, Thomas H., David C. Grove y Philip K. Hopke

1978 The Paredón, Mexico, obsidian source and Early Formative exchange. *Science* 201(4358):807-809.

Charlton, Thomas H. y Michael. W. Spence

1982 Obsidian exploitation and civilization in the Basin of Mexico. En *Minin and Mining techniques in acient Mesoamerica*, editado por P. C. Ewigand y G. Gwynne. State University of New York at Stony Book, New York.

Díaz, del Castillo Bernal

2012 *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España I*. Red ediciones.

Ebert, C. E., M. Dennison, K. G. Hirth, S. B. McClure y D. J. Kennett

2015 Formative Period Obsidian Exchange along the Pacific Coast of Mesoamerica. *Archaeometry* 57:54-73.

Esparza-López, Rodrigo, Phil Weigand, Melania Jiménez-Reyes y Dolores Tenorio

2013 Relaciones comerciales del núcleo de la tradición Teuchitlán a través del estudio de obsidiana. *Arqueología* 46:22-38.

Flores, José Alfredo

2006 Los cazadores recolectores y la formación social tribal. *Boletín de Antropología Americana* (42):33-90.

2008 Hacia una propuesta de periodización tridimensional. *Boletín de Antropología Americana* (44):69-116.

García-Barcena, Joaquín

1975 Las Minas de obsidiana de la Sierra de las Navajas, Hgo., Mexico. En *Actas del XLI Congreso Internacional de Americanistas*, pp. 369-377, México.

García-Cook, Angel, Dolores Tenorio, Malenia Jiménez-Reyes, F. Monroy-Guzmán y C. López-Reyes

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

- García, Cook Angel
1967 *Análisis tipológico de artefactos*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- García, Gómez Víctor Hugo
2015 Contro de recursos en la Depresión Central de chiapas: el caso chiapaneca, Tesis de Licenciatura de la Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
- García, Gómez Víctor Hugo
2015 Análisis de procedencia de la obsidiana en el abrigo La Ceiba, Chiapas. *Revista de Investigaciones Arqueométricas* 2(2).
- García, Gómez Víctor Hugo, Guillermo Acosta Ochoa, José Alfredo Flores y Cuitláhuac Jiménez Valerio
2014 Análisis de materiales: lítica de San Gregorio Atlapulco. En *Proyecto Poblamiento, Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México. Informe de la temporada 2013: Excavaciones en Tepexpan, Edo. Mex. y San Gregorio Atlapulco, D.F. y Propuesta 2014: Excavaciones en Tepexpan, y Texcoco, Edo. Mex. y San Gregorio Atlapulco, D.F.*, editado por O. G. Acosta, M. P. Pérez y J. Arroyo. Informe que se emiten para su evaluación al Consejo de Arqueología, Archivo Técnico del la Coordinación de Arqueología, INAH, México.
- Gaxiola, Margarita y Fred Nelson
2005 Estrategias de abastecimiento de obsidiana en Huapalcalco durante el Epiclásico. *Arqueología* 35:68-90.
- Gilman, Antonio
1997 Cómo valorar los sistemas de propiedad a partir de datos arqueológicos. *Trabajos de Prehistoria* 54(2):81-92.
- Glascok, Michael D y Jeffrey R. Ferguson
2012 Report on the analysis of obsidian source samples by multiple analytical methods. Documento electrónico,
https://www.bruker.com/fileadmin/user_upload/8-PDF-Docs/X-rayDiffraction_ElementalAnalysis/HH-XRF/LabReports/Obsidian_Source_Samples.pdf, consultado el 05 de febrero de 2017.
- Glascok, Michael D.
2002 Apéndice 1. caracterizaición de los yacimientos de obsidiana en el noreste de Mesoamerica. En *Un mundo de obsidiana: Minería y comercio de un vidrio volcánico en el México antiguo*, editado por R. H. Cobean. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- 2008 Archaeometry En *Encyclopedia of Archaeology*, editado por D. M. Pearsall, pp. 489-494. Academic Press, New York.

- Glascook, Michael D., Geoffrey E. Braswell y Robert H. Cobean
 1998 A Systematic Approach to Obsidian Source Characterization. En *Archaeological Obsidian Studies: Method and Theory*, editado por M. S. Shackley, pp. 15-65. Springer US, Boston, MA.
- Glascook, Michael D., Phil C. Weigand, Rodrigo Esparza, Michael A. Ohnersorgen, Mauricio Garduño, Joseph B. Mountjoy y J. Andrew Darling
 2010 Geochemical characterisation of obsidian in western Mexico: the sources in Jalisco, Nayarit, y Zacatecas. En *Crossing the straits : prehistoric obsidian source exploitation in the North Pacific Rim*, editado por Y. V. Kuzmin y M. Glascock, pp. 201-217. Archaeopress, Oxford.
- Godelier, Maurice
 1974 *Economía, fetichismo y religión en las sociedades primitivas*. Siglo Veintiuno.
- González-Quintero, L. y L. Fuentes-Mata
 1980 El Holoceno de la porción central de la Cuenca de México. En *Memorias del III Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología*, editado por F. Sánchez, pp. 113-132. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- González-Quintero, Lauro
 1986 Análisis polínico de los sedimentos. En *Tlapacoya: 35,000 años de Historia del Lago de Chalco*, editado por J. L. Lorenzo y L. Mirambell, pp. 157-166. INAH, México.
- González, Carlos Javier
 1996 Investigaciones arqueológicas en “El Japón”: sitio chinampero en Xochimilco. *Arqueología* 16:81-93.
- González, Silvia, José Concepción, Robert Hedges, David Huddart, James C. Ohman, Alan Turner y Pompa José Antonio
 2003 Earliest humans in the Americas: new evidence from México. *Journal of Human Evolution* 44:379-387.
- Hall, Edward T.
 1960 X-ray fluorescent analysis applied to archaeology. *Archaeometry* 3(1):29-35.
- Harris, Daniel C.
 2010 *Quantitative Chemical Analysis*. 8th ed. W. H. Freeman and Company, New York.
- Healan, Dan M.
 1997 Pre-hispanic quarrying in the Ucareo-Zinapécuaro obsidian source area. *Anciente Mesoamerica* 8(1):77-100.

- Hirth, Kenneth, Ann Cyphers, Robert Cobean, Jason De León y Michael D. Glascock
2013 Early Olmec obsidian trade and economic organization at San Lorenzo. *Journal of Archaeological Science* 40(6):2784-2798.
- Hurtado de Mendoza, Luis
1986 *La obsidiana de El Chayal y su redistribución en Kaminaljuyú (Guatemala), 0-200 d. C.* Centro de Investigaciones Regionales de Mesoamérica, Antigua Guatemala.
- Ingold, Tim
1983 The Significance of Storage in Hunting Societies. *Man* 18(3):553-571.
- Jack, Robert N. y Robert F. Heizer
1968 "Finger-Printing" of Some Mesoamerican Obsidian Artifacts. *Contributions of the University of California Archaeological Research Facility* 5:81-100.
- Knight, Charles L. F., Heng Hu, Michael D. Glascock y Stephen A. Nelson
2017 Obsidian sub-sources at the Zaragoza-Oyameles quarry in Puebla, Mexico: similarities with Altotonga and their distribution throughout Mesoamerica. *Latin American Antiquity* 28(1):46-65.
- Lechuga, Solis Martha Graciela
1977 Análisis de un elemento de la estructura económica azteca: la chinampa, Tesis de Licenciatura de la Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
- Liritzis, Ioannis y Nikolaos Zacharias
2011 Portable XRF of archaeological artifacts: current research, potentials and limitations. En *X-ray fluorescence spectrometry (XRF) in geoarchaeology*, editado por M. S. Shackley, pp. 109-142. Springer, New York.
- Lozano-García, María del Socorro y Beatriz Ortega-Guerrero
1998 Late Quaternary environmental changes of the central part of the Basin of Mexico; correlation between Texcoco and Chalco basins. *Review of Palaeobotany and Palynology* 99(2):77-93.
- Lozano, Ma. del Socorro, Beatriz Ortega, Margarita Caballero y Jaime Urrutia-Fucugauchi
1993 Late Pleistocene/Holocene paleoenvironments of Chalco Lake, Central México. *Journal of Quaternary Research* 40(3):332-342.
- Ludlow-Wiechers, Beatriz, Lucía Almeida-Lenero y Gerald Islebe
2005 Paleoeological and climatic changes of the Upper Lerma Basin, Central Mexico during the Holocene. *Quaternary Research* 64:318-332.
- Lloyd, Chris
2015 Flujos de obsidiana de la Sierra Ahuisulco, Jalisco. Paper presented at the Primer Simposio sobre la investigación y caracterización de la obsidiana en México, Zapopan, Jalisco.

- MacNeish, Richard S.
1958 Preliminary Archaeological Investigations in the Sierra de Tamaulipas, Mexico. *Transactions of the American Philosophical Society* 48(6):1-210.
- MacNeish, Richard S., Irmgard W. Johnson y Antoinette Nelken-Terner
1967 *The prehistory of the Tehuacan Valley 2*. University of Texas Press, published for the Robert S. Peabody Foundation, Phillips Academy, Andover, Austin & London.
- Malinowski, Bronislaw
1986 *Los argonautas del Pacífico Occidental I*. Planeta-Agostini, Barcelona.
- Martínez, Isay Alan
2017 Uso de recursos bioculturales y subsistencia durante el precerámico (6,200 A.P) en la Cuenca de México: San Gregorio Atlapulco, Xochimilco., Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Antropología e Historia México.
- Martínez, Yrizar Diana, Morán Cristina Adriano, Morales Emilio Ibarra, Suarez Roberto Rodriguez, Palma Jorge Cruz, Alan Martínez, Jessica Mínguez y Evangelista Vanessa Juárez
2017 Macrorrestos, fitolitos y análisis de gránulos de almidón de artefactos y pisos de ocupación del periodo precerámico. En *Proyecto Poblamiento, Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México. Informe de la segunda fase : Excavaciones en Tepexpan y San Gregorio Atlapulco. Propuesta tercera fase (jul/2017-jun2018): Excavaciones en Texcoco, San Gregorio Atlapulco, Xochimilco.*, editado por O. G. Acosta, pp. 234-281. Informe que se emiten para su evaluación al Consejo de Arqueología, Archivo Técnico del la Coordinación de Arqueología, INAH, México.
- Marx, Karl
1981 *Contribución a la crítica de la economía política*. Siglo XXI Editores, México D.F.
- Marx, Karl y Federico Engels
1981 *Obras escogidas III*. Progreso.
- Mauss, Marcel
2009 *Ensayo sobre el don. Forma y función del intercambio en las sociedades arcaicas*. Katz Editores, Buenos Aires.
- McClung, Emily y Guillermo Acosta
2015 Una ocupación del periodo de agricultura temprana en Xochimilco (CA. 4200-4000 A.N.E.). *Anales de Antropología* 49(2):299-315.

- Meléndez, Carmen Oralia y Alejandro Alberto Camacho
2009 Espectrometría de fluorescencia de rayos X. *Synthesis* (49):1-4.
- Merino, José María
1994 Tipología lítica. *Munibe. Suplemento No. 94*.
- Metcalf, Sarah E., Sarah L. O'Hara, Margarita Caballero y Sarah J. Davies
2000 Records of Late Pleistocene–Holocene climatic change in Mexico — a review. *Quaternary Science Reviews* 19(7):699-721.
- Nárez, Jesús
1990 *Materiales arqueológicos de Tlapacoya*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- Neff, Hector, Barbara Voorhies y Francisco Paredes
2012 Handheld XRF elemental analysis of archaeological sediments: some examples from Mesoamerica. En *Handheld XRF for Art and Archaeology*, editado por A. N. Sugar y J. L. Mass, pp. 379-399. Leuven University Press, Leuven.
- Nelson, Fred
1994 Redes de intercambio de obsidiana en Mesoamerica. En *Cristales y obsidiana prehispánicos*, editado por P. M. C. Serra y O. F. Solis, pp. 53-77. Siglo veintiuno editores, México.
- Nelson, Fred W. y John E. Clark
1990 The determination of exchange patterns in prehistoric Mesoamerica. En *Nuevos enfoques en el estudio de la lítica*, editado por M. d. I. D. Soto de Archavaleta, pp. 153-175. Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Niederberger, Christine
1976 *Zohapilco: cinco milenios de ocupación humana en un sitio lacustre de la cuenca de México*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México D.F.

1979 Early Sedentary Economy in the Basin of Mexico. *Science* 203(4376):131-142.
- Nieto, Rosalba y Fernando López
1990 Los contextos arqueológicos en yacimientos de obsidiana. En *Nuevos enfoques en el estudio de la lítica*, editado por M. d. I. D. Soto de Archavaleta, pp. 177-214. Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México.
- Odell, George H.
2004 *Lithic Analysis*. Springer Science+Business Media, LLC, New York.
- Orquera, Luis Abel y Ernesto Luis Piana
1986 *Normas para la descripción de objetos arqueológicos de piedra tallada*. Centro Austral de Investigaciones Científicas. [Ushuaia].

- Ortega, Javier M.
2007 Técnicas nucleares aplicadas al estudio de piezas arqueológicas y obras de arte. *Contacto Nuclear* 47:12-16.
- Palmer, Pete
2013 Introduction to energy-dispersive X-ray fluorescence (XRF)-an analytical chemistry perspective. Documento electrónico, <http://www.asdlib.org/onlineArticles/ecourseware/Palmer/ASDL%20Intro%20to%20XRF.pdf>, consultado el 13 de mayo de 2017.
- Parsons, Jeffrey
1989 Arqueología regional en la Cuenca de México: una estrategia para a investigación futura. *Anales de Antropología* XXVI:157-257.
- Parsons, Jeffrey , Elizabeth Brumfield, Mary H. Parsons y David J. Wilson
1982 *Prehispanic settlement patterns in the southern valley of Mexico: the Chalco-Xochimilco region*. Museum of Anthropology, University of Michigan, Ann Arbor.
- Parsons, Jeffrey, Mary H. Parsons, Virginia Popper y Mary Taft
1985 Chinampa agriculture and Aztec urbanization in the Valley of Mexico. En *Prehistoric Intensive Agriculture in the Tropics*, editado por I. S. Farrinton, pp. 49-96. Oxford, England.
- Pastrana, Alejandro
1986 El proceso de trabajo de la obsidiana de las minas de Pico de Orizaba. *Boletín de Antropología Americana* (13):133-145.
- 1987 Análisis Microscópico de Obsidiana. *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos* XXXIII(1):5-26.
- 1994 Yacimientos de obsidiana y técnicas de extracción. En *Cristales y obsidianas prehispánicas*, editado por P. M. C. Serra y O. F. Solís, pp. 19-39. Siglo veintiuno editores, México.
- 1998 *La explotación azteca de la obsidiana en la Sierra de las Navajas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- 2007 *La distribución de la obsidiana de la Triple Alianza en la Cuenca de México*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- Pastrana, Alejandro y Silvia Domínguez
2009 Cambios en la estrategia de la explotación de la obsidiana de Pachuca: Teotihuacán, Tula y la Triple Alianza. *Ancient Mesoamerica* 20(1):129-148.

- Pastrana, Alejandro y Patricia Fournier
 1998 Explotación Colonial de obsidiana en el yacimiento de Sierra de Las Navajas. En *Memoria del primer congreso nacional de arqueología histórica* editado por E. Fernández y S. Gómez, pp. 486-496. Conaculta-INAH, México.
- Polanyi, Karl
 1975 Traders and trade. En *Ancient civilization and trade*, editado por J. A. Sabloff y L. Karlovsky, pp. 133-154. School of American Research, University of New Mexico Press.
 1994 *El sustento del hombre*. Mondadori, Barcelona.
 2003 [1957] *La gran transformación: los orígenes políticos y económicos de nuestro tiempo*. 5 ed. Fondo de Cultura Económica, México.
- Ponomarenko, Alyson Lighthart
 2004 The Pachuca obsidian source, Hidalgo, Mexico: a geoarchaeological perspective. *Geoarchaeology* 19(1):71-91.
- Renfrew, Colin
 1975 Trade as Action at a Distance: Questions of Integration and Communication. En *Ancient Civilization and Trade*, editado por J. A. Sabloff y C. C. Lamberg-Karlovsky, pp. 3-60. School of American Research. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- Rodriguez, Míguez Jessica Belem
 2017 Los Fitolitos del sitio El Japón, Xochimilco: un acercamiento a las primeras plantas domesticadas en la Cuenca de México, Tesis de Licenciatura de la Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
- Romano, Pacheco Arturo
 1963 Breve informe de los hallazgos de San Vicente Chicoloapan, Méx. *Anales del Museo Nacional de México* 15:245-259.
- Rosental, Mark y Iudin Pavel
 1965 *Diccionario Filosófico*. Ediciones de Cultura Popular, Montevideo.
- Rossotti, Andrea
 2005 Reconstrucción de la historia eruptiva de la Pomez Citlaltepētāl (Volcan Pico de Orizaba), Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro.
- Sahlins, Marshall
 1972 *Las sociedades tribales*. Labor, Barcelona.
 1987 *Economía de la edad de piedra*. Ediciones Akal, Madrid.

- Sereni, Emilio
1973 La categoría "formación económica y social" En *La categoría "Formación económica y social"* editado por Ediciones-Roca. vol. 9-84. Roca, México
- Service, Elman
1973 *Los cazadores*. Labor, Barcelona.

1984 *Los orígenes del estado y de la civilización : el proceso de la evolución cultural*. Alianza Editorial, Madrid.
- Shackley, M. Steven
2011 An introduction to X-Ray fluorescence (XRF) analysis in archaeology. En *X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology*, editado por M. S. Shackley, pp. 7-44. Springer New York.

2012 ThermoFisher Scientific Quant'X Analysis and Instrumentation. Documento electrónico, <http://www.swxrflab.net/analysis.htm>, consultado el 06 de febrero de 2017.
- Shugar, Aaron .N. y Jennifer L. Mass
2012 Introduction. En *Handheld XRF for Art and Archaeology*, editado por A. N. Shugar y J. L. Mass, pp. 17-36. Leuven University Press, Leuven.
- Speakman, Robert J
2012 Evaluation of Bruker's Tracer family factory obsidian calibration for handheld portable XRF studies of obsidian. Documento electrónico, https://www.bruker.com/fileadmin/user_upload/8-PDF-Docs/X-rayDiffraction_ElementalAnalysis/HH-XRF/LabReports/Bruker_Obsidian_Report.pdf, consultado el 13 de junio de 2016.
- Speakman, Robert J. y Steven M. Shackley
2013 Silo science and portable XRF in archaeology: a response to Frahm. *Journal of Archaeological Science* 40(2):1435-1443.
- Spence, Michael W.
1967 The Obsidian Industry of Teotihuacan. *American Antiquity* 32(4):507-514.
- Stocker, T. L. y R. H. Cobean
1984 Preliminary report on the obsidian mines at Pico de Orizaba, Veracruz. En *Prehistoric Quarries and Lithic Production:*, pp. 83-96. Cambridge University Press, Cambridge.
- Stoner, Wesley D., Deborah L. Nichols, Bridget A. Alex y Destiny L. Crider
2015 The emergence of Early–Middle Formative exchange patterns in Mesoamerica: A view from Altica in the Teotihuacan Valley. *Journal of Anthropological Archaeology* 39:19-35.

- Terra, Helmut De
1957 *Man and Mammoth in Mexico*. Hutchinson, Londres.
- Terra, Helmut De, Javier Romero y Thomas D. Stewart
1949 *Tepexpan Man*. Viking Fund, New York.
- Valentinuzzi, María Cecilia
2008 Análisis por fluorescencia de rayos X: implementación de guías de haces en reflexión total, Tesis de Doctorado de la Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Velázquez, Maldonado Luis Ramón
2017 Obsidiana y productores especializado en la subregión del Lerma Medio: Estudio de procedencia y patrones de distribución, Tesis de Maestría, Colegio de Michoacán, México.
- Voorhies, Barbara y Sarah Metcalfe
2007 Culture and climate in Mesoamerica during the Middle Holocene. En *Climate change and cultural dynamics: a global perspective on Mid-Holocene transitions*, editado por D. G. Anderson, K. A. Maasch y S. D. H., pp. 157-187. Academic Press, San Diego.
- White, Leslie A.
1982 *La ciencia de la cultura, un estudio sobre el hombre y la civilización*. Ediciones Paidós, Barcelona.
- Zeitlin, Robert N.
1979 Prehistoric long-distance exchange on the southern Isthmus of Tehuantepec, Mexico, Det. of Anthropology, Yale University, New Haven.