



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MÉXICO



CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO

LA OBSIDIANA DE LA SIERRA DE LAS CRUCES: ANÁLISIS Y
CARACTERIZACIÓN FORMAL Y DE COMPOSICIÓN ELEMENTAL.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
LICENCIADO EN ARQUEOLOGÍA

PRESENTA:
MIGUEL ANGEL ESTRADA ABREGO

DIRECTORES:
DR. COSME RUBÉN NIETO HERNÁNDEZ
DRA. MARÍA EUGENIA VALDEZ PÉREZ

ASESOR:
MTRO. GUSTAVO JAIMES VENCES

TENANCINGO, MÉXICO

2017

Tenancingo Méx., a 8 de julio de 2015

**P. en L. R. E. I. ELIZABETH ESTAFANÍA BRITO GARCÍA
ENCARGADA DEL DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL
DEL CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO
P R E S E N T E**

AIR

Por este conducto me permito solicitar atentamente el registro de protocolo de la tesina "La obsidiana de la Sierra de las Cruces: Análisis y caracterización formal y de composición elemental" (se anexa protocolo), del P. A. Miguel Angel Estrada Abrego, de la generación 2010 B de la licenciatura en Arqueología (Núm. de cuenta 1026754). El trabajo será dirigido por el Dr. Cosme Rubén Nieto Hernández y la Dra. María Eugenia Valdez Pérez y, en calidad de asesor, el Mtro. Gustavo Jaimes Vences.

Sin otro particular por el momento le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE


DR. COSME RUBÉN NIETO HERNÁNDEZ
PROFESOR DE TIEMPO COMPLETO Y
DIRECTOR DE LA TESINA


08/Julio/2015




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO TENANCINGO.

Tenancingo, México a 4 de Agosto de 2015

P.L.R.E.I. ELIZABETH ESTEFANIA BRITO GARCÍA
ENCARGADA DEL DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO

PRESENTE:

Atendiendo a la solicitud para la revisión del ejemplar de protocolo proporcionado en modalidad **TESINA** titulado: **"La obsidiana de la Sierra de las Cruces: análisis y caracterización formal y de composición elemental"** que para obtener el título de licenciatura en Arqueología **Miguel Ángel Estrada Abrego** con número de cuenta **1026754**.

Le hago de su conocimiento el siguiente **dictamen** en carácter de:
Aprobado sin comentarios.

Sin más por el momento quedo a sus órdenes para cualquier particular al respecto.

ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2015, Año del Bicentenario luctuoso de José María Morelos y Pavón"


Raúl Miranda Gómez
PROFESOR DE TIEMPO COMPLETO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO.

Tenancingo Méx., a 23 de octubre de 2017

L. en R. E. I. PAOLA YATZIRI AYALA FRANCO
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL
PRESENTE

Por este medio me permito informar a usted de la liberación del trabajo de tesis titulado **“La Obsidiana de la Sierra de las Cruces: análisis y caracterización formal y de composición elemental”**, del C. Miguel Ángel Estrada Abrego pasante total de la licenciatura en Arqueología, con número de cuenta 1026754, toda vez que se han atendido las observaciones de los revisores designados para tal efecto. Por lo anterior, considero que cumple con lo necesario para proceder a la impresión de los ejemplares y dar continuidad a los trámites para su examen recepcional.

Sin otro particular por el momento, le envío un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

DR. COSME RUBÉN NIETO HERNÁNDEZ
CODIRECTOR DE LA TESIS

c.c.p.- Expediente profesor.
c.c.p.- Archivo.

23/10/17
Recibi original
P.A. *
Titulación

Recibi copia
23/oct/2017

Tenancingo, México a 26 de junio de 2017.

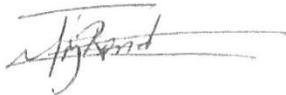
L EN R.E.I. PAOLA YATZIRI AYALA FRANCO
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO
P R E S E N T E

Estimada Lic. Ayala:

Por este medio me permito informarle el dictamen del trabajo titulado "**La obsidiana de la Sierra de Las Cruces: análisis y caracterización formal y de composición elemental**", presentado por Miguel Ángel Estrada Abrego para obtener el título de Licenciado en Arqueología, el cual considero como *aprobado con comentarios*, los cuales anexo y sugiero sean tomados en cuenta por el alumno.

Sin otro particular, reciba cordiales saludos.

ATENTAMENTE



Dra. Eréndira Muñoz Aréyza
PTC de la Licenciatura en Arqueología



Tenancingo Méx., a 2 de junio de 2017

**L.R.E.I. ELIZABETH ESTEFANÍA BRITO GARCÍA
ENCARGADA DEL DEPARTAMENTO
DE EVALUACIÓN PROFESIONAL
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO
PRESENTE**

A/R

Por este medio, los que suscriben el presente nos permitimos comunicar a usted que se ha concluido el trabajo de dirección de la tesis "La obsidiana de la Sierra de las Cruces: análisis y caracterización formal y de composición elemental" del C. Miguel Ángel Estrada Abrego (Núm. de cuenta 1026754), pasante total de la licenciatura en Arqueología. Por lo anterior, consideramos que cumple con lo necesario para sustentarse en examen recepcional y no tenemos inconveniente en otorgar su liberación.

Sin otro particular por el momento, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE

**DR. COSME RUBÉN NIETO HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE LA TESIS**

**DRA. MARÍA EUGENIA VALDES PÉREZ
CO-DIRECTORA**

Recibi:
5/June/2017

c.c.p.- Dra. María Eugenia Valdes Pérez.
c.c.p.- Dr. Cosme Rubén Nieto Hernández.
c.c.p.- C. Miguel Ángel Estrada Abrego.

Recibi copia

5/June/2017
05/06/17



Universidad Autónoma del Estado de México
Centro Universitario Tenancingo

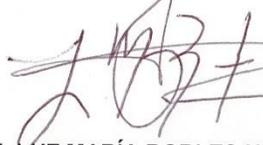
Tenancingo, Estado de México, 24 de Octubre 2017

**C. MIGUEL ÁNGEL ESTRADA ABREGO
PASANTE DE LA LICENCIATURA EN ARQUEOLOGÍA
P R E S E N T E**

Por este conducto comunico a Usted, que con base en el Reglamento de Facultades y Escuelas Profesionales de la UAEM que en su Capítulo VIII artículo 120, 121 y 122, así como el Reglamento de Opciones de Evaluación Profesional de la UAEM Capítulo I artículo 6º, pueden proceder a realizar la elaboración en formato electrónico del trabajo de Tesis, **“La obsidiana de la sierra de las cruces: análisis y caracterización formal y de composición elemental”**. Y **continuar con los trámites y requisitos requeridos** para efecto de poder sustentar su examen profesional y obtener el título de **LICENCIADO EN ARQUEOLOGÍA**.

Sin otro particular, quedo a sus apreciables órdenes.

A T E N T A M E N T E
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
“2017, Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”



DRA. EN E. LUZ MARÍA ROBLES HERNÁNDEZ
SUBDIRECTORA ACADÉMICA
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO
Centro Universitario
UAEM Tenancingo

c.c.p. Dra. Luz María Robles Hernández, Subdirectora Administrativa/VLR
c.c.p. Archivo PYAF/DEP

Departamento de Titulación





CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

El que suscribe **Miguel Ángel Estrada Abrego**, autor del trabajo escrito de evaluación profesional en modalidad de Tesis “**La obsidiana de la sierra de las cruces: análisis y caracterización formal y de composición elemental**”. Por medio de la presente con fundamento en lo dispuesto en los artículos 5, 18, 24, 25, 27, 30, 32 y 148 de la Ley Federal de Derechos de Autor, así como los artículos 35 y 36 fracción II de la Ley de la Universidad Autónoma del Estado de México; manifiesto mi autoría y originalidad de la obra mencionada que se presentó en Centro Universitario UAEM Tenancingo para ser evaluada con el fin de obtener el Título Profesional de Licenciado en Arqueología.

Así mismo expreso mi conformidad de ceder los derechos de reproducción, difusión y circulación de esta obra, en forma **NO EXCLUSIVA**, a la Universidad Autónoma del Estado de México; se podrá realizar a nivel nacional e internacional, de manera parcial o total a través de cualquier medio de información que sea susceptible para ello, en una o varias ocasiones, así como en cualquier soporte documental, todo ello siempre y cuando sus fines sean académicos, humanísticos, tecnológicos, históricos, artísticos, sociales, científicos u otra manifestación de la cultura.

Entendiendo que dicha cesión no genera obligación alguna para la Universidad Autónoma del Estado de México y que podrá o no ejercer los derechos cedidos.

Por lo que el autor da su consentimiento para la publicación de su trabajo escrito de evaluación profesional.

- a) Texto completo
- b) Por capítulos
- c) Solamente portada y tabla de contenido

Se firma presente en la ciudad de Tenancingo Estado de México, a los veinte cuatro días de octubre de 2017.

MIGUEL ÁNGEL ESTRADA ABRIGO

A MIS PADRES:
ANGEL ESTRADA RUBÍ
BLASA ABREGO ARÉVALO

A MIS HERMANAS Y HERMANO:
NASLI ESTRADA ABREGO
LETICIA ESTRADA ABREGO
JOSÉ DAVID ESTRADA ABREGO

Agradecimientos

Agradezco al Dr. Rubén Nieto Hernández, director del “Proyecto Arqueológico de la Cuenca de México al Valle de Toluca: Estudio de la interacción y desplazamientos poblacionales en época prehispánica” por la dirección de la presente tesis, que incluyó el acceso a los materiales arqueológicos y las facilidades para aprender sobre las nuevas metodologías para el estudio de la obsidiana. Le agradezco haber abierto las puertas de su oficina en donde pude realizar la mayor parte si no es que toda la tesis.

Un gran agradecimiento a la Dra. María Eugenia Valdez Pérez, por su paciencia para aprender el manejo de programas de Información geográfica que hicieron posible realizar los mapas de este trabajo.

De igual forma agradezco al Maestro Gustavo Jaimes Vences, especialista en análisis de artefactos de obsidiana por su valioso apoyo y asesoría con los materiales arqueológicos y el procesamiento por métodos estadísticos para la generación de los resultados que se presentan.

Un agradecimiento infinito a mis padres, porque gracias a ellos estoy aquí, presentando este trabajo, por su apoyo incondicional y porque gracias a su apoyo emocional pude entrar y terminar satisfactoriamente la carrera de arqueología. Gracias por todo papás, los quiero mucho.

Deseo así mismo agradecer a mis hermanas Nasli y Leti, y a mi hermano Pepe por alentarme a seguir adelante con mis estudios de licenciatura, sin ustedes no sería quien soy.

De la misma manera quiero brindar un agradecimiento a mis padrinos Mario Villa y a la Lic. Yolanda Martínez, gracias por los consejos y apoyo que recibí de su parte todos.

No quisiera dejar de agradecer a dos de mis primas (tías) preferidas, la Lic. Azucena Rubí Sánchez y a la Lic. Dalia Rubí Sánchez por sus consejos para salir adelante tanto en lo personal como en lo emocional, las quiero mucho primas.

Por último a mis tíos Marcos Rubí y Margarita Sánchez por el apoyo y los sabios consejos que en todo momento me han dado.

Índice

Lista de Graficas	1
Lista de tablas.....	2
Lista De Figuras	3
Introducción	5
Planteamientos Generales	7
Objetivos	7
General	7
Específicos	7
Problema de Investigación	8
I. Antecedentes arqueológicos.....	10
1.1. Periodificación.....	11
1.1.1. Periodo Preclásico (1200 aC. – 200 dC.).....	11
1.1.2. Periodo Clásico (200 – 650 dC.).....	13
1.1.3. Periodo Epiclásico (650 – 900 dC.)	15
1.1.4. Periodo Posclásico (900 – 1521 dC.)	17
1.2. Industria lítica.....	23
1.2.1. La variabilidad formal en la tecnología lítica: Obsidiana.....	32
1.3. El control de la obsidiana en el centro de México durante el periodo posclásico.....	35
II. Aspectos geográficos.....	38
2.1. Localización	38
2.2. Características Geográficas	46
2.2.1. Climas	46
2.2.1.1. Clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad.....	46
2.2.2. Bosques	47
2.2.3. Suelos	48
2.2.4. Aspectos morfológicos	48
2.2.5. Geología	49
2.3. Rocas Ígneas.....	51
2.3.1. Magma: El material de las rocas ígneas	51
2.3.2. Naturaleza de los magmas	51

2.3.3. De los magmas a las rocas.....	52
2.3.4. Factores que afectan al tamaño de los cristales	52
2.3.5. Tipo de texturas ígneas	52
2.3.6. Composiciones ígneas	53
2.3.7. Composiciones graníticas frente a la composición basáltica	54
2.3.8. Denominación de las rocas ígneas	54
2.3.9. Rocas intermedias	55
2.3.10. Rocas máficas	55
2.3.11. Rocas piroclástica	55
2.4. La Obsidiana	56
2.4.1. Organización productiva	56
2.4.2. Uso de la obsidiana	60
III. Metodología De Análisis (Clasificación)	66
IV. Resultados.....	70
4.1. Análisis de Componentes Principales (ACP).....	79
4.1.1. Resultados obtenidos.....	80
Consideraciones Finales	87
Bibliografía	90

Lista de Graficas

Grafica 1 Porcentajes de la obsidiana por color y fuente.....	71
Grafica 2 Porcentaje del material lítico de la Sierra de las cruces.....	72
Grafica 3 Frecuencia de material lítico dividido por corredor.....	78

Lista de tablas

Tabla 1. Frecuencia y porcentaje de la obsidiana.....	70
Tabla 2. Matriz de correlaciones considerando todos los elementos traza de las muestras de obsidiana.....	81
Tabla 3. Tabla de Componentes Principales, en donde se aprecia el porcentaje de la varianza alcanzada en cada uno de los componentes.....	81
Tabla 4. Matriz de correlaciones considerando sólo los elementos traza que mostraron una relación fuerte en el primer análisis.....	82
Tabla 5. Tabla de Componentes Principales, en donde se aprecia el porcentaje de la varianza alcanzada en cada uno de los componentes.....	83
Tabla 6. Componentes principales que representan al 78% de las muestras totales de obsidiana de las Sierra de las Cruces.....	84

Lista De Figuras

Figura 1. Plano de distribución de sitios y caminos.....	10
Figura 2. Ubicación de sitios arqueológicos del periodo preclásico en la Sierra de las Cruces.....	12
Figura 3. Ubicación de sitios arqueológicos del periodo clásico en la Sierra de las Cruces.....	14
Figura 4. Ubicación de sitios arqueológicos del periodo epiclásico en la Sierra de las Cruces.....	16
Figura 5. Ubicación de sitios arqueológicos del periodo posclásico en la Sierra de las Cruces.....	18
Figura 6. Cronología del Centro de México.....	20
Figura 7. Yacimientos de obsidiana que abastecieron al Valle de Toluca, Cuenca de México y a las Sierra de las Cruces.....	25
Figura 8. Ubicación del yacimiento de Otumba.....	26
Figura 9. Ubicación del yacimiento de Ucareo-Zinapecuaro.....	27
Figura 10. Ubicación del yacimiento del Paredón.....	28
Figura 11. Ubicación del yacimientos de Zacualtipán.....	29
Figura 12. Ubicación del Yacimiento de la Sierra de Pachuca.....	29
Figura 13. Esquema del proceso de obtención de navajas y la producción de bifaciales.....	33
Figura 14. Localización y delimitación de la Sierra de las Cruces.....	39
Figura 15. Modelo digital de elevación y límite de la Sierra de las Cruces.....	41
Figura 16. Plano con área de investigación.....	42
Figura 17. Estratovolcanes que se localizan en la Sierra de las Cruces.....	44
Figura 18. Estructura de la industria de obsidiana en Paso de la Amada características del Formativo Temprano.....	58
Figura 19. Navajas prismáticas de presión de obsidiana verde.....	61
Figura 20. Lasca de Las Palomas.....	61
Figura 21. Lasca de obsidiana verde.....	61
Figura 22. Puntas de proyectil de obsidiana gris.....	62

Figura 23. Cuchillos bifaciales de obsidiana gris.....	73
Figura 24. Lascas secundarias de obsidiana gris.....	73
Figura 25. Navajas de presión con retoque bifacial de obsidiana verde.....	74
Figura 26. Navajas de percusión de obsidiana verde.....	74
Figura 27. Navajas de presión de obsidiana gris.....	75
Figura 28. Puntas de proyectil de obsidiana verde.....	76
Figura 29. Fragmento raspador de obsidiana gris.....	76
Figura 30. Diagrama de dispersión en donde pueden apreciarse las distintas agrupaciones de las muestras de obsidiana atendiendo a su color o yacimiento de origen.....	85

Introducción

La presente tesis forma parte del “Proyecto arqueológico de la Cuenca de México al valle de Toluca. Estudio de la interacción y desplazamientos poblacionales en época prehispánica” dirigido por el Dr. Rubén Nieto Hernández que tiene como objetivo general, lograr una aproximación a los mecanismos que permitieron la interacción entre el valle de Toluca y la cuenca de México.

Esta tesis tiene como objetivo general, explicar la presencia y distribución de obsidiana en la sierra de las cruces a lo largo de la historia prehispánica, a partir del examen de la obsidiana recuperada durante dos temporadas de recorridos de superficie en la sierra de las Cruces, donde se puso especial atención en los caminos identificados en la cartografía, fuentes históricas y, en especial, en el imaginario popular. De este modo, se identificaron un total de 36 sitios arqueológicos pertenecientes a los periodos Preclásico, Clásico, Epiclásico y Posclásico, donde destacan los que se ubicaron a lo largo de los caminos registrados, pero se consideró también a los existentes en la zona intermontana que desarrollaron una dinámica propia adaptada a las condiciones biofísicas. La estrategia consistió en dividir la zona de estudio en dos corredores naturales que coinciden con las trayectorias que comunican en la actualidad al valle de Toluca con la cuenca de México. De manera específica, se logró el registro de 22 sitios en el primer corredor (Xonacatlán- Naucalpan) y 14 en el segundo (Lerma-Cuajimalpa).

El trabajo está integrado por seis capítulos, en el primero se presentan los planteamientos generales y el problema de investigación. El segundo, trata de los antecedentes arqueológicos y comprende, en lo general, un recuento de los trabajos realizados en el valle de Toluca y en la zona de estudio (la sierra de las Cruces). Se incluye además una revisión del proceso de manufactura de la obsidiana y la importancia que tuvo este recurso en la vida social y económica de los grupos de la época prehispánica.

El capítulo tres, describe los aspectos geográficos de la región, la ubicación y características de la zona de estudio que permiten reconocer el panorama en que

ocurrieron las ocupaciones culturales en una zona que, hasta antes de este proyecto, había sido considerada exclusivamente como de paso, sin conceder la posibilidad de hipotéticos desarrollos asociados a la función principal como vía de comunicación. Se incorpora en el capítulo una revisión de las principales características de la obsidiana, su origen, composición e importancia para el estudio de procesos sociales de la antigüedad.

En el siguiente capítulo, se explica la metodología científica empleada para el examen de la obsidiana de la sierra de las Cruces. En el mismo sentido, se describen las estrategias para el manejo de los datos como base para reconocer el comportamiento de los materiales y sus posibles significados. De particular interés destacan las técnicas científicas de análisis arqueométricos no destructivos como la Fluorescencia de Rayos X (FRX o XRF), que es particularmente útil para la determinación de los diversos elementos químicos que componen las muestras. En este caso se analizaron 292 muestras que incluyen, navajas con retoque bifacial, navajas de percusión, navajas de presión, lascas con córtex, lascas sin córtex, cuchillos, puntas de proyectil, lascas de rejuvenecimiento, raspadores, fragmento de núcleo, navaja de percusión con córtex, plataforma de preparación, punzón, en otros. Los datos obtenidos se integraron en una base de datos de Excel y se realizó un análisis de componentes principales en el programa SPSS, que arrojó como resultado una matriz de correlación, con ésta se determinó la varianza de cada componente; se tomaron los componentes que representaron un 78% de las muestras analizadas y, por último, se presentó un diagrama donde se observan los grupos de obsidiana divididos por su color o por el yacimiento de origen.

En el capítulo cinco, se discuten los resultados obtenidos de los exámenes realizados y se efectúa una comparación con referentes, efectuados en la Universidad de Missouri. Por último, en el capítulo seis, se presentan las conclusiones de la labor desarrollada y las implicaciones relativas a la diversidad de obsidiana identificada, su distribución y su composición elemental.

Planteamientos Generales

El presente trabajo pretende analizar y caracterizar los tipos de obsidiana encontrados en la zona conocida como la Sierra de las Cruces, que permitan explicar los motivos de su presencia a nivel regional, además de inferir la procedencia de la materia prima. De este modo, se busca realizar una aproximación a los mecanismos que posibilitaron la movilidad de un producto que tuvo gran demanda en tiempos prehispánicos. Lo anterior, conduce a responder la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se puede explicar la presencia de distintos tipos de obsidiana en el contexto regional de la sierra de las Cruces durante la época prehispánica?

Objetivos

General

- Explicar la presencia y distribución de obsidiana en la sierra de las Cruces a lo largo de la historia prehispánica.

Específicos

- Analizar y caracterizar la diversidad de obsidiana localizada en la Sierra de las Cruces.
- Analizar la diversidad de la materia prima y herramientas recuperadas en la prospección arqueológica de superficie.
- Explicar la posible procedencia de los diferentes tipos de obsidiana y los mecanismos que facilitaron el acceso a un recurso necesario para el desarrollo de los pueblos.
- Describir la distribución espacial y temporal de la obsidiana en la Sierra de las Cruces.

Problema de Investigación

La obsidiana es una de las materias primas que fue muy importante e indispensable para las antiguas sociedades ya que es un recurso necesario para el desarrollo de una sociedad, en este caso para el valle de Toluca y la cuenca de México.

Con esta materia prima se produjeron numerosas herramientas que conforman la cultura material que constituye el objeto de estudio de los arqueólogos; el examen de los artefactos permite inferir como pudo ser la vida, tanto de un individuo, como de la sociedad entera. También es posible reconocer relaciones comerciales interregionales entre diferentes pueblos prehispánicos a partir del examen de la distribución regional.

En este caso, se analizó la obsidiana recuperada en diferentes sitios ubicados en el área montañosa que divide al valle de Toluca de la cuenca de México, conocida como la Sierra de las Cruces.

Primero, se tuvo que inferir como fue transportado el material a los diferentes sitios y qué mecanismos se instrumentaron para facilitar el acceso a la materia prima; es decir, si fue traído el núcleo completo o las herramientas hechas para utilizarlas, o si fueron objeto de intercambio. También se pudo deducir si el propósito se relacionaba con la idea de ofrendar.

Los sitios de la Sierra de las Cruces fueron tomados como referentes a lo largo de los caminos principales o rutas de circulación por donde transportaban los diferentes recursos tanto para la cuenca de México, como para el valle toluqueño.

El propósito general del presente estudio es conocer cuáles son los diferentes yacimientos de donde se obtuvo la materia prima recuperada en los distintos sitios prehispánicos. Hasta el momento, se ha detectado la presencia de obsidiana de diferentes fuentes tanto del mismo Estado de México (Otumba, y las Palomas) como de Michoacán (Ucareo), o Hidalgo (Paredón, La Sierra de las Navajas). Para tal efecto, fue necesario realizar un análisis integral que permitiera hacer observaciones respecto a los tipos de herramientas que se elaboraron durante el

auge de Teotihuacán y después de la caída del mismo y así poder explicar la distribución espacial y temporal de las herramientas de obsidiana.

Por último, se pretende explicar a la luz de los datos disponibles, la dinámica de una región que mantuvo una estrecha relación con dos regiones determinantes en el desarrollo cultural del centro de México. Interesa así mismo, reconocer la asociación que existió con los asentamientos que tentativamente se han identificado con la cultura otomí.

I. Antecedentes arqueológicos

Los estudios arqueológicos realizados por Sugiura desde 1977, han permitido saber que el valle de Toluca tuvo sus primeras ocupaciones hacia el año 1200 a.C. Durante este tiempo, las primeras aldeas agrícolas se establecieron en lugares que no lograron gran desarrollo. Como evidencia de estos grupos, se encontraron vasijas con motivos decorativos semejantes a los de la cuenca de México, por lo que se sugiere que los primeros pobladores del valle de Toluca provenían de la vecina cuenca de México y que llegaron cruzando la serranía de las Cruces y del Ajusco (Figura 1) (Nieto, 2012). Lo anterior se confirma con los reportes de materiales similares recuperados en las exploraciones del sitio arqueológico de Tlatilco, ubicado en la porción occidental de la cuenca de México (García Payón, 1979; Nieto, 2008).

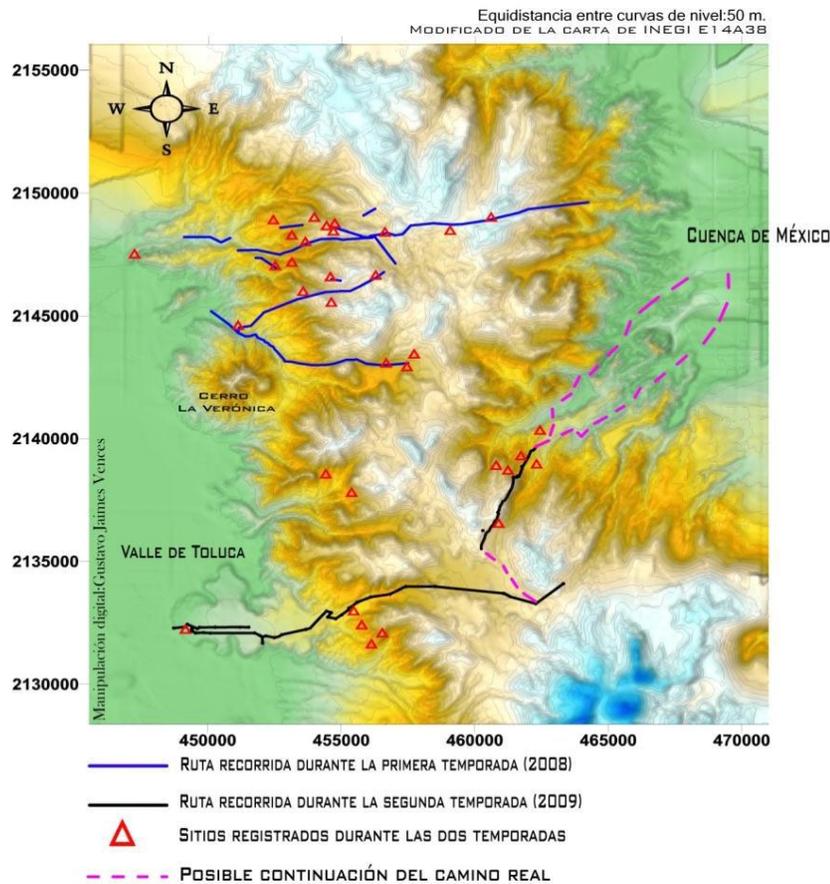


Figura 1 Plano de distribución de sitios y caminos (Tomado de Nieto, 2012: 113).

Con la caída de Teotihuacán se producen grandes migraciones al valle de Toluca (Figura 1), en un evento que habrá de cambiar la historia de esta importante región. Dicho fenómeno se vio reflejado en el patrón de asentamiento reconocido para el periodo Epiclásico. Finalmente hacia el periodo Posclásico, surge y se consolida el poderío de Tenochtitlán que habrá de impactar en la dinámica sociopolítica de prácticamente todo el territorio mesoamericano (Nieto, 1998).

Los resultados que se exponen a continuación permiten advertir, en parte, la dinámica que experimentó la Sierra de las Cruces a lo largo de la historia prehispánica. Los estudios de prospección arqueológica de superficie generó información relacionada con las decisiones que tomaron los pueblos para asentarse en la sierra de las cruces. Con el estudio de Nieto (2012) se analizó la distribución de los sitios y su temporalidad, así como la relación que sostuvieron entre sí y particularmente con los caminos creados para la movilidad (Nieto, 2012: 115).

1.1. Periodificación

1.1.1. Periodo Preclásico (1200 aC. – 200 dC.)

Fue en este periodo cuando los caminos comenzaron a ser utilizados por los primeros grupos humanos para la comunicación interregional y el traslado de productos. Con los datos obtenidos del registro arqueológico se propone que en este periodo la sierra de las Cruces comienza a desarrollarse culturalmente, pero de manera paulatina, ya que solo se identificaron dos sitios sobre la ruta que va de Xonacatlán a Naucalpan, estos dos sitios no cuentan con arquitectura monumental (Nieto, 2012: 115-116).

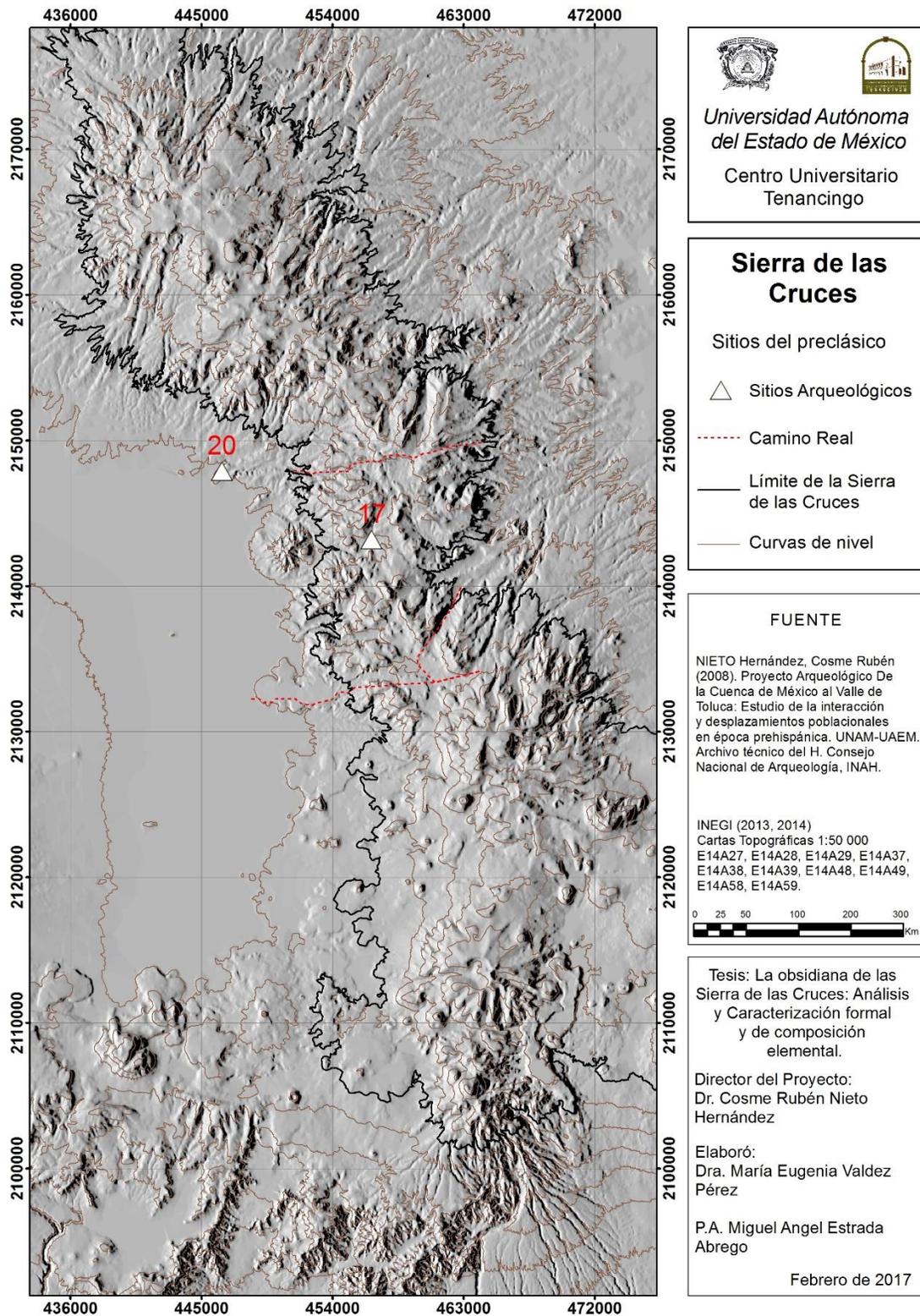


Figura 2 Ubicación de sitios arqueológicos del periodo preclásico en la Sierra de las Cruces.

1.1.2. Periodo Clásico (200 – 650 dC.)

Este periodo se caracteriza por el surgimiento y desarrollo del estado teotihuacano que se expandió a diferentes regiones como la que ocupa en este estudio. Esta expansión debió haber sido parte de la estrategia para el control de las rutas de comunicación interregional. En el estudio realizado por Nieto (2012), se registraron 10 sitios en los corredores Xonacatlán – Naucalpan y Lerma – Cuajimalpa. En el primer corredor se determinó que los sitios 6, 11 y 21 se ubican en la ruta principal y los otros dos sitios (12 y 22) se asocian a rutas alternas que forman parte de la red intermontana de caminos. El sitio 12 se localiza en el entronque que parte de San Lorenzo Huitzizilapan (Nieto, 2012: 120).

En el corredor Lerma – Cuajimalpa, Nieto (2012) aprecia la existencia de dos trayectorias, la primera que va de Lerma a Santa Fe y la segunda que va del área de La Marquesa a Huixquilucan, que probablemente fue la más transitada. En este camino se registraron cinco sitios (23, 24, 26, 28 y 35), de los que sobresale el 23, que se ubicó a un lado del camino principal y probablemente desempeñó un papel de control de ruta, dada su complejidad arquitectónica y posición que privilegia su dominio visual (Nieto, 2012: 124).

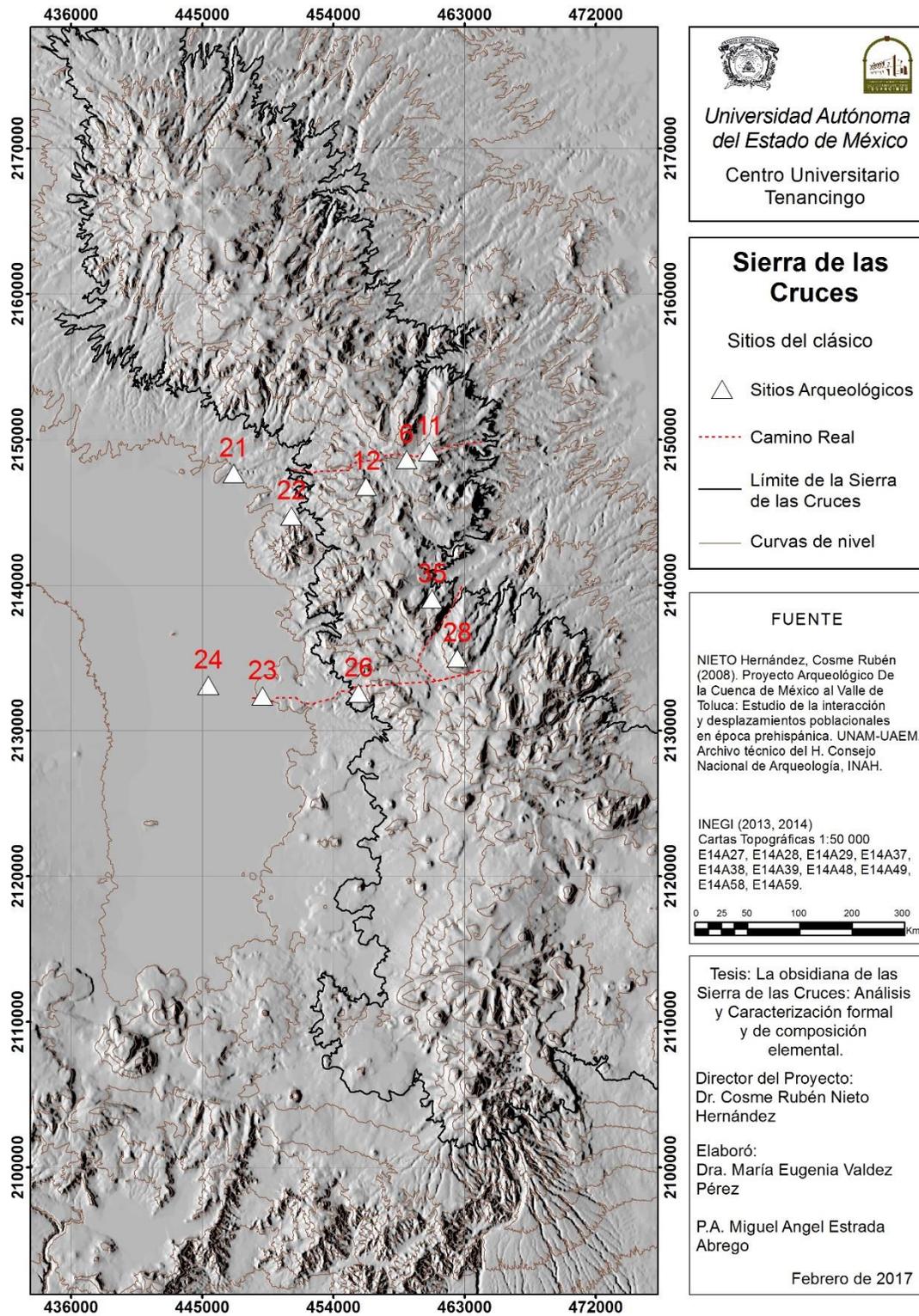


Figura 3 Ubicación de sitios arqueológicos del periodo clásico en la Sierra de las Cruces.

1.1.3. Periodo Epiclásico (650 – 900 dC.)

La creación de la red de rutas por las que se distribuyeron distintos productos de regiones distantes, implicaba el control de productos que circulaban, en particular durante la etapa en que Teotihuacán ostentaba un poder hegemónico que no tuvo precedente en la historia mesoamericana. La panorámica generada por el estudio de Nieto (2012), permitió reconocer que a pesar del declive del poderío teotihuacano, el funcionamiento de los caminos prevaleció y el control debió ejercerse por sitios como el número 12, localizado en la ruta Xonacatlán – Naucalpan (Nieto, 2012: 126).

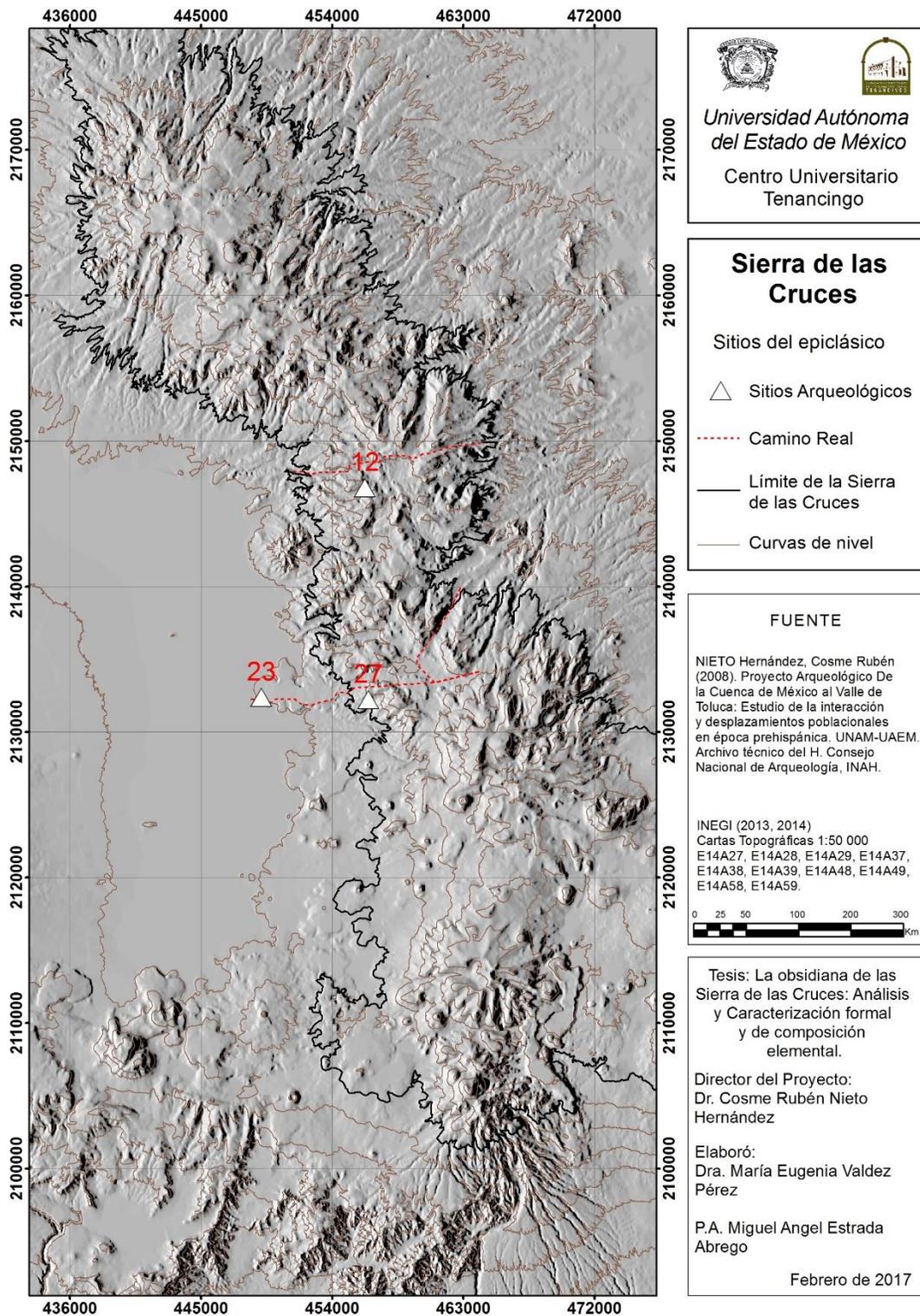


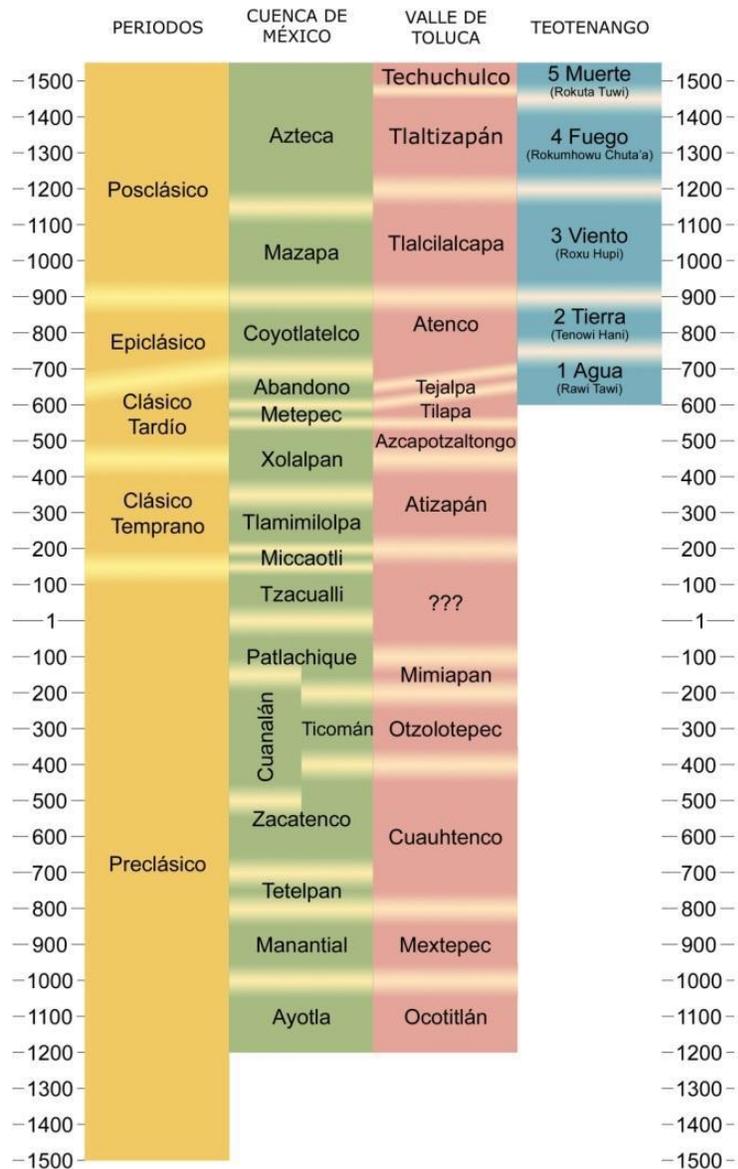
Figura 4 Ubicación de sitios arqueológicos del periodo epiclásico en la Sierra de las Cruces.

1.1.4. Periodo Posclásico (900 – 1521 dC.)

Para este periodo, el panorama sociopolítico en el centro de México, exhibe una complejidad que no tiene precedente en el centro de México. Grupos hegemónicos, como los mexicas, se expanden por todo el centro de México incorporando nuevos territorios y rutas que conducen a ellos, mismas que se crearon en el pasado para los desplazamientos poblacionales (Nieto, 2012: 132).

Se aprecia en los materiales arqueológicos una convivencia en las ocupaciones de filiación otomiana y azteca.

Ahora bien, y respecto a las investigaciones arqueológicas llevadas a cabo en el valle de Toluca, esta región tuvo una secuencia cultural prehispánica (Figura 6) que comprende casi tres milenios, que transcurrieron de forma casi interrumpida y configuraron un perfil que convierte a esta región en una de las más importantes del Centro de México (Nieto, 2012: 40). Se pueden mencionar los primeros trabajos de José García Payón (1979), quien entre 1929 y 1935 exploró el sitio arqueológico de Calixtlahuaca. Entre las contribuciones más notables de García Payón destaca la propuesta tipológica-cronológica que hace de la cerámica recuperada en Calixtlahuaca y su entorno (comprende la totalidad de la sierrita de Toluca). Los materiales incluyeron cerámica de los periodos Preclásico, Clásico, Epiclásico y Posclásico. Varias décadas más tarde, Román Piña Chan inicia el Proyecto Arqueológico Teotenango, en los setentas, que buscaba conocer la historia cultural de uno de los asentamientos de mayor importancia del valle toluqueño durante el periodo Posclásico (1000 – 1521 dC). Los resultados generados por sus investigaciones (1975), dieron cuenta de la complejidad de un centro urbano matlatzinca que ejercía el control de la parte sur del valle, específicamente del corredor que conduce a la región de Tenancingo-Zumpahuacan y eventualmente a la región de la Tierra Caliente.



Cuenca de México- Rattray, 1991 y 2001; Beramendi-Orosco et al, 2009; Sanders, 1989 y 2001
 Valle de Toluca- Sugiura, 2005 y 2006; Figueroa en prensa.
 Teotenango- Piña, 1975

Figura 6 Cronología del Centro de México (Tomado de Nieto 2012: 41).

Otro recurso fundamental para estudiar las rutas está representado por las fuentes históricas. En algunas se reporta información relacionada con la existencia de caminos por los que se mantenía la comunicación entre la Cuenca de México y el Valle de Toluca. Un ejemplo es el trabajo de (Martínez, 2007 en Nieto, 2008) quien estudió el Códice Techialoyan de San Francisco Xonacatlán y describe la existencia

de numerosas poblaciones. Relevante además es la identificación del Camino real Toluca – Tacuba (Hueytlalohpanco), mismo que se utilizó hasta muy entrado el pasado siglo XX (Nieto, 2008).

Para los trabajos de la Sierra de las Cruces, se reportan inicialmente recorridos de superficie, por parte de Rubén Nieto, quien ha efectuado a la fecha dos temporadas de campo en los corredores de Xonacatlán – Naucalpan y Lerma – Cuajimalpa, que se realizaron con la finalidad de ubicar y registrar los posibles caminos que utilizaban las personas en la antigüedad para la movilidad interregional. En esta labor, se consideró además el entorno con el que los pueblos del pasado establecieron una relación que no habría de interrumpirse sino hasta el siglo pasado (Nieto, 2012).

El estudio de Nieto valora numerosos factores como la topografía y la identificación de trayectorias naturales o corredores que condujeron a dividir la zona por sectores, uno de ellos es el de Xonacatlán-Naucalpan, por donde se propone que ocurrieron los primeros desplazamientos poblacionales hacia el valle de Toluca. Al terminar los trabajos del primer sector, se continuó con el corredor Lerma-Cuajimalpa, que desafortunadamente coincide con la trayectoria de la autopista Toluca-México, que pasa por la Marquesa. En esta zona también se realizaron trabajos de reconocimiento de superficie que permitieron identificar diferentes asentamientos correspondientes a los periodos Clásico y Posclásico. El sector tres, atraviesa la sierra del Ajusco, por el municipio de Xalatlaco, las referencias de este sector señalan la existencia de un camino que llaman el gran *Ohtli* y conducía al Santuario de Chalma donde se veneraba a Oztoteotl, Dios de las cuevas (Nieto, 2012).

Por consiguiente, se delimitaron los sectores a trabajar tomando en cuenta información local sobre los caminos antiguos, con la ayuda de una persona conocedora de la zona, empezaron a ubicar y registrar los caminos, así mismo algunos marcadores que desde tiempos pasados servían para el desplazamiento interregional del Valle de Toluca a la Cuenca de México y viceversa. El camino principal de la zona serrana es el camino Tacuba-Toluca, en el recorrido se iba tomando nota de los nombres de los lugares, al igual que algunas historias que los

lugareños compartían y que aun en nuestros días las siguen utilizando en sus tradiciones (Nieto, 2012).

Durante el recorrido de superficie se localizaron 22 sitios arqueológicos en todo el camino antiguo, que se registraron en la Dirección de Registro de Monumentos y Zonas Arqueológicas del INAH (Nieto, 2012).

También cabe mencionar el trabajo realizado por Jaimes (2010), en el sitio de San Mateo Atenco, donde realizó la caracterización de la industria lítica (obsidiana) del sitio y la relación que tiene con el modo de vida lacustre. Para su estudio, el autor se basó en la propuesta metodológica desarrollada por Kabata (2010) y complementada con criterios propios, en donde se le dio un peso preponderante a los atributos morfológicos, tecnológicos y funcionales (Jaimes, 2010).

1.2. Industria lítica

La obsidiana fue uno de los recursos más importantes de toda Mesoamérica, que involucró la organización de grandes redes de distribución de este material (Argote *et al*, 2010: 198). Ésta se caracteriza por ser vidriosa y cortante, puede encontrarse en diferentes colores, negro-verdoso-dorado, gris oscuro y café-rojizo. El color y la opacidad en la obsidiana negra se deben a que los cristales embrionarios dispersan la luz. En cuanto al tono café-rojizo, este se origina por la oxidación de la obsidiana (contiene Fe, en pequeñas cantidades), y el color negro-verdoso-dorado y gris-plateado, se produce por burbujas de gas contenidas en la materia (obsidiana) (Argote *et al*, 2010: 198).

La obsidiana es diferente químicamente entre los distintos yacimientos, para corroborar esto, se deben realizar pruebas químicas para precisar el origen del material, ya que las propiedades de los elementos traza son únicas. Con la identificación de los yacimientos se pueden hacer inferencias en torno a las relaciones comerciales y culturales de un lugar con otro (Argote *et al*, 2010: 198).

Los objetos líticos son fabricados por artesanos especializados, es decir, no toda la gente tiene las habilidades de elaborarlos, además, no toda puede tener los instrumentos necesarios, tampoco puede obtener la materia prima o la experiencia. (Leroi-Gourhan, 1974 en Pastrana, 2005) menciona que las industrias líticas tenían como objeto principal, elaborar herramientas de buena calidad pero con la menor cantidad de materia prima posible, es decir, fabricar herramientas con características eficientes con poca obsidiana (Pastrana, 2005: 227).

La obsidiana tiene cualidades físicas y naturales que son propicias para la elaboración de instrumentos simples a partir de técnicas productivas especializadas. La obsidiana era multifuncional y se utilizaba de manera individual, es decir, no se necesitaba el trabajo grupal para su empleo. También fue valorada su característica vítrea y el brillo, pues se utilizó para objetos religiosos y parafernalia, todo esto se manipuló de manera local, regional y a larga distancia (Pastrana, 2007: 21-22).

La lítica tiene muchos usos, es decir, con la lítica se pueden elaborar instrumentos para defensa, para proveer alimentos, para construcción, para poder elaborar otros instrumentos de otro material; con ayuda de la cerámica se ubica un tiempo y espacio determinado, también se puede conocer la tradición relacionada con los materiales y la relación con otro u otros sitios. Es posible también obtener fechamientos a partir de la técnica de hidratación de la obsidiana. (García, 1967: 10).

(Gaxiola 1989 en Argote *et al*, 2010), comenta que en el Altiplano central hay tres regiones en las que se ubican los yacimientos más importantes: la región de Tulancingo, Hidalgo, donde se encuentra la Sierra de Pachuca (Sierra de las Navajas), El Pizarrín, Rancho Tenango y el Encinal; esta región se distingue por la existencia de obsidiana verde. La segunda región (México, Puebla e Hidalgo) se caracteriza por el color gris y se encuentran yacimientos como el de Otumba, El Paredón-Tres Cabezas, México, Puebla e Hidalgo (Figura 7). La última región es la Sierra de Hidalgo, se encuentran los yacimientos de Zacualtipán, Mezquititlán y Huejutla y la obsidiana es de color negro opaco. Cobean (2002), argumenta que existe otro yacimiento importante, el segundo más utilizado en la prehistoria y que no se encuentra en ninguna de estas regiones, y se llama Zinapécuaro-Ucareo (Figura 7) (Argote *et al*, 2010: 199).

Localización de los Yacimientos de Obsidiana

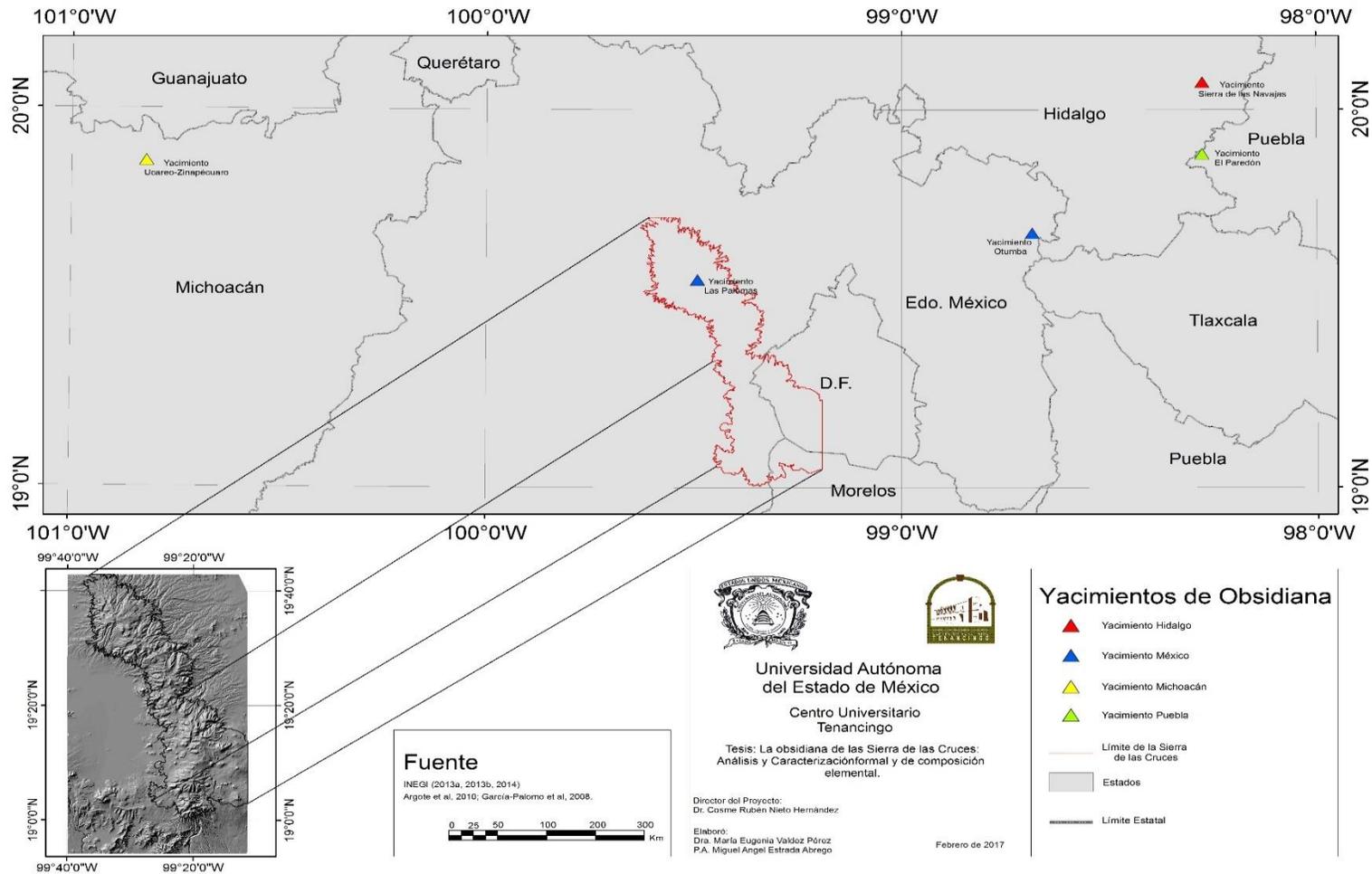


Figura 7 Yacimientos de obsidiana que abastecieron al Valle de Toluca, Cuenca de México y a la Sierra de las Cruces.

El yacimiento de Otumba (Figura 8), es el que se encuentra más cercano a Teotihuacán (14532961 m E y 2175389 m N, coordenadas UTM), esta fuente de obsidiana abasteció a los teotihuacanos durante el periodo Clásico y a los mexicas en el Posclásico. La obsidiana del yacimiento de Ucareo-Zinapécuaro (Figura 9), (14309448 m E y 2197202 m N), es de color gris oscura traslucida, algunas veces presentan bandas grises finas paralelas y en otras la textura nubosa sin bandas (Argote *et al*, 2010: 199-201). Argote (*et al* 2010), explica que se encontraron artefactos de Ucareo-Zinapécuaro, en los estados de Michoacán, Hidalgo y en el valle de México y en sitios y regiones distantes como Chiapas y Guatemala (Argote *et al*, 2010: 199-201).

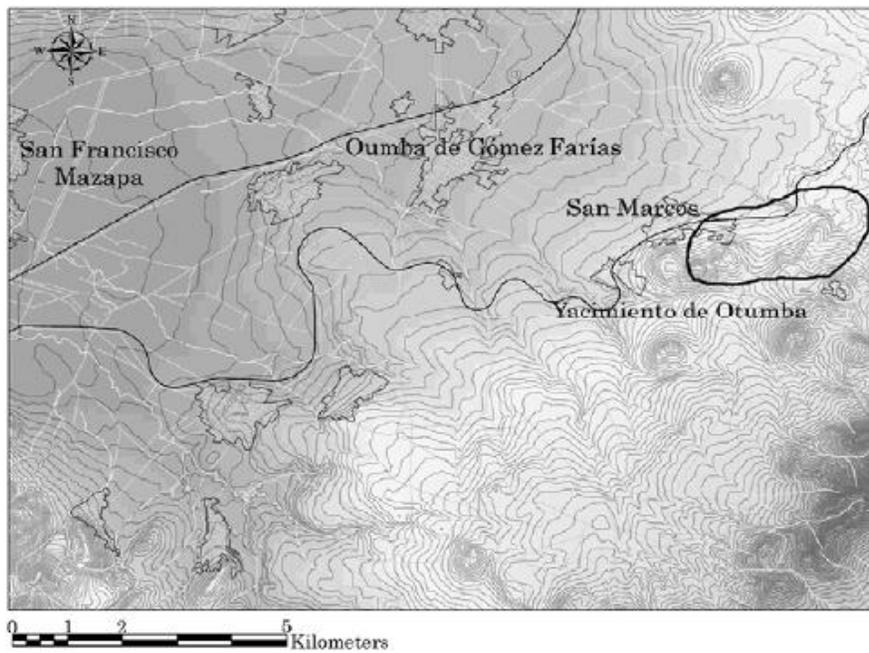


Figura 8 Ubicación del yacimiento de Otumba (Tomado de Kabata, 2010: 247).

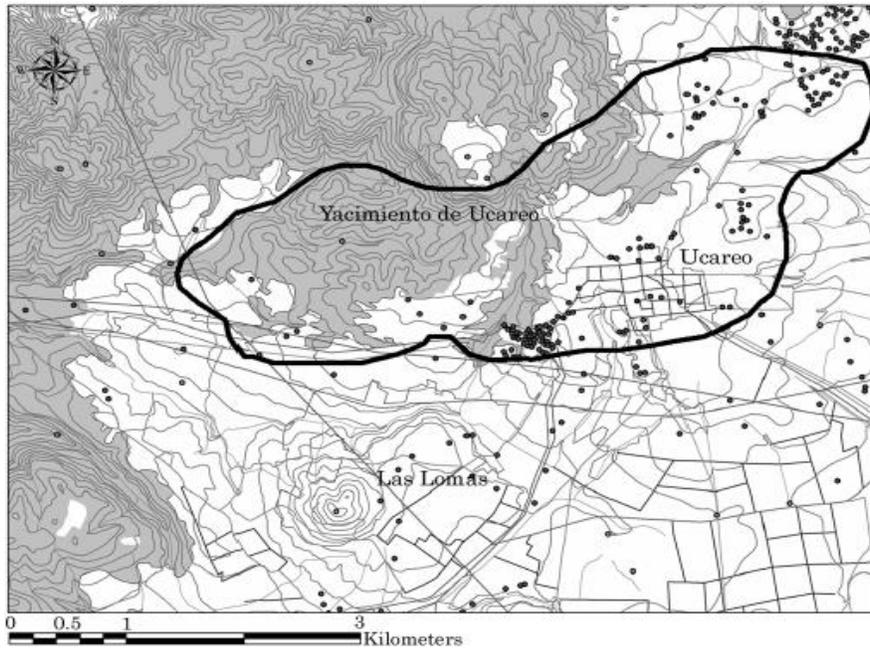


Figura 9 Ubicación del yacimiento de Ucareo-Zinapécuaro (Tomado de Kabata, 2010: 252).

El siguiente yacimiento es el Paredón (Figura 10), se encuentra en el estado de Hidalgo (14575861 m E y 2198729 m N), (Cobean *et al*, 1971 en Argote *et al*, 2010), argumenta que de este yacimiento son las navajas prismáticas más antiguas de Mesoamérica. Los análisis químicos con XRF lograron reconocer la obsidiana de Otumba y la del Paredón (Argote *et al*, 2010: 199-201).

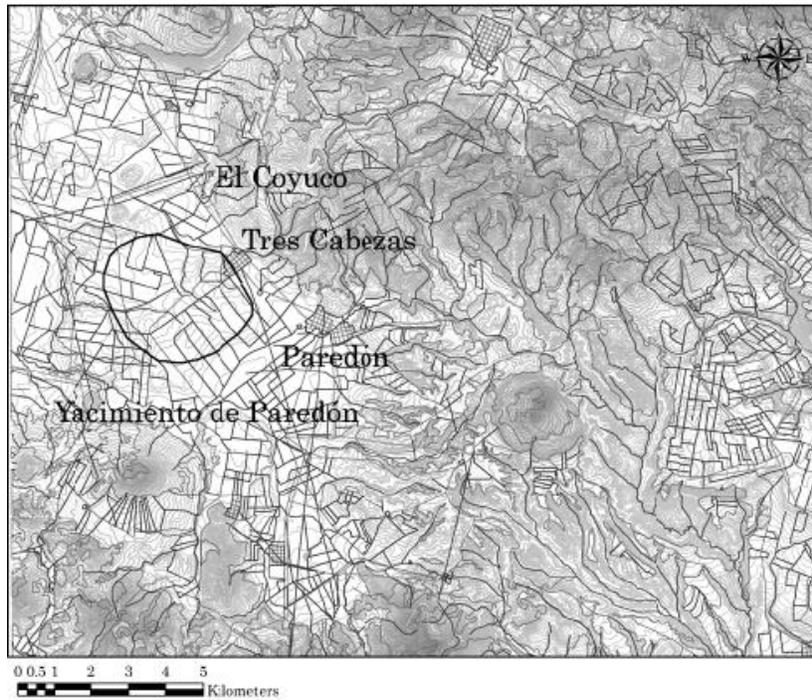


Figura 10 Ubicación del yacimiento del Paredón (Tomado de Kabata, 2010: 255).

Del yacimiento identificado en Zacualtipán (Figura 11), (14540863 m E y 2278191 m N), poco se sabe, de esta obsidiana se ha encontrado en Guatemala, Chiapas, Oaxaca, Hidalgo y Morelos. La obsidiana de Tulancingo (14567917 m E y 2222747 m N) tiene tonos de color negro o gris opaco y un verdoso, esta se caracteriza porque en ella se fabricaban bifaciales y unifaciales. Se encuentra un yacimiento en el municipio de Jocotitlán, San Antonio Enchisi localizado por Cosme Rubén Nieto Hernández y por Gustavo Jaimes Vences (no reportado oficialmente), Por último, el yacimiento más grande y más importante de Mesoamérica, es el de la Sierra de Pachuca (Figura 12), (14545107 m E y 2219682 m N) donde se produce obsidiana de color verde, esta fuente abasteció a grandes centros como Teotihuacán, Tula y Tenochtitlan, (Cobean, 2002 y Santley *et al*, 1986 en Argote *et al*, 2010) señalan que el control de este yacimiento implicó el ejercicio del poder político y económico (Argote *et al*, 2010: 201).

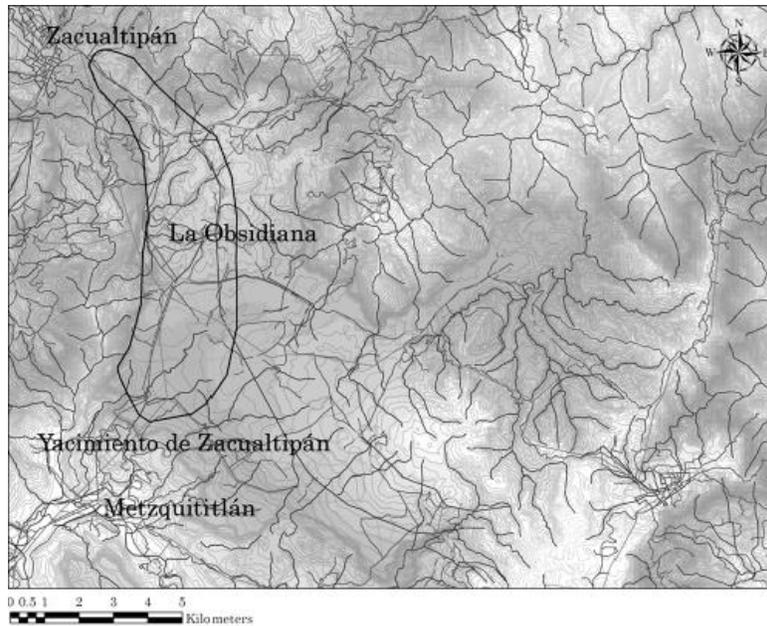


Figura 11 Ubicación del yacimiento de Zacualtipán (Tomado de Kabata, 2010: 258).

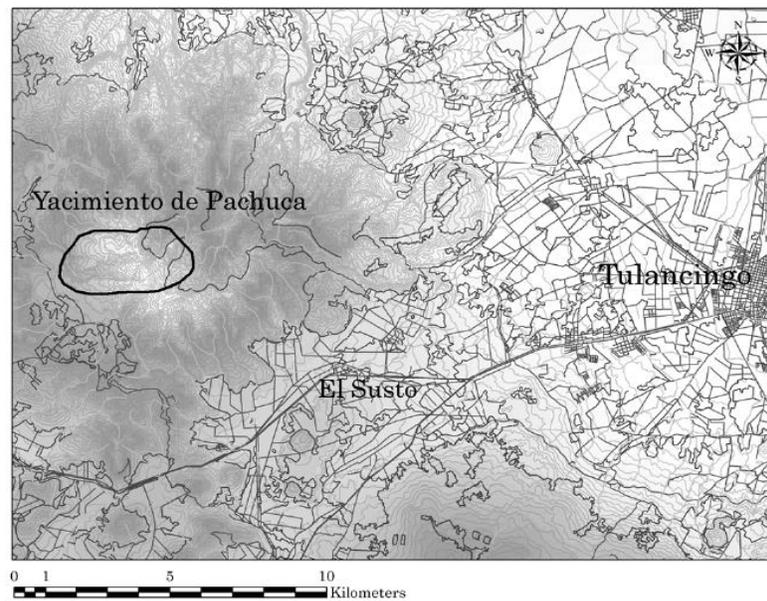


Figura 12 Ubicación del yacimiento de la Sierra de Pachuca (Tomado de Kabata, 2010: 251).

En México la etapa lítica empieza en el 12,700 a.p. (aproximadamente) y se puede tener acceso a artefactos terminados, en proceso de manufactura, etcétera. Para la arqueología, la tipología tiene dos objetivos primordiales en lítica: el primero dice

que la clasificación sirve para determinar tipos y, el segundo, con la tipología se puede conocer su evolución en tiempo y espacio (Mirambell, 2005: 28).

Mirambell (2005) comenta que en 1980 se analizaron instrumentos líticos elaborados para satisfacer necesidades de una o de varias personas, a partir de ejercicios de arqueología experimental se manufacturaron instrumentos líticos para reconocer la cadena operativa, es decir, con la experimentación se puede observar el comportamiento de la misma materia prima y tener una idea de los problemas que los ancestros enfrentaron para manufacturar un instrumento (Mirambell, 2005: 31-32).

Los artesanos especialistas crearon diferentes instrumentos, la mayoría fueron elaborados para tareas específicas. En este caso Mirambell (2005), argumenta que las puntas fueron creadas especialmente para la caza de animales de tamaño grande; para facilitar su uso, se enmanga a un asta y se tiene como resultado un proyectil. Su característica significativa es estar formada por dos bordes sumamente cortantes. Una punta de proyectil, según el autor, es cualquier objeto lítico lasqueado y retocado que puede causar una herida al penetrar (Mirambell, 2005: 38).

Los estudios de (Clark, 1987:265 en Darras, 2005), en torno al desarrollo de la tecnología de las navajas se distinguen por tres factores importantes:

- a) Un nivel de organización lo suficientemente complejo como para permitir el desarrollo de actividades especializadas.
- b) El fácil acceso a yacimientos de materia prima de buena calidad, y que, además, se encuentren grandes bloques.
- c) Resulta difícil establecer la validez del primer criterio para los periodos anteriores. Es preciso admitir que contar con yacimientos de buena calidad forzosamente constituyó una condición indispensable para el surgimiento de una nueva técnica (Darras, 2005: 114).

Para el periodo precerámico, la técnica de talla que se utilizaba para la materia prima (lítica), en la cuenca de México, era la de percusión. Darras (2005), comenta que las navajas prismáticas se encontraron por primera vez en el estado de Puebla y en la cuenca de México (Darras, 2005: 116).

El proceso para producir herramientas, como se observa en la figura 13, implica una serie de etapas que van de la extracción en el yacimiento de origen hasta obtener el producto final. Para la Triple Alianza, la selección de la materia se hacía en el yacimiento. Para el transporte del material tenía que ser menos pesado pero si resistente para que no se fracturara durante el camino, para esto, los talladores especializados tenían estrategias para el transporte de los artefactos, la etapa final la realizaban otros artesanos especializados. La forma y función de los artefactos se realiza desde la selección de la materia prima, es decir, desde el yacimiento separan los núcleos (Pastrana, 2007: 44-45).

Las preformas se elaboraban (en el yacimiento) a partir de estándares determinados por el tipo de instrumentos, había varios tipos de preformas: una era para la elaboración de cuchillos y raspadores, la otra, se refería a la elaboración de armas para los guerreros, y para la utilización cotidiana (Pastrana, 2007: 65).

El uso de la obsidiana en ambiente agrícola no se ha estudiado, aunque a nivel arqueológico se ha encontrado presencia de este material en diversas zonas agrícolas que están relacionadas con asentamientos domésticos familiares. Los materiales que utilizaban los agricultores para la preparación de la tierra, eran la coa y un hacha de piedra con empuñadura de madera. Pastrana (2007), argumenta que para la elaboración del empuñadura se utilizó lascas de obsidiana, para realizar la talla, como hoy en día se realiza en la Sierra de las Navajas en donde los campesinos utilizan instrumentos de obsidiana para alisar y cortar mangos de madera (Pastrana, 2007).

1.2.1. La variabilidad formal en la tecnología lítica: Obsidiana

Las preformas bifaciales fueron elaboradas en dos tipos de obsidiana: uno fue elaborada por medio de bloques y depositada en campamentos, para después ser transportada a los talleres de los sitios y realizar su talla final: cuchillos, puntas de proyectil, dardos, etc. Y dos, la elaboración fue en bloques, esta era llevada a los yacimientos, después la transportaban a los talleres para trabajarla y obtener lo que se deseaba, que era en la mayoría cuchillos, según el autor, ceremoniales (Pastrana, 2005: 235-237).

Las macronavajas eran extraídas con la técnica de percusión, primero se prepara el núcleo con un lasqueo extensivo perpendicular al eje del núcleo, formando una cresta, después se golpea con el percutor sobre la plataforma y surge la macronavaja (Soto, 2005: 142). Las tabletas de rejuvenecimiento son aquellas lascas que tienen la orilla deformada, ya sea por los golpes que recibió el núcleo o por los problemas de calidad (Tixier *et al*, 1980: 104 en Soto, 2005:154).

Las navajas prismáticas para autosacrificio, son muy finas y se pueden denominar micronavajas; para inferir que son de autosacrificio se debe tomar en cuenta el lugar en donde fueron encontradas (García y Merino, 2005: 300).

Las láminas o navajas con cresta, son de forma triangular y están cubiertas con concavidades, estas herramientas se obtienen lasqueando un núcleo para formar una cresta alargada y golpeándola se desprende, con estas laminas se obtienen navajas prismáticas de obsidiana (García y Merino, 2005: 310-311).

Los cortadores o tranchete, su finalidad principal era cortar, por percusión, como una hacha, se puede encontrar de varias formas, rectangulares, triangulares, cuadradas o rectangulares alargadas, estos artefactos se manufacturaron con fragmentos de macrolaminas, la función fue enmangarlo con otro instrumento (García y Merino, 2005: 317-318).

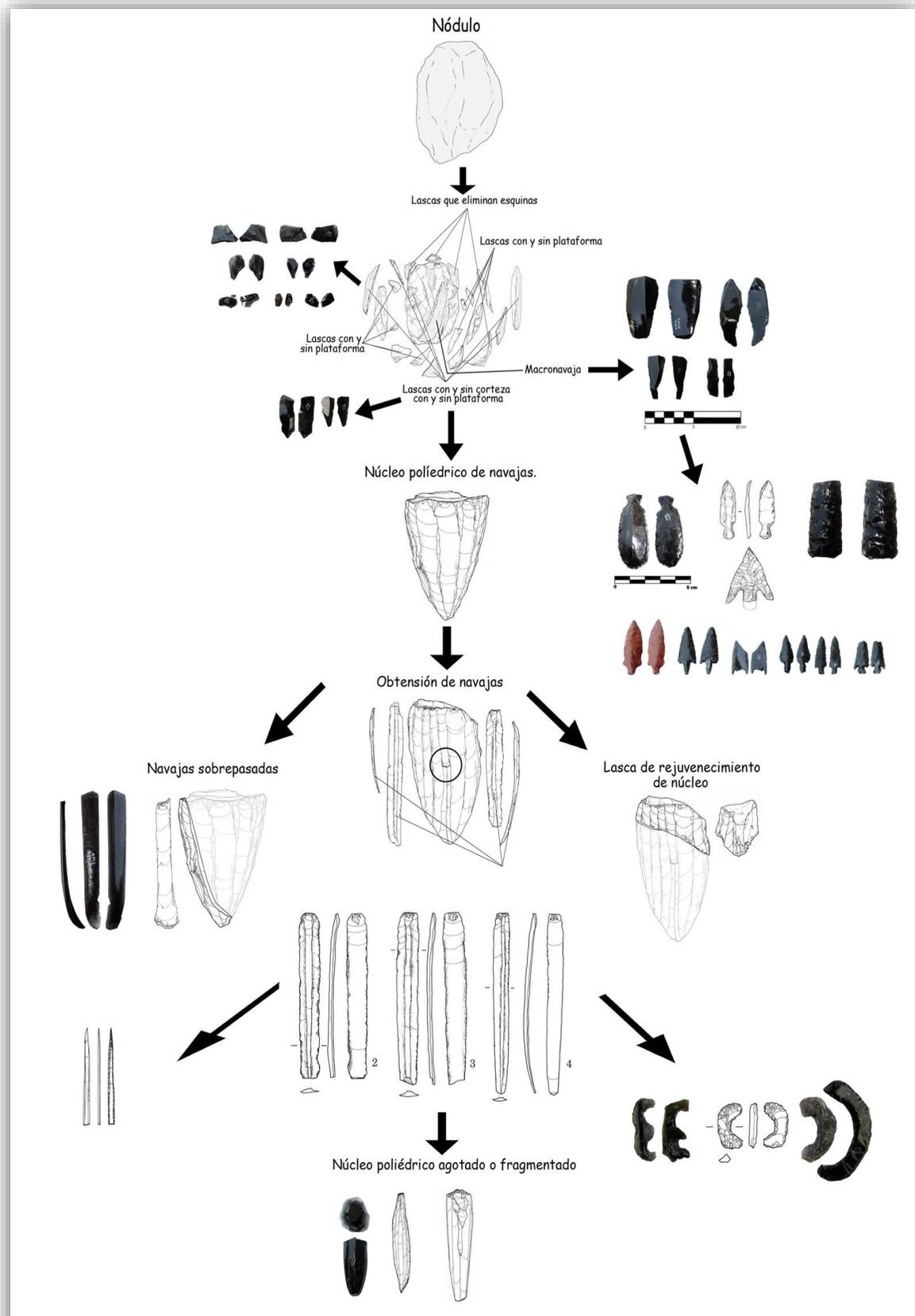


Figura 13 Esquema en donde se muestra de forma sintetizada el proceso de obtención de navajas y la producción de bifaciales (Tomado de Jaimes, 2010: 55).

Clark y Thomas (1990), realizaron estudios sobre la obsidiana y se basaron en la estructura con los términos de comportamiento o de tecnología y así mismo los relacionó con los conceptos de manufactura y de técnica. En cuanto a la primera, los autores hacen mención de dos pasos: indican que inicialmente, se manufacturó por medio de la percusión extrayendo pequeñas lascas, en segunda instancia fue realizada por percusión bipolar y se obtuvieron lascas, pero en este caso fueron extraídas por artefactos o material que ya no tenía ningún uso. Algunos ejemplos que muestran los autores son: núcleos y bloques o lascas grandes y los resultados de estos dos pasos son que queda como basura lo que son bloquecitos o fragmentos de núcleos o lascas, estos términos son definidos por Clark (Clark, 1980a. en Clark y Thomas, 1990:351).

También García (1967), comenta que la lítica indica la organización económica de una sociedad y que los materiales o herramientas se utilizaron para cazar, practicar agricultura, etc. (García, 1967: 10) y (Clark, 1980a en Clark y Thomas, 1990). La función no cambia, lo que cambia es la tecnología, es decir, el material de corte (García, 1967: 40).

1.3. El control de la obsidiana en el centro de México durante el periodo posclásico

Pastrana (2007), explica que con el estudio morfológico, tecnológico y funcional se puede inferir como fueron los procesos de la elaboración de herramientas de obsidiana. La obsidiana del yacimiento de la Sierra de las Navajas (la obsidiana de este lugar es mucho más fácil identificarla, ya que su color es verde), en el estado de Hidalgo, y la del yacimiento de Otumba, Estado de México, fueron las que más se utilizaron en la cuenca de México. Aunque la utilización de la Sierra de las Navajas fue mucho mayor, el manejo de esta obsidiana contribuyó al desarrollo de la Triple Alianza (Tenochtitlan, Texcoco y Tlacopan). (Carrasco, 1978 en Pastrana, 2007) opina que la organización sobre la producción y utilización de la obsidiana fue una prerrogativa administrada por el Estado. (Pastrana, 1998 en Pastrana, 2007) describe que la preparación de las preformas se dieron en el yacimiento (Pastrana, 2007: 17).

Los yacimientos que se encuentran en Mesoamérica están relacionados con tres sistemas montañosos de actividad volcánica importantes, el Eje Neovolcánico Transmexicano, la Sierra Madre Occidental y la región centroamericana (Cobean y Vogt, 1979; Cobean, 2002 en Pastrana, 2007:37). La Triple Alianza manipuló la obsidiana de la región del Eje Neovolcánico Transmexicano (Pastrana, 2007:37).

Mientras que en el proceso productivo de obsidiana, (Polanyi, 1976 en Pastrana, 2007) propone que, es una condición de eficiencia para satisfacer necesidades, es decir, llevar productos donde son más escasos. Hoy en día los estudios que se realizan sobre la distribución de obsidiana, se basan en escritos y se sabe que el hombre cubre sus propias necesidades. Las personas más importantes (dirigentes) de la Triple Alianza obtenían productos y materia prima a través del tributo, después los ponían en el mercado. La Triple Alianza así manipulaba la explotación minera. Para la comercialización a larga distancia, se necesitaba una organización perfecta, por ejemplo, tenían que saber lo que se va a transportar, la distancia a recorrer, entre otras. Esta comercialización era discontinua, porque los estados tomaban en

cuenta las condiciones geográficas y tecnológicas para llevar los regalos a los imperios (Pastrana, 2007: 101-103).

Los productos se transportaban eficazmente, aunque en ese tiempo no había animales de carga ni contaban con el uso de la rueda. (Hassig, 1985 en Pastrana, 2007), señala que la distribución estaba muy bien controlada políticamente. También el autor comenta que los pueblos de la Triple Alianza tenían la obligación de mandar a un cargador para transportar el producto de cabecera a cabecera (Pastrana, 2007: 105).

Al trasladarse los núcleos o preformas, a los diferentes sitios de la Triple Alianza, los cargadores traían mucho peso encima, y al trabajarlos en los talleres el peso reducía, pero se volvían más vulnerables a quebrarse así que tenían que embalarlos bien para evitar que se fracturaran. Algunos de los núcleos se tallaban en los lugares de empleo (cotidiano, militar, religioso, etc.) y algunos otros en el taller, después del taller los llevaban a las bodegas o almacenes (Pastrana, 2007: 105).

(Smyth, 1989 en Pastrana, 2007), señala que las sociedades estatales preindustriales preveían el futuro, ya que tenían un lugar de almacenamiento, donde se conservaban tanto alimentos como materias primas. Es decir, los reservorios se pueden ver como un indicador arqueológico. Los que tenían el poder en los almacenes eran personas con grado político alto; (Manzanilla, 1993 en Pastrana, 2007), plantea que el templo es el que organiza tanto la producción, como el intercambio a larga distancia. Para la producción y demanda de artefactos de obsidiana en la Triple Alianza debieron existir talleres y almacenes específicos, para tener un control y una distribución eficiente (Pastrana, 2007: 117-118).

Para no tener confusión entre talla y utilización se debe a que:

“la diversidad de actividades relacionada con la talla y utilización de artefactos de obsidiana merece una distinción para deslindar aquellos contextos donde los objetos de obsidiana se elaboran (depósitos) y se concentraban

(almacenan) para su distribución, de aquellos donde la presencia de artefactos de obsidiana ya distribuidos estaba relacionada con actividades complementarias para la producción, concentración, distribución y utilización de productos diversos; por ejemplo, alimentos, vestimenta, armas y parafernalia en general” (Pastrana, 2007: 119).

El autor argumenta que había una separación entre artesanos que realizaban trabajos simples, como navajillas o bifaciales, y otros dedicados a tareas más complejas como los lapidarios, que su trabajo era labrar y pulir la obsidiana para obtención de objetos bellos para la nobleza (Pastrana, 2007: 124).

II. Aspectos geográficos

2.1. Localización

El CVTM (Cinturón Volcánico Transmexicano), tiene presencia desde las costas del Golfo hasta Nayarit. Este arco volcánico se divide en tres partes: 1) la occidental, 2) la central y 3) la oriental. En la parte oriental se localiza al Estado de México, que se divide a la vez en dos: por una parte se encuentra la Meseta de Anáhuac (es una zona alta), y por el otro lado, la cuenca del río Balsas. En la meseta del Anáhuac se encuentra el alineamiento que divide a la Cuenca de México y al Valle de Toluca, este alineamiento (geoforma) es la Sierra de las Cruces (Figura 14 y 15), con una altura de 3217 msnm. En La Sierra de las Cruces podemos encontrar depósitos de traquitas del cenozoico (García-Palomo *et al*, 2008 y Yarza, 1992). En tiempos prehispánicos esta Sierra contaba con excesivas especies tanto de animales como de plantas (García-Palomo *et al*, 2008 y Yarza, 1992).

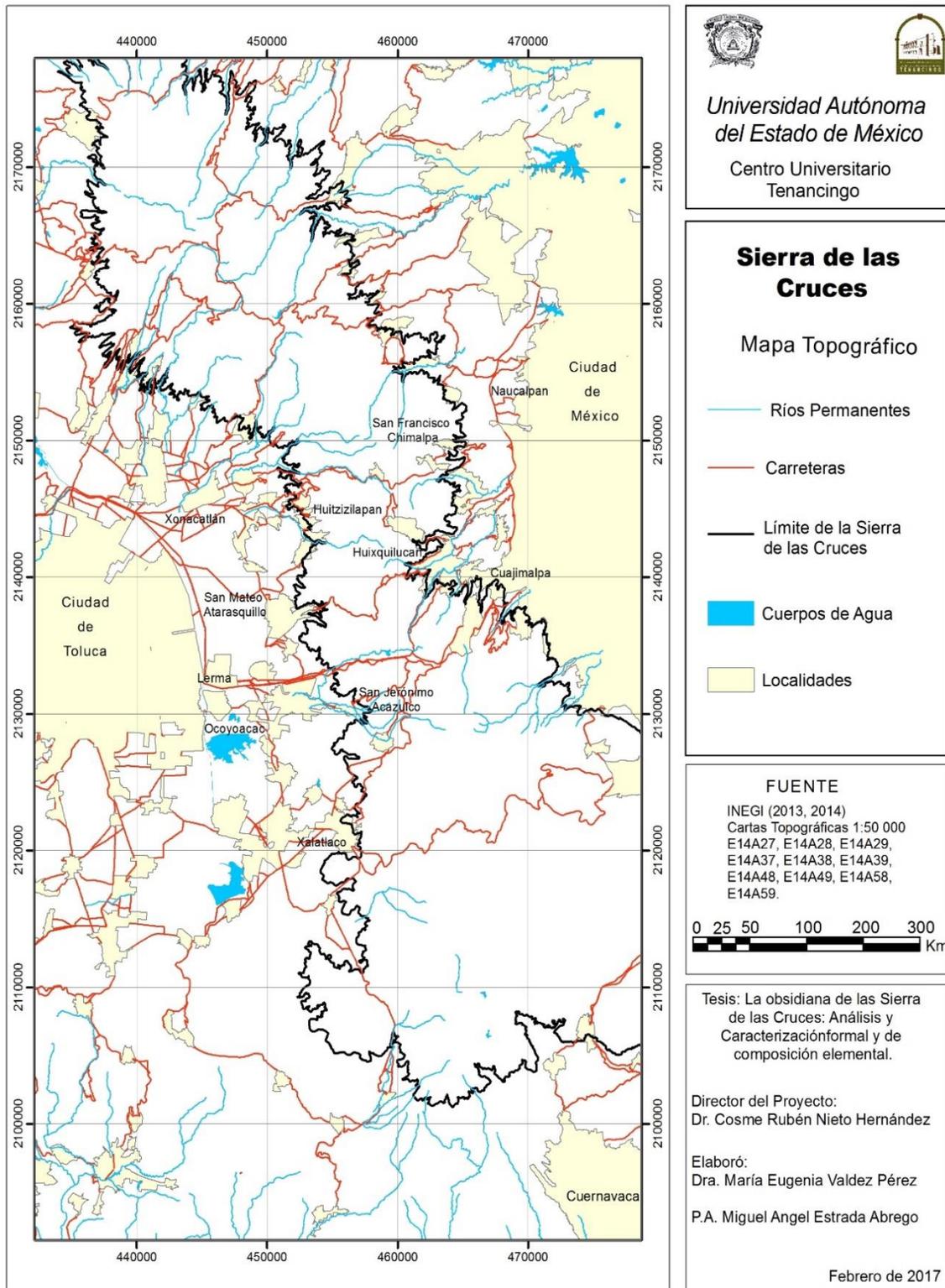


Figura 14 Localización y delimitación de la Sierra de las Cruces.

Es posible inferir que la formación de esta sierra fue hace 23 millones de años, a través de episodios volcánicos. Las lavas que predominan en la zona de la Sierra son de tipo andesítico, los cerros más elevados son, la Columna con una altitud de 3180 msnm, Los Potrerillos con altitud de 3600 msnm y, La Campana con altitud de 3410 msnm (Figura 15) (INEGI, 2003).

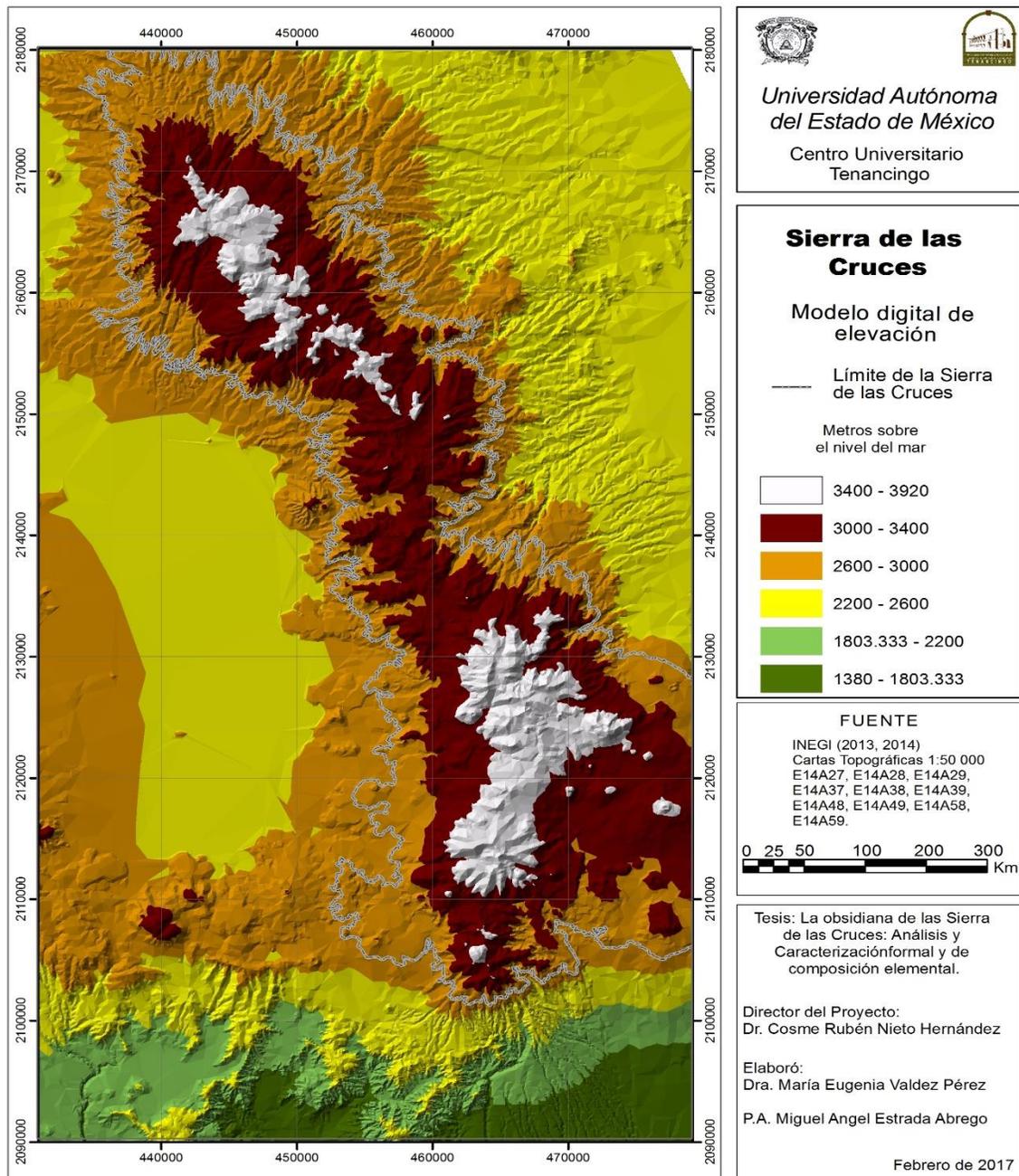


Figura 15 Modelo digital de elevación y límite de la Sierra de las Cruces.

La Sierra de las Cruces se divide en tres zonas (Figura 16), Norte (1), Centro (2) y Sur (3). Así la zona norte se divide de la centro por la falla de Ixtlahuaca (Ortiz-Pérez y Bocco, 1989 en García-Palomo *et al*, 2008). Y la zona centro se divide de la zona

sur por la falla Tenango (Mooser y Maldonado–Koerdell, 1961; Bloomfield, 1974; García-Palomo *et al*, 2000; Norini *et al*, 2006 en García-Palomo *et al*, 2008).

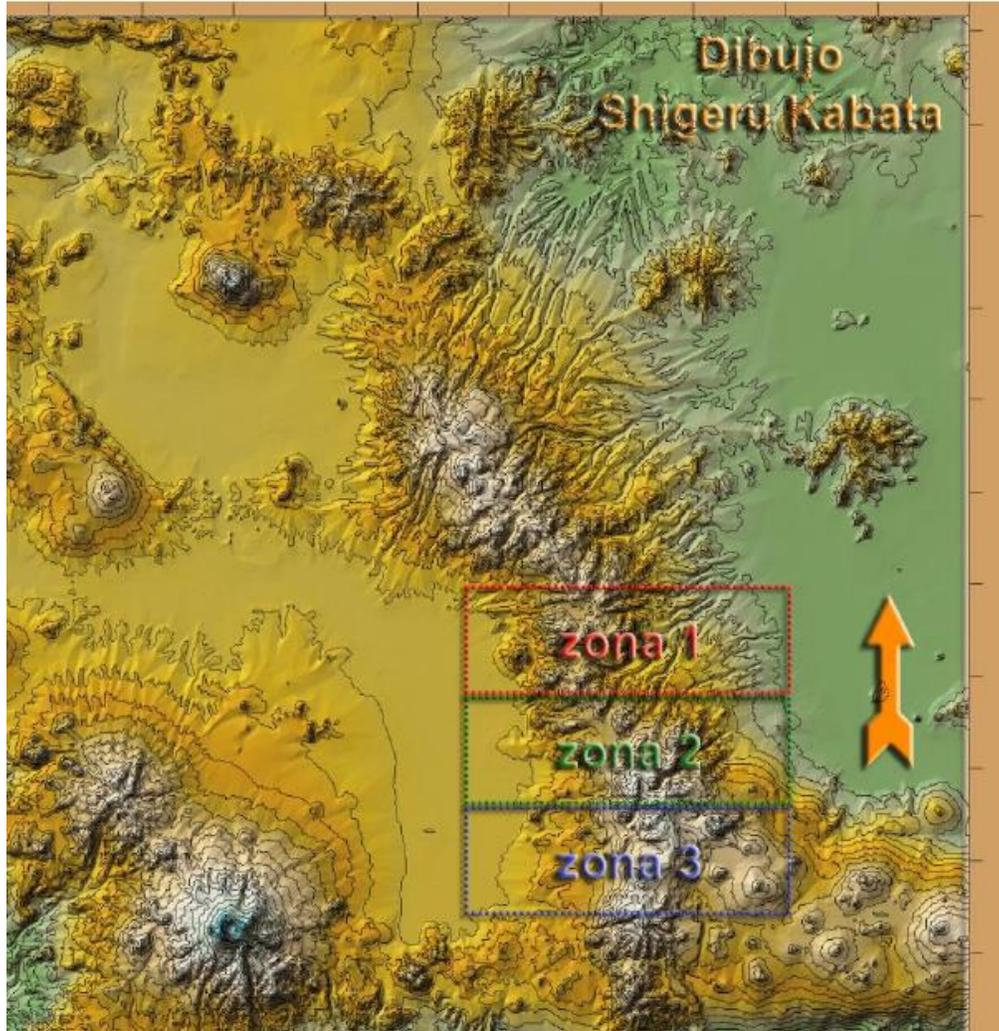


Figura 16 Plano con área de investigación (Tomado de Nieto, 2012: 166).

García-Palomo (2008), describe que la Sierra de las Cruces tiene estratovolcanes (Figura 17) que van de sur a norte y son: “Zempoala (3690 msnm), La Corona (3770 msnm), San Miguel (3870 msnm) con una edad de 0.68 a 1.79 Ma; Salazar (3660 msnm), Chimalpa (3420 msnm) con 2.8 ± 0.15 a 3.04 ± 0.25 Ma; Iturbide (3620 msnm) 38590 ± 3210 años y 2.90 ± 0.40 Ma; La Bufa (3460 msnm) y La Catedral (3780 msnm) estos son los volcanes más antiguos que van de 3.71 ± 0.40 Ma”

(Mooser *et al*, 1974; Mora-Álvarez *et al*, 1991; Osete *et al*, 2000; Romero-Terán, 2001; Mejía *et al*, 2005 en García-Palomo *et al*, 2008: 161).

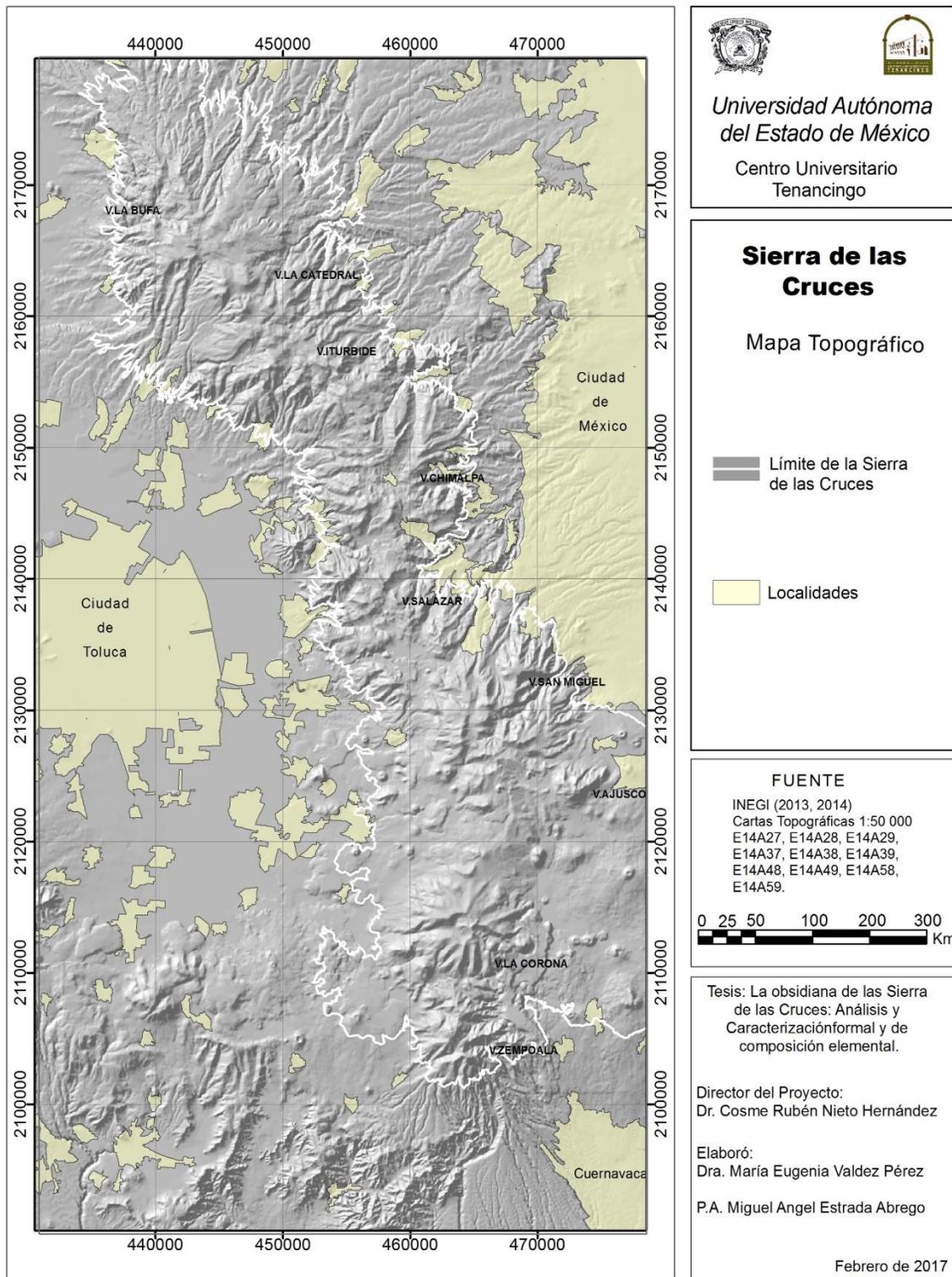


Figura 17 Estratovolcanes que se localizan en la Sierra de las Cruces.

El autor argumenta que la sierra de las cruces tiene 110 Km de largo por 47 Km a 27 Km de ancho. Se realizaron estudios morfotectónicos en las planicies de Ixtapaluca, Toluca y la Sierra de las Cruces, estos estudios detectaron bloques y tres sistemas de fallas (E-W, NE-SW y N-S) (Ortiz-Pérez y Bocco, 1989; Mooser, 1972; Demant, 1978 y Alaniz-Alvarez, 1998 en García-Palomo *et al*, 2008, comentan que la falla N-S es la que formó a la Sierra de las cruces. Los trabajos sobre La Sierra de las Cruces son pocos, ya que no se ha podido tener una delimitación clara, aun teniendo; fotos aéreas, imágenes de satélite, mapas temáticos, etc. La Sierra de las cruces se divide geomorfológicamente en dos clases: el relieve de montaña que se encuentra a 2950 msnm hacia el Valle de Toluca y, a 2700 msnm hacia el Valle de México, y el pie de monte depende del nivel de base local, en la Cuenca de México comienza a los 2240 msnm mientras que en el Valle de Toluca a los 2400 msnm, el pie de monte se puede identificar porque está antes de iniciar la inclinación de la montaña (García-Palomo *et al*, 2008).

2.2. Características Geográficas

La Sierra de las Cruces forma parte del Eje Volcán Transversal (EVT) y divide al río Lerma, al Valle de México y al río Balsas. Barrera (2012) menciona que la Sierra no tiene una delimitación geográfica bien definida, y por consecuencia la preservación de la zona la realizan los estados de México, Morelos y el Distrito Federal (Barrera, 2012).

2.2.1. Climas

El clima del Estado de México es intertropical, con una altura de 2000 m en adelante. Como ya se había mencionado, este pertenece al Eje Neovolcánico, con la Sierra Nevada en el este, la Sierra de las Cruces y el Ajusco en el centro, el Nevado de Toluca, etc. Hablando de la temperatura anual en valores medios es de 12° y 18°C. Entre más crece la altitud, la temperatura baja y llegan hasta los valores medios anuales de 2° y 5°C y esto se da en las construcciones volcánicas más altas. El clima templado es caracterizado en el oeste, centro, norte y este del Estado, los semifríos en los cerros y serranías, los cálidos en el suroeste, semicálidos en el suroeste, los climas fríos se dan en los volcanes (Nevado de Toluca, Popocatepetl y el Iztaccíhuatl) (INEGI, 2003).

2.2.1.1. Clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad

La Sierra Nevada, Sierra de las Cruces, El Ajusco, Nevado de Toluca, presentan este clima, el cual se caracteriza porque contiene más lluvias en verano, la precipitación más seca del mes es de 40 mm, este clima se desarrolla en cerros con altitudes que van de 2500 a 4000 msnm. En cuanto a la temperatura anual va de 5° a 12°C, y la precipitación anual es mayor a 800 mm (INEGI, 2003).

2.2.2. Bosques

Los bosques tienen una composición donde existen variantes de encino, desde los bosques mixtos de encino hasta el de coníferas. Se dan en climas templados y semifríos (INEGI, 2003).

En los bosques de oyamel, los árboles suelen medir 30 m, y las masas arboladas suelen estar conformadas por elementos de la misma especie o mixtos junto con algunas especies de coníferas. Se desarrollan en altitudes de 2400 y 3400 msnm, se forma en suelos Andosoles y Cambisoles, ricos en materia orgánica. Es posible encontrar en esta zona y en este bosque árboles del género *Abies* con altura de 20 a 40 m. Económicamente estos bosques los utilizan para madera, leña, o pulpa para papel, para construir viviendas, las ramas son utilizadas, por ejemplo en propósitos religiosos y como árboles de navidad (INEGI, 2003).

Bosque mesófilo de montaña. Este bosque se forma por la migración y mezcla de la flora holoártica y neotropical del pasado geológico, se ubica en zona de laderas de barlovento que rematan a las planicies costeras del golfo y del pacífico. Este tipo de flora se distribuye por la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico, entre otros. (García, 2011).

Bosque de pino-encino. (Madrigal *et al*, 1970 en García, 2011) comenta que este tipo de bosques se puede encontrar en zonas templadas (áreas relacionadas con laderas), con alturas de 1800 a 2400 msnm. Y son muy resistentes a las afectaciones naturales como incendios, sequías y además soportan el pastoreo, este bosque tiene especies que van desde los 15 a 30 m. De este tipo de bosque se extrae pulpa para papel, resina para pinturas o barnices etc., construcciones, puntales; de algunas especies, sus semillas son comestibles. Se encuentra asociado a vegetación secundaria como gramínea amacolladas. Se desarrollan en comunidades serranas que tienen altitud de 2500 y 4000 msnm con suelos de andosol y cambisol con temperatura de 8° y 12°C y una precipitación anual de 1000 mm (INEGI, 2003 y García, 2011).

Estos autores estudian además la asociación de *Pinus douglasiana*, *P. pseudostrobus* y *Quercus crassifolia* en Michoacán y la asociación de *Pinus pringlei*, *P. douglasiana*, *P. lawsonii*, *P. maximinoi*, *Quercus obtusata*, *Q. resinosa* y *Q. castanea* en el cerro de las Cruz dentro del Eje Neovolcánico (García, 2011, 110).

2.2.3. Suelos

Las condiciones ambientales tienen mucha influencia sobre la formación y características de los suelos, los cuales pueden ser de origen aluvial, residual y lacustre. (INEGI, 2003).

Los suelos que se encuentran en la Sierra de las Cruces, son ricos en materia orgánica, de color negro u oscuro y textura suelta, andosol, derivado de ceniza volcánica (INEGI, 2003).

2.2.4. Aspectos morfológicos

El relieve de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT), cuenta con planicies escalonadas, estas planicies están fragmentadas por dos tipos de volcanes: los volcanes cineríticos y los estratovolcanes. (Demant, 1982; Ferrari, 2000 y Gómez-Tuena *et al*, 2005 en Velasco De León *et al*, 2007), indican que La FVT se puede dividir:

“En tres sectores: oriental, central y occidental. Cada una de estas zonas presenta diferencias litológicas y morfológicas, aunque también se observan contrastes significativos de norte a sur, ya que en términos generales las rocas de la porción norte de la FVT son más antiguas que las de la porción sur, y por lo tanto en el norte el intemperismo y la erosión han actuado más intensamente, dando como consecuencia irregularidades mayores del relieve que se manifiestan en la

profundización de valles y barrancas con fuertes pendientes”.
(Velasco De León et al, 2007: 27).

En el sector central, se encuentran las secuencias volcánicas de Malinalco y Tenancingo en el Estado de México, estos lugares también tuvieron la presencia de algunas fallas y con estas fallas se formaron los horsts y los grabens. Los horsts también conocidos como pilares tectónicos son elementos de la orografía del relieve, mientras que los grabens son conocidos como fosas, son depresiones en zonas planas (Velasco De León et al, 2007).

2.2.5. Geología

La zona central del Eje Neovolcánico se caracteriza por pasar por siete fases de vulcanismo dadas en el Oligoceno. La que dio origen a las Sierra de las Cruces es la fase quinta que se desarrolla a finales del Mioceno, junto con esta Sierra se formó la Sierra de Río Frío y la Sierra Nevada. La séptima fase se caracteriza por interrumpir el drenaje de la Cuenca de México, esta fase se dio en el Cuaternario. Los rasgos estructurales del Estado de México, se dividen en seis sistemas, dos de ellos son los principales y los cuatro restantes se consideran secundarios. La Sierra de las Cruces es considerada como sistema secundario. En el sistema estructural NE 10°-20° SW, la densidad mayor está centrada en la parte norte de la Sierra de las Cruces, en esta zona se encuentran fallas normales y es el sistema que se intersecta con casi todos los sistemas. El sistema estructural N-S presenta un desarrollo débil, se da en la parte norte de la Sierra de las Cruces (INEGI, 2003).

Las rocas que se encuentran en el Estado son de la era Mesozoica hasta la Cenozoica y están representadas por rocas ígneas, extrusivas e intrusivas; rocas sedimentarias y en menor medida metamórficas. La Sierra de las Cruces está formada por rocas ígneas andesíticas (INEGI, 2003).

El centro del Estado es representado por las rocas dacíticas con pequeños afloramientos, con textura holocristalina o mesocristalina y vitofridos dacíticos con

una matriz perlítica, así como rocas mesocrystalina con fenocristales y ferromagnesianos, de color gris claro, con vivos verdes y blancos (INEGI, 2003).

2.3. Rocas Ígneas

2.3.1. Magma: El material de las rocas ígneas

Las rocas ígneas se forman por el enfriamiento y solidificación de una roca fundida ya sea en la superficie terrestre o dentro de ésta, las rocas que se consolidan en la superficie se denominan extrusivas y las que se forman dentro se llaman intrusivas. Las rocas extrusivas son también conocidas como volcánicas y éstas se pueden encontrar en cantidad en la costa occidente del continente americano. Las rocas intrusivas se conocen también como plutónicas, si la corteza no ascendiera, este tipo de rocas no saliera a la superficie. Se le llama afloramiento, cuando una roca que está dentro de la corteza y sobresale hacia la superficie. El magma se forma por una fusión parcial y esta se origina dentro de la corteza terrestre más o menos a unos 250 Km. La erupción volcánica la ocasionan las rocas fundidas que quieren salir hacia la superficie, y el magma al salir a la superficie se convierte en lava (Tarbuck y Lutgens, 2010).

2.3.2. Naturaleza de los magmas

Como ya habíamos mencionado el magma forma las rocas ígneas que al enfriarse se solidifica. Los magmas se dividen en componente líquido, sólido y gaseoso. El componente líquido es conocido como fundido, y está compuesto por iones de silicio y oxígeno, que forman un ion silicato, también contienen aluminio, potasio, calcio, sodio, hierro y magnesio. Mientras que los compuestos sólidos que contiene el magma son silicatos; cuando se enfría el magma se convierte en un sólido cristalino. Por último el compuesto gaseoso, es vapor de agua, dióxido de carbono y dióxido de azufre, estos gases se disuelven en el fundido, los gases se separan del magma cuando éste sale a la superficie o se cristaliza (Tarbuck y Lutgens, 2010).

2.3.3. De los magmas a las rocas

Aquí es donde el fluido de magma se convierte en un cristal o en una roca, cuando el magma se va enfriando pierde movilidad, y se van fusionando con los cristales que ya están formados, este proceso se llama cristalización. Cuando la temperatura va aumentando, los iones colisionan con más rigor con los demás y, cuando la temperatura va disminuyendo, la velocidad de movimiento de los iones disminuye. El magma se transforma en rocas ígneas (Tarbuck y Lutgens, 2010).

2.3.4. Factores que afectan al tamaño de los cristales

En cuanto a la textura, ésta se da en las rocas ígneas por tres causas: la velocidad en la que se enfría el magma, la cantidad de sílice y la cantidad de gases disueltos. Cuando los iones recorren grandes distancias, cuando se enfría el magma lo hace de manera lenta y estos iones se juntan con otros cristales, pero cuando el enfriamiento se hace de forma rápida los iones ya no se mueven con facilidad, los vidrios, son las rocas que se forman por iones desordenados (Tarbuck y Lutgens, 2010).

2.3.5. Tipo de texturas ígneas

Cuando el enfriamiento se hace rápido, las rocas o cristales que se forman son más pequeños; pero cuando el enfriamiento es más lento, los cristales son más grandes (Tarbuck y Lutgens, 2010).

Textura afanítica: se da cuando la roca ígnea tiene una estructura de grano fino y estas rocas se pueden caracterizar por su color claro, intermedio u oscuro. El color claro se da porque su estructura contiene silicatos no ferromagnesianos, una de las características de estas rocas es que se observan huecos hechos por los gases que se escapan durante su solidificación y a estos huecos se les llaman vesículas (Tarbuck y Lutgens, 2010).

Textura fanerítica: se caracteriza por tener grano grueso, son cristales del mismo tamaño y los minerales que se incrustaron se pueden observar fácilmente sin la ayuda de un microscopio, estas rocas ígneas son intrusivas ya que se forman dentro de la corteza terrestre (Tarbuck y Lutgens, 2010).

Textura porfídica: algunos cristales van creciendo mientras que otros apenas se van formando, la característica de esta textura es que tiene cristales más grandes, conocidos como fenocristales, introducidos en una matriz de cristales más pequeños, que se le llama pasta (Tarbuck y Lutgens, 2010).

Textura piroclástica: se forma por las partículas que sale de la chimenea volcánica, estas partículas pueden ser cenizas finas, gotas fundidas o grandes bloques angulares. Algunas rocas piroclásticas son las que se solidificaron antes del impacto y se parecen a las rocas sedimentarias (Tarbuck y Lutgens, 2010).

Textura pegmatítica: son rocas ígneas con grano grueso, los cristales de esta roca son mayores a un centímetro de diámetro, se forman en la última fase de cristalización y contienen cristales de feldespatos, cuarzo y moscovita (Tarbuck y Lutgens, 2010).

Textura vítrea: la obsidiana tiene una textura vítrea, es vidrio natural, en esta textura los magmas suelen tener estructuras largas, solo si estos magmas tienen sílice, aquí los volcanes en su erupción producen hilos de vidrio, llamados cabellos de pelé (Tarbuck y Lutgens, 2010).

2.3.6. Composiciones ígneas

Las rocas ígneas en su mayoría son compuestas por silicatos, la composición mineral está dada por la composición química. Los elementos que encuentran en mayor cantidad en la roca ígnea son oxígeno y silicio, cuando el magma se solidifica, se va formando dos categorías de silicatos, que son los silicatos oscuros, estos contienen mucho hierro y magnesio, y poca sílice, y la otra categoría es la de

silicatos claros, estas rocas contienen potasio, sodio y calcio. Los feldespatos forman el 40 % de las rocas ígneas (Tarbuck y Lutgens, 2010).

2.3.7. Composiciones graníticas frente a la composición basáltica

A las rocas que contienen mucho cuarzo y feldespatos se les llama de composición granítica, y los especialistas en geología las conocen como félsicas. Y las rocas de composición basáltica son las que contienen silicatos oscuros y plagioclasas ricas en calcio (Tarbuck y Lutgens, 2010).

2.3.8. Denominación de las rocas ígneas

El granito, roca félsica, es el que más se conoce dentro de las rocas ígneas, en la actualidad esta roca se utiliza para realizar tumbas, monumentos o piedras de construcción. Está constituido por 25% de cuarzo que podría tener o no vidrio y 65% de feldespato. Tiene un color de blanco a gris o rosa salmón, posee cristales de más de un centímetro de longitud (Tarbuck y Lutgens, 2010).

Riolita, está compuesta por silicatos claros y es de color marrón claro a rosa y compuesta por cuarzo o feldespato de potasio (Tarbuck y Lutgens, 2010).

Obsidiana, ésta se genera cuando la lava se enfría muy rápido, es de color negro o marrón rojizo, tiene mucho sílice y la estructura es parecida a la del granito, cuando se da en color oscuro es gracias a que contiene iones metálicos (Tarbuck y Lutgens, 2010).

Pumita, también tiene una textura vítrea al igual que la obsidiana, esta roca es gris y con muchos poros (Tarbuck y Lutgens, 2010).

2.3.9. Rocas intermedias

Andesita, es de grano fino el nombre se lo dieron por Los Andes de América del Sur, es de textura porfídica (Tarbuck y Lutgens, 2010).

Diorita, ésta se solidifica dentro de la corteza terrestre y es de grano grueso, es diferente al granito ya que no contiene cuarzo visible, contiene plagioclasas y anfíbol (Tarbuck y Lutgens, 2010).

2.3.10. Rocas máficas

Basalto, se forma por piroxeno, plagioclasas ricas en calcio, es de color verde oscuro a negro, de grano fino y es la más común de las rocas ígneas extrusivas (Tarbuck y Lutgens, 2010).

Gabro, la composición de esta roca es igual a la del basalto, es parecido al mismo, se forma gracias a los magmas que se formaron en depósitos subterráneos o sea que se solidificaron dentro de la corteza (Tarbuck y Lutgens, 2010).

2.3.11. Rocas piroclástica

Son los fragmentos que se expulsan durante una erupción, por ejemplo la toba se compone por fragmentos de ceniza, estas rocas son copos vítreos. Y a las rocas que se forman con cenizas mayores se les conoce como brechas volcánicas (Tarbuck y Lutgens, 2010).

2.4. La Obsidiana

Varios autores mencionan cómo se formó el material lítico conocido como obsidiana, este material forma parte de las rocas ígneas extrusivas y se denomina vidrio volcánico. Una de las características de esta roca es que se forma cuando la lava sale a la superficie y se enfría rápidamente formando una textura vítrea; en cuanto a su color, se obtiene por la presencia de hierro y magnesio. También se forma cuando el volcán expulsa material piroclástico uniéndose a la base en un depósito, pero esta obsidiana tiene una calidad pobre (Cann *et al*, 1969:580; Ericson *et al*, 1975 en Cobean, 2002; Lagomarsino, 2009; Ugarte, 1986 en Crasborn, 2004; Pastrana y Athie, 2001).

En la obsidiana es posible encontrar minerales y gases, en su mayoría oxígeno, aluminio, potasio y silicio (Cobean, 2002). Este autor indica que en la obsidiana se encuentran elementos traza:

“Los elementos traza que han probado ser útiles o diagnósticos en los estudios de procedencias son: Mn, Zr, Rb, Sr, Y, La, Ba, Sc, Sm, Fe, U, As, Ln, Nb, Na, Ti, Ca, Mg, Th, Ce, Cs, Gd, Hf, Nd, Zn, Dy, Eu, Hg, Sb, Ta, Tb, Yb, Lu, Li, Mo, Ga, V, Pb, Sn, y Co, entre otros (Cobean, 2002: 24).

Cuando la obsidiana sale a la superficie se forma por dos procesos: el primero, por una explosión, donde el magma se eleva y al caer forma bloques de varios tamaños formando nódulos; el segundo, es por derrame, en esta acción la lava forma ríos superficiales que al enfriarse forma bloques o vetas (E. Suyuc comunicación personal, 1999, en Crasborn, 2004).

2.4.1. Organización productiva

Clark y Lee (1990) señalan que cuando se habla de producción de obsidiana, se refiere a las técnicas y la manufactura de los productos de obsidiana (Figura 18), en esta ocasión se están refiriendo a la industria de obsidiana del formativo temprano;

en este periodo los artefactos que utilizaban eran pequeñas lascas para el corte y el raspado (Clark y Thomas, 1990).

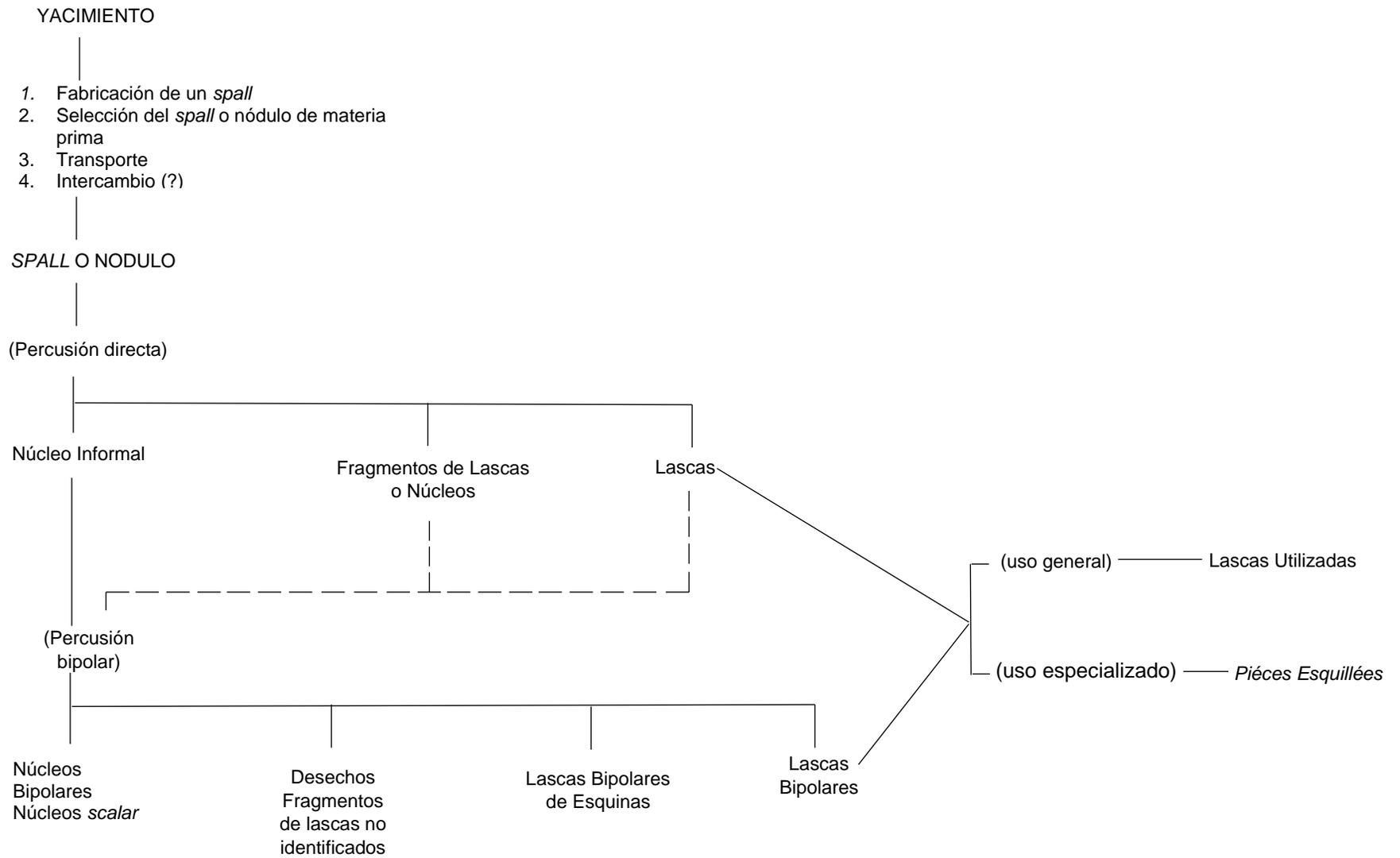


Figura 18 Estructura de la industria de obsidiana en Paso de la Amada característica del Formativo Temprano (Tomado de Clark y Thomas, 1990: 352).

Los autores mencionan dos pasos que se utilizaron para la manufactura de la obsidiana: en primera instancia el trabajo que se realizó es el de percusión de lascas pequeñas; y en segunda, la manufactura se da por percusión bipolar con los artefactos que se consideraban inutilizables, los ejemplos que estos autores dan son núcleos, bloques o lascas grandes (Clark y Thomas, 1990). Los Spall, son la materia prima, son los pedazos grandes y planos que se obtienen fracturando los nódulos. Los primeros artefactos que producían o realizaban los artesanos de las sociedades pasadas, fueron lascas de percusión y en bloques. Las dos técnicas que mencionan los autores son la percusión directa y la percusión bipolar (Clark y Thomas, 1990).

Los productores de las sociedades antiguas golpeaban directamente al Spall en un ángulo de 90° y además no sabían cómo alargar la lasca. En cuanto a la percusión bipolar, se obtenían lascas útiles y núcleos utilizables, los autores mencionan que:

“Algunos grupos modernos usan todavía la técnica bipolar para hacer lascas (White 1968). En esta técnica se emplean un percutor y un yunque como soporte. El núcleo se pone sobre el yunque y el lasqueador lo golpean en un ángulo de 90° con respecto a la superficie del yunque, con la fuerza suficiente para desprender una lasca bipolar” (Clark y Thomas, 1990: 353).

Las técnicas anteriores eran muy fáciles de practicar ya que no era necesario especializarse, más bien era que el artesano tuviera la habilidad. Toda la información que presentan los autores hablan de una industria no especializada y además que podría ser un enfoque doméstico (Clark y Thomas, 1990: 353).

La producción de herramientas de obsidiana, comienza desde la obtención de la materia prima, desde el yacimiento. Los autores comentan que en algunos yacimientos el material fue erosionado y solo se encuentran nódulos muy pequeños; después los especialistas en el trabajo de obsidiana seleccionaban el nódulo correcto para empezar la fabricación de cuchillos bifaciales, puntas de proyectil, entre otros objetos. Los especialistas mesoamericanos emplearon dos técnicas en

esta piedra, la de percusión, esta técnica se realiza golpeando la obsidiana con un percutor, y la de presión que se realiza con materiales blandos como el hueso y la madera (Pastrana y Athie, 2001).

2.4.2. Uso de la obsidiana

Los materiales hechos de obsidiana tenían diferentes usos, las sociedades o grupos prehispánicos que los producían, realizaban esta actividad en un taller, para después poder intercambiar, vender o tal vez los utilizaban para autoconsumo (Clark, 1990). Clark dice que el control de los recursos de obsidiana cercana y su pérdida, indicados por la presencia o ausencia de los talleres de obsidiana, han sido interpretados como la razón principal del ascenso de Teotihuacán al poder, de su prolongada hegemonía y finalmente de su declinación (Santley, 1981 en Clark, 1990: 83).

Algunos autores dicen que los materiales líticos son muy importantes para la arqueología, ya que estos materiales brindan mucha información que puede servir, por ejemplo, contienen claves sobre estructuras tecnológicas sobre la vida social y económica de las sociedades pasadas y así poder predecir cómo fue la vida de nuestros ancestros (Braswell, 1990; Carpio y Román, 1993 en Crasborn, 2004: 10). La manufactura de la lítica es un proceso sustractivo, ya que podemos obtener herramientas y desechos. Estas herramientas y desechos junto con los análisis tipológicos y de atributo nos generan información sobre el comportamiento de las civilizaciones prehispánicas (Broswell, 1997:1 en Crasborn, 2004: 10).

Nieto (2008), comenta que los artefactos líticos de obsidiana tenían una función específica de acuerdo a cada necesidad de las sociedades o de un individuo, esta necesidad la asocian con el corte y desgaste de objetos (Nieto, 2008: 76).

Navajillas prismáticas, es la herramienta que se obtiene por presión o por percusión, efectuando el trabajo desde el núcleo y se caracteriza por tener dos filos paralelos y su eje longitudinal es mayor a 2.5 veces que su ancho (Pastrana, 1990 y 1998 en Nieto, 2008: 76).



Figura 19 Navajas prismáticas de presión de obsidiana verde.

Lascas de descortezamiento, son los fragmentos que se desprenden del núcleo y las herramientas que se pueden extraer de estos son irregulares (ídem, en Nieto, 2008: 76).



Figura 20 Lasca de Las Palomas.



Figura 21 Lasca de obsidiana verde.

Puntas de proyectil, estos materiales se elaboran con la finalidad de perforar a larga distancia, el proyectil se ata a una asta de madera para un mejor funcionamiento (Nieto, 2008: 77).



Figura 22 Puntas de proyectil de obsidiana gris.

Jaimes (2010:49), explica cómo o para qué se manufacturaban herramientas líticas:

“Existe una gran cantidad de artefactos que componen el utillaje lítico de la obsidiana, y cada uno de estos corresponde y satisface a la necesidad específica de un medio ecológico dado. Dentro del material lítico encontramos formas como los raspadores, cuchillos, excéntricos, punzones o buriles, puntas de proyectil; así como lascas, navajas (tanto de presión como de percusión), nódulos, piezas pulidas y núcleos poliédricos (fragmentados y otros reutilizados para cumplir otra función) que definen a la industria de un determinado sitio.”

Este material (obsidiana) tuvo varios usos en la vida, tanto de un individuo como de una sociedad. La utilizaban para facilitar sus alimentos, es decir, la utilizaban para cortar las carnes duras, como defensa, para la construcción y también la utilizaban para elaborar artesanías. Este material da el conocimiento de la economía de las sociedades y como van evolucionando (García Cook, 1967, en Jaimes, 2010: 51).

Además de las herramientas que ya se mencionaron, también era posible crear herramientas de tipo ritual y ornamental. La obtención de la obsidiana fue importante en las actividades de los grupos antiguos en Mesoamérica, ya que la utilizaban para tributar o para comercializar, tenía varios usos, por ejemplo, para cortar, relaciones militares y rituales, también podía caracterizar a las personas con poder (Pastrana y Athie, 2001).

Algunos autores (Nieto, 2008) mencionan de algunos yacimientos de obsidiana que:

“A partir del análisis macroscópico de la lítica tallada, en particular, de la obsidiana, se pudo reconocer principalmente cuatro variedades, posiblemente asociadas a los yacimientos de Sierra de las Navajas, Ucareo, Otumba y el yacimiento de las Palomas, estos últimos ubicados en el Estado de México”.

Se puede encontrar que una gran porción de la obsidiana es de color gris o negra y estas dos tenían transparencia, aunque también se ha encontrado obsidiana café, verde, café-rojiza, ámbar y varios colores más. El color se obtiene mediante inclusiones de impurezas químicas. Los yacimientos se encuentran en el eje neovolcánico y la Sierra Madre Occidental, en el centro de México. Se pueden mencionar yacimientos importantes y conocidos que fueron las fuentes de extracción de materia prima en las sociedades pasadas de Mesoamérica: la Sierra de las Navajas, que hoy en día se encuentra en el Estado de Pachuca (Hidalgo), se considera que era uno de los mayores productores de esta piedra en el centro de México (Pastrana y Athie, 2001).

También existen yacimientos cercanos, en el Estado de México, por ejemplo: Otumba. Se dice que la obsidiana de la Sierra de las Navajas y la de Otumba fueron las dos más distribuidas en Mesoamérica desde el Clásico hasta el Posclásico. En el Estado de Michoacán también se encuentran yacimientos: Zinapécuaro-Ucareo y Zacapu (Kabata, 2010).

Kabata (2010), describe sobre diferentes fuentes de obsidiana, como el yacimiento de Otumba, Sierra de Pachuca, Ucareo, Paredón, Fuentezuelas y Las Palomas.

El yacimiento de Otumba, se encuentra en el Estado de México, en la Cuenca de México. El color de la obsidiana de este lugar, tiende a ser gris transparente veteado, gris opaco, gris con vetas rojas, aunque también rojo y café con vetas negras (Kabata, 2010). Los diferentes colores se encuentran en diferentes puntos

del yacimiento: sobre las faldas del cerro (Soltepec) está la de color gris, mientras que la roja-café se encuentra en la barranca del salto (Kabata, 2010).

En este yacimiento se encuentra una obsidiana llamada “meca”, esta es la combinación del rojo y café por los óxidos de fierros y microlitos que se encuentran en dicho material (Pastrana 1998:88 en Kabata, 2010). Fue uno de las fuentes que suministró materia prima a Teotihuacán, ya que era una de las más cercanas, desde el Formativo (Cobean, 2002: 58), al igual que el yacimiento de la Sierra de las Navajas (Kabata, 2010).

A la fuente de obsidiana y sus subáreas, de Pachuca, Hidalgo; se le conoce de varias maneras:

“Cruz del Milagro, Cerro de las Navajas, Sierra de las Navajas, El Ocote, Huasca, Las Minillas y Rancho Guajalote” (Cobean et al, 1991: 74 en Kabata, 2010: 250).

En este yacimiento los tipos de obsidiana son, A, G, K y V (Nieto y López 1990: 184-185 en Kabata, 2010). Las del tipo A, se encuentran en color negro con los bordes en color ámbar, este material es muy bueno para las navajas prismáticas. El tipo G, la obsidiana característica es la gris, obsidiana con brillo mate. El tipo K la obsidiana va desde el gris a negra, es opaca y contiene feldespatos. Por último el tipo V, era la que más se comercializaba o se utilizaba más en la gran ciudad Teotihuacana, es de color verde. De este tipo de obsidiana se desprende un tipo (VII), de color dorado y reiteran que estos dos últimos tipos son los que utilizaban en la época prehispánica por lo menos en México central (Kabata, 2010). Trabajando arqueológicamente esta fuente, se encontraron talleres sobre el mismo yacimiento, estos talleres están relacionados con el comercio de Teotihuacán (Pastrana, 2005; Pastrana y Domínguez, 2009; Domínguez y Pastrana, 2008 en Kabata, 2010).

Ucareo. Este yacimiento se encuentra en lo que hoy es el Estado de Michoacán, se localiza al Noreste del pueblo con el mismo nombre, las características físicas de esta obsidiana, son: color gris oscuro con bandas paralelas de color gris y algunas veces con una textura nubosa (Cobean, 2002: 68 en Kabata, 2010).

Cobean (2002: 64), comenta que este tipo de obsidiana reemplazó a la obsidiana de la Sierra de las Navajas, en el México central. Donde se han encontrado herramientas con obsidiana de Ucareo es en Xochicalco (Sorensen *et al*, 1989; Hirth *et al*, 2006 en Kabata, 2010).

Paredón. Se encuentra en el Estado de Puebla y se le denomina como el yacimiento de Tecocomulco, el color de la obsidiana de esta fuente es gris transparente con vetas, también se puede encontrar obsidiana azul con gris (Ruiz, 1981:11-12 en Kabata, 2010).

Charlton y Spence 1982:36 en Kabata (2010) argumentan que también hay rastro de obsidiana meca con color gris en la matriz. Esta obsidiana (Paredón) se distingue por los cristales blancos insertos en la misma, este material es considerado bueno para la elaboración de navajas prismáticas (Kabata, 2010). La obsidiana del Paredón se llevaba al centro comercial (Tepeapulco) de Teotihuacán (Charlton, 1978 en Kabata, 2010).

Las Palomas, se ubica en el Estado de México, el tipo de obsidiana que se puede encontrar es de color azul transparente; la obsidiana azul es de Ucareo, pero se puede diferenciar porque en Las Palomas la obsidiana tiene inserciones en el núcleo. Ese yacimiento no genera o no generaba obsidiana de buena calidad ya que no servía para fabricar herramientas (navajas) y en la actualidad hay escasa información sobre el uso antiguo de este yacimiento (Pastrana, 2006 en Kabata, 2010).

III. Metodología De Análisis (Clasificación)

Para conocer cómo se elaboraron los artefactos se necesita clasificarlos, y con ello tendríamos una organización que incluyen desde los desechos de talla hasta los artefactos terminados. Esta clasificación se denomina general, es decir, realizando la primera clasificación (General), se pueden realizar más clasificaciones como morfológicas (forma de la pieza), tecnológicas (proceso de manufactura) y funcionales (que función tuvo), con lo anterior se puede hacer una tipología (Mirambell, 2005: 27-28).

Respecto al sistema tipológico de clasificación lítica, Mirambell (2005) señala que este método tiene dos propósitos: el primero es la clasificación para establecer los diferentes tipos, y el segundo, la evolución que tuvo en el tiempo y en el espacio.

Los materiales líticos, recuperados en contextos arqueológicos, al igual que la cerámica, contienen información valiosa sobre la vida de los antiguos pobladores de Mesoamérica. Para poder obtener la información de los materiales recolectados en las temporadas de recorrido de superficie de La Sierra de las Cruces, el color y la forma son los atributos que se tomaron en cuenta para esta primera clasificación, lo mismo que el sitio en el que fue hallado. Se clasificaron los materiales arqueológicos (Obsidiana), uno por uno en bolsas para tener un mejor manejo de los mismos.

También las bolsas tenían información de los artefactos, para tener un buen control se colocará a las bolsas el sitio en el que fue encontrado el artefacto, el color del mismo, que fue analizado visualmente con la ayuda de la caja de contraluz. La caja de contraluz, es como su nombre lo dice, una caja que contiene un foco dentro de ella y el foco se cubre con un vidrio.

Todos los datos resultado de esta clasificación se pasaron al programas de Excel para realizar el conteo estadístico e interpretar los datos, asimismo para obtener resultados concretos y viables, también saber qué cantidad de material de color verde y de color gris se tenía (son los colores de obsidiana que se tienen en esta

investigación) y poder contestar preguntas como, ¿Por qué la obsidiana verde es la que se encuentra en mayor cantidad en toda la zona de estudio? ¿Qué sitio es el que contiene más navajillas prismáticas y por qué?, entre otras. Del mismo modo, en el programa se realizaran tablas y gráficas que ayudaran a determinar el comportamiento de los materiales.

Se realizó el análisis de los materiales con una técnica arqueométrica de radiación no destructiva, esta técnica indica la composición elemental de la materia prima, en este caso de investigación, la obsidiana. La técnica se conoce como Fluorescencia de Rayos X (FRX o XRF, siglas en inglés). Durante el análisis, se presentó un obstáculo para poder examinar todos los artefactos, ese obstáculo fue el tamaño, así que se tomó en cuenta que los materiales fueran mayores a un centímetro cuadrado, ya que la ventana del analizador era grande y los artefactos pequeños no podían ser analizados.

Esta técnica se sustenta en un fenómeno fotoeléctrico que es producido cuando electrones de los niveles internos de un mismo átomo son desprendidos por causa de la colisión de partículas, pero electrones que se encuentran en otros niveles van a llenar los huecos dejados por los electrones que se desprendieron (Baños, 2004: 271).

La Fluorescencia de Rayos X se realiza a través de un tubo en el que se lanzan Rayos X hacia la muestra, esta misma produce radiaciones que muestran los elementos que la componen. Estos resultados atraviesan una rejilla y un colimador que al final es puesta sobre un cristal analizador, que separa diferentes longitudes de onda y se captan una tras otra por los detectores de los Rayos X (Baños, 2004: 272).

La fluorescencia elige los fenómenos ópticos en los que la muestra es sometida a radiaciones de longitud de onda y de longitud de onda mayor, los autores describen que hay dos tipos de rayos, los incidentes (Rayos X o Primarios) y los que forman la fluorescencia (Secundarios) (Matteini y Moles, 2001: 133).

Este fenómeno se produce cuando los Rayos incidentes ionizan al átomo, esta ionización deja vacías (sin electrones) las orbitas internas, mientras que los electrones de las capas más lejanas llenan los huecos a causa de los Rayos X secundarios (Matteini y Moles, 2001: 133). La relación que existe entre la radiación de excitación y la longitud de onda de los Rayos X secundarios es el número atómico del átomo y por consecuencia los resultados de los elementos químicos (Matteini y Moles 2001 en Velázquez, 2015: 77).

Los autores definen como es el esquema de funcionamiento del espectrómetro, y lo dividen en seis puntos que son:

1. Fuente de Rayos X primarios, esta fuente está formada por un tubo catódico, que tiene un elemento (anticátodo) con número atómico grande. El número atómico de los elementos utilizables deben ser mayores que el sodio (11) (Matteini y Moles, 2001: 134).
2. Cámara porta muestra.
- 3 y 5. Contienen un sistema de colimación, que se forman por un conjunto de láminas y estas láminas no permiten las radiaciones parasitas (Matteini y Moles, 2001: 134).
4. Cristal analizador, los Rayos X secundarios emitidos por la muestra, deben ser separados y examinados individualmente para identificar los elementos que han producido. Este análisis se produce por rejillas formadas por cristales de sustancias designadas para este fin y el análisis se consigue por la rotación angular del cristal (Matteini y Moles, 2001: 135).
6. El detector está formado por un contador de flujo de gas (de escintilación) que logra la individualización de las radiaciones y se muestra en picos por medio de gráficas (Matteini y Moles, 2001: 135).

Matteini y Moles (2001), argumentan que la Fluorescencia de Rayos X se usa para analizar materiales inorgánicos como metales, materiales cerámicos, vítreos, pigmentos, entre otros (Matteini y Moles, 2001: 136).

Los análisis de Fluorescencia realizados en el laboratorio, se ejecutaron con el analizador S1 TITAN portátil que contiene tecnología de Fluorescencia de Rayos X que se basa con la Dispersión de Energía, este analizador contiene parámetros de operación máxima como 0.1 mA, 45 kV y 4W de poder.

Los resultados obtenidos se procesaron a partir de una herramienta para Análisis de Componentes Principales que permite determinar los yacimientos de obsidiana que abastecieron al Valle de Toluca y a la Cuenca de México. En los Análisis de Componentes Principales (ACP), lo primero que se realizó fue una matriz de correlación, pero como la varianza no alcanzó la mitad de los datos que se obtuvieron con la FRX, se decidió realizar otro Análisis de Componentes Principales tomando en cuenta las relaciones que fueran mayores de .500, con esta decisión se tuvieron que eliminar elementos y solo se quedaron el Cl, Mn, Fe, Zn, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba y Pb. Con estas relaciones, la varianza acumulada fue de 78.5%.

IV. Resultados

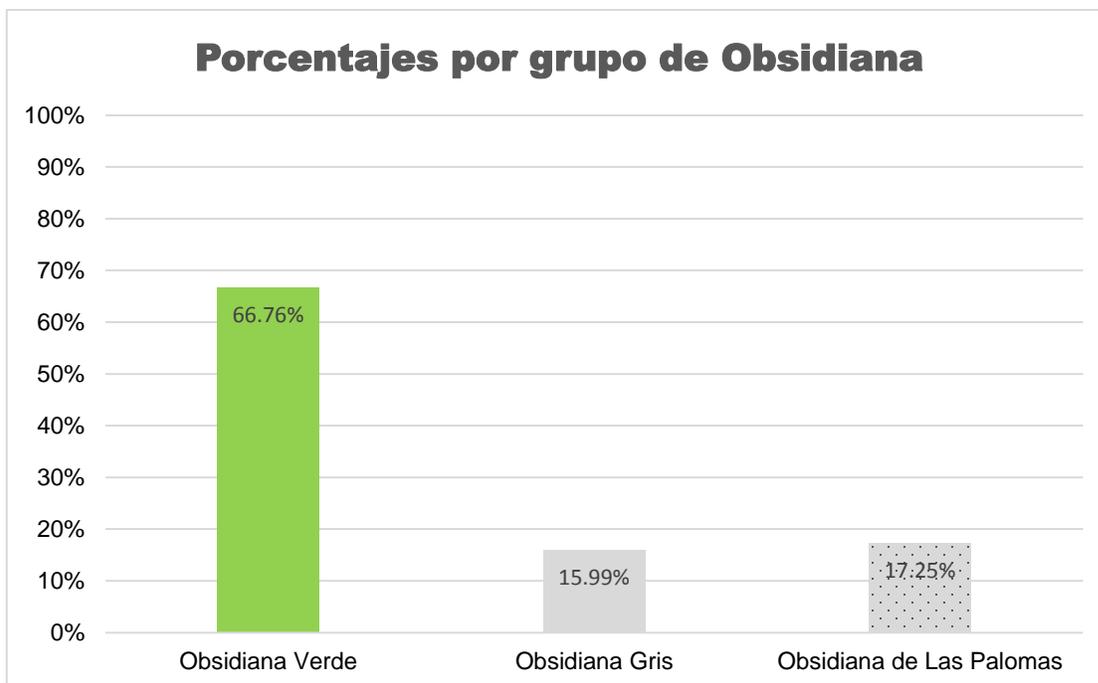
El examen de los artefactos de obsidiana encontrados en la sierra de las Cruces, comprendió dos etapas: en cuanto a la clasificación se consideraron aspectos como el color, la forma y la técnica de manufactura. El color se identificó macroscópicamente con la ayuda de la caja de contraluz, en esta primera etapa, el resultado obtenido fue el reconocimiento de tres tipos de materia prima; se reconoció obsidiana de color verde, ampliamente descrita por varios autores. Kabata, 2010, menciona que la obsidiana verde es una de las variantes encontradas en el yacimiento de la sierra de Pachuca, y como principal característica una transparencia limpia (Kabata, 2010: 250).

También se observó obsidiana gris, que posiblemente proviene de dos fuentes, el primero sería el yacimiento de Ucareo, que según Kabata 2010, es de color gris transparente con bandas grisáceas paralelas, pero también se presenta en una forma nubosa y sin bandas. Por su parte en el yacimiento de Otumba se presentan distintas tonalidades de la variante de la obsidiana gris, como la transparente veteada, la opaca y la gris con vetas rojas (Kabata 2010: 247-253).

Por último, se consideró un tercer tipo de obsidiana, relacionado con el yacimiento de las Palomas, ubicado en las inmediaciones de Temoaya, Estado de México. Kabata (2010), describe que la obsidiana de este lugar tiene un color transparente que vista a contraluz toma un color azul claro muy bajo, al igual que la de Ucareo, pero se puede distinguir fácilmente, ya que la de Las Palomas se caracteriza por su mala calidad, determinada por las inclusiones en su matriz vítrea que se pueden observar a simple vista (Kabata, 2010: 261).

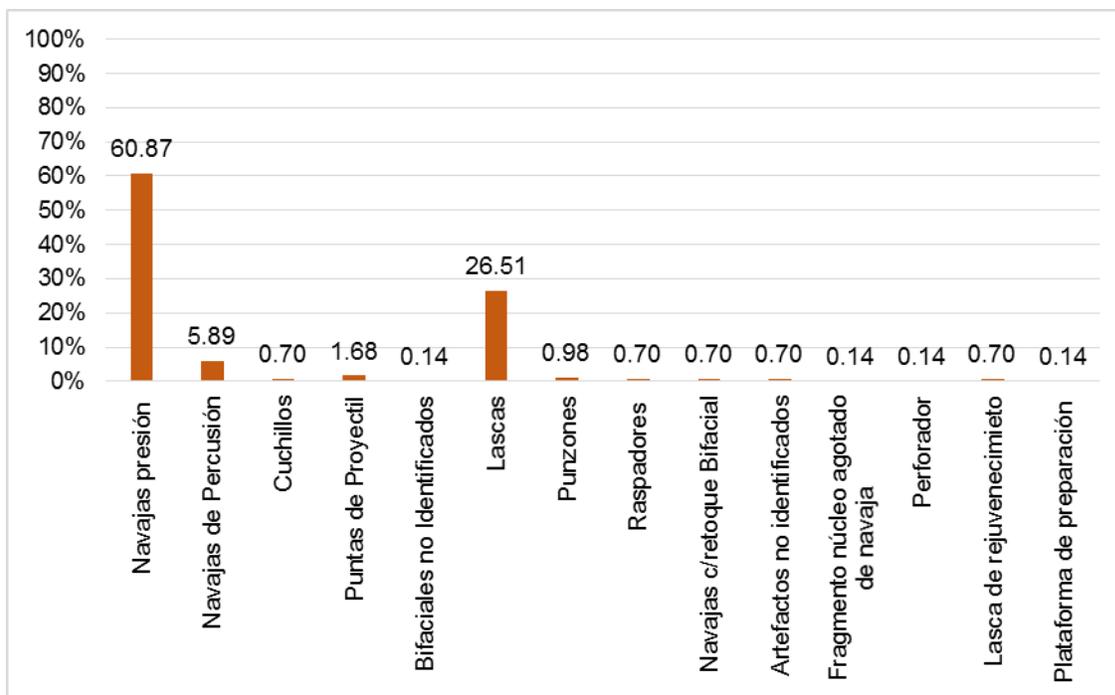
	Obsidiana Verde	Obsidiana Gris	Obsidiana de Las Palomas	Total
Frecuencia	476	114	123	713
Porcentaje (%)	66.76	15.99	17.25	100.00

Tabla 1 Frecuencia y porcentaje de la obsidiana.



Grafica 1 Porcentajes de la obsidiana por color y fuente.

La siguiente categoría de la clasificación es la forma, en este apartado se observaron 713 artefactos terminados, divididos en varias categorías, en primera instancia se encuentran los artefactos no identificados (cinco ejemplares), bifaciales no identificados (una pieza), cuchillos (cinco piezas), un fragmento núcleo agotado de navajas, lascas (189 piezas), 179 sin córtex y 10 con córtex, cinco navajas con retoque bifacial (punta de proyectil o dardo), cuarenta y una navajas de percusión sin córtex y una con córtex (en total son 42). De la misma manera, se registraron 434 navajas de presión (es el artefacto que más abundaba en los sitios). De este tipo de navaja no se encontró un solo ejemplar elaborado con obsidiana de las Palomas. Se observó un solo perforador, 12 puntas de proyectil, siete punzones, cinco lascas de rejuvenecimiento, una sola plataforma de preparación y cinco raspadores.



Grafica 2 Porcentaje del material lítico de la Sierra de las cruces.

Para el reconocimiento de los artefactos de obsidiana de la colección, se tomaron en cuenta los estudios de Kabata (2010) y Jaimes (2010), ya que ellos manejan una definición muy parecida.

Artefactos no identificados: Son artefactos que por su tamaño no es posible identificarlos.

Bifaciales no identificados: Son fragmentos que no encajan en la categoría de los bifaciales (puntas de proyectil, cuchillos, preformas y excéntricos) por el tamaño y forma que tiene.

Cuchillos: Son artefactos trabajados sobre la navaja o la lasca, muestran retoque en las dos caras, tienen filo en los dos bordes y generalmente se presentan en tamaño grande.



Figura 23 Cuchillos bifaciales de obsidiana gris.

Núcleo agotado de navajas: Se trata de una fracción de un núcleo que ya fue utilizado para la extracción de navajas prismáticas, también es definido como núcleo prismático exhausto.

Lascas: También se puede considerar como desecho de talla; son fragmentos que se obtienen de un núcleo o de un nódulo al golpearlo (percusión), al desprenderse del nódulo la lasca tiene plataforma y un bulbo en la parte proximal. En general es muy gruesa. En síntesis, es cualquier fragmento desprendido de una masa mayor con la aplicación de fuerza, ya sea de forma intencional o accidental.



Figura 24 Lascas secundarias de obsidiana gris.

Lasca con córtex: Son las primeras lascas que se desprenden mediante la técnica de percusión de los nódulos o de los bloques (vírgenes).

Navajas con retoque bifacial: El retoque se realiza posterior a una fase de talla, y estas navajas son empleadas para adelgazar, alisar o afilar un artefacto.



Figura 25 Navajas de presión con retoque bifacial de obsidiana verde.

Navajas de percusión: Estas navajas son extraídas por la técnica de talla, en la cual el percutor golpea la pieza (percusión), se diferencia de la de presión, porque, es más gruesa, sus bordes que son irregulares y porque tiene un bulbo como todos los artefactos extraídos por esta técnica.



Figura 26 Navajas de percusión de obsidiana verde.

Navaja de presión: Estas navajas son extraídas, con la técnica de presión de un núcleo poliédrico preparado, tiene una sección triangular o trapezoidal. En la cara dorsal presenta facetas prismáticas, sus bordes son paralelos y subparalelos,

generalmente son de tercera serie. La primera serie es cuando le dan la vuelta al núcleo extrayendo navajas, en este tipo de navajas se muestra en la cara dorsal la percusión y en la ventral la presión; la segunda serie, es la segunda vuelta al núcleo poliédrico, en ella se obtienen lascas y navajas, este tipo de navajas se distingue de las primeras por las marcas que se hacen por la presión en la parte más distante de la cara dorsal. La tercera serie, se distingue de la primera y de la segunda porque ya no tiene huellas de percusión.



Figura 27 Navajas de presión de obsidiana gris.

Perforador y punzón: Este tipo de artefacto se puede encontrar curvo, recto o desgajado por el retoque, se manufacturan sobre una lasca o sobre una navaja, tienen una punta y se utilizan para agujerar.

Punta de proyectil: Son los artefactos que se elaboran sobre una lasca o navaja, al igual que los anteriores, tiene una forma un poco triangular o lanceolada, tiene dos bordes que cortan y que al final se unen, este artefacto sirvió para la caza.



Figura 28 Puntas de proyectil de obsidiana verde.

Raspador: Se manufactura en una lasca o en una lámina, se retoca finamente en uno o en los dos extremos y se usaba para actividades como la extracción del agua miel, raspar la grasa de los cueros, o raspar los palos (alisarlos), talla de madera y hueso. Todo esto deja como evidencia un desgaste en el artefacto que se puede observar con un microscopio.



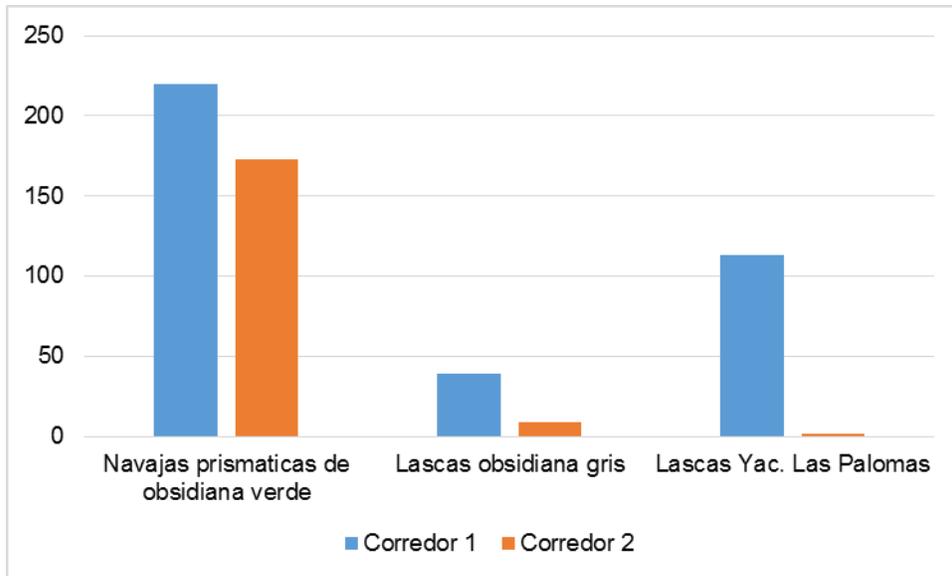
Figura 29 Fragmento raspador de obsidiana gris.

Los raspadores no eran terminados en los talleres, las personas que los utilizaban eran las que realizaban el trabajo final en su propia casa, es decir, estas personas eran las que le sacaban el filo. El uso se refiere al desgaste del artefacto, cada que se terminaba el filo le sacaban más (los raspadores, al principio eran grandes), por

eso se pueden encontrar raspadores pequeños con una planta circular o elíptica (Pastrana, 2007: 68 en Jaimes, 2010: 58).

En el análisis de clasificación se detectaron dos técnicas de manufactura: la técnica de presión, esta consiste en desprender hojas o laminas con un material blando como el hueso y la madera (Pastrana y Athie, 2001), con esta técnica se elaboraban las navajas prismáticas, cuchillos, puntas de proyectil, punzones, raspadores y perforadores. Mientras que la técnica de percusión, se realizaba golpeando la materia prima con un percutor, los productos que se obtenían eran las navajas de percusión y lascas.

En el análisis se encontró que las navajas prismáticas y las lascas son la que predomina más. Se observa que las navajas prismáticas manufacturadas con obsidiana verde son las que se encuentran con mayor frecuencia en el corredor uno (Xonacatlán-Naucalpan) con un total de 220 muestras, mientras que en el corredor dos (Lerma-Cuajimalpa) se registraron 173. Del mismo modo, la obsidiana gris, que por lo general se presenta en forma de lascas, se observó que en el corredor uno registra una frecuencia de 39 lascas y en el corredor dos, solo se cuenta con 9. Por último, se observó un grupo de la obsidiana que podría provenir del yacimiento de Las Palomas. Lo que predomina en este grupo son las lascas, en el corredor uno se registraron 113 lascas y en el corredor dos solo se cuentan con 2 ejemplares. La valoración realizada indica que el principal corredor por el que fluye la mayor cantidad y variedad de obsidiana es el que va de Xonacatlán a Naucalpan, lo que sugiere que constituyó la vía principal de abastecimiento de interacción interregional en gran parte de la etapa prehispánica.



Grafica 3 Frecuencia de material lítico dividido por corredor.

En lo referente al funcionamiento de los caminos, destaca el corredor Xonacatlán-Naucaupan (Camino 1), que es en el que se registró la mayoría de los artefactos. Infiriendo, se puede decir que fue el camino que más se utilizó, aunque el sitio 2 (La Piedra del Sol) en el camino 1 y el sitio 23 (Rancho la Loma) camino 2, son los sitios en donde se encontraron la mayor cantidad de navajas prismáticas con un total de 39 piezas, mientras que el sitio 21 (Las Palmas), Camino 1, es donde se encuentra una cantidad considerable de lascas de color gris de mala calidad con un total de 101 ejemplares. Lo interesante fue que los artefactos se encontraron ya terminados, lo que quiere decir que en la sierra no es posible encontrar talleres de producción, lo que conlleva a inferir que estos artefactos llegaron a ser consumidos inmediatamente por las personas que habitaban la misma sierra. Asimismo se observó que estas dos regiones tuvieron una relación interregional significativa. Para saber la procedencia, se realizó el Análisis de Componentes Principales.

4.1. Análisis de Componentes Principales (ACP)

Según Baxter (1994) y Pérez (2004), existen varios métodos estadísticos que permiten identificar grupos composicionales; entre ellos están la exploración de datos, los componentes principales y el agrupamiento. Sin embargo, el ACP es el más utilizado por la arqueología, ya que es una técnica estadística de clasificación de datos que mide la magnitud y dirección de las varianzas máximas de los datos en el hiperespacio composicional, y genera nuevas variables y valores a partir de los originales.

El ACP es una técnica multivariante que persigue reducir la dimensión de una tabla de datos excesivamente grande (debido al elevado número de variables que contiene x_1, x_2, \dots, x_n) y quedarse con unas cuantas variables (C_1, C_2, \dots, C_p), que son la combinación de las iniciales y que sintetizan la mayor parte de la información contenida en sus datos. Inicialmente se tienen tantos componentes como variables (Pérez 2008: 11). El ACP permite describir, de un modo sintético, la estructura y las interrelaciones de las variables originales en el fenómeno que se estudia a partir de los componentes obtenidos que, naturalmente, habrá que interpretar y «nombrar». (Pérez 2008: 121).

Este método tiene por objeto transformar un conjunto de variables, a las que denominaremos variables originales interrelacionadas, en un nuevo conjunto de variables, combinación lineal de las originales, denominadas componentes principales. Como medida de la cantidad de información incorporada en una componente se utiliza su varianza; es decir, cuanto mayor sea su varianza mayor es la información que lleva incorporado dicho componente. Por esta razón, se selecciona como primer componente aquella que tenga mayor varianza, mientras que, por el contrario, la última es la de menor varianza (Pérez 2008: 122). Los primeros componentes principales (1 y 2) explican la mayor parte de la variabilidad entre las muestras; por lo tanto, un diagrama de dispersión permite la búsqueda visual de patrones composicionales (Baxter 1994; Pérez 2004). Los datos composicionales son un espacio multidimensional, cada dimensión corresponde a la concentración de un elemento químico particular en cada muestra. Así, la muestra

ocupa una posición única en el hiperespacio composicional: las de composición similar se ubican en posiciones cercanas entre sí, y las de composición diferente se ubican en posiciones distantes (Glascock *et al*, 2004).

4.1.1. Resultados obtenidos

Después de haber obtenido las concentraciones de elementos químicos en cada una de las muestras, se elaboró una tabla de Excel para, posteriormente, importarse al software *IBM SPSS Statistics versión 20*. A partir de la composición química obtenida mediante la técnica de Florescencia de Rayos X (FRX), se eliminaron del análisis estadístico de componentes principales las concentraciones químico-elementales de los compuestos (SiO) y sólo se dejaron las de los elementos traza (S, Cl, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Rh, Ag, Ba, Ta, Pb y Bi) contabilizando un total de 22.

Con todos ellos, se procedió a la realización del ACP, lo primero fue calcular la matriz de correlación existente entre los distintos elementos químicos (tabla 1). Después, se obtuvieron los valores de las varianzas acumuladas en cada uno de los componentes; sin embargo, como puede observarse en la tabla 2, en los dos primeros componentes, la varianza apenas alcanzó el 44.8%, lo cual expresa una representatividad menor a la mitad de la totalidad de los datos obtenidos mediante la FRX. Buscando una mejor representatividad, se filtraron los resultados de la matriz de correlación, a sólo aquellos que presentaran una relación fuerte; es decir, que el valor de la relación fuera superior a .500 (tanto positivo como negativo).

		Matriz de correlaciones																					
		S	Cl	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Rh	Ag	Ba	Ta	Pb	Bi
		Correlación	S	1.000	-.079	.168	-.183	-.012	-.064	-.038	.025	-.043	.156	-.062	.072	-.059	-.030	.041	.008	.165	-.011	-.026	-.030
	Cl	-.079	1.000	.423	.223	.039	.630	.568	-.096	.612	.016	.589	-.368	.618	.609	.569	.204	-.292	-.047	-.237	.167	.333	.256
	Ti	.168	.423	1.000	-.008	-.011	.185	.259	-.017	.162	.031	.176	.201	.114	.180	.229	.076	.042	.008	.067	.030	.051	.025
	V	-.183	.223	-.008	1.000	.015	.173	.186	-.026	.227	.013	.243	-.279	.246	.244	.256	.159	-.122	-.198	-.364	.090	.030	.097
	Cr	-.012	.039	-.011	.015	1.000	.084	.062	.226	.065	-.006	.016	-.053	.041	.035	.024	.039	-.030	.146	-.036	.025	.027	.028
	Mn	-.064	.630	.185	.173	.084	1.000	.828	-.274	.929	-.001	.633	-.549	.891	.894	.804	.196	-.278	-.152	-.457	.210	.502	.321
	Fe	-.038	.568	.259	.186	.062	.828	1.000	-.194	.779	.028	.534	-.291	.798	.739	.564	.105	-.237	-.118	-.272	.244	.446	.320
	Cu	.025	-.096	-.017	-.026	.226	-.274	-.194	1.000	-.269	-.064	-.214	.170	-.307	-.315	-.293	-.151	.067	.218	.147	-.078	-.165	-.091
	Zn	-.043	.612	.162	.227	.065	.929	.779	-.269	1.000	-.005	.700	-.677	.963	.985	.911	.235	-.328	-.187	-.568	.232	.518	.369
	As	.156	.016	.031	.013	-.006	-.001	.028	-.064	-.005	1.000	.115	-.025	.033	-.008	-.008	.055	.011	-.026	-.036	.059	-.272	-.086
	Rb	-.062	.589	.176	.243	.016	.633	.534	-.214	.700	.115	1.000	-.576	.733	.696	.653	.161	-.278	-.176	-.480	.177	.440	.458
	Sr	.072	-.368	.201	-.279	-.053	-.549	-.291	.170	-.677	-.025	-.576	1.000	-.693	-.683	-.665	-.178	.431	.271	.807	-.136	-.362	-.301
	Y	-.059	.618	.114	.246	.041	.891	.798	-.307	.963	.033	.733	-.693	1.000	.964	.843	.221	-.330	-.198	-.577	.251	.532	.401
	Zr	-.030	.609	.180	.244	.035	.894	.739	-.315	.985	-.008	.696	-.683	.964	1.000	.943	.271	-.334	-.194	-.572	.217	.506	.356
	Nb	.041	.569	.229	.256	.024	.804	.564	-.293	.911	-.008	.653	-.665	.843	.943	1.000	.336	-.321	-.181	-.561	.153	.428	.274
	Mo	.008	.204	.076	.159	.039	.196	.105	-.151	.235	.055	.161	-.178	.221	.271	.336	1.000	-.130	-.016	-.102	-.030	.138	-.005
	Rh	.165	-.292	.042	-.122	-.030	-.278	-.237	.067	-.328	.011	-.278	.431	-.330	-.334	-.321	-.130	1.000	.047	-.055	-.085	-.239	-.159
	Ag	-.011	-.047	.008	-.198	.146	-.152	-.118	.218	-.187	-.026	-.176	.271	-.198	-.194	-.181	-.016	.047	1.000	.351	-.037	-.112	-.095
	Ba	-.026	-.237	.067	-.364	-.036	-.457	-.272	.147	-.568	-.036	-.480	.807	-.577	-.572	-.561	-.102	-.055	.351	1.000	-.098	-.253	-.251
	Ta	-.030	.167	.030	.090	.025	.210	.244	-.078	.232	.059	.177	-.136	.251	.217	.153	-.030	-.085	-.037	-.098	1.000	.157	.060
	Pb	-.096	.333	.051	.030	.027	.502	.446	-.165	.518	-.272	.440	-.362	.532	.506	.428	.138	-.239	-.112	-.253	.157	1.000	.455
	Bi	-.060	.256	.025	.097	.028	.321	.320	-.091	.369	-.086	.458	-.301	.401	.356	.274	-.005	-.159	-.095	-.251	.060	.455	1.000

Tabla 2 Matriz de correlaciones considerando todos los elementos traza de las muestras de obsidiana.

Varianza total explicada						
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	8.146	37.026	37.026	8.146	37.026	37.026
2	1.717	7.803	44.829	1.717	7.803	44.829
3	1.487	6.757	51.585	1.487	6.757	51.585
4	1.279	5.815	57.401	1.279	5.815	57.401
5	1.183	5.379	62.780	1.183	5.379	62.780
6	1.086	4.937	67.717	1.086	4.937	67.717
7	1.062	4.825	72.542	1.062	4.825	72.542
8	.929	4.222	76.765			
9	.816	3.708	80.473			
10	.813	3.695	84.168			
11	.745	3.385	87.554			
12	.604	2.747	90.301			
13	.590	2.680	92.981			
14	.416	1.891	94.873			
15	.378	1.716	96.589			
16	.307	1.396	97.985			
17	.243	1.104	99.089			
18	.098	.445	99.533			
19	.057	.257	99.791			
20	.027	.124	99.915			
21	.015	.066	99.982			
22	.004	.018	100.000			

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Tabla 3 Tabla de Componentes Principales, en donde se aprecia el porcentaje de la varianza alcanzada en cada uno de los componentes.

Posterior a la elección de los elementos químicos que presentaban una relación fuerte, se procedió a realizar otro ACP. En esta ocasión, sólo se consideraron el Cl, Mn, Fe, Zn, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba y Pb. En la tabla que se muestra a continuación, se marcan las relaciones positivas en color rojo, las negativas en azul y en negro

las que representan un índice muy endeble o débil. Así, por ejemplo, se puede mencionar que el Cl está positivamente relacionado con el Mn (.630), Fe (.568), Zn (.612), Rb (.589), Y (.618), Zr (.609) y el Nb (.569); mientras que el Sr presenta relaciones negativas con el Mn (-.549), Zn (-.677), Rb (-.576), Y (-.693), Zr (-.683) y Nb (-.665), en cambio con el Ba (.807) su correlación es fuerte y positiva (tabla 3).

En relación con la representatividad de los datos dentro de los dos primeros componentes, se debe indicar que la varianza alcanzada por éstos es de 78.5%, un valor bastante aceptable desde el punto de vista estadístico (tabla 4). Toda la información anterior permite exponer con una certeza matemática correcta las agrupaciones observadas dentro del gráfico de dispersión realizado con los componentes 1 y 2.

Matriz de correlaciones

	Cl	Mn	Fe	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	Pb
Cl	1.000	.630	.568	.612	.589	-.368	.618	.609	.569	-.237	.333
Mn	.630	1.000	.828	.929	.633	-.549	.891	.894	.804	-.457	.502
Fe	.568	.828	1.000	.779	.534	-.291	.798	.739	.564	-.272	.446
Zn	.612	.929	.779	1.000	.700	-.677	.963	.985	.911	-.568	.518
Rb	.589	.633	.534	.700	1.000	-.576	.733	.696	.653	-.480	.440
Sr	-.368	-.549	-.291	-.677	-.576	1.000	-.693	-.683	-.665	.807	-.362
Y	.618	.891	.798	.963	.733	-.693	1.000	.964	.843	-.577	.532
Zr	.609	.894	.739	.985	.696	-.683	.964	1.000	.943	-.572	.506
Nb	.569	.804	.564	.911	.653	-.665	.843	.943	1.000	-.561	.428
Ba	-.237	-.457	-.272	-.568	-.480	.807	-.577	-.572	-.561	1.000	-.253
Pb	.333	.502	.446	.518	.440	-.362	.532	.506	.428	-.253	1.000

Tabla 4 Matriz de correlaciones considerando sólo los elementos traza que mostraron una relación fuerte en el primer análisis.

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	7.437	67.610	67.610	7.437	67.610	67.610
2	1.206	10.960	78.570	1.206	10.960	78.570
3	.706	6.420	84.990			
4	.585	5.321	90.311			
5	.370	3.360	93.671			
6	.344	3.130	96.801			
7	.170	1.546	98.348			
8	.105	.959	99.306			
9	.055	.499	99.805			
10	.017	.154	99.959			
11	.004	.041	100.000			

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Tabla 5 Tabla de Componentes Principales, en donde se aprecia el porcentaje de la varianza alcanzada en cada uno de los componentes.

En torno a los componentes principales, creados a partir de las concentraciones de elementos químicos de las distintas muestras de obsidiana provenientes de la Sierra de las Cruces, se puede señalar que en el primero de ellos (eje Y) la presencia de Mn, Zn, Y, Nb y Zr hacen que las muestras se ubiquen en la parte alta del gráfico mientras que la presencia negativa de Sr y Ba hacen que los especímenes se localicen por debajo del eje Y (tabla 5).

En cuanto al componente 2 (eje X), éste se caracteriza por la presencia alta de Ba y Sr, y en menor medida de Fe, Cl y Mn. Lo anterior indica que la concentración del Ba y Sr hace que las muestras se ubiquen en la parte derecha del gráfico; en cambio, las concentraciones de Fe, Cl y Mn ubican a las muestras en la parte izquierda del gráfico.

	Componente	
	1	2
Cl	.682	.326
Mn	.918	.207
Fe	.772	.456
Zn	.976	.045
Rb	.782	-.028
Sr	-.737	.590
Y	.970	.041
Zr	.971	.015
Nb	.899	-.085
Ba	-.634	.678
Pb	.575	.172

Nota: Método de extracción: Análisis de componentes principales. 2 componentes extraídos.
 Tabla 6 Componentes principales que representan al 78% de las muestras totales de obsidiana de las Sierra de las Cruces

La obsidiana verde está caracterizada por la presencia de Mn, Zn, Y, Nb y Zr, mientras que la ausencia de Ba y bajos niveles de Sr, hacen que se ubiquen en la parte alta del eje Y del gráfico. Dichas correlaciones caracterizan de manera excluyente la composición química de las muestras de obsidiana de la Sierra de las Navajas.

Debe señalarse que para acercarse a la posible identificación de los yacimientos de obsidiana recuperados en la Sierra de las Cruces, se optó por hacer un análisis con el mismo aparato de FRX a muestras previamente identificadas mediante Análisis por Activación Neutrónica¹, para poder comparar con las muestras arqueológicas que forman parte central de la presente tesis. Los yacimientos identificados mediante Activación Neutrónica fueron Sierra de las Navajas, Otumba, Ucareo, Paredón, Zacualtipan y Fuentezuelas. También se incluyeron dentro de las muestras de referencia varios especímenes de los yacimientos locales de San Antonio Enchisi (Jocotitlán) y del Llano de las Navajas (Cerro de las Palomas).

¹ El muestrario de obsidiana fue prestado por el Proyecto Arqueológico Santa Cruz Atizapán dirigido por la Dra Yoko Sugiura Yamamoto del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

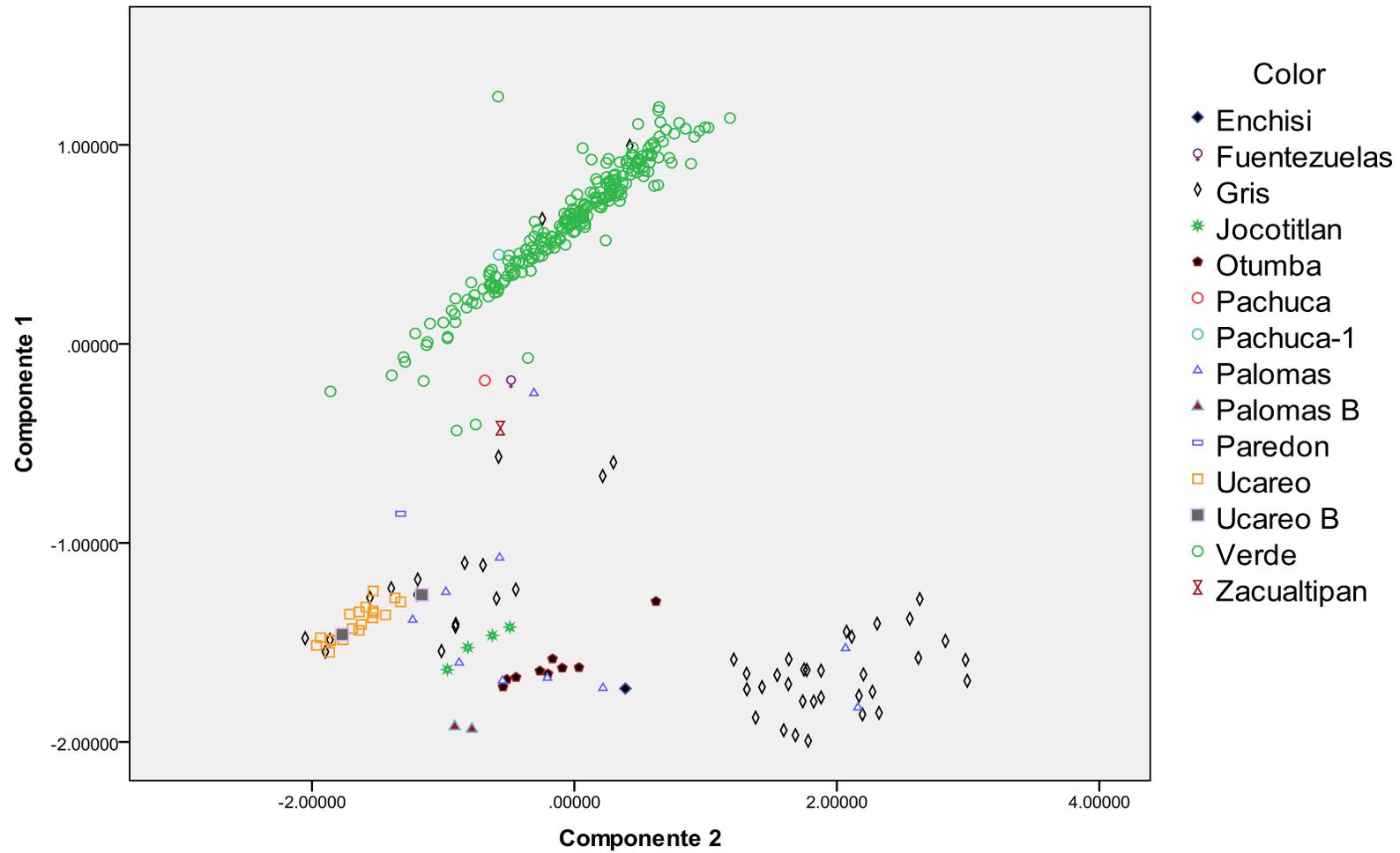


Figura 30 Diagrama de dispersión en donde pueden apreciarse las distintas agrupaciones de las muestras de obsidiana atendiendo a su color o yacimiento de origen.

A partir de la comparación de las composiciones químicas de las muestras de referencia y las arqueológicas provenientes de la Sierra de las Cruces, se puede concluir con una certeza mayor al 85% que no existen especímenes de los yacimientos de Zacualtipán, Paredón o Fuentezuelas. En cambio, se pudo notar una correcta identificación de algunas muestras de obsidiana gris (Figura 19) con las provenientes del yacimiento de Ucareo y otras identificadas macroscópicamente como de Las Palomas, en realidad corresponden químicamente a las de Otumba.

En cuanto a los yacimientos de obsidiana regionales, el ACP parece indicar que al menos un par de muestras son químicamente parecidas a los del yacimiento de Jocotitlán y otras más al de Las Palomas.

Sin embargo, en la figura 19 se muestra lo que resultó inesperado, fue la caracterización de obsidiana gris que químicamente se aísla de los yacimientos de obsidiana muestreados para el presente análisis (especímenes localizados en la parte baja y derecha del gráfico de dispersión). Lo anterior parece sugerir que, posiblemente, existe otro yacimiento que estuvo circulando por la Sierra de las Cruces o que hasta el momento (y con el equipo utilizado para la presente investigación) no ha sido posible identificar correctamente su traza química y asociarla con un yacimiento previamente identificado.

Consideraciones Finales

La obsidiana fue una de las materias primas más utilizadas por las sociedades prehispánicas que habitaron no solo el territorio mesoamericano, si no el mundo. Su importancia trasciende el ámbito doméstico, ya que se empleó para la manufactura de innumerables objetos utilizados como adornos personales y muchos otros de carácter ritual. Por sus características, es claro que no todos los integrantes de esas sociedades podían extraer y trabajar este material, lo que supone la existencia de especialistas y una eficiente organización. Los trabajos realizados a la fecha, han dado cuenta de numerosos yacimientos que abastecieron la demanda en los sucesivos periodos de la historia prehispánica. En la presente investigación se realizaron análisis dirigidos al reconocimiento de la variedad de obsidiana que circuló a través de rutas establecidas desde el periodo Preclásico (1200 aC.), cuando se activó una red de comunicación interregional entre la cuenca de México y el valle de Toluca (Nieto, 2017, comunicación personal).

Los recientes avances en metodologías para el examen de la cultura material han permitido profundizar en el conocimiento de características de los artefactos que se recuperan de los contextos arqueológicos, sean estos de superficie, o bien los obtenidos en el proceso de excavación. Anteriormente, los investigadores recurrían a procedimientos que resultaban limitados y generaban información insuficiente. Hoy en día, se cuenta con nuevas alternativas que permiten trascender los procesos de investigación tradicional y es posible reconocer aspectos determinantes en torno a actividades especializadas del pasado. Para el caso particular de la obsidiana, se han logrado reconocer las distintas etapas del proceso de manufactura de artefactos que han conducido a comprender las estrategias que los antiguos especialistas utilizaron para obtener los instrumentos necesarios para la vida diaria. Por su parte, la incorporación de las técnicas de análisis físico – químico posibilita la obtención de información útil para una interpretación cabal en torno a aspectos complejos como la composición elemental de la materia prima, su procedencia y cuestiones vinculadas a la calidad. La experiencia en este trabajo da la pauta para recomendar

ampliamente su empleo en las investigaciones, tarea que sin duda, redundará en trabajos de mayor profundidad.

Como se pudo advertir, la tesis se enfocó en primer lugar, a clasificar la obsidiana recuperada por Nieto (2008 y 2009) en 36 sitios arqueológicos, a partir de criterios morfológicos. En segundo lugar, se consideró necesario complementar la metodología arqueológica con Fluorescencia de Rayos X (XRF), técnica especializada para la caracterización de la composición química. Los resultados obtenidos se procesaron a partir de una herramienta estadística para Análisis de Componentes Principales que permite reconocer tendencias relacionadas con la existencia de los yacimientos de obsidiana que abastecieron al Valle de Toluca y a la Cuenca de México.

Para inferir la procedencia de obsidiana que circulaba y se consumía en la Sierra de las Cruces, se realizó el examen de FRX a muestras que previamente fueron analizadas con Activación Neutrónica en la Universidad de Missouri. Con los resultados obtenidos fue posible hacer una comparación con las muestras obtenidas en la zona de estudio. Los yacimientos que se identificaron mediante Activación Neutrónica proporcionados por la Dra. Sugiura, corresponden a la Sierra de las Navajas, Otumba, Ucareo, Paredón, Zacualtipan y Fuentezuelas, así como algunas muestras Las Palomas (yacimiento reportado por Nieto).

A partir de la comparación de resultados se determinó con, un 85% de certeza, la inexistencia de obsidianas de los yacimientos de Zacualtipan, Paredón y Fuentezuelas. En los registros de la Sierra de las Cruces se observó además la presencia de ejemplares que macroscópicamente se identificaron con el yacimiento de las Palomas, pero químicamente corresponden a Otumba.

Con base en los exámenes realizados, se logró determinar que la obsidiana recuperada de la Sierra de las Cruces proviene de cuatro yacimientos diferentes, algunos relativamente cercanos, pero algunos otros a gran distancia de esta zona de estudio. El yacimiento más importante que se reconoció es el de Sierra de las Navajas, representado principalmente por navajillas prismáticas de color verde.

El segundo yacimiento reconocido es el de Otumba, fuente localizada en las cercanías de Teotihuacán (Kabata, 2010).

El siguiente yacimiento identificado es el de Ucareo, Michoacán, que abasteció al Valle de Toluca y a la Sierra de las Cruces (Kabata, 2010).

El cuarto yacimiento es el de San Antonio Enchisi, reportado y en proceso de estudio por Rubén Nieto y Gustavo Jaimes. Se ubica en las inmediaciones del municipio de Jocotitlán.

En forma complementaria, cabe señalar que de acuerdo con los exámenes, parte de los materiales corresponden químicamente a yacimientos locales, como los de San Antonio Enchisi y Las Palomas. De los resultados obtenidos, se observó además que un tipo de obsidiana gris registrada, no corresponde químicamente con el resto de las muestras consideradas para este análisis, lo que permite inferir que probablemente existe otro yacimiento, aún no identificado del que se abasteció la Sierra de las Cruces.

Sobre la distribución de los materiales, se observó que los dos corredores geográficos (Xonacatlán – Naucalpan y Lerma - Cuajimalpa), que atraviesan la Sierra de las Cruces y conectaban al Valle de Toluca y a la Cuenca de México, funcionaron como rutas para el traslado en mayor medida de artefactos de obsidiana como navajas prismáticas, navajas de percusión, lascas (microlascas y macrolascas), cuchillos, puntas de proyectil, punzones, raspadores, por mencionar algunos. Llama la atención que predominen las navajas prismáticas de obsidiana verde, en muchos de los sitios, lo que implica que la demanda se concretaba a productos elaborados más que en la materia prima.

Por su parte, la obsidiana gris de buena calidad se integra por instrumentos como navajas prismáticas y algunos bifaciales como cuchillos, puntas de proyectil, raspadores, punzones, navajas con retoque bifacial. En cuanto al grupo de obsidiana gris de mala calidad, caracterizada por la gran cantidad de inclusiones que dificultan el proceso de manufactura, se pudo observar que solo comprende lascas en las que se aprovechó el filo y no precisamente el instrumento.

Bibliografía

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”. En *Arqueología segunda época*. Enero-abril 43 (pp. 197-215), INAH, México.

BAÑOS López, Leticia (2004). “Preparación de especímenes para análisis por: Difracción de Rayos X y Fluorescencia de Rayos X”. En Demetrio Mendoza Anaya, Eva Leticia Brito y Jesús A. Arenas (Eds.), *La ciencia de materiales y su impacto en la Arqueología*. (pp. 265-274), México.

BARRERA Mejía, Herman (2012). “Deterioro socioambiental en la Sierra de las Cruces”, en *Diseño y Sociedad* 32, estudiante de doctorado en Ciencias y Artes para el Diseño (CyAD). (pp. 40-49). UAM Xochimilco.

BAXTER, M.J. (1994). *Exploratory multivariate analysis in archaeology*, Edinburgh University Press, Edinburgh.

CLARK, John E. (1990). “Enfoque experimental en el análisis de talleres de obsidiana Mesoamericanos: Un ejemplo de ojo de agua, Chiapas, México”. En Soto, Ma. De los D. (Eds.), *Nuevos enfoques en el estudio de la lítica*. (pp. 83-133), México, D.F., UNAM.

CLARK, John E. y Thomas A. Lee, Jr. (1990). “Intercambio de obsidiana y las primeras economías públicas en Chiapas, México”. En Soto, Ma. De los D. (Eds.), *Nuevos enfoques en el estudio de la lítica*. (pp. 347-404), México, D.F., UNAM.

COBEAN, Robert H. (2002). *Un mundo de obsidiana: minería y comercio de un vidrio volcánico en el México antiguo*. Arqueología de México. University of Pittsburgh, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia.

CRASBORN Chavarría, José A. (2004). *La producción de herramientas de obsidiana durante el Preclásico Medio: el sitio Piedra Parada*. Tesis de Licenciatura.

Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Historia. Guatemala. Consultado en Agosto 2016 [http://www.liceus.com/cgi-bin/ac/pu/tesis_JC.pdf].

DARRAS, Véronique (2005). “La tecnología de las navajas prismáticas, una singular invención mesoamericana”. En González Arratia, L. y Mirambell, L. (Coord.), *Reflexiones sobre la industria lítica*. (pp. 111-133). Serie arqueología. México, D.F.

GARCÍA Calderón, Norma Eugenia (2011). “Los ecosistemas como factor geográfico de distribución de los suelos”. En Krasilnikov, P., Jiménez, F., Reyna, T., García, N. (Eds.), *Geografía de suelos de México*. (pp. 99-118). México, D.F., las prensas de ciencias. UNAM.

GARCÍA Cook, Ángel (1967). “Análisis tipológico de artefactos”. Serie Investigaciones 12, INAH. México, D.F.

GARCÍA Cook, Ángel y B. Leonor Merino Carrión (2005). “Sobre tres elementos líticos con carácter ritual: navajas de autosacrificio, navajas con cresta y cortadores o tranchetes”. En González Arratia, L. y Mirambell, L. (Coord.), *Reflexiones sobre la industria lítica*. (pp. 299-323). Serie arqueología. México, D.F.

GARCÍA- PALOMO, Armando, José Juan Zamorano, Celia López-Miguel, Adriana Galván-García, Víctor Carlos-Valerio, Roberto Ortega y José Luis Macías (2008). “El arreglo morfoestructural de la Sierra de Las Cruces, México central”. En Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v.25, núm. 1, (pp. 158-178). México.

GARCÍA Payón, José (1979). *La zona arqueológica de Tecaxic-Calixtlahuaca y los matlatzincas (II parte)*, Biblioteca Enciclopédica del Estado de México. México.

GLASCOCK, Michael, Hector Neff y K.J. Vaughn (2004). “Instrumental neutron activation analysis and multivariate statistics for pottery provenance”, *Hyperfine Interactions*, Volumen 154, 95-105. doi:10.1023/B:HYPE.0000032025.37390.41.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). (2003). *Síntesis Geográfica del Estado de México*. Aguascalientes. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática, (2013). Conjunto de datos vectoriales de la carta topográfica 1:50000 serie III, cartas E14A27, E14A28, E14A29, E14A37, E14A38, E14A48, E14A49, E14A58 y E14A59. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática, (2014). Conjunto de datos vectoriales de la carta topográfica 1:50000 serie III, cartas E14A39, E14A47 y E14A57. Aguascalientes, México.

JAIMES vences, Gustavo (2010). *La industria de la obsidiana de San Mateo Atenco y su relación con el modo de subsistencia lacustre durante el Clásico y el Epiclásico*. Tesis de Licenciatura, UAEM Tenancingo, México.

KABATA, Shigeru (2010). *La dinámica regional entre el Valle de Toluca y las áreas circundantes: intercambio antes y después de la caída de Teotihuacán*. Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Posgrado de antropología. México, D.F., UNAM.

MATTEINI, Mauro y Arcangelo Moles (2001). *Ciencia y restauración método de investigación*. IAPH, España.

MIRAMBELL, Lorena (2005). "Los materiales líticos arqueológicos: tipologías y clasificaciones". En González Arratia, L. y Mirambell, L. (Coord.), *Reflexiones sobre la industria lítica*. (pp. 27-47). Serie arqueología. México, D.F.

NIETO Hernández, Cosme Rubén (1998). *Excavaciones en el valle de Toluca: Propuestas sobre su secuencia cultural*. Tesis de Licenciatura, ENAH, México.

NIETO Hernández, Cosme Rubén (2012). *De la cuenca de México al valle de Toluca: Estudio de la interacción y desplazamientos poblacionales en la época prehispánica*. Tesis de Doctor. UNAM, México, D.F.

NIETO Hernández, Cosme Rubén (2008). Proyecto Arqueológico *De la Cuenca de México al Valle de Toluca: Estudio de la interacción y desplazamientos poblacionales en época prehispánica*. UNAM-UAEM. Archivo técnico del H. Consejo Nacional de Arqueología, INAH.

PASTRANA, Alejandro and Ivone Athie (2001). "Obsidian". En Carrasco, David (Ed.). *The Oxford Encyclopedia of Mesoamerican cultures: The civilizations of Mexico and central America, Volumen 2*, pp. 399-340, Oxford, UNIVERSITY PRESS.

PASTRANA, Alejandro (2005). "Especialización artesanal y los instrumentos bifaciales". En González Arratia, L. y Mirambell, L. (Coord.), *Reflexiones sobre la industria lítica*. (pp. 225-241). Serie arqueología. México, D.F.

PASTRANA Cruz, Alejandro (2007). *La distribución de la obsidiana de la Triple Alianza en la cuenca de México*. INAH. México, D.F.

PÉREZ, César (2004). *Técnicas de análisis multivariante de datos: Aplicaciones con SPSS*, Pearson Educación, Madrid.

PÉREZ, César (2008). *Técnica de análisis multivariante de datos*, Pearson Prentice Hall, Madrid, España.

SOTO, María de los Dolores (2005). "Teuchitlán: un sitio con especialización en el trabajo. La manufactura de herramientas de obsidiana". En González Arratia, L. y Mirambell, L. (Coord.), *Reflexiones sobre la industria lítica*. (pp. 135-180). Serie arqueología. México, D.F.

TARBUCK, Edward J. y Frederick K. Lutgens (2010). *Ciencias de la tierra, una introducción a la geología física, Volumen I*, (8ª edición), Madrid, España; UnED PEARSON.

VELÁZQUEZ León, Seidy Guadalupe (2015). *Una aproximación al estado nutricional de la población prehispánica de San Mateo Atenco y Santa Cruz Atizapán, durante el clásico tardío y epiclásico: Análisis de restos óseos por FRX*. Tesis de Licenciatura, UAEM Tenancingo, México.

VELASCO DE LEÓN M., Patricia, Javier Arellano Gil, Alicia Silvia-Pineda y Sergio Yussim Guarneros (2007). "Aspectos geológicos y paleontológicos". En Luna, I., Morrone, J.J. y Espinosa, D. (Eds.), *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. (pp. 25-38). México, D.F., UNAM.

YARZA De la Torre, Esperanza (1992). *Volcanes de México*. México, D.F., UNAM.