

ESTUDIO DE LOS ARTEFACTOS DE PIZARRA RECUPERADOS EN CONTEXTOS RITUALES DE TEOTIHUACÁN.

PROCEDENCIA, PRODUCCIÓN LAPIDARIA Y DISTRIBUCIÓN.

Julieta M. López Juárez



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
POSGRADO EN ESTUDIOS MESOAMERICANOS

**ESTUDIO DE LOS ARTEFACTOS DE PIZARRA
RECUPERADOS EN CONTEXTOS RITUALES DE TEOTIHUACÁN.
PROCEDENCIA, PRODUCCIÓN LAPIDARIA Y DISTRIBUCIÓN.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN ESTUDIOS MESOAMERICANOS

PRESENTA

JULIETA M. LÓPEZ JUÁREZ

TUTORES:

DR. ALEJANDRO PASTRANA CRUZ-DR. JOSÉ LUIS RUVALCABA SIL

ASESOR:

DR. TATSUYA MURAKAMI



MÉXICO, D.F. MAYO DEL 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ESTUDIO DE LOS ARTEFACTOS DE PIZARRA RECUPERADOS EN CONTEXTOS
RITUALES DE TEOTIHUACÁN.
PROCEDENCIA, PRODUCCIÓN LAPIDARIA Y DISTRIBUCIÓN.

INDICE

Agradecimientos	III
Introducción	VI
CAPITULO 1	
1. Objetivos y propuestas	1
CAPITULO 2. Antecedentes	
2.1 El escenario natural de Teotihuacán	11
2.2 Investigaciones Arqueológicas	19
2.2.1 Periodo Formativo tardío y terminal (500 a. C a 100 d. C.)	19
2.2.2 Periodo Clásico (100 d. C. a 650 d. C.)	19
2.3.1 Antecedentes de la pizarra en Teotihuacán	29
2.3.2 Tipología e interpretación de los artefactos	35
2.4 Metodología	43
CAPITULO 3. Procedencia de la materia prima	
3.1 Geología	52
3.1.1 Las rocas	52
3.1.2 Tipos de rocas	56
3.1.3 Facies Metamórficas	63
3.2 Distribución de los afloramientos	68
3.3 Caracterización de los materiales	78
3.3.1 DRX	82
3.3.2 PIXE	88
3.3.3 IOL	96
CAPITULO 4. Tecnología de la producción de la pizarra teotihuacana	
4.1 Propuesta Metodológica	106
4.1.1 Reproducción experimental de las modificaciones observadas en los artefactos de pizarra	112
4.2 Identificación de instrumentos y técnicas de manufactura	122
4.3 Proceso de manufactura para una figurilla de pizarra	131

CAPITULO 5.Discusión	132
BIBLIOGRAFIA	174

AGRADECIMIENTOS

Muchas son las personas que han intervenido de alguna manera en esta investigación. De antemano pido una disculpa si he omitido a alguien.

Agradezco el apoyo incondicional que me ha brindado al Dr. Alejandro Pastrana. Ha sido la segunda vuelta para él, asesorando, sugiriendo, corrigiendo y yo, aprendiendo.

Mi más sincero agradecimiento para el Dr. José Luis Ruvalcaba. Su intensa curiosidad sobre la tecnología, la antropología y la sociedad lo hacen un ser incansable. Gracias por todo el apoyo e interés en la investigación, el tiempo invertido, la paciencia, la difusión y sobre todo, por mostrarme todo lo que puedo lograr. Así también a su equipo: Karim López, Francisco Beristain, Valentina Aguilar y Francisco Riquelme.

Por el acceso a los materiales y su interés en la investigación agradezco al Mtro. Rubén Cabrera Castro y al Dr. Saburo Sugiyama; Co-Directores del Proyecto Templo de Quetzalcóatl.

Por el apoyo brindado durante la investigación y la difusión de la misma, agradezco al Dr. Saburo Sugiyama, Director del Proyecto Pirámide de La Luna.

Agradezco el acceso a los materiales, los comentarios, las correcciones, la bibliografía, la difusión y el enorme interés y confianza en esta investigación a la Dra. Linda R. Manzanilla Naím; directora de los Proyectos Arqueológicos Antigua Ciudad de Teotihuacán: Primeras fases de desarrollo urbano; Oztoyahualco 15B:N6W3; Proyecto Estudio de túneles y cuevas en Teotihuacán; Proyecto Teotihuacán Élite y Gobierno: Teopancazco.

Por su apoyo en todo sentido e inmensa paciencia, agradezco al Dr. Tatsuya Murakami. Gracias por los momentos de trabajo y también por los de relajación.

La parte experimental de este trabajo se realizó en el Taller de Arqueología Experimental de Templo Mayor, dirigido por el Mtro. Emiliano Melgar Tisoc. No lo hubiera logrado sin la participación de sus integrantes: Mariana, Herve, Edgar Pineda, Edgar Rosales, Emiliano y Reyna. Mi reconocimiento y más sincero agradecimiento para el Mtro. Emiliano Melgar y para la Arqlga. Reyna Solís, por su ayuda en los experimentos, los comentarios, las lecturas y la identificación de las Micrografías. Las Micrografías fueron tomadas por el Ingeniero Antonio Alva Medina, a quien agradezco el acceso, la bibliografía y su temple en esas largas sesiones en el MEB.

Los análisis de Difracción de Rayos X fueron realizados por el Mtro. Manuel Aguilar Franco del Instituto de Física, a quien agradezco su cooperación en la difusión, la bibliografía y su interés por la Arqueología. También, agradezco al Dr. Xim Bohkimi el acceso al laboratorio y por los análisis realizados.

Para el Dr. Lauro Quintero y la Dra. Ivonne Rosales del Instituto de Física; por su ayuda en el procesamiento de las muestras y el acceso a su laboratorio.

Debo mucho a mis profesores: Dra. Carolina Jasso, Dr. Jorge Gamma, Dra. Emily McLung, Mtra. Lynneth Lowe, Dra. Martha Iliá Nájera, Dr. Guillermo Bernal, Dra. Gudrun Lohmeyer de Lenkersdorf, especialistas cada uno en su materia, quienes me dieron sus perspectivas para intentar hacer mi Arqueología. Gracias por su tiempo, comentarios y bibliografía; por abrir mis ojos para enfocarlos a otras fronteras.

Agradezco todas las facilidades que me brindaron, el acceso a los materiales y su apoyo en todo momento al equipo del Laboratorio de Arizona State University en Teotihuacán: Lulú Caballero, Verónica Moreno, Ceferino Ortega, Mtra. Oralia Cabrera Cortés, Dr. Ian Robertson y Arqueóloga Clara Paz Bautista.

Por las intensas y fructíferas pláticas, así como su paciencia y comentarios agradezco al Mtro. Mitsuru Kurosaki. Así también, agradezco a mis amigos y compañeros: Mtro. Hirokazu Kotegawa, Mtro. Kenichiro Tsukamoto, Mtro. Hironori Fukuhara, Mtro. Akira Ichikawa, Mtro. Gilberto Pérez Roldán, Mtra. Nawa Sugiyama, Dr. Dave Carballo, Mtro. Francisco Riquelme, Mtra. Marisol Varela, Ing. Jorge

Blancas, Mtra. Jessamyn Snider, Arqueólogo Edgar Rosales de la Rosa, Arqueólogo Edgar Pineda Santa Cruz, Rodolfo, Alfredo, Rafael y Brenda Salazar, Dr. Víctor Arribalzaga y Tobón, Arqueóloga Claudia López; Mtro. Alejandro Sarabia, Dr. Jorge Angulo, Dr. Luis Alberto Martos, Dr. Luis Barba Pingarrón; sus comentarios sobre la investigación y el interés que pusieron en la misma.

En mi caso, el apoyo familiar fue imprescindible. Agradezco a la Familia López Juárez, López y Alarcón-Viguri y Dueñas López. En especial a mi madre Julia Juárez, quien siempre está dispuesta a ayudar y escuchar. A Miriam, Elvira, Felipe, Jorge, Luis Jesús y Jorge Fernando.

Un reconocimiento muy especial para la Familia Jiménez Pineda, en especial al Mtro. Edgar Jiménez. Gracias por la estancia, la compañía y el apoyo durante el muestreo en Michoacán y aquí en D. F.

Al Dr. Sergio López Ramos, por sus palabras, su fuerza y su dirección, quien me hizo dar el gran paso que cambio mi vida. A Carlos, Iván y Tania, por estar siempre presentes.

Por su interés en la investigación, por sus comentarios y lecturas, pero sobre todo, por ser mi compañía, apoyo y fortaleza, agradezco al Dr. Shigeru Kabata.

Al Posgrado de Estudios Mesoamericanos, por todo su apoyo académico, económico y administrativo; sobre todo el de Elvia Castorena Díaz, que no hubiera sabido que hacer sin su ayuda. Mil gracias Elvia.

Introducción

El presente Proyecto de Investigación intenta profundizar el estudio de los artefactos manufacturados en pizarra, roca metamórfica que ha sido recuperada por los diferentes Proyectos Arqueológicos de la Antigua Ciudad de *Teotihuacán*¹ (IMAGEN N.1 al final del apartado).

El actual tema parte del Proyecto de investigación que fue presentado como tesis de la Licenciatura en Ar queología, intitulada: "La pizarra de Teotihuacán. Tipología e Interpretación" (López Juárez 2006). Para dar continuidad y profundidad a ese estudio previo, reanudamos la investigación, dirigida ahora a d esarrollar una metodología para la identificación de la materia prima y así poder inferir su procedencia. También nos hemos enfocado en las técnicas e instrumentos que produjeron diversos artefactos.

Hacemos mención que algunos de los contextos arqueológicos analizados para la tesis de Licenciatura no siempre fueron claros, ya que el material procedía de diversos Salvamentos arqueológicos o bien, fueron materiales de pizarra recuperados desde los inicios de la investigación arqueológica sobre Teotihuacán (principios del siglo XX), donde no se establecía aún la metodología de registro del material. Por eso, únicamente se realizó la propuesta tipológica de los artefactos de pizarra para Teotihuacán.

Para esta investigación se han seleccionado artefactos de contexto ritual que han sido recuperados por los Proyectos Pirámide de La Luna, (Dirigido por el Dr. S. Sugiyama), Templo de Quetzalcóatl, (Dirigido por los

¹ (Mapa de *Teotihuacán* a cargo de los Drs. George Cowgill y Rene Millon; Proyecto Templo de *Quetzalcóatl* a cargo del Dr. George Cowgill y el Mtro. Rubén Cabrera; Proyecto especial La Ventilla 1992-1995, a cargo del Mtro. Rubén Cabrera; Teo Peritaje 163/98 realizado por el Dr. Jorge Angulo; Proyecto Pirámide de La Luna, a cargo del Dr. Saburo Sugiyama y el Mtro. Rubén Cabrera; El Proyecto especial 1962-1964 cuyos materiales pertenecen al acervo de la zona arqueológica).

Doctores G. Cowgill y R. Cabrera), Antigua Ciudad de Teotihuacán: Primeras fases de desarrollo urbano; Oztoyahualco 15B:N6W3 (dirigido por la Dra. L. R. Manzanilla), Proyecto Estudio de túneles y cuevas en Teotihuacán (dirigido por la Dra. L. R. Manzanilla), así como el material de Áreas de Actividad del Proyecto Teotihuacán Élite y Gobierno: Teopancazco (dirigido por la Dra. L. R. Manzanilla). Estos Proyectos cuentan con un registro preciso y han realizado estudios de radiocarbono para establecer su temporalidad. Estos fechamientos los utilizamos como referencia cronológica del inicio y el lapso de utilización de los artefactos de pizarra en Teotihuacán.

Estudios diversos y especializados nos hablan sobre los restos materiales de la compleja sociedad teotihuacana. Entre ellos, destacan trabajos sobre tipología cerámica (Rattray 1976, 2001; Rattray y Galgueras 1993; López 2003, 2009) el instrumental lítico sobre obsidiana, piedras verdes, cuarzos, entre otros (Carballo 2007; Kabata 2003, 2006; Kabata 2010; Murakami y López 2008; Spence 1966, 1967, 1977, 1981, 1987) los sistemas constructivos (Barba y Córdova 2005, mecanoscrito; Murakami 2008, mecanoscrito; Murakami 2010) o los entierros (Rattray 1978; Sempowski and Spence 1994; Serrano y Lagunas 1972-1973; Serrano, Pimienta y Gallardo 1991, sólo por mencionar algunos autores). Este trabajo está dirigido al conocimiento arqueológico de los artefactos elaborados con pizarra y que fueron parte del ajuar funerario.

Es importante mencionar que dentro de los entierros analizados, hay una asociación recurrente de la pizarra con obsidiana, diferentes especies de conchas y moluscos (Velásquez 2004, Velásquez et al. 2004, Melgar 2008, 2009, Solís 2007), gran variedad de piedras verdes (Cabrera Cortés 1995; López y Murakami 2008; Murakami 2004; Murakami y López, en prensa) cerámica y huesos animales para el caso de Pirámide de La Luna.

Esta relación con materias primas foráneas identificadas como marcadores de jerarquía social, hacen patente su valor dentro del ritual funerario. También, atestiguan que en la época teotihuacana, las redes de

intercambio y/o comercio y/o tributo fueron dinámicas y extensas, cubriendo diferentes regiones de Mesoamérica.

La organización de esta investigación comprende la clasificación y catalogación de los artefactos de cada Proyecto analizado; posteriormente se han realizado los análisis de caracterización y procedencia la materia prima.

Para identificar la procedencia de la materia prima, primero hemos recurrido a la investigación bibliográfica; después, a aplicar sobre artefactos y muestras geológicas técnicas inscritas dentro de la Arqueometría.

La información arqueológica y geológica, así como los resultados de las técnicas aplicadas, nos permiten proponer un aprovechamiento y flujo de materias primas de ciertas regiones de Mesoamérica, hacia la antigua ciudad.

Obtenida la información sobre la caracterización y la procedencia de la materia prima, hemos profundizado en la tecnología empleada en la manufactura de los artefactos a través de la experimentación controlada.

La experimentación ha sido realizada con instrumentos líticos contemporáneos y sobre material geológico recolectado para este fin.

Sobre la tecnología, pudimos identificar una homogeneidad técnica que posiblemente fue el resultado de una aportación de grupos sociales ajenos geográficamente a Teotihuacán que abastecieron el material; posteriormente la técnica quizás fue perfeccionada en la ciudad (López 2008; Melgar 2008).

Investigaciones paralelas y en proceso sobre artefactos manufacturados sobre diversas materias primas foráneas, darán una visión más amplia sobre el suministro y la transformación de las mismas (Melgar, en prensa; Pastrana y Domínguez, en prensa; Pérez, en prensa; Velásquez y Valentín, en prensa).

La parte final de la investigación, presenta la integración de los resultados de cada capítulo a manera de discusión.

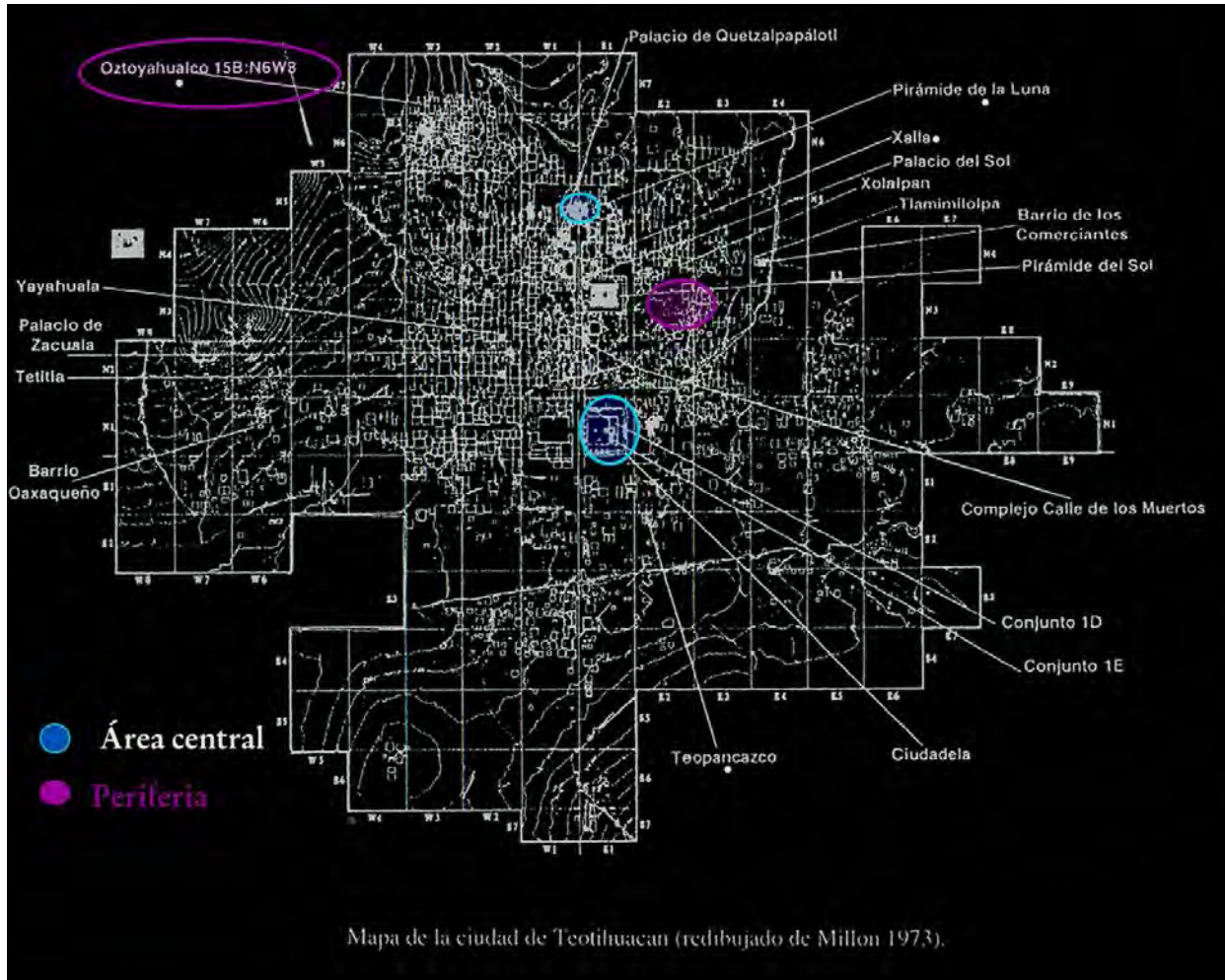
Para esta investigación se han analizado comparativamente los materiales procedentes de contextos primarios que cuentan con fechamientos claros, lo que nos ha permitido saber que la pizarra fue un material importado por un largo periodo en Teotihuacán. También se analizaron algunos materiales de rellenos, concretamente del Edificio 1 de la Pirámide de La Luna. El análisis de materiales de diferentes contextos y temporalidades, nos permite hacer algunas inferencias en cuanto a los cambios a través del tiempo en las calidades, colores y fuentes de la materia prima.

Hacemos notar que en México no se ha estudiado la pizarra de manera continua ni en el campo de la Arqueología ni en el de la Geología. En la Arqueología sólo podemos mencionar un par de referencias (López 2006, 2008, 2009, 2010; Villa 2009). Mientras que en la Geología, aún no hay suficientes estudios publicados sobre las propiedades de esta roca, como son los estudios de composición mineralógica e identificación por yacimiento (López, Ruvalcaba y Franco 2009; López, Ruvalcaba y Franco 2010).

Por lo anterior, en nuestra investigación, proponemos la metodología de estudio para la caracterización los artefactos y muestras geológicas de origen metasedimentario, así como una primera interpretación.

Aclaremos que nuestros planteamientos no son definitivos, investigaciones futuras pueden hacer que nuestras interpretaciones varíen y sean más precisas.

IMAGEN N.1. Mapa de Teotihuacán, donde se ubican los Proyectos analizados para esta tesis.
Retomado de Manzanilla y redibujado de Millon 1973.



CAPITULO 1. OBJETIVOS Y PROPUESTAS

A lo largo de la existencia del ser humano se han acumulado en el haber histórico incontables manifestaciones de su producción cultural.

En el caso particular de Mesoamérica, el trabajo artesanal de las sociedades complejas mantuvo una larga tradición que inició desde el periodo Formativo. A través de las actividades producto de este trabajo, fue que las antiguas sociedades establecieron relaciones sociales jerárquicas y a diferentes escalas (Garber et al. 1993; Lesure 1999; Murakami y López 2009, en prensa).

Si bien, la ideología ha sido siempre construida por las elites dominantes de cada sociedad y momento, estas mismas ideas al ser respaldadas por la institución religiosa, obtienen legitimidad al ser asimiladas por la colectividad.

Es así como la ideología se vuelve elemento integrador y configurador de una identidad social (López 2005).

Dentro de esta identidad social, suponemos que la producción y reproducción de la ideología, así como su representación material, pueden ser un componente interno ligado a las actividades del intercambio de dones y/o comercio de bienes de los grupos gobernantes. Estas actividades sustentadas por la ideología y la religión, así como el intercambio a larga distancia están presentes dentro de Teotihuacán.

En esta antigua ciudad hubo diversas expresiones materiales que fueron producto y reflejo del poder y de la ideología dominante como: arquitectura monumental, palacios y áreas habitacionales planeadas, algunas de ellas decoradas con exquisitas pinturas murales, esculturas y artefactos en diversas piedras que hacen evidente la destreza de los artesanos sobre las herramientas líticas para manufacturar las diversas materias primas.

Es indiscutible que los artesanos constituyeron un sector importante en las sociedades complejas, y desempeñaron un papel primordial al

manufacturar una serie de productos cuya función va más allá de lo utilitario.

Productos controlados como figurillas, vasijas, excéntricos, orejeras y narigueras algunos elaborados en materias primas foráneas e identificados como de distribución restringida y exclusiva; se convirtieron en objetos de prestigio, ya que adquirieron un valor como marcador de estatus social (Cabrera 1995; López 2009; Manzanilla 2007).

Los artefactos que dan pie a esta investigación, utilizados frecuentemente dentro de la industria lítica teotihuacana, son los manufacturados en pizarra. Su aparición es constante dentro de los entierros, lo cual implica que posiblemente estos artefactos tenían un significado ideológico dentro del ritual funerario. Registros arqueológicos mencionan que la pizarra aparece por un lapso de aproximadamente 650 años dentro de Teotihuacán. Especialmente se ha recuperado en todos los complejos arquitectónicos de la ciudad que se han excavado hasta ahora.

Estos datos refuerzan nuestra idea de la importancia de la pizarra en términos ideológicos y sociales. Además, muestran que el material fue de amplia distribución dentro de la sociedad teotihuacana.

El conjunto de artefactos de pizarra utilizados por los teotihuacanos se manifiesta en una variedad de formas (discos, placas, lajas, pendientes) y cuenta con distintos grados de elaboración.

Es indudable que los artefactos de pizarra en conjunto con otras materias primas exquisitas (diversas piedras verdes, obsidiana, pirita, concha, cuarzos, sólo por mencionar algunas), se utilizaron probablemente a manera de elaborados tocados, vestimentas militares y adornos diversos. Los entierros de Templo de Quetzalcóatl así como los de Pirámide de La Luna, Teotihuacán así lo muestran (Cabrera 1995; Cabrera y Sugiyama 1999, 2009; Sugiyama 1995, 2005; Sugiyama y Sarabia 2011).

Estos objetos han sido identificados como señal de prestigio político, quizás ideológico y posiblemente económico dentro de Teotihuacán, así

como en varias sociedades de Mesoamérica (Carballo 2007; Freidel 2005; Kabata 2006, 2010; López 2006; Manzanilla 2004-b; Murakami y López, en prensa).

Por esta razón, debido a la importancia cualitativa y cuantitativa en el uso de la pizarra en Teotihuacán, el suministro regular por un lapso de 650 años² debió ser una de las actividades administrativas importantes de las instituciones o grupos políticos, religiosos y/o económicos.

Es posible que el control de diversas materias primas foráneas, materiales en proceso de manufactura y posiblemente también objetos terminados haya sido ejercido por un sector social privilegiado (Manzanilla 2008-c; Murakami y López 2009; Sugiyama y López Luján 2007). Este sector se encargaría de regular su adquisición, transformación en diseños específicos, distribución en la ciudad y posiblemente a otros sitios fuera de su esfera cultural (Freidel 2005:1-5).

A pesar de su presencia constante en Teotihuacán, es poco lo que se ha investigado sobre esta materia prima. Es por esto, que consideramos que hay aspectos importantes sobre la pizarra que debemos indagar: la procedencia de la materia prima, la producción así como la distribución de los artefactos dentro de la ciudad.

En esta investigación se pretende ahondar sobre el conocimiento geológico de la materia prima, las técnicas de manufactura y las herramientas utilizadas que dieron origen a los artefactos. Con base en los resultados obtenidos, se intenta dilucidar cuáles fueron los procesos sociales que motivaron la adquisición, producción y utilización de los mismos.

Dados los escasos estudios previos sobre materiales arqueológicos de pizarra en Mesoamérica, tenemos como objetivos específicos:

²Tomando como referencia la cronología propuesta por Manzanilla 2008: 363 y Sugiyama y Sarabia 2011:39-45.

1. Establecer una metodología para caracterizar la materia prima de los artefactos; de esta forma podremos identificar la existencia de diferentes fuentes del material.

2. Contrastar los resultados con la información geológica y arqueológica existente, para proponer algunas posibles áreas de abastecimiento, intercambio o de aprovechamiento y flujo de materias primas hacia la antigua ciudad.

3. Sobre la producción de los artefactos, responder las dudas tecnológicas sobre el proceso de manufactura, así como las herramientas empleadas en su manufactura, utilizando arqueología experimental.

4. Con la información obtenida de los experimentos realizados, identificar si hay producción especializada de los objetos de pizarra.

Estamos conscientes de que el valor de los objetos puede ser mutable de acuerdo a los usos socialmente asignados, por lo tanto, los artefactos de cualquier clase se deben identificar no sólo por la calidad, la abundancia y la escasez de materias primas con que se manufacturan, sino también por las circunstancias de su uso (Kabata 2010). Por esta razón, para esta tesis se analizan los materiales del centro ceremonial y su periferia recuperados de los proyectos: Pirámide de La Luna, Templo de Quetzalcóatl, Oztoyahualco, Teopancazco y las Cuevas de las Varillas y Pirul. Los materiales son de diferente temporalidad y contexto.

Sobre el abastecimiento de la materia prima, consideramos que:

I. Hubo redes comerciales por donde circulaban diversas materias primas. Dichas redes fueron estables y seguras. El suministro ininterrumpido de pizarra por un lapso de 650 años nos lo permite sugerir. El acceso y la seguridad de las redes por donde transitaban las materias primas dependían

en gran medida del control político del territorio (Pastrana 2007:105). Suponemos que la obtención de la materia prima era manejada entonces, por la institución en el poder. Quizás esta institución contaba con redes de asentamientos permanentes, geográficamente dispersos, que suministraran la materia prima.

II. La importación de la pizarra como bien común y alóctono a Teotihuacán obedecía necesidades rituales. La pizarra fue una materia prima imprescindible en diferentes ámbitos de la ciudad³; su obtención pudo involucrar personajes de diferentes jerarquías –por ejemplo, de los barrios que participaran en el abastecimiento y redistribución de materias primas. Posiblemente había individuos encargados de adquirir las materias primas en sus lugares de origen, trasladarlos entre los distintos asentamientos y llevarlos a Teotihuacán para ser transformados en ornamentos y piezas votivas para rituales y ofrendas.

III. La materia prima y las herramientas de trabajo llegaron a la ciudad por algún sistema de intercambio, comercio o tributo con otras poblaciones. Al respecto, Blanton et al. (1996:9-10) nos dicen que la ciudad de Teotihuacán pudo extender su control directo a zonas periféricas por medio de enclaves de intercambio y sitios de extracción de materias primas.

Suponemos que los enclaves contaban con cierto grado de filiación con las casas nobles o élites intermedias de Teotihuacán. He ahí el posible componente étnico que aseguraba un constante flujo de materias primas, productos terminados y personas.

³ Se ha recuperado en contextos primarios, componente importante de la ofrenda de los entierros del Templo de Quetzalcóatl, de Pirámide de La Luna, así como del barrio La Ventilla, en ofrendas a estructuras, como la encontrada en la cámara de Pirámide del Sol y en diferentes sectores de la antigua ciudad (N5 E1W1, N4-5 E1W1, N3E1, N4W1, N1E1, 15B:N6W3, N2W2, N3W2, N2W2, según Millon 1973).

IV. Diversas investigaciones han mostrado que es imposible separar la economía como esfera de actividad de las relaciones sociales, la vida ritual, la concepción del medio ambiente y la cosmología. Suponemos que la explotación, manufactura y transporte de la pizarra no se dio únicamente por una necesidad religiosa, sino que estaba implícito un control comercial multidireccional que tejía amplias redes de intercambio de materias primas y gente, donde probablemente fueron partícipes varias esferas económicas y diferentes niveles sociales (Good 2007; Kabata 2010; Manzanilla 2009).

Sobre la producción de los artefactos tenemos las siguientes hipótesis:

V. Los artefactos de pizarra se caracterizan por una estandarización morfológica así como la presencia constante dentro y fuera del área ceremonial, lo que nos indica una producción masiva. Posiblemente la institución en el poder controlara un número limitado de personas, el sello de la manufactura estatal, tamaño y forma, conferirían estatus a la persona que lo utilizara, como menciona Costin:

Craft objects "materialize" ideology; construct social relationships; communicate status, affiliation, and power; and mark differences between individuals (Costin 2001:274-275)⁴.

Por lo que se infiere que, la especialización artesanal es resultado tanto de desarrollos tecnológicos como de estrategias políticas, donde el estado patrocina artesanos, herramientas de trabajo y diversas materias primas, así como instalaciones de producción. Entonces, por medio del trabajo intensivo

⁴ La producción de objetos "materializa" la ideología, construye relaciones sociales, confiere estatus, filiación y poder y marca diferencias entre individuos (Traducción de Costin 2001:274-275).

y la aplicación de una o varias técnicas eficientes, se maximizaba la producción de bienes (Costin 2001; Wiesheu 2003).

Posiblemente la entidad dominante o rectora, también se encargará de redistribuir los artefactos dentro de los pobladores de la ciudad. Formas y tamaños de los artefactos marcaban la diferencia de estatus.

VI. Cabe la posibilidad de que la entidad dominante controlara el trabajo artesanal para su propio uso (funerario u ornamental) con ciertos artesanos, pero a la vez, que no prohibiera que los artesanos locales imitaran las formas y motivos utilizados por ellos. Esta permisividad estaría justificada por el valor simbólico y ritual conferido a los artefactos de pizarra.

El Estado entonces, no necesariamente fue el actor económico dominante; pudieron haber varias vías de abastecimiento de materia prima, herramientas y por consiguiente, diferentes lugares de trabajo.

Al respecto Costin (2001) menciona que:

Artisans get access to raw materials, tools, and knowledge; they work in settings that have physical, social, and political "place" and structure; and they use the means of production to transform raw materials into finished objects that have both utility and meaning(Costin 2001:277)⁵.

Es importante mencionar que una de las características de las ciudades multiétnicas es la existencia de grupos especializados en trabajos artesanales y oficios, que frecuentemente, habitaban en barrios (Manzanilla 2006). Para Teotihuacán, originalmente se pensó en la existencia de barrios de artesanos de tiempo parcial con otra actividad complementaria, pero algunos autores

⁵ Los artesanos consiguen el acceso a materias primas, instrumentos y conocimiento; trabajan en cosas que tienen un "lugar" físico, social, político y estructura; usan los medios de producción para transformar materias primas en objetos terminados que tienen tanto utilidad como significado (Traducción textual de: Costin 2001:277).

opinan lo contrario; también se ha propuesto la existencia de artesanos de tiempo completo.

Ponemos como ejemplo a Tlajinga 33, en la periferia sur de la ciudad, donde se elaboraron objetos de lapidaria seguidos por un cambio en la producción artesanal en la fase Xolalpan tardío por la manufactura de candeleros y ánforas Anaranjado San Martín (Storey y Widmer 1989; Widmer 1991). Cabe mencionar que todavía no se ha establecido cabalmente la presencia de los talleres antes mencionados, si se toma en cuenta que sólo se ha recuperado, analizado e interpretado el material de superficie y de algunos pozos de sondeo.

Los talleres lapidarios de La Ventilla son los únicos localizados y estudiados con detalle hasta ahora por Gómez (2000) y Gazzola (2005). La identificación de estas unidades como talleres se realizó a partir del hallazgo de los desechos, las materias primas, las herramientas, objetos en proceso y terminados, que permitió determinar el nivel de producción, el grado de especialización y las formas de organización del trabajo (Gazzola 2009:134).

Gómez (2000) define a La Ventilla como un barrio de artesanos especializados en diferentes materiales, todo esto sustentado en la infinidad de materias primas en proceso y desechos y los materiales utilizados como herramientas, complementado con el estudio del patrón de enterramiento de la gente que habitó este conjunto. A su vez, define al barrio como una entidad redistributiva y de control que ocupa el Estado teotihuacano, funcionando con base en las relaciones sociales que discurren sobre la producción de bienes.

Sobre esto, Manzanilla (1992) menciona que el barrio teotihuacano pudo haber servido como un organismo que negociaba entre los linajes y el Estado, en el cual convergían numerosas redes económicas: unas de trueque directo, otras de intercambios controlados y otras más de redistribución.

Los estudios realizados sobre el sistema económico de la sociedad teotihuacana concuerdan en que su organización y ejecución estuvo en manos de una entidad jerárquica, que acumuló bienes y control por medio del monopolio del abastecimiento, la producción, la distribución de materias primas y los productos mediante un sistema de redistribución y de mercado. Supuesto basado en que el Estado Teotihuacano fue políticamente centralizado, ya fuera dirigido por la decisión de una familia real o por una consulta colectiva (Manzanilla, comunicación personal abril 2010).

Para puntualizar, en esta investigación consideramos que el conjunto de artefactos de pizarra utilizados en diferentes contextos, con diferente temporalidad y abundante cantidad, sugiere un sistema regular de abastecimiento y distribución. Este sistema de suministro constante y complejo, debió ser regulado por una entidad jerárquica como lo pudo ser el Estado y sus casas nobles, como ha mencionado Manzanilla (2008, 2009, 2010).

La gran demanda de materia prima y la subsecuente redistribución ya como artefactos; fue provocada quizás por el uso dentro del ritual donde era necesaria la presencia de artefactos manufacturados en pizarra. Esta necesidad de artefactos manufacturados en pizarra, posiblemente fue debida a cierta carga simbólica atribuida a la materia prima (López 2006: López 2010, en prensa).

Continuando con la investigación, el siguiente apartado muestra los antecedentes de Teotihuacán. Se mencionan los antecedentes geográficos y geológicos, necesarios para situarnos en lugar y entorno geológico. Los antecedentes arqueológicos de Teotihuacán así como los antecedentes de la pizarra en Teotihuacán.

CAPITULO 2. Antecedentes

2.1 El escenario natural de Teotihuacán

2.2 Investigaciones Arqueológicas

2.2.1 Periodo Formativo tardío y terminal (500 a. C a 100 d. C.)

2.2.2 Periodo Clásico (100 d. C. a 650 d. C.)

2.3.1 Generalidades

2.3.2 Tipología y clasificación de los artefactos

2.4 Metodología

2.1 EL ESCENARIO NATURAL DE TEOTIHUACAN

Dentro de nuestra investigación la geología juega un papel muy importante. Primero, para identificar la materia prima local y como segundo paso, confirmar que la materia prima bajo estudio fue importada. Por ese motivo, en este apartado se presenta una síntesis del valle de Teotihuacán.

El sitio arqueológico de Teotihuacán se localiza aproximadamente a 45 Km. al NE de la Ciudad de México, en la porción central E de la Cuenca de México (ver IMAGEN N.2). Tiene un área aproximada de 532 km² y una altitud promedio que va entre los 2240 a los 2310 msnm. Se ubica geográficamente en las coordenadas 19° 02' y 20° 12' latitud norte y 98° 28' y 99° 32' de latitud oeste; constituye el límite sur de la Altiplanicie Mexicana (Rodríguez 20010:74).

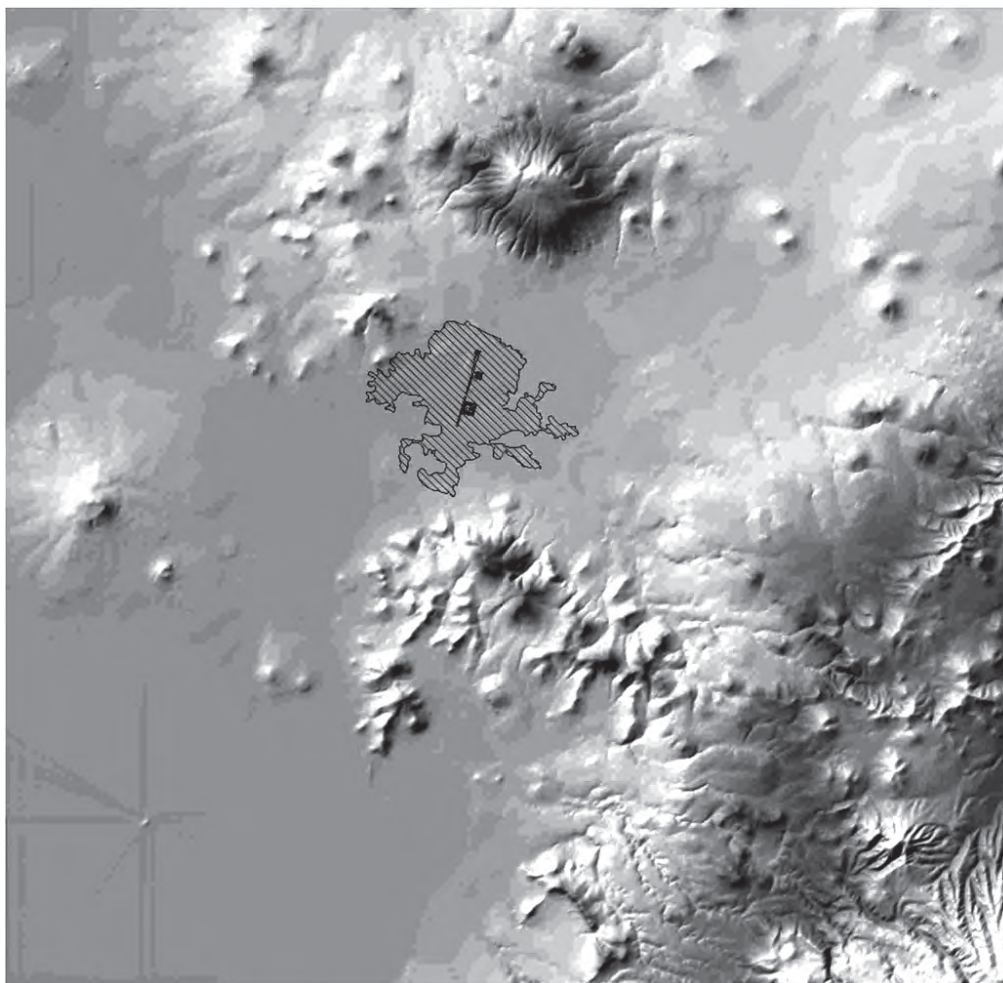
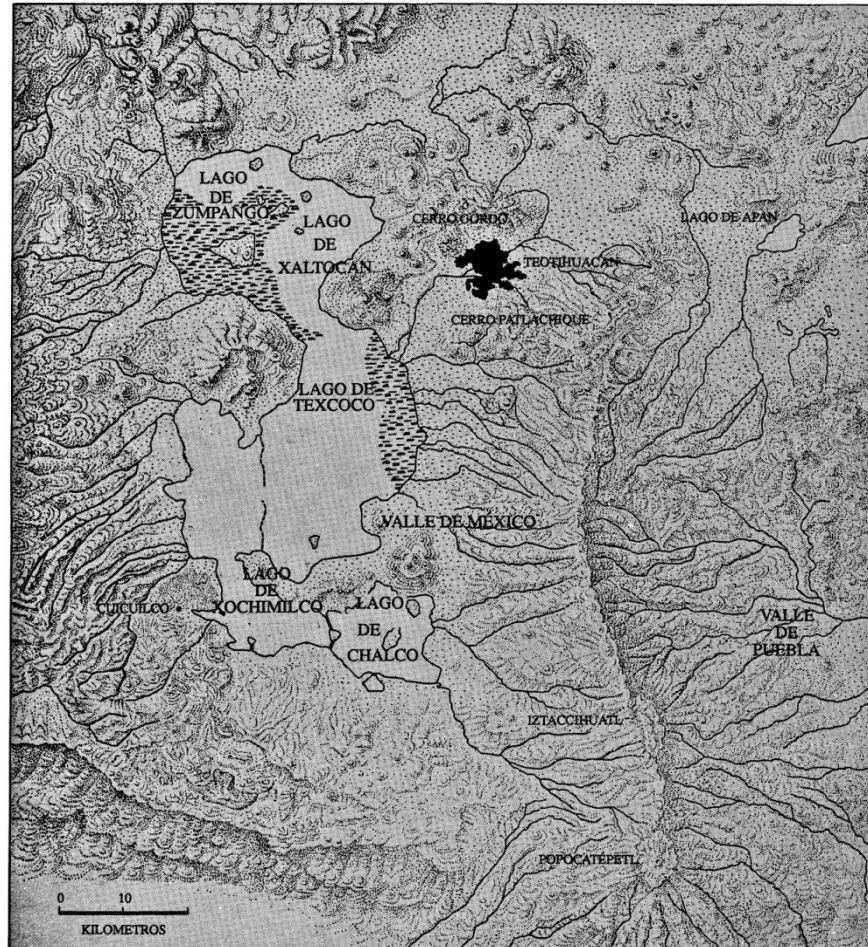


IMAGEN N.2 Localización y tamaño de la ciudad de Teotihuacán en el valle de Teotihuacán (Retomado de Manzanilla 2009:22; Fotografía de Gerardo Jiménez).

La región de Teotihuacán está dominada por geoformas. El valle se encuentra delimitado al N por los Cerros Gordo y Malinalco, al S por el Cerro Patlachique, que forma parte de las estribaciones de la Sierra Nevada, además de una serie de cerros aislados entre los que se encuentran el Cerro Xococonotepc o Soconusco y el Cerro Huiztoyo, hacia el E se localiza el Cerro Cuauhtlatzinco y entre éste y el Cerro Gordo está el paso valle de Otumba desde el propio valle de Teotihuacán (McCLung 2009).

Finalmente hacia el W limita en parte con el Cerro Tlahuilco y se conecta con la región del Lago de Texcoco (IMAGEN N. 3).

IMAGEN N. 3
Cuenca de México.
Retomado de López s/f:12.



Cuenta con estructuras volcánicas del

Terciario Medio al Cuaternario y con cuatro fracturamientos que le dan forma rectangular, el valle de Teotihuacán experimentó varias etapas de vulcanismo reciente del Plioceno al Holoceno (Manzanilla 2008:359). Son evidentes los diversos puntos de emisión de piroclastos en la porción norte del valle, que fueron tapados por uno o varios lahares, uno de los cuales fluyó de noroeste a sureste, y representa el sustrato de toba volcánica sobre el cual se cimentaron las principales construcciones teotihuacanas (*op.cit.*:360 cf. Barba 1995).

La lava sobre la que se construyó parte de la Ciudad de Teotihuacán corresponde a uno de los eventos geológicos más jóvenes. Otra parte del

sitio arqueológico está asentado sobre gruesas capas de tobas o tepetates consolidados.

Hacia el S del valle se encuentran rocas volcánicas erosionadas pertenecientes al Periodo Terciario, aparecen tanto en el Cerro Malinalco como en la parte W del Cerro Mixcuyo. El Periodo Cuaternario se encuentra representado por rocas volcánicas de tipo basáltico (lavas o piroclastos) que al parecer rodean todo el valle. Hay rocas ígneas de composición andesítica que al parecer son la formación más antigua del área, están presentes en los Cerros Malinalco, Tezompa, Nexcuyo, Zacualucan y los Cerritos Maravillas en el noroeste del valle.

Hacia el N se encuentra otro afloramiento de andesitas, en el Cerro Gordo. Este mismo tipo de rocas se aprecia hacia el S del valle en los cerros Patlachique, Xoconoxtepec y Huiztoyo.

Se identifican rocas de composición dacítica en la región del SE, en el Cerro Tepepatlaco o Patlaco, y en la parte E del Cerro Patlachique, así como en Belén y en Chiconcusco.

Los basaltos corresponden a las últimas emisiones volcánicas del valle, localizándose en el Cerro Gordo, el Cerro Cuauhtlatzinco, las Lomas de Texcaltitla y también se localizan en los Cerros Xoconoxtepec, Huiztoyo, Nextlalpan y en la cordillera del Patlachique, aunque éste es mayormente de naturaleza andesítica. En los Cerros de San Luís, Tlactepec, Tompiatli o Berrinche y Trigo han sido localizadas rocas de andesita basáltica.

En la periferia del poblado del actual Otumba, se han detectado algunos derrames de obsidiana de color "pardo agrisado". Las rocas sedimentarias de este valle están representadas por tobas, arenas de origen volcánico (xalnene), brechas, aglomerados y arenas de acarreo. Dentro del

valle se identifican rocas volcánicas ácidas y básicas entre las que destacan respectivamente basalto, tepetate y, en menor cantidad, obsidianas (vidrio volcánico).

El valle de Teotihuacán presenta suelos originados por la alteración de rocas ígneas y por el intemperismo de materiales aluviales y coluviales; son del tipo luvisol y cambisol asociados a cimas, pendientes ligeramente convexas y somontes. Estos últimos están delimitados por tepetates que provienen de la hidroconsolidación de las tobas del lahar antes mencionado. En la base de las laderas y cerca de la llanura aluvial, hay suelos antrópicos que constituyeron terrazas de tiempos formativos y teotihuacanos, cubiertos por materiales coluviales y aluviales (Manzanilla 2008:361, cf. Gama-Castro et al. 2005).

El río San Juan es la principal fuente de agua de Teotihuacán corre del NE al SW y su nacimiento está en el Valle de Otumba, para desembocar en el Lago de Texcoco, surcando por la parte central del Valle de Teotihuacán por más de 6 Km. uniéndose al Río San Lorenzo. El río que le sigue en importancia es el San Lorenzo, conocido también como Barranca de Metepec; éste nace en las estribaciones meridionales del valle y recibe los escurrimientos de los cerros Patlachique y Oxtotipac, entre otros; hacia el SW del valle se une con el río San Juan en la planicie inferior pantanosa.

Basándonos en esta información, podemos afirmar que el valle de Teotihuacán contaba con importantes recursos naturales. Los ríos y manantiales permitieron el florecimiento de la agricultura, que se corrobora con la información de los suelos antrópicos en terracedo cerca de las laderas y llanuras aluviales (Jasso, Gama-Castro y McClung 2009: Geoarqueología, curso impartido en el IIA-UNAM).

Los indicadores arqueológicos identifican en sitios aldeanos del Formativo tardío y terminal, como Cuanalan, rastros de cultivos de maíz, frijol, amaranto, tomate silvestre, cactus, tejocotes, así como el aprovechamiento de la fauna como guajolotes, perros, conejos, venados cola blanca, ranas y tortugas (Manzanilla 2008:362).

Para el periodo Clásico, en los conjuntos habitacionales teotihuacanos la subsistencia estaba relacionada con el maíz, el amaranto, el frijol, las calabazas, los quelites, las verdolagas, las quenopodiáceas (huauhzontle, epazote), el tomate, los cactus así como algunas plantas como el zapote blanco para uso medicinal y algunos recursos florísticos importados como el aguacate, el tabaco el algodón y las malváceas (Manzanilla 2008:363; Sugiyama y Sarabia 2011:39) que Manzanilla (2008:363) relaciona con un acceso diferencial a ciertos recursos botánicos asociados con las ramas de la manufactura y consumo ritual. Hipótesis basada en los conjuntos donde fueron recuperados.

Los restos faunísticos indican que hubo un aprovechamiento de conejos y liebres, venado, perro y guajolote, aves acuáticas y peces de agua dulce (op.cit.:364; Pérez 2005, 2010; Rodríguez 2010).

En cuanto a los recursos minerales de los que disponían los teotihuacanos eran basalto, andesita, tezontle, obsidiana y arcillas, entre otros. Estudios diversos (Manzanilla 2008-b; 2009; Murakami 2010; Villaseñor 2006) muestran que las materias primas locales como las andesitas, tezontles y basaltos fueron utilizados como materiales para la construcción, además de la evidencia arqueológica los identifica como herramientas y objetos de molienda.

Es evidente que a través del tiempo, los teotihuacanos adquirieron un conocimiento preciso sobre la naturaleza de las rocas y el uso como material

de construcción y para manufacturar otros objetos. La obsidiana, considerada como una de las materias primas esenciales para la vida prehispánica, se utilizó como herramienta, para actividades artesanales, en la vida doméstica y como objetos que se utilizaban en las prácticas rituales (Carballo 2007; Gazzola 2007, 2009; Kabata 2003, 2006, 2009, 2010; Pastrana 2007, 2009). Por otro lado, la cerámica alcanzó una calidad muy alta a nivel tecnológico y social (López 2009), llegando a utilizarse como marcador de la influencia teotihuacana en los diferentes puntos de Mesoamérica donde se reporta.

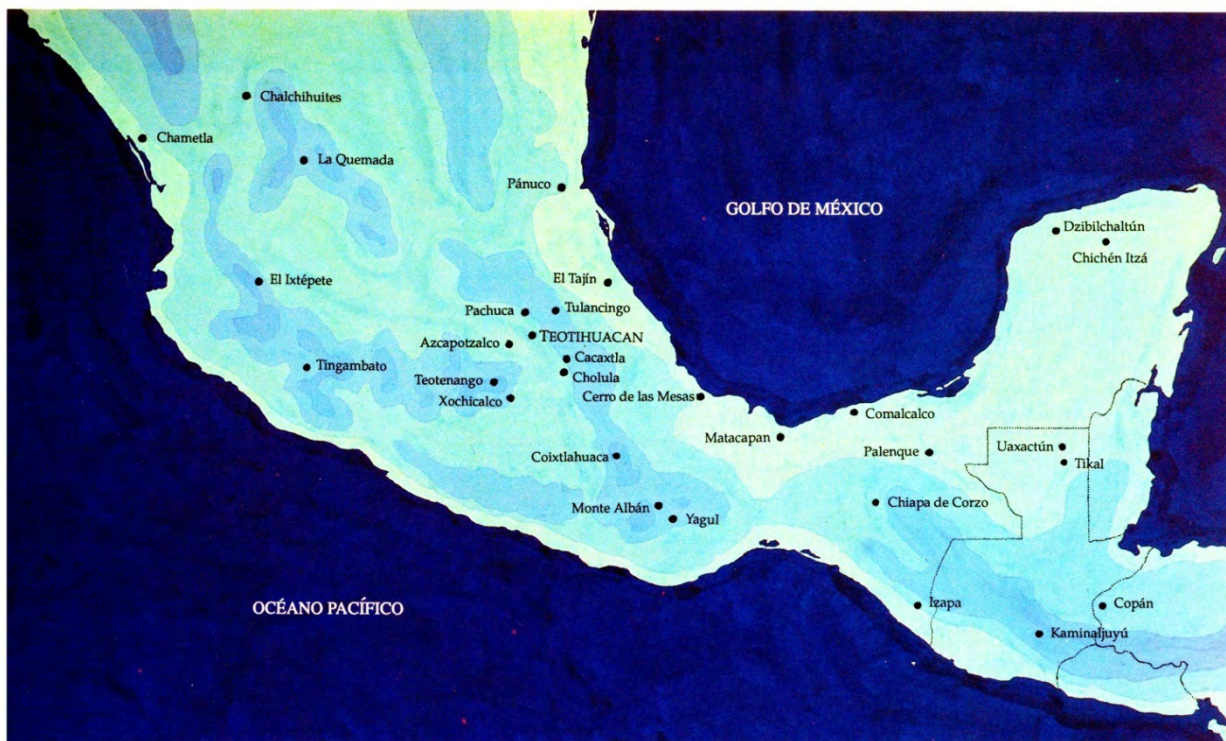


IMAGEN N.4 Mundo Teotihuacano, relaciones e influencia. Retomado de López s/f:15

Teotihuacán también se caracterizó por ser una ciudad importadora y exportadora de productos, entre los se encuentran organismos marinos procedentes del Océano Pacífico, del Atlántico y del Golfo de México (Rodríguez 2010; Sugiyama 1991; Turner 1988; Valadez 1993; Velásquez, Paz, Pérez 2009); rocas metamórficas de Oaxaca, Guerrero y sur de Puebla (Cabrera Cortés 1995, 2009; Millon 1981; Martínez 1994; Rosales 2004; Rattray y Galgueras 1993; Sotomayor y Castillo 1973) así como piedras verdes de Guatemala.

La importación de materias primas alóctonas distribuidas en diferentes sectores de la antigua ciudad, y concentradas en otros (como La Ventilla o Teopancazco) nos habla de las amplias redes comerciales que Teotihuacán tejió con el resto de Mesoamérica. Las rutas y medios de abastecimiento aún se investigan.

El presente estudio se centra únicamente en la pizarra, una de las materias primas líticas importadas durante largo tiempo a Teotihuacán.

En el siguiente apartado se presenta una síntesis sobre las investigaciones arqueológicas de Teotihuacán. Así, situamos en tiempo y espacio el material analizado para esta investigación.

2.2 INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS

En este apartado se hace un breve recuento sobre la historia de Teotihuacán. Se hace de manera cronológica y haciendo énfasis en los Proyectos analizados para esta investigación. Nos hemos basado en los estudios de Manzanilla (2008-b:365-375), Murakami 2010; Padró 2002; Rodríguez 2010 y Sugiyama y Sarabia 2011; porque corroboran los fechamientos con datos de radiocarbono (Beramendi et al.; Manzanilla 2008:365).

2.2.1 PERIODO FORMATIVO TARDÍO Y TERMINAL (500 a.C. a 100 d.C.)

Es en este periodo donde se ubican las principales ocupaciones sedentarias del valle de Teotihuacán. Se identifican las fases Cuanalan (400 a 100 a.C.), Tezoyuca (100 a C.-1) y su contemporánea Patlachique (100 a C.-1) y Tzacualli (1-100 d. C.).

Sobre la fase Tzacualli, del Formativo Terminal, Teotihuacán se expande hasta cubrir 600 hectáreas, según Parsons (1974), y Cuicuilco llega a su tamaño máximo con un tamaño aproximado de 400 hectáreas. Parsons (1989) menciona que hay otros centros locales con arquitectura pública más modesta y entre 3000 y 7000 habitantes.

En Teotihuacán hay pocas estructuras tempranas excavadas hasta la fecha. Los escasos registros señalan que la ciudad fue creada como centro ceremonial, ocupando el área central desde el siglo I d. C y creció relativamente rápido (Sugiyama y Sarabia 2011: 41). Al respecto, Manzanilla (2008-b:367) menciona que el inicio de la actividad constructiva para la ciudad de Teotihuacán, da inicio entre el 70 y el 80 d. C., ya que el conjunto palaciego de Xalla, ubicado al norte de la Pirámide del Sol, fue fechado

para el 80-255 d.C. (op. cit.). Además, el túnel norte de la Pirámide del Sol, el Templo de Quetzalcóatl y la Cueva de La Basura coinciden en fechamientos por radiocarbono que oscilan entre el 70 y 80 d.C. (Manzanilla, López et al. 1996; Manzanilla 2008-b:368; Rattray 1991:12).

Una de las pocas estructuras tempranas excavadas, es el denominado Edificio 1, dentro de la Pirámide de La Luna. Considerado hasta ahora como una de las edificaciones más antiguas de la ciudad de Teotihuacán, ya que ha sido fechado hacia la fase Tzacualli (ca. 100 d. C.). El Edificio 1 es un basamento piramidal de pequeñas dimensiones que posiblemente funcionaba para realizar rituales ante el público (Sugiyama y Sarabia 2011:42).

2.2.2 PERIODO CLÁSICO (100 a 650 d. C.)

Fases Miccaotli (100-200 d. C.), Tlamimilolpa (200-350 d. C.), Xolalpan (350-550 d. C.) y Metepec (550-650 d. C.).

La fase Miccaotli, primera del Clásico, abarcaría el segundo siglo de la era cristiana.

En esta fase, Teotihuacán adquiere su característica división en cuatro cuadrantes o sectores; se construye la Calzada de los Muertos, la Avenida Este-Oeste y la Ciudadela. Sobre la Calzada de los Muertos, ésta se constituye como el eje principal de la traza ortogonal de la Ciudad, con una orientación típica teotihuacana de 15°17' al este del norte, con una longitud de 3 Km (Manzanilla 1995; Padró 2002; cf. Rodríguez 2010: 77). Se construye la primera fase del Templo de Quetzalcóatl, el Grupo Viking y posiblemente el Templo de la Agricultura (Padró 2002). Los Edificios 2 y 3 de Pirámide de La

Luna, fueron edificados entre el 150 y 200 d. C. cubriendo el Edificio anterior (Sugiyama y Cabrera 2006; Sugiyama y Sarabia 2011:42).

Se cree que en esta fase la ciudad alcanza una extensión máxima cercana a los 22.5 Km² y se estima que alcanzó una población cercana a 45,000 habitantes (Matos 1990; Millon 1973; Padró 2002; Rodríguez 2010: 77).

El Edificio 4 (200-250 d.C.) de la Pirámide de La Luna es nueve veces más grande que la construcción anterior (Sugiyama y Sarabia 2011:43). Durante la fase Tlamimilolpa (200-350 d. C.) comienza el crecimiento urbano y los elementos de planificación que Millon (1973) muestra en su Mapa de Teotihuacán.

Se comienzan a observar construcciones, o edificios superpuestos como el Templo de Quetzalcóatl y se sugiere que hacia el 300 d. C. se dio un cambio arquitectónico de la ciudad, con el inicio de las fachadas con tableros (Sugiyama y Cabrera 2006:16-17). El Edificio 5 de Pirámide de La Luna corresponde a éste momento de modificación arquitectónica (Sugiyama y Sarabia 2011:43).

Se evidencia la existencia de una retícula de calles paralelas y perpendiculares entre sí. Se inicia la construcción de las unidades habitacionales rodeadas por un muro externo, carentes de ventanas y accesibles por una sola entrada; como: Xolalpan, Tepantitla, Tetitla, Zacuala y Tlamimilolpa (Manzanilla 1995). Así también se realiza la canalización del río San Juan para adaptarse a la retícula urbana, el trazo de un sistema de drenaje subterráneo, etc. (Manzanilla 2008-b).

Este periodo representó un cambio cualitativo en cuanto al sistema de asentamiento en el valle de Teotihuacán. Se suponen varios grupos poblacionales dispersos, probablemente los constructores de las

edificaciones antes mencionadas, posiblemente con diferentes filiaciones étnicas. Quizás en la fase Tlamimilolpa, toda esta población fue conminada a adoptar otro tipo de organización. Fueron ubicados en los conjuntos multifamiliares y en los barrios, en cuya cabeza estaban las casas nobles que organizaban la mano de obra multiétnica (Manzanilla 2008-b:368-371).

Hay evidencia de las relaciones entre Teotihuacán, la zona del Golfo de México y el área Maya (Rodríguez 2010: 78).

Tres de los siete niveles constructivos de la Pirámide de La Luna están ubicados en la fase Tlamimilolpa.

También hay indicios de varios rituales de terminación, que consistieron en grandes fuegos donde se tiraron figurillas desmembradas o se “mataron” varios tipos de recipientes cerámicos junto con pizarra, mica, concha, cráneos de hombres jóvenes en vasijas, a veces con cinabrio etc. Fechamientos por radiocarbono y arqueomagnetismo permiten situar el tránsito Tlamimilolpa tardío/Xolalpan temprano (Manzanilla 2008-b:372).

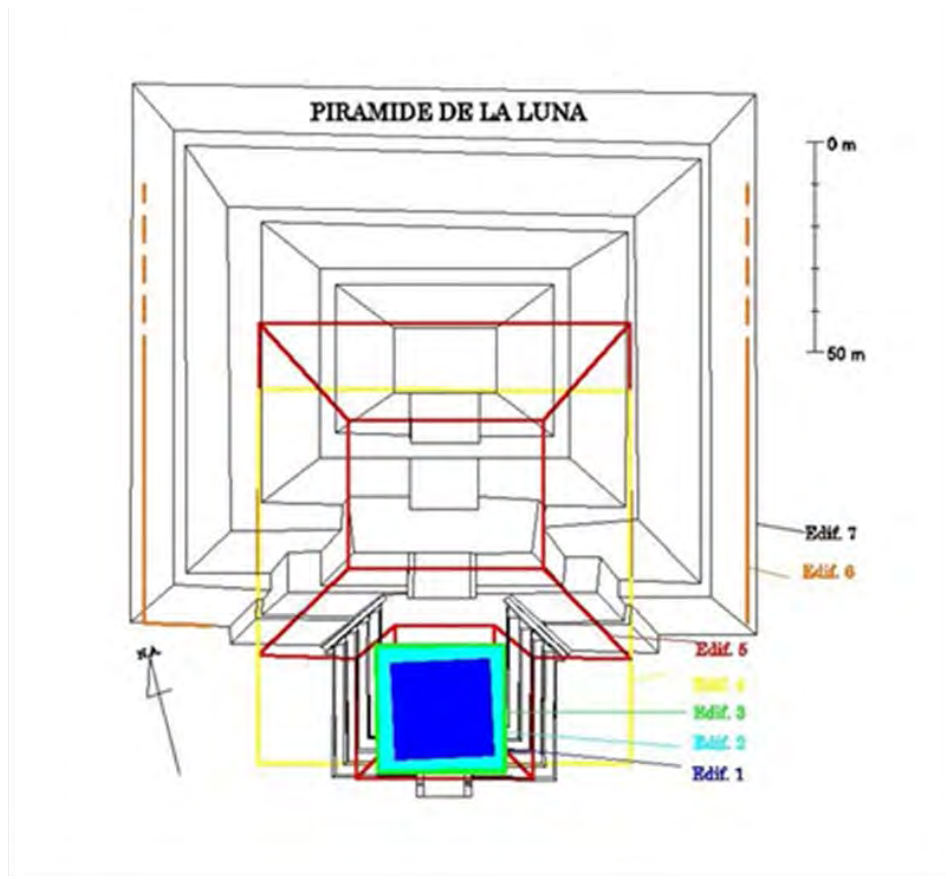


IMAGEN N. 5 Los siete Edificios de Pirámide de La Luna, retomado de Sugiyama y Cabrera 2006:15 (dibujado por Hironori Fukuhara).

La fase Xolalpan (350-650 d.C.) es la fase que refleja la mayor influencia teotihuacana en otros sitios dentro y fuera del Valle de México (Millon 1973; Padró 2002).

Además, según Sanders et al. (1979), la cuenca de México contaba en ese momento con: diez centros provinciales, diecisiete aldeas grandes, siete aldeas pequeñas, cinco cuarenta y nueve caseríos, nueve recintos ceremoniales aislados y varias localidades de extracción de materias primas.

Con la construcción del Gran Conjunto, el centro ceremonial adquiere la configuración urbana que se aprecia actualmente.

Se estima que un 25 % de la población eran especialistas en actividades de orden económico, religioso y político, algunos de ellos quizás de tiempo completo (Rodríguez 2010:78)

En esta fase se edifica el penúltimo nivel constructivo de la Pirámide de La Luna, con la destrucción intencional de la fachada principal de la construcción anterior (Sugiyama y Cabrera 2006:18), lo que posiblemente implicó la expansión o restablecimiento del poder político (Sugiyama y Sarabia 2011:43). Así también, Sugiyama y Cabrera sugieren que la historia constructiva de la Pirámide de La Luna concluye con la construcción del Edificio 7 hacia el 400 d. C. (op. cit.).

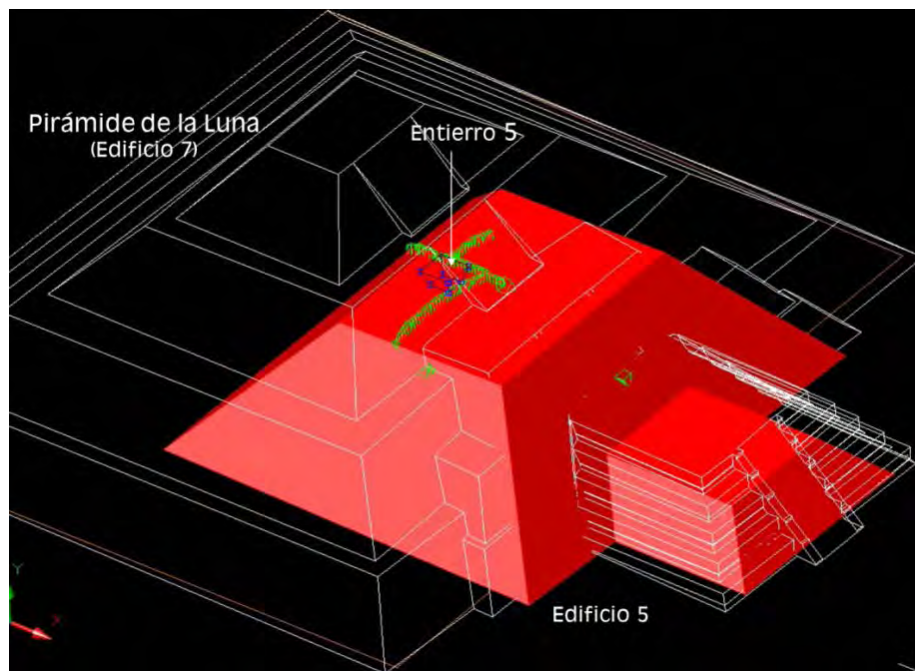


IMAGEN N. 6 Edificio 5 y Edificio 7 de Pirámide de La Luna, al centro, el Entierro 5. Imagen cortesía del Proyecto Pirámide de la Luna.

Las fachadas de la Plataforma Adosada fueron modificadas en este tiempo. Posteriormente se continuó con obras constructivas de menor escala, tales como el adosamiento de la banqueta hacia la fachada posterior o la construcción de los cuartos alrededor de la pirámide en el siglo V (op. cit.; Sugiyama y Sarabia 2011:43).



IMAGEN N.7 Plano general de Teopancazco, dibujado por Manzanilla, Nicolás y Ortiz s/f.

(Retomado de Rodríguez 2010:76).

Teopancazco, ubicado al sureste de la Ciudadela, pertenece a la fase Miccaotli-Tlamimilolpa (Manzanilla 2000), aunque continúa hasta la

Metepec. Este Centro de Barrio cuenta con un patio de 14 m de lado aproximadamente (Manzanilla 2006) y algunos cuartos con pintura mural asociada, particularmente procesiones de sacerdotes frente a santuarios y algunos guerreros (Gamio 1922 (primera parte): 156-157; De La Fuente 1996, Tomo II: 43, 53; Manzanilla 2000; Manzanilla 2007 c f. Rodríguez 2010:74-76). Manzanilla (2008) menciona dos grandes fases constructivas superpuestas: una para Tlamimilolpa (200-350) y otra para Xolalpan (350-550). Corroborando los datos en unidades modestas como Oztoyahualco 15B:N6W3 o en edificios sobre la Calzada de los Muertos como el Palacio de los Jaguares, el Conjunto Plaza Oeste del Complejo Calle de los Muertos o los Edificios Superpuestos (2008:372).

Para la fase Metepec, muchos de los edificios de la ciudad presentan signos de daños por fuego o colapso y no aparentan haber sido reconstruidos (Millon, 1976; Padró 2002). Aunque hay ciertas remodelaciones de manufactura deficiente en algunos sectores de los conjuntos domésticos y centros de barrio, que conservan poca relación con el estilo del Clásico.

Algunos autores proponen que la caída de Teotihuacán se da por una combinación de factores entre los que se mencionan condiciones ambientales adversas, revueltas internas y saqueos por parte de grupos bárbaros (Matos 1990; Manzanilla 2008; Padró 2002; Rodríguez 2010).

El declive suscitado trajo consigo la reducción en la extensión territorial a una quinta parte del tamaño que alcanzó en los períodos Tlamimilolpa y Xolalpan. El reordenamiento de las esferas de poder así como una balcanización tuvieron lugar, junto con el consecuente surgimiento de pequeñas unidades políticas tipo "ciudad-estado": Cholula, Cacaxtla, Xochicalco y Tula en el altiplano central, y Tajín, en la Costa del Golfo (Manzanilla 2008:374).

Desde el 550 d. C. hasta el 800/850 d. C. aproximadamente hay evidencias de ocupación post-teotihuacanas en los túneles alrededor de la Pirámide del Sol por personajes del grupo Coyotlatelco (Manzanilla 2008:375; Manzanilla, López et al. 1996). Se sugiere la posibilidad de que grupos Coyotlatelco, posiblemente originarios del Bajío, hubiesen habitado sitios periféricos, marginales o abandonados del Valle de Teotihuacán. Después del colapso y abandono de la ciudad por los teotihuacanos, los grupos Coyotlatelco saquearon lo que quedaba de la antigua urbe. Del 800 d. C. al 1000 d. C. se identifica la presencia de grupos con cerámica Mazapa en los túneles ya mencionados (op. cit.).

2.3.1 ANTECEDENTES DE LA PIZARRA DE TEOTIHUACÁN.

En este apartado se hace un extracto del primer estudio realizado como tesis de Licenciatura que llevó por nombre: LA PIZARRA DE LA ANTIGUA CIUDAD DE TEOTIHUACAN. TIPOLOGÍA E INTERPRETACIÓN (López 2006). En esta investigación logramos identificar la materia prima de forma bibliográfica y macroscópica, así como realizar la propuesta de clasificación y catalogación de los artefactos. Para la propuesta tipológica únicamente se tomaron en cuenta las formas. No se analizó a profundidad el contexto, ya que mucho del material analizado no estaba identificado ni contaba con un registro claro.

En este momento, la propuesta tipológica se ha enriquecido al aparecer nuevas formas en los artefactos del Proyecto Teotihuacán: elite y gobierno. A cargo de la Dra. Linda R. Manzanilla.

La investigación se basó en los análisis realizados a los artefactos contenidos dentro de los siguientes proyectos:

- El Proyecto especial 1962-1964 cuyos materiales pertenecen al acervo de la zona arqueológica cuyo responsable, actualmente, es la Arqueóloga Claudia M. López.

- Mapa de Teotihuacán a cargo de los Drs. George Cowgill y René Millon;

- Proyecto Templo de Quetzalcóatl a cargo del Dr. George Cowgill y el Mtro. Rubén Cabrera;

- Proyecto especial La Ventilla 1992-1995, a cargo del Mtro. Rubén Cabrera;

- TeoPeritaje 163/98 realizado por el Dr. Jorge Angulo;

- Proyecto Pirámide de La Luna, a cargo del Dr. Saburo Sugiyama

LA PIZARRA EN TEOTIHUACAN.

La pizarra es un material que se ha encontrado frecuentemente en las excavaciones de distintos puntos de la urbe (Gamio 1922) y de otros sitios de los alrededores de la ciudad (Cabrera Cortés 2005) en donde los abundantes fragmentos no siempre fueron identificados y recuperados.

De manera general, el conjunto de artefactos manufacturados en pizarra terminados y en proceso de elaboración comprende formas geométricas, instrumentos de trabajo y desechos (ver IMAGEN N.8). Algunos artefactos presentan diferentes grados de elaboración y de decoración; otros al parecer fueron reutilizados.

Los artefactos tienen variados usos, ya que se encuentran como soporte de espejos de pirita, soporte de figurillas, componente de la vestimenta de personajes de élite y en posibles tocados (López 2006).

Se han encontrado en diferentes contextos asociados con otras materias primas como: obsidiana, concha, diferentes tipos de piedras verdes, pirita, mica, hueso, entre otros. Los contextos arqueológicos de la ciudad en los que se han recuperado materiales de pizarra, corresponden a lugares de producción o posibles talleres, diferentes tipos de ofrendas a construcciones, en entierros y en contextos secundarios como rellenos constructivos.

La pizarra se ha recuperado tanto dentro del centro ceremonial, así como, en los alrededores de esta gran urbe y en sitios especiales como la cúspide de montañas importantes. Se ha recuperado en el Cerro Tláloc asociado a copal, fragmentos de hueso pulido, concha y turquesa que posiblemente formaban un mosaico sobre el disco de pizarra, este material sin cronología precisa, posiblemente del Epiclásico (Arribalzaga 2005 comunicación personal).

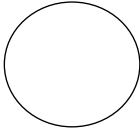





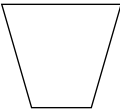

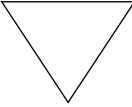

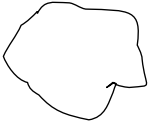

FORMAS BASE DE LAS PIZARRAS DE TEOTIHUACAN			
Forma base	Largo en mm	Grosor en mm	E jemplos
 Circular	De 5 mm hasta 280 mm	De 2 mm hasta 120 mm	
 Cuadrada	De 24 mm hasta 280 mm	De 2 mm hasta 150 mm	
 Rectangular	De 30 mm hasta 150 mm	De 5 mm hasta 30 mm	
 Trapezio	De 30 mm hasta 70 mm	De 2 mm hasta 8 mm	
 Triangulo	Variable, no establecido	De 3 mm a 7 mm	
 Preforma	Variable	Hasta 40 mm	

IMAGEN N.8 Formas geométricas identificadas dentro de Teotihuacán así como sus medidas
(Retomado de López 2006:T.:II:3).

La pizarra siendo un material geológicamente alóctono a Teotihuacán,

su evidente abundancia y regularidad en un lapso de 650 años, implicó algún tipo de control para asegurar un suministro constante a lo largo del tiempo. El proceso de obtención implicaba posiblemente la participación de especialistas en su extracción, embalaje y consecuentemente su traslado desde lugares lejanos hasta la ciudad. Las diferentes formas de organización para la obtención de la materia prima pudieron requerir:

a) Que Teotihuacán controlara el proceso de la pizarra y de otras materias primas relativamente cercanas, desde las fuentes de obtención, lo que implicaría el acceso a la explotación, el establecimiento y control de las rutas.

b) Que Teotihuacán obtuviera la pizarra por medio de tributo, lo que significaría el dominio de por lo menos otra población.

c) Que la obtención de la materia prima fuera a través de intercambio, lo que implicaría sistemas comerciales regulares.

d) Que se haya dado una combinación de estas tres posibilidades a lo largo del tiempo. Dada la importancia atribuida a la pizarra por este centro urbano, es probable que Teotihuacán tendiera a controlar todo el proceso para asegurarse el suministro de esta materia prima y de otras en conjunto.

TECNOLOGÍA

En este nivel de la investigación se desarrolló una clasificación basada en aspectos morfológicos y tecnológicos del trabajo de varias colecciones de pizarra de Teotihuacán y definimos algunos tipos de artefactos con base en atributos como: incisión, pulido, perforado, corte lineal y corte en bisel (López 2006). Estos atributos tecnológicos actualmente los hemos reproducido experimentalmente y se han identificado las técnicas de manufactura empleadas, así como el tiempo tentativo en el que fueron realizados los artefactos (López 2007; 2009 y Capítulo 4 de la presente investigación).

Podemos adelantar que en los materiales coinciden técnicas y acabados diversos, pero las técnicas básicas son las que se utilizan tanto en el trabajo de la lítica como en el de hueso y la concha (García Cook 1967; Suárez 1974; Pérez 2003) lo que cambia es la dureza de los diversos instrumentos con las que se trabajó un material en específico.

En términos generales las técnicas observadas sobre los materiales de pizarra fueron las mismas desde las primeras fases de desarrollo de Teotihuacán y se mantuvieron uniformes hasta la caída de la ciudad.

En este apartado se ha presentado de manera somera los antecedentes de la investigación. Alcances y limitaciones obvias que pretendemos subsanar ahora, abundando en tópicos como procedencia de la materia prima, manufactura y distribución de los artefactos dentro de la ciudad. Tema que presentamos a continuación.

2.3.2 TIPOLOGÍA E INTERPRETACIÓN DE LOS ARTEFACTOS

Para la tipología e interpretación de los artefactos, hemos dividido en dos partes el estudio.

La primera parte comprende la clasificación y catalogación de los artefactos de pizarra recuperados en los diferentes Proyectos arqueológicos de Teotihuacán. Posteriormente, hemos realizado un análisis comparativo entre materiales de pizarra recuperados de los Proyectos Pirámide de La Luna; Templo de Quetzalcóatl; Antigua Ciudad de Teotihuacán: Primeras fases de desarrollo urbano; Oztoyahualco 15B:N6W3; Proyecto Estudio de túneles y cuevas en Teotihuacán; así como del Proyecto Teotihuacán Élite y Gobierno: Teopancazco⁶

Se ha decidido tomar estos proyectos porque abarcan diferentes sectores de la antigua ciudad (que se ubican dentro y fuera del centro cívico-ceremonial), diferentes periodos de tiempo y porque cuentan con un registro claro y fechamientos por radiocarbono (Beramendi et al.; Manzanilla 2008:365). Estos datos nos permiten hacer inferencias sobre la distribución temporal y espacial de los artefactos.

Dentro del Proyecto Templo de Quetzalcóatl fueron recuperados 101 objetos dentro de los Entierros 4, 5, 6 y 14, de los cuales se identifican mayormente discos, placas y figurillas antropomorfas (López 2006; López 2009: Ponencia presentada en el 53 ICA, México D.F.).

Es importante aclarar que en el ajuar funerario de los Entierros del Templo de Quetzalcóatl, junto con el de la Pirámide de La Luna se

⁶ Para mayor información sobre cada uno de los proyectos aquí citados remitirse a Cabrera, Sugiyama y Cowgill 1991, Cabrera 1995; 2002; Manzanilla 1993, 1998, 2008, Sugiyama 2005, Sugiyama y Cabrera 2007, Sugiyama y López 2007, solo por mencionar algunas referencias.

depositaron ofrendas ricas y de materias primas suntuarias que no se han encontrado comúnmente en Teotihuacán, ya que aparecen figurillas y orejeras de piedra verde, conchas marinas, navajas, figurillas de obsidiana, animales, entre otros (IMAGEN N. 9 Y 10).

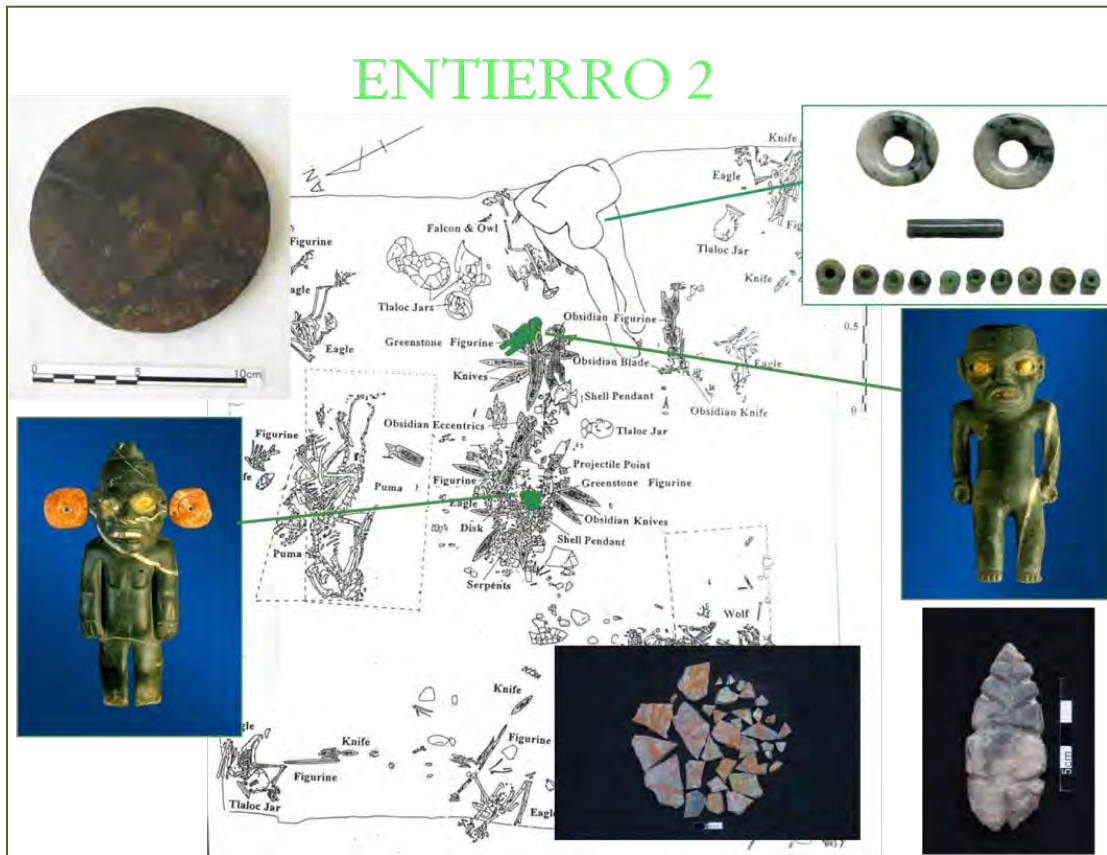


IMAGEN N. 9 Planta del Entierro 2, Pirámide de La Luna donde se aprecia materias primas suntuarias alóctonas manufacturadas como figurillas de piedras verdes, orejeras de conchas y lajas pintadas y figurilla antropomorfa de pizarra. Imagen cortesía de Proyecto Pirámide de La Luna y T. Murakami.



IMAGEN N. 10 Planta del Entierro 6, Pirámide de La Luna y algunos elementos componentes de la ofrenda. Imagen cortesía de Proyecto Pirámide de La Luna y T. Murakami.

Así pues, dentro del Proyecto Pirámide de La Luna, fueron 146 los materiales lapidarios de pizarra recuperados de los Entierros 2, 3, 5 y 6 que corresponden a las diferentes fases de edificación de la Pirámide de La Luna.

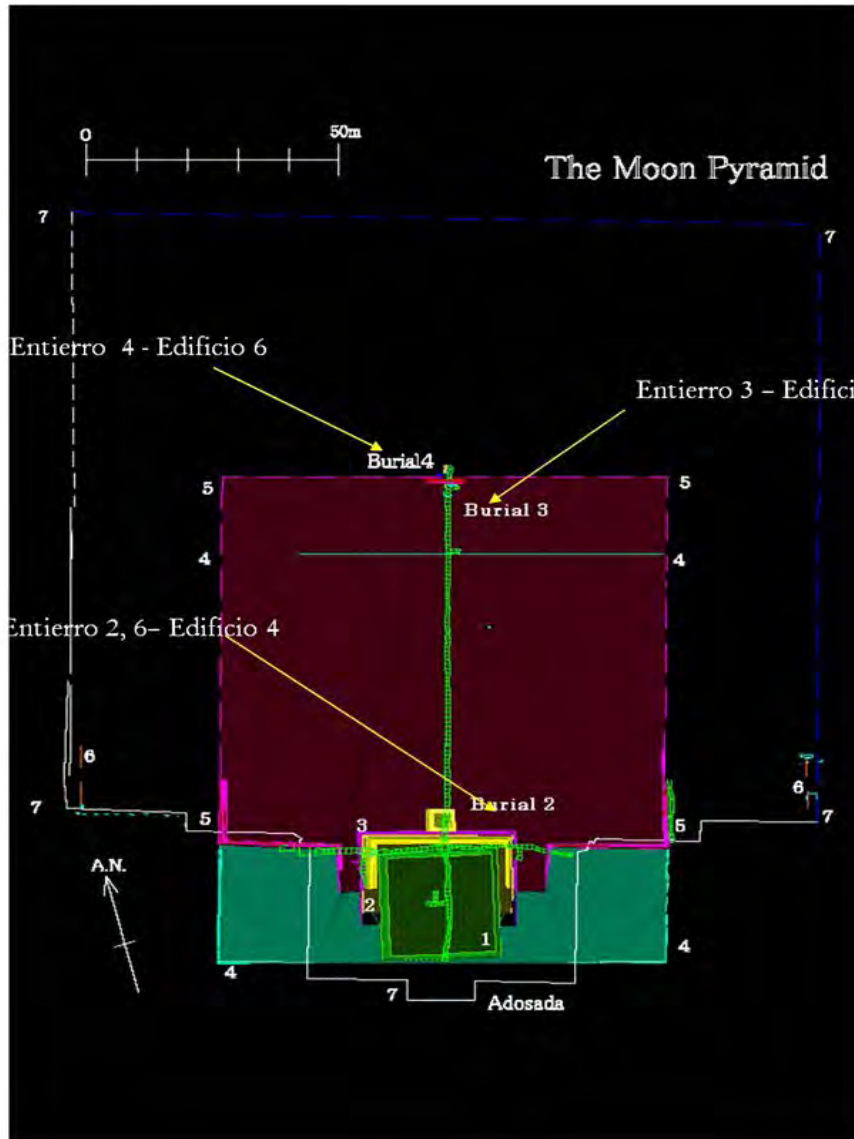


IMAGEN N. 11 Relación de Edificios y Entierros de la Pirámide de La Luna, Imagen cortesía del Proyecto Pirámide de La Luna (Director: Saburo Sugiyama).

Hablando cronológicamente, el entierro 2 y el 6 están asociados al edificio 4, el entierro 3 con el edificio 5 y el entierro 5 con el edificio 6 (Sugiyama y Cabrera 2006; Sugiyama y López Luján 2007).

Basados en la tipología establecida para Teotihuacán por López (2006) los materiales identificados se han clasificado en: discos, placas, pendientes, regletas, figurillas antropomorfas, herramientas, formas especiales y materiales con huellas de trabajo.

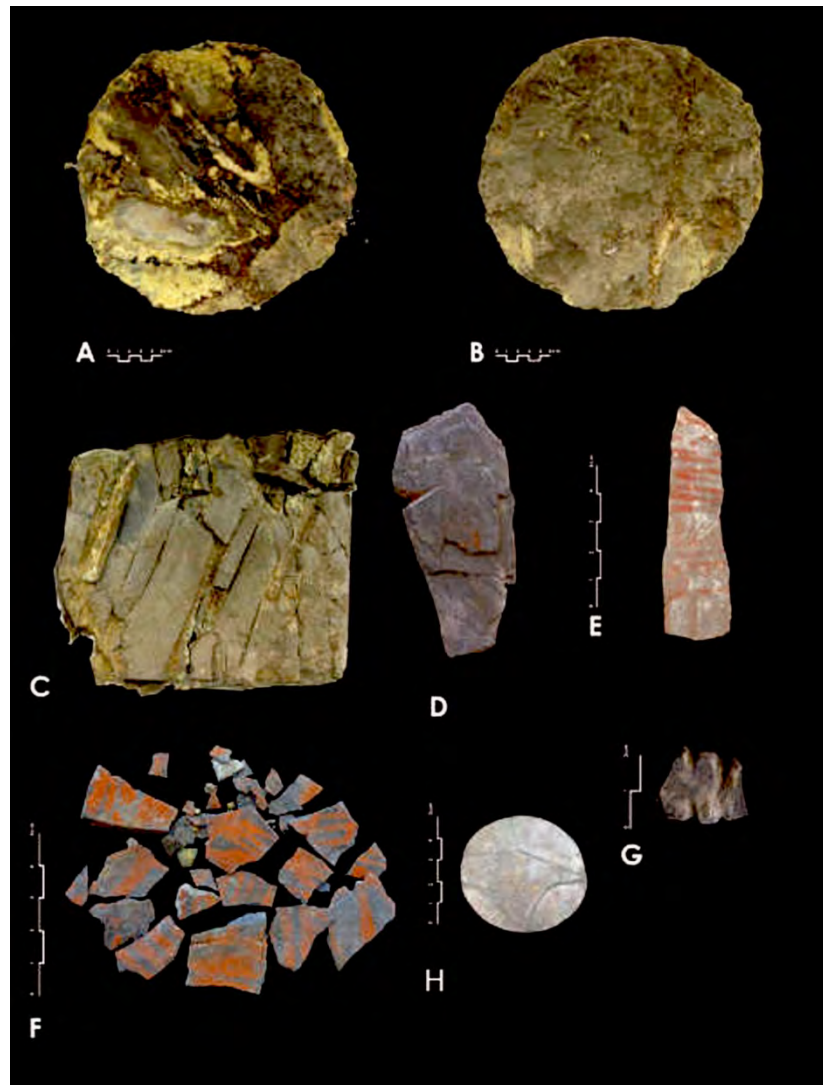


IMAGEN N. 12 Tipología de artefactos de pizarra de Pirámide de La Luna. A y B: Discos de pizarra-pirita; C. Placa donde se seccionaron regletas; D) Material con huellas de trabajo (MHT); E. Laja o lámina pintada y con restos de estuco; F. Láminas pintadas; H. Disco de pizarra-pirita; H. Fragmento de córtalo (Fotografías: J.M.L.J y M.R.L.J; Diseño: M.R.L.J. y S.K.)

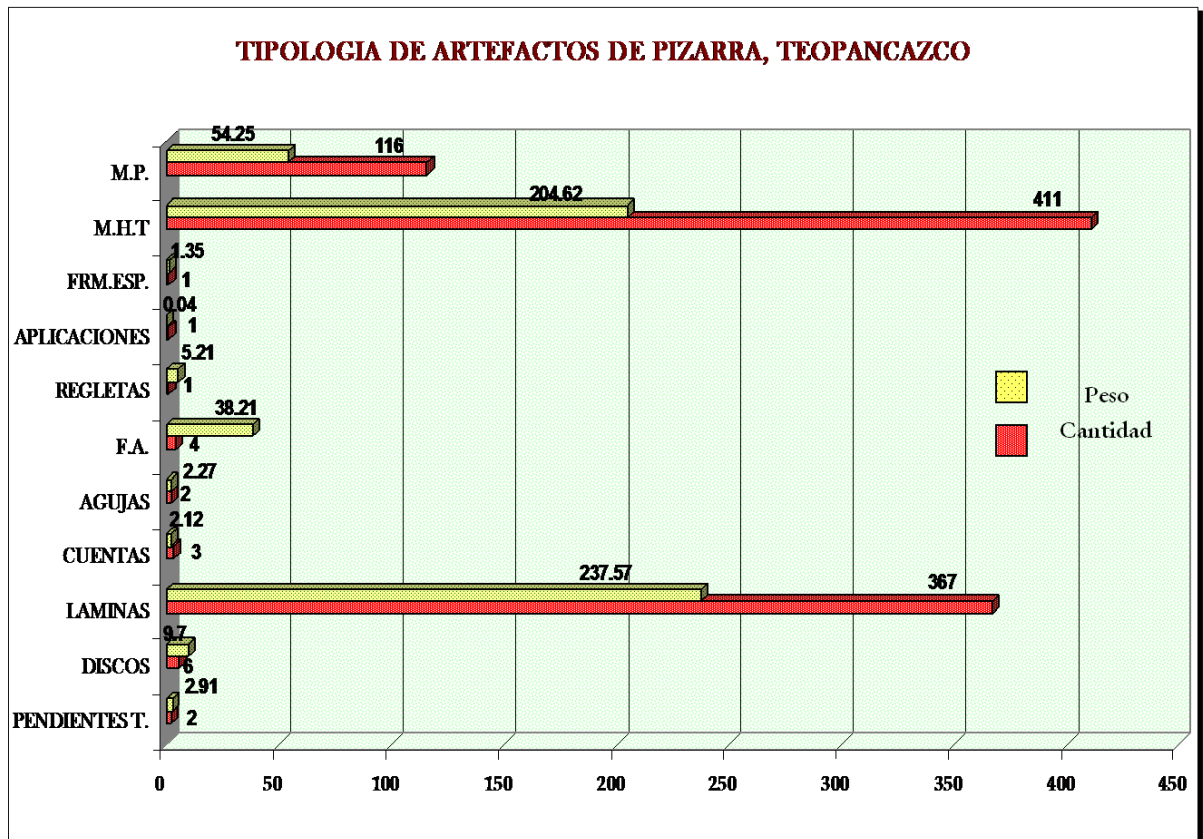
Oztoyahualco 15:B, es un conjunto habitacional teotihuacano que presenta clara evidencia de varias actividades: procesos de preparación y

consumo de alimentos, trabajos de manufactura de materias primas, almacenamiento, realización de actividades religiosas y prácticas funerarias (Manzanilla 1993: 548-566) donde el material aparece dentro de las oblaciones de los Entierros 6, 8, 10 y 18. Se han recuperado 156 fragmentos y objetos terminados como discos, láminas y materiales con huellas de trabajo.

Sobre Teopancazco, un centro de barrio con evidencia de elementos procedentes de la Costa del Golfo (Manzanilla 2006; 2008:382-383; 2009) podemos afirmar que es el lugar donde se ha exhumado el mayor número de artefactos fragmentados, en proceso, y terminados de pizarra.

Se cuenta con un total de 914 sólo de las áreas de actividad, entre las que se incluyen los Entierros 15, 21-23, 26, 36, 45-53, 55-57, 60-62, 65-67, 68-79, 84-87, 93, 94, 101, 104, 105, 106, 108, y el área de actividad 144 (donde se identificó una fosa con cráneos masculinos en v asijas y bebés recién nacidos) entre los cuales se identificaron pendientes trapezoidales, discos, láminas, cuentas, figurillas antropomorfas, una regleta, una aplicación circular, materiales con huellas de trabajo (ver imagen de la página anterior), fragmentos de materia prima y se ha ampliado la tipología con dos agujas y un material especial con forma de U.

FIGURA N. 1 Gráfica donde se muestra la frecuencia tipológica y el peso de los artefactos de áreas de actividad de Teopancazco.



Es importante acotar que en Teopancazco se realizaban manufacturas especializadas como la elaboración de trajes y tocados para sacerdotes y militares, lo que justifica la abundancia de materia prima.

Las tres cuevas situadas al este de la Pirámide del Sol (la Cueva del Pirul, La Cueva de las Varillas y la Cueva de la Basura) tienen áreas de actividad fechables para el Coyotlatelco, entierros para la fase Mazapa y ocupación Azteca (Manzanilla et al. 1996). Los análisis realizados en toda esta área indican una ocupación intensiva durante el Epiclásico y el Postclásico.

Se han analizado materiales de la Cueva de Las Varillas, de los cuales son 29 los artefactos identificados; incluyen objetos en proceso, lajas y un pendiente. Los artefactos de la Cueva Pirul son un total de 9 objetos, entre los cuales se pueden identificar materiales con huellas de trabajo, un disco y un pendiente.

	Miccaotli	Micca-Tlami	Tlami-Xol	Tlami-Xol	Coyo-Maz	Coyo-Maz	
	PTQ*	PPL**	OZ***	TP''	CV''*	CP''**	
							TOTAL
Discos	99	12	2	6		1	120
Lajas		16	40	367	11		434
Regletas		1		1			2
Placas	1	7					8
Fig. Antrop.	1	2		4			7
Formas esp.		36		1			37
MHT		72	114	411	17	7	621
Pendientes				2	1	1	4
Aplicaciones				1			1
Cuentas				3			3
Agujas				2			2
MP				116			116
Total	101	146	156	914	29	9	1355

PTQ* Proyecto Templo de Quetzalcóatl TP'' Teopancazco
PPL** Proyecto Pirámide de La Luna CV''* Cueva las Varillas
OZ*** Oztoyahualco CP''** Cueva el Pirul

FIGURA N. 2 Tipología y frecuencia de los artefactos de pizarra de los diferentes Proyectos, así como sus fases temporales.

El total de artefactos analizados y catalogados únicamente para éste apartado y de contexto primario es de 1355.

Continuando con el trabajo, en el siguiente apartado presentamos la metodología de estudio para identificar la procedencia y posteriormente las técnicas de manufactura sobre los artefactos.

2.4 METODOLOGÍA

Para realizar esta investigación, los materiales seleccionados de los diferentes proyectos arqueológicos se ubican en el centro ceremonial y la periferia de la ciudad.

Así pues, para completar la tipología propuesta con anterioridad (López 2006) se analizaron todos los artefactos de pizarra contenidos dentro de los Proyectos Pirámide de La Luna; Templo de Quetzalcóatl; Antigua Ciudad de Teotihuacán: Primeras fases de desarrollo urbano; Oztoyahualco 15B:N6W3; Proyecto Estudio de túneles y cuevas en Teotihuacán; así como el material de Áreas de Actividad del Proyecto Teotihuacán Élite y Gobierno: Teopancazco, mismos que presentamos en el apartado anterior.

Entonces, la investigación toma como referente tres puntos fundamentales:

- 1) Tipología;
- 2) Caracterización y procedencia
- 3) Identificación de técnicas de manufactura.

1. Para el análisis tipológico, hemos analizado artefactos de contexto funerario y algunos de contexto secundario del Edificio 1 de Pirámide de La Luna. El análisis de los materiales de relleno del Edificio 1; una de las estructuras más antiguas de Teotihuacán (Sugiyama y Cabrera 2006) nos ha permitido revisar y corroborar la tipología propuesta con anterioridad (López 2006), así como establecer una línea de tiempo en el uso del material de pizarra dentro de la ciudad e identificar si hubo selección de la materia prima.

Somos conscientes que hay un problema en incluir el material de relleno, ya que no es posible saber de dónde proviene. Aunque los edificios interiores de la Pirámide de La Luna son fechados con materiales procedentes de los rellenos por medio de C14, los fechamientos de los mismos artefactos son de manera indirecta y pueden no corresponder a la misma fecha datada del edificio. Hay una posibilidad de que la fecha y uso de artefactos sea más remota que la de sus edificios (Kabata 2003:62). Es decir, tenemos que considerar que estos artefactos podrían reflejar actividades sociales anteriores al periodo de función de los edificios. Por ese motivo, el material de pizarra de relleno no se ha incluido dentro del análisis de tipología e interpretación presentado en el apartado anterior.

2. A la par del estudio tipológico y de contexto, los materiales geológicos y los artefactos han sido caracterizados aplicando diferentes técnicas. El análisis de los resultados nos permite identificar que hubo diferentes fuentes de abastecimiento de la materia prima, además de proponer la procedencia.

Este apartado ha sido desarrollado primero, bibliográficamente, para profundizar sobre tópicos como geología, mineralogía, procesos metamórficos, y meteorización que afectan la capa superficial de la materia prima. La información recabada nos ha ayudado a realizar un inventario de las fuentes mineralógicas del material (la información se presenta sintéticamente en el Capítulo 3 de esta misma tesis).

Posteriormente, se ha procedido a seleccionar los afloramientos que, por su cercanía geográfica, pudieran haber abastecido la materia prima a Teotihuacán. Finalmente, la información geológica y los métodos y técnicas utilizados por esta disciplina, han sido de gran ayuda en campo para identificar y seleccionar las muestras pétreas, identificar los procesos de intemperismo que presentan y lo más importante, entender los resultados de

los análisis realizados sobre las muestras bajo estudio (La información de manera detallada se describe en el Capítulo 3, apartado 3.1.1 de esta misma tesis).

Sobre los análisis, hay que mencionar que los artefactos y las muestras geológicas han sido sometidos a estudios no destructivos con diferentes técnicas basadas en el uso de aceleradores de iones y técnicas de rayos X. Estas técnicas son DRX, PIXE e IOL (Fuentes y Reyes 2002; Ruvalcaba-Sil 2003).

La técnica de Difracción de Rayos X (DRX) es un complemento para los análisis de PIXE e IOL, ya que provee información sobre las fases cristalinas de los minerales de manera global.

A diferencia de PIXE e IOL, DRX puede ser aplicado de dos formas: primero, tomando una muestra del material y pulverizándola o puede aplicarse sobre la muestra directamente. Para el estudio de las muestras arqueológicas se ha utilizado esta segunda opción, lo que la califica como técnica no destructiva.

El empleo de PIXE nos permite identificar la composición elemental de las pizarras así como sus elementos traza, que muestran si hay diferencias entre ellas. PIXE hace una caracterización puntual sin tomar una muestra del objeto; por esto, es ideal para el estudio de los materiales arqueológicos.

La Ionoluminiscencia (IOL) se produce cuando se emite luz por la irradiación. Se lleva a cabo de manera simultánea a PIXE. La técnica se aplica sobre los materiales para identificar fases minerales específicas como la de la calcita; que contribuyen a distinguir una fuente de materia prima de otra.

Al igual que PIXE, IOL hace una caracterización puntual sin tomar muestra del objeto. El uso de la técnica IOL constituye una aportación de este trabajo pues se trata de una metodología emergente que no se ha aplicado frecuentemente para estudios de procedencia.

El uso de estas tres técnicas para la identificación de compuestos, elementos traza, fases minerales específicas y fases cristalinas minerales las hace complementarias y muy eficientes. La aplicación de estas técnicas sobre los materiales arqueológicos y geológicos nos han permitido contrastar los resultados obteniendo la caracterización de la materia prima por fuente (para detalles de las técnicas y su aplicación, remitirse al apartado 3.2 de esta investigación).

Los resultados de las técnicas y la discusión se integran sintéticamente en el capítulo 5 de la tesis.

3. En cuanto a la identificación de las técnicas de manufactura de los artefactos, se han analizado los materiales de los proyectos mencionado en el inicio del apartado.

Para la identificación tecnológica, nos hemos apoyado en la arqueología experimental, que consiste en la reproducción de objetos manufacturados sobre pizarra (recolectada para este fin) utilizando las técnicas y posibles herramientas líticas identificadas en las fuentes del Posclásico (Durán 2006; Landa 1986; Sahagún 1999), que han propuesto otros autores Mirambell (1968) y Semenov (1981) y que se han aplicado sobre diferentes materias primas con excelentes resultados (Fábregas y Rodríguez 2008; López y Murakami 2008; López 2009; Márquez 2004; Melgar 2004; 2007; 2009; Murakami y López 2009; Pineda 2008; Solís 2007; Velázquez 2004; Velázquez et al. 2006).

La morfología de las piezas y las mismas técnicas de elaboración implican que la elaboración o utilización de objetos y herramientas similares, siguiendo el mismo proceso, dejará rasgos característicos y diferenciables entre sí (Velázquez 1999:2). Por lo anterior, es que utilizamos la arqueología experimental como herramienta, ya que mediante la reproducción de diferentes modificaciones, utilizando diferentes herramientas líticas

identificamos las técnicas de manufactura empleadas para producir los artefactos.

Para controlar las variables que intervienen en la formación y características de una huella (materia prima, herramienta, tiempo) elaboramos una base de datos donde se concentran las reproducciones realizadas. Al contar con la base de datos de las reproducciones, es posible realizar la comparación de huellas de los objetos arqueológicos e identificar cómo se manufacturaron. Las huellas expresadas en los materiales arqueológicos, así como las diferentes modificaciones realizadas mediante los experimentos fueron tomadas con improntas en polímero⁷ y se han visualizado bajo el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB)⁸. Para discernir las huellas se ha realizado un análisis con Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)⁹ en el modo de alto vacío (HV) sobre las réplicas en polímero tanto de los objetos arqueológicos como de los experimentos realizados.

Con el MEB se distinguen las características morfológicas de la superficie de los materiales como: rugosidad, porosidad y el tamaño de las partículas que los constituyen. Para la presente investigación, se ha utilizado únicamente para identificar las huellas de manufactura sobre los artefactos.

⁷ Esta técnica ha sido ampliamente utilizada y llevada a cabo por el Proyecto de Lapidaria del Templo Mayor a cargo del Arqueólogo Emiliano Melgar Tizóc.

⁸ A diferencia de los microscopios ópticos tradicionales que emplean luz, los microscopios electrónicos emiten un haz de electrones que interacciona con la muestra y se producen varios fenómenos, entre ellos:

- se generan electrones retrodispersados y secundarios, rebotados en la superficie de la muestra, que proporcionan información sobre ésta (microscopía electrónica de barrido);
- otros electrones atraviesan la muestra y ofrecen información sobre su estructura (microscopía electrónica de transmisión);
- los electrones denominados *Auger* y los rayos X característicos, proporcionan información sobre la composición química de la muestra; y - los electrones absorbidos dan información sobre la conductividad de la muestra. (Retomado de Ortega Escalona 2006:13).

⁹ "Los microscopios electrónicos funcionan a partir de un haz de electrones que se genera de un filamento, el cual se hace incidir en el material analizado, mediante un ánodo y lentes magnéticas; ello trae como resultado que se desprendan varios tipos de electrones y rayos X característicos. Los MEB cuentan con detectores que captan los electrones secundarios, que se producen en la capa más superficial de las muestras, así como con otros que se generan a mayor profundidad (retrodispersados). A partir del equipo de cómputo integrado al microscopio y del software especial, es posible producir una imagen digitalizada de dichas señales." (Velázquez, 2004: 49, Melgar, mecanoscrito).

Las comparaciones entre las diferentes muestras (realizadas sobre las micrografías¹⁰) son obtenidas empleando los mismos parámetros (señal SEI, haz de 45, voltaje de 20 kV, distancia de trabajo de 10 mm) y se observaron en cuatro ampliaciones: 100x, 300x, 600x y 1000x, tomando en cuenta las siguientes variables:

A) Las características superficiales de las piezas, como rugosidad, alisamiento, irregularidad, porosidad y presencia de partículas.

B) Los rasgos presentes en la muestra, ya sean líneas, bandas o texturas. En el caso de las dos primeras, se proporcionan las medidas aproximadas que pueden alcanzar utilizando la escala en micras presente en cada micrografía.¹¹

Al haber agrupado previamente los artefactos por tipos, el criterio de selección de los objetos arqueológicos a comparar fue su alto estado de conservación.

Para el análisis de las piezas procedimos de la manera siguiente:

1. Análisis macroscópico. Se ha observado a simple vista cada una de las modificaciones presentes en las piezas arqueológicas. Se tomaron en cuenta aspectos como la regularidad de la superficie, el borde, la presencia de líneas, lo bien marcado de las mismas, su composición y su posible dirección.

2. Se seleccionó una muestra de objetos para su análisis y registro fotográfico, con base en el estado de conservación de los objetos y su representatividad.

En esta etapa del análisis aún es evidente la semejanza de las huellas producidas por diferentes herramientas en determinados procesos de

¹⁰ Se denomina micrografía a la imagen que toma un microscopio de un objeto.

¹¹ El microscopio empleado en esta investigación es el modelo Jeol JSM-6460LV que se encuentra en la Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico del Instituto Nacional de Antropología e Historia, manejado por el Ingeniero Físico Antonio Alba Medina.

trabajo; como ejemplo, podemos mencionar los cortes con lascas de obsidiana, similares a los hechos con lascas de pedernal.

Hay que aclarar que las réplicas realizadas sobre las huellas de manufactura de los artefactos, han sido realizadas por medio de la impronta de polímeros.¹² Los polímeros permiten agilizar el análisis, ya que por su tamaño (0.5x0.5 cm) se pueden ingresar varias modificaciones a la vez (hasta 20) dentro de la cámara de muestreo del MEB. Con ello se consiguen las huellas de las piezas que superan el tamaño de la cámara (mayores a 10 cm) o de algunas modificaciones difíciles de visualizar como las paredes internas de las perforaciones.

El Microscopio Electrónico de Barrido empleado sobre materiales arqueológicos y reproducciones experimentales ha permitido confirmar o refutar hipótesis manejadas con anterioridad (Athie 2001, Cabrera Cortés 1995, Mirambell 1968 por mencionar sólo algunos autores) sobre la eficacia de algunas herramientas utilizadas en la manufactura de los objetos prehispánicos.

Los resultados obtenidos con la arqueología experimental permiten definir con precisión los procesos tecnológicos para la elaboración de productos y su utilización.

Así pues, la experimentación nos ayuda a contrastar algunas hipótesis sobre la producción de los objetos de tal manera que podemos discernir algunos aspectos del trabajo artesanal de la sociedad teotihuacana.

La experimentación permite comprender la elección de ciertas materias primas, comparar los resultados obtenidos mediante técnicas diferentes,

¹² Esta técnica tomada de la metalografía ha resultado sumamente útil para obtener superficies que presentan huellas de manufactura en el proyecto de "Técnicas de manufactura de los objetos en concha del México prehispánico" por lo cual se ha decidido aplicarla también a la lapidaria, obteniendo excelentes resultados. Consiste en un acetato que se reblandece al aplicársele acetona pero que al evaporarse vuelve a recobrar su dureza original. Así, presionando este acetato contra la superficie elegida cuando está reblandecido, se obtiene el negativo de las huellas que quedan fijadas al secarse y endurecerse sin deformarlas (Melgar 2007, mecanoscrito).

conocer la duración del trabajo, discriminar lo que es accidental, lo que son huellas de uso, lo que es intencional (Boeda 1984; Bordes 1961, 1979; Costin 1991, 2001; Semenov 1989; Melgar 2004, 2007, 2009; Velázquez 2004; Velázquez et al. 2004, 2006).

Habiendo expuesto la metodología de estudio, el siguiente paso es presentar la geología de la materia prima, como se agrupa y donde se localizan los afloramientos más cercanos a Teotihuacán.

Se procede de forma bibliográfica y se corrobora la información en campo. Con la corroboración de los afloramientos se procede a la recolección de la materia prima. Posteriormente, se presenta la metodología y los resultados de la caracterización de artefactos y materia prima.

La caracterización nos ha permitido identificar el área de donde fue importada la materia prima. Temas que desarrollamos en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 3. Procedencia de la materia prima

- 3.1 Geología
 - 3.1.1 Las rocas
 - 3.1.2 Tipos de rocas
 - 3.1.3 Facies Metamórficas
- 3.2 Distribución de los afloramientos
- 3.3 Caracterización de los materiales
 - 3.3.1 DRX
 - 3.3.2 PIXE
 - 3.3.3 IOL

3.1 GEOLOGÍA

La organización de este capítulo comprende la identificación geológica y mineralógica de las rocas; nos enfocamos en la pizarra, materia prima utilizada en la elaboración de las piezas arqueológicas bajo estudio. También se proporciona información acerca de su procedencia basada en investigación bibliográfica. La información bibliográfica ha sido complementada al realizarse los análisis de composición a las piezas arqueológicas y muestras geológicas recolectadas para este fin en campo.

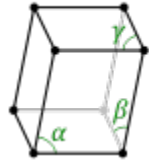
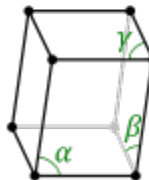
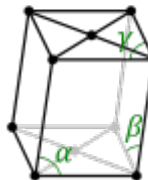
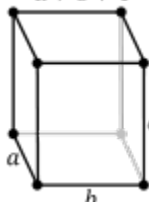
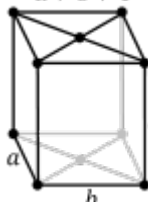
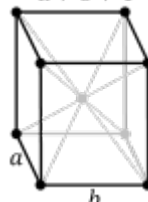
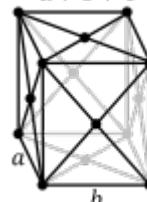
Para comprender la naturaleza de las rocas, Iniciamos este apartado dando las definiciones pertinentes: roca, mineral y las características de cada uno. Esto nos ayuda a entender la génesis de la materia prima así como el empleo de las técnicas utilizadas en la caracterización.

3.1.1 LAS ROCAS

Las rocas están compuestas por uno o varios minerales. Un mineral es toda sustancia inorgánica originada por procesos naturales en la corteza terrestre, cuya propiedad más significativa es que se encuentra en estado

crystalino, es decir, con sus átomos dispuestos en redes tridimensionales geoméricamente regulares y simétricas.

Por la forma en la que se acomodan sus átomos, los cristales se clasifican en siete sistemas: cúbico, hexagonal, ortorrómbico, monoclinico, triclinico, tetragonal y romboédrico, caracterizados por diferentes simetrías (IMAGEN N.13). Ahora bien, para determinar completamente la estructura cristalina elemental de un sólido, además de definir la forma geométrica de la red, es necesario establecer las posiciones en la celda de los átomos o moléculas que forman el sólido cristalino. Combinando los 7 sistemas cristalinos se obtendrían 28 redes cristalinas posibles. Aunque en realidad, sólo existen 14 configuraciones básicas, pudiéndose el resto obtener a partir de ellas. Estas estructuras se denominan **redes de Bravais**.

SISTEMA CRISTALINO	REDES DE BRAVAIS			
TRICLÍNICO	P			
	$\alpha, \beta, \gamma \neq 90^\circ$ 			
MONOCLÍNICO	P	C		
	$\alpha \neq 90^\circ$ $\beta, \gamma = 90^\circ$ 	$\alpha \neq 90^\circ$ $\beta, \gamma = 90^\circ$ 		
ORTORRÓMBICO	P	C	I	F
	$a \neq b \neq c$ 	$a \neq b \neq c$ 	$a \neq b \neq c$ 	$a \neq b \neq c$ 

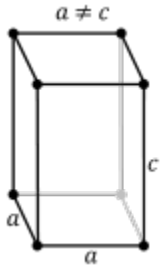
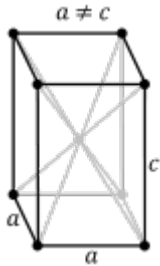
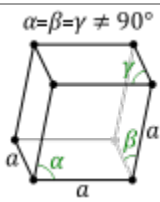
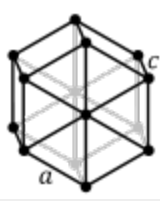
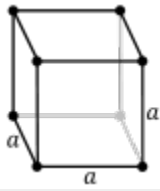
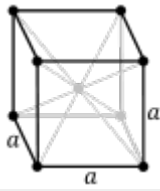
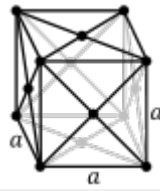
TETRAGONAL	P	I	
			
ROMBOÉDRICO (TRIGONAL)	P		
			
HEXAGONAL	P		
			
CÚBICO	P	I	F
			

IMAGEN N.13 Sistemas cristalinos, retomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Estructura_cristalina

Analizar un cristal no sólo significa clasificar su morfología superficial, sino en particular su estructura interna y las combinaciones de temperatura, presión y composición que lo formaron, o sea su origen mismo (Fuentes y Reyes 2002: 23). Existen también minerales raros que no tienen simetría, a estos se les denomina amorfos.

Los minerales más comunes en la corteza terrestre son, en orden de importancia: feldespatos, cuarzo, piroxeno, anfíboles, micas, arcillas y calcita (Iriondo 1985:9-19).

Los minerales más comunes suelen ser identificados mediante sus propiedades físicas, que son las siguientes:

Color: Generalmente determinado por los átomos de hierro que contiene, aún en los casos en que este metal se encuentra como impureza.

Brillo: Es el aspecto que presenta la superficie de un mineral en la luz reflejada. Puede ser metálico y no metálico.

Dureza: Es la medida de resistencia de un mineral a ser rayado, según la escala de Mohs, que va del 1 al 10. Al talco le corresponde el 1 y al diamante el 10.

Clivaje: Tendencia de algunos minerales en romperse en planos lisos; en los minerales que carecen de clivaje se habla de fractura.

Raya: Es el color que se observa al frotar un mineral sobre un trozo de porcelana rugosa. El color de raya puede ser diferente del color del mineral.

Peso específico: Es la relación que existe entre el peso del mineral y el peso de un volumen igual de agua.

Textura o tacto: Algunos minerales con dureza entre 1 y 2 presentan un tacto sedoso, pero los de mayor dureza pueden ser ásperos o gruesos.

Luminiscencia: Cualquier emisión de luz producida por ciertos minerales, que no sea resultado de incandescencia. Por lo general se debe a la energía residual que produce en los últimos niveles energéticos de algunos elementos que son excitados por rayos X, por rayos ultravioleta o por cualquier microonda.

3.1.2 TIPOS DE ROCAS

En la corteza terrestre existen diferentes tipos de rocas, por lo tanto habrá minerales tipomorfos¹³ que caractericen a cada roca según su origen.

Basadas en diferentes aspectos, se conocen diversas formas de clasificar a las rocas. Desde el punto de vista genético se pueden dividir a las rocas en tres grandes ramas: rocas ígneas o magmáticas, sedimentarias y metamórficas.

Resumiremos las características de cada una, enfocándonos en las sedimentarias y metamórficas, que son las que nos interesan.

Las rocas ígneas se forman cuando una masa fundida -el magma- se enfría y cristaliza. La clasificación de las rocas ígneas toma en cuenta fundamentalmente dos aspectos: la composición mineralógica y la textura. Esta última está determinada por la velocidad del enfriamiento del magma (Villaseñor 2006:65-66).

Las rocas sedimentarias son de origen secundario; se forman a partir de rocas preexistentes. Proceden de fragmentos de rocas, minerales o material biológico que han cementado. Se clasifican en detríticas (también llamadas clásticas o alóctonas) y químicas. Las primeras se forman a partir de clastos provenientes de fuera de la cuenca de sedimentación. Las químicas se forman por procesos químicos y/o biológicos en la misma cuenca de sedimentación (*op.cit.*:70). (Ver IMAGEN N. 14)

Dentro de la categoría de rocas detríticas se encuentran las brechas y conglomerados, las areniscas y lutitas. Las brechas y conglomerados están formadas por clastos, la única diferencia es que en la primera son angulosos y en la segunda redondeados, lo que indica que hubo un arrastre desde su lugar de origen al de deposición. Las areniscas están formadas por partículas

¹³ Los minerales tipomorfos se forman en una facie particular, en condiciones especiales que pueden ayudar a definir el origen de la roca.

A diferencia de las rocas detríticas las rocas químicas se forman a partir del material que es transportado en solución a los lagos y mares. Una parte del material precipita y da origen a los sedimentos que dan origen a las rocas químicas o autóctonas. Algunos ejemplos de estas rocas son la caliza, el sílex y la sal de roca (*op. cit.* :70-71).

Las rocas metamórficas son rocas de alguno de los dos tipos anteriores que por acción de la temperatura y/o la presión sufren ajustes estructurales y mineralógicos (Busbey III 1994:47; Fuentes y Reyes 2002:111-131, Iriondo 1985: 35-68).

Las rocas metamórficas se generan debajo de la superficie terrestre, donde rocas preexistentes son sometidas a altas presiones y temperaturas, fenómeno por el cual los minerales cristalizan o recristalizan dando origen a nuevas rocas.

Algunos de los cambios producto del metamorfismo son el aumento de la densidad, el crecimiento de los cristales, la reorientación de los granos minerales y el cambio de los minerales de baja temperatura a minerales de alta temperatura.

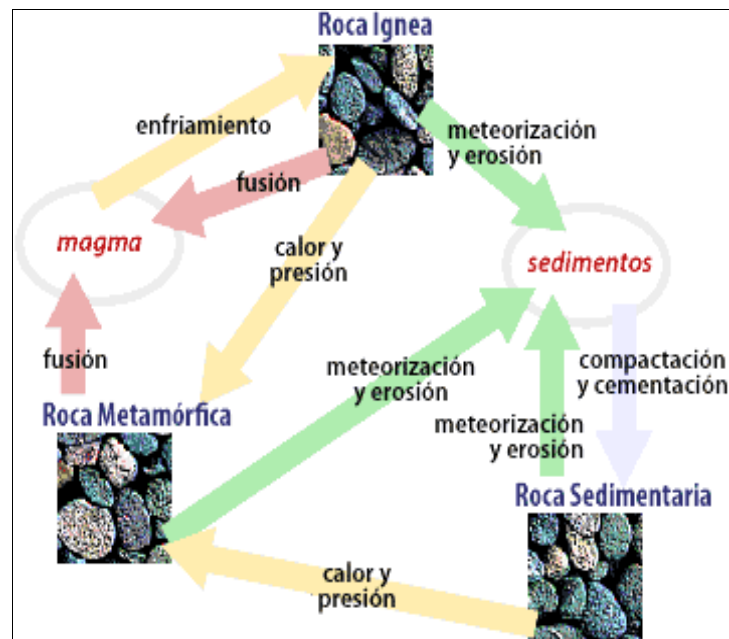
Hay dos tipos principales de metamorfismo: el metamorfismo de contacto y el metamorfismo regional. El metamorfismo de contacto es causado por la introducción de calor únicamente, localizándose en el contacto de una intrusión magmática; así, el material fundido calienta las rocas circundantes, provocando su metamorfismo. El metamorfismo regional es el que se genera durante la formación de cadenas montañosas. Grandes cantidades de rocas son sometidas a altas presiones y temperaturas, lo que da como resultado extensas áreas de rocas metamórficas (Villaseñor 2006:73).

Los procesos de metamorfismo se encuentran entre la diagénesis y la fusión del magma, ya que se lleva a cabo un nuevo arreglo cristalino pero no llega a la fusión de los minerales.

Las rocas metamórficas se clasifican de acuerdo al tipo de roca preexistente y en las texturas. Dentro de las texturas podemos encontrar rocas foliadas, débilmente foliadas y no foliadas, lo cual responde al grado de metamorfismo *op. cit.:*74.

IMAGEN N. 15 retomada de: www.cof.edu

TIPOS DE ROCAS



Dentro de las rocas metamórficas se encuentra la roca bajo estudio: la pizarra. En la actualidad el significado de la palabra pizarra ha cambiado mucho; anteriormente se conocía con este nombre tanto a rocas metamórficas como a rocas sedimentarias, pero hoy en día se designa así a ciertos tipos de rocas sedimentarias clasificadas como arcilloquistas.

Se define Arcilloquistos como: *...roca de bajo grado de metamorfismo regional, procedente de rocas arcillosas, su textura caracterizada por la esquistosidad e indica la existencia de presiones orientadas. (Diccionario Enciclopédico de Mineralogía y Geología: 23).*



IMAGEN N. 16 Formación de pizarra en Tlalpujahua, Michoacán. Camino de la Mina Dos Estrellas.

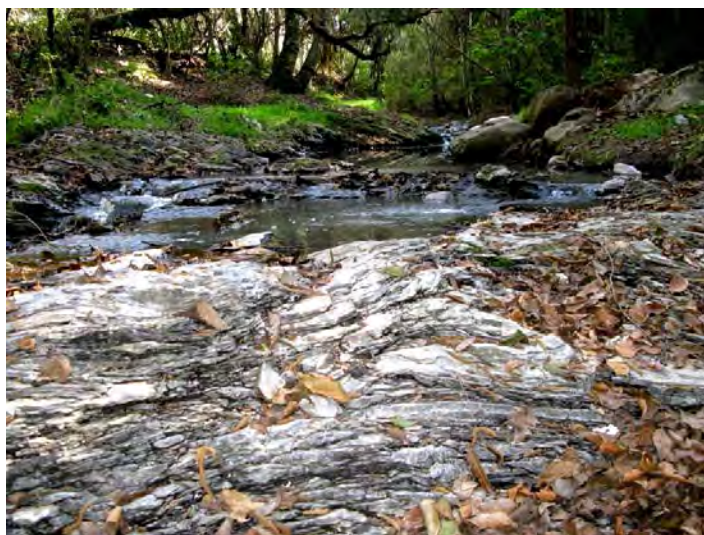


IMAGEN N. 17 Pizarra dentro del Río Cachívi, Tlalpujahua Michoacán.

Así pues, basándonos en varios autores¹⁴, la definición de pizarra es la siguiente:

La pizarra es una roca metamórfica de grano extremadamente fino, en origen arcillas sedimentarias con cuarzo y mica, que se han transformado debido a la presión y/o calor moderado y tienen como propiedad la “exfoliación pizarrosa” o de textura laminar, que permite separar hojas grandes y delgadas. Su color va del gris al negro pero puede ser verdoso, amarillento y castaño rojizo.

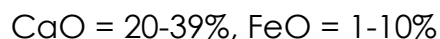
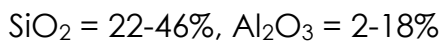
Hay pizarras arcillosas, calcáreas o bituminosas, ya que suelen contener arcillas, carbonatos de calcio o hidrocarburos.



IMAGEN N. 18 Pizarra en color café, amarilla y negra, producto del intemperismo. Corte, Río Cachívi; Talpujahua, Michoacán.

¹⁴ Busbey III 1994; Hurlbut 1991; Kopf 1979; Meléndez-Hevia 1994; Tejada 1994

Análisis mineralógicos dan como valores promedio la siguiente composición química porcentual:¹⁵



De continuar la compresión, la pizarra se convierte en filita, una roca con cristales de mica más desarrolladas que también contienen algunos minerales de mayor presión, como granate y pirita, que comienzan a cristalizar (Kopf 1979; Busbey III 1994; Tejada 1994).

En las rocas metamórficas, los minerales pueden estar distribuidos al azar por toda la roca, o bien en forma de láminas paralelas, es decir, los minerales se distribuyen en planos y producen la impresión de rayas. La foliación se genera cuando la temperatura se acerca al punto de fusión, que es el momento en que los elementos tienen mayor movilidad (*Ídem*). Cuando la presión y la temperatura son todavía más elevadas se produce un esquisto, una roca formada por partículas más gruesas, con mucha más foliación que la filita, en la cual se forman y agregan minerales más grandes. Los esquistos se distinguen por la aparición de granate en un cuerpo de micas. El granate demuestra que los cristales pueden aumentar de tamaño a medida que sube la temperatura. Los gneis se forman después de los esquistos, y son rocas metamórficas bastas, parecidas al granito por sus minerales. Después de los gneis, las rocas se funden y se vuelven ígneas (Busbey III 1994).

¹⁵La composición química porcentual que aparece citada anteriormente es cortesía de EUROSULATE S.N.C. y Vittorio Terzo Arata. Los datos proceden de la cantera de Fontanelli, en Italia.

Es importante mencionar que en México el tema de la pizarra no se trabaja de manera continua, no hay estudios suficientes a nivel geológico, arqueológico y de explotación. Aún no se publican estudios sobre las propiedades de esta roca como pudieran ser los de composición, dureza, grado de permeabilidad e identificación por yacimiento. Los datos que presentamos en el apartado de CARACTERIZACIÓN de esta misma investigación, son los primeros aportes sobre composición elemental, mineralógica y procedencia.

INTENSIDAD DEL METAMORFISMO				
	SIN METAMORFISMO	BAJO GRADO	GRADO MEDIO	ALTO GRADO
NOMBRE DE LA ROCA	LUTITA	PIZARRA	FILITA	ESQUISTO
FOLIACIÓN	NINGUNA	INCIPIENTE: CRUCERO PIZARROSO	DISTINTIVA: FILÍTICA	GNEIS MARCADA: ESQUISTOSA
TAMAÑO DE GRANO	MICROSCÓPICO	MICROSCÓPICO	VISIBLES	GRANDES
PARAGÉNESIS MINERAL	CUARZO ARCILLAS CALCITA	CUARZO CLORITA MUSCOVITA PLAGIOCLASA	CUARZO BIOTITA GRANATE PLAGIOCLASA CIANITA	CUARZO BIOTITA GRANATE PLAGIOCLASA SILIMANITA

Cuadro N. 3 Intensidad del Metamorfismo

3.1.3 FACIES METAMÓRFICAS

Además de la subdivisión de los campos de presión y temperatura en función de los grados de metamorfismo, las rocas metamórficas se clasifican frecuentemente de acuerdo a sus *facies*.

Una *facies metamórfica* es una serie de conjuntos minerales metamórficos, asociados repetidamente en el espacio y el tiempo, de tal modo que hay una constante y, por tanto, previsible, relación entre la composición mineral y la composición química. Una facies metamórfica no

se define en función de un solo mineral índice, sino por una asociación de conjuntos minerales (Hurlbut y Klein 1991:501-504).

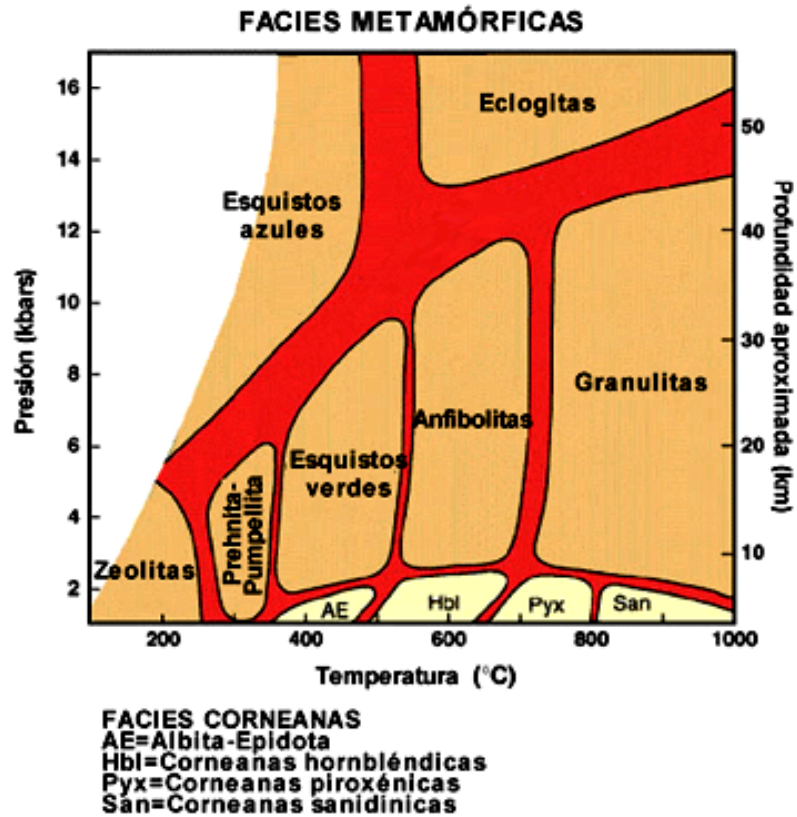


IMAGEN N. 19 Metamorfismo de lutitas y limonitas.

Las facies metamórficas se pueden agrupar en:

Facies de alta presión: aumento de la presión manteniendo bajas temperaturas. Características de zonas de colisión continental reciente, o del prisma de acreción en las zonas de subducción. Facies de Esquistos azules y Eclogitas.

Facies de alta temperatura: aumento de la temperatura y manteniendo bajas presiones. Características de las zonas próximas a una intrusión

plutónica (metamorfismo de contacto). Facies de Corneanas (epidóticas, hornbléndicas piroxénicas y sanidínicas, según aumentamos la temperatura)

Facies intermedias: aumento simultáneo de presión y temperatura. Características del metamorfismo regional. Facies de Zeolitas, Prehnita-Pumpellita, Esquistos verdes, Anfibolitas, y Granulitas.

Esta información nos ha permitido comprender la génesis del material, que nos da sus características mineralógicas y químicas principales.

Entonces, la pizarra al ser una roca sedimentaria, transformada por presión y temperatura, contiene diferentes minerales característicos. El ordenamiento de los minerales así como los compuestos que forman permiten identificar su origen.

La pizarra al ser una roca heterogénea, puede sufrir transiciones derivadas de la misma presión y temperatura (*facies*). Entonces, al analizar el material con diferentes técnicas, es posible encontrar conjuntos minerales dominantes que dan una composición química específica.

Con anterioridad hemos clasificado macroscópicamente por color y de forma preliminar, los artefactos de pizarra recuperados en diferentes sectores de la ciudad de Teotihuacán (López 2006).

La propuesta fue la siguiente:

1. Pizarra gris brillante (PZ1)¹⁶
2. Pizarra negra con inclusiones cristalinas (PZ2)
3. Pizarra negra (PZ3)
4. Pizarra gris opaca (PZ4)
5. Pizarra café (PZ5)

¹⁶ Dentro de los paréntesis se encuentra el código de referencia que de forma arbitraria se ha establecido para diferenciar por colores la materia prima. Este mismo código se encuentra registrado en todos los catálogos de análisis de materiales de los diferentes Proyectos Arqueológicos analizados.

Macroscópicamente se identificaron 5 tipos de pizarra. Por la génesis de esta roca, el identificar macroscópicamente 5 diferentes tipos de materia prima no significa que hay 5 diferentes fuentes. La pizarra se encuentra dentro de las formaciones geológicas de todo el país. Las Formaciones geológicas abarcan dos o tres estados y son de espesor variable. Con frecuencia y dependiendo del tipo de metamorfismo que les dio origen, dentro de las formaciones, a veces presentes en esquistos intrusivos, pueden encontrarse materiales como cuarzos, esquistos verdes, serpentinas, serpentinitas, hematitas con manganeso, piritas, calcopiritas, arsenopiritas, azuritas, malaquitas y limonitas (para mayor información, remitirse a las Monografías Geológico-Mineras Estatales especificadas en el apartado siguiente y en la bibliografía).

Algunas regiones, de acuerdo a su secuencia litológica, se caracterizan por sus yacimientos de arcillas, caolín, arena, y calizas con nódulos de pedernal.

Es evidente la riqueza de rocas y minerales que sobreyacen y están dentro de las formaciones. Creemos que no fue sólo extracción de pizarra, sino, aprovechamiento de la fuerza de trabajo en la extracción de diversos materiales necesarios dentro del flujo de materias primas que recorrían Mesoamérica. El medio de cómo fueron adquiridos (tributo, intercambio, comercio libre...) será tema de otro estudio.

De manera concisa, el siguiente apartado presenta la información geológica por estado. Sólo se incluyen los periféricos a Teotihuacán, seleccionados arbitrariamente por la distancia a las posibles fuentes de abastecimiento.

Para acotar la investigación se han seleccionado los estados que, por su geografía, pudieran ser los más cercanos a Teotihuacán como son: Michoacán, Estado de México, Guerrero y Morelos.

Algunos autores mencionan que los costos del transporte y de la transacción se elevan conforme se incrementa la distancia desde el lugar proveedor (Kabata 2010:273 c.f. Earle 2002:86), así como el acceso a los materiales foráneos son marcadores sociales, ya que su presencia se asocia con personajes identificados como de élite (Cabrera Cortés 1995; Carballo 2007; Manzanilla 2006; 2007-a 2007-b; 2009-a; 2009-c; Sugiyama 1995; 2005; Sugiyama y Sarabia 2011; Velásquez: 2004; Velásquez y Melgar: 2003).

En nuestra investigación hemos descubierto que la distancia y condiciones geográficas no fueron impedimento para un abastecimiento regular de los materiales por 650 años hacia Teotihuacán. Además de que el uso no fue restringido, aunque sí se pueden identificar diferencias dentro del centro ceremonial y los conjuntos habitacionales. Lo discutiremos a detalle en el capítulo 5 de esta misma tesis. A continuación, presentamos la información geológica por estado.

3.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

En este apartado, se expone un resumen de la información geológica por estado, tomando como base las Monografías Geológico-Mineras Estatales, los Panoramas Mineros Estatales y los Informes de las Cartas Geológico-Mineras de las correspondientes provincias ¹⁷. Para nuestra investigación, se han seleccionado arbitrariamente y por su geografía, los Estados de Michoacán, Estado de México, Guerrero y Morelos.

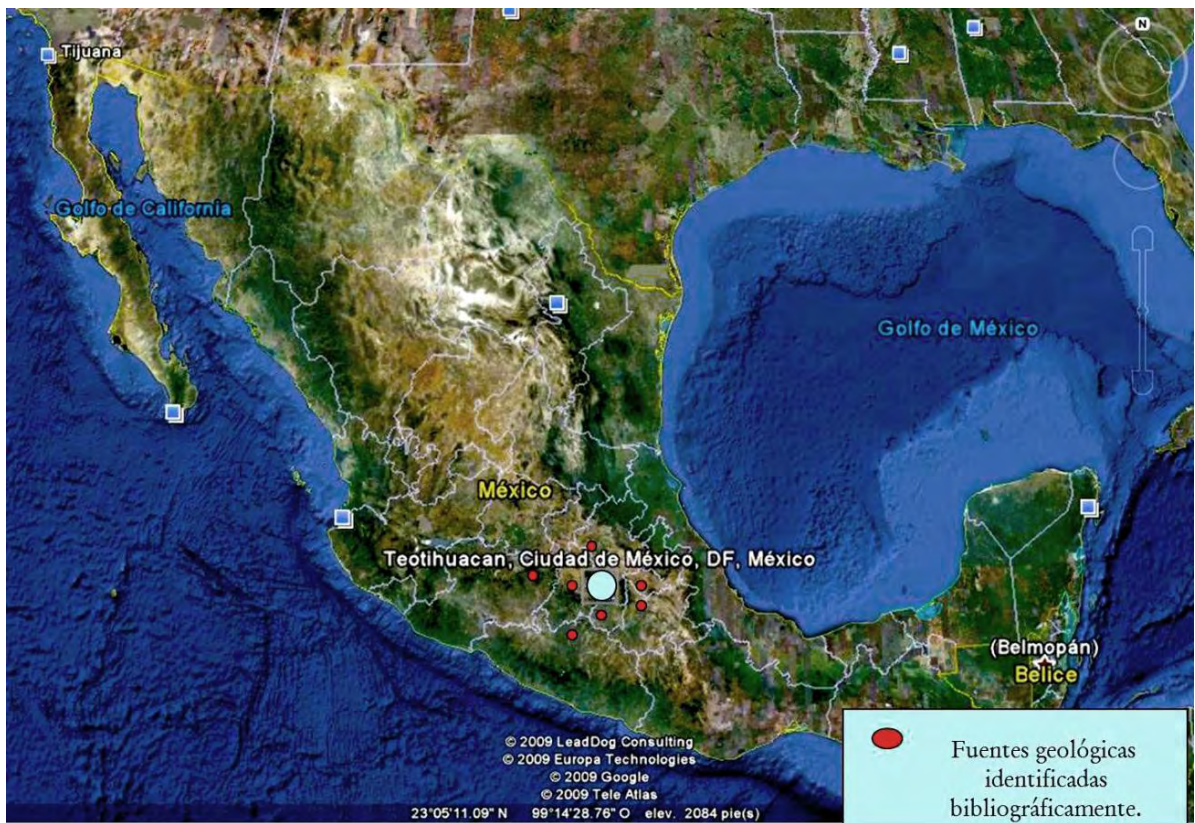


IMAGEN N.20 Mapa de la República Mexicana donde se observa la ubicación de Teotihuacán y los estados periféricos que cuentan con Formaciones metasedimentarias identificadas bibliográficamente. El muestreo se ha realizado únicamente de los Estados de Guerrero, Morelos, Michoacán y Edo. De México. Imagen tomada de Google Earth, Agosto 2009.

¹⁷ Para mayor información remitirse a la bibliografía geológica al final de esta tesis.

Dentro de las monografías geológico mineras la información se divide de mayor a menor en: Estado; Regiones y, Distritos mineros. Donde cada Distrito minero presenta una síntesis Geológica característica.

Dentro de esta Síntesis Geológica se muestran las formaciones que son propias de cada distrito. Las formaciones definen cuerpos de rocas sedimentarias caracterizados por unas características litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes¹⁸. Su espesor puede ser desde pocos centímetros a algunos metros (<http://es.wikipedia.org>, accesado el 091010).

Los datos aquí presentados tienen como fin ilustrar el complejo proceso de formación e identificación de la materia prima bajo estudio, su relación litológica con otras materias primas que pudieron ser aprovechadas al momento de la extracción y el posterior transporte (por tierra y/o por agua) hacia la ciudad de Teotihuacán.

A continuación presentamos la síntesis geológica documentada en las diversas áreas bajo estudio.

¹⁸ Los nombres formales de las formaciones están compuestos por tres partes: el término "Formación" (se abrevia como "Fm."); las características litológicas principales (p.ej. "Lutitas, areniscas y conglomerados") y la localidad en la que ha sido descrita inicialmente, como referencia. Ejemplos: "Formación Dolomías de Tramacastilla", "Fm. Dolomías tableadas de Limón", etc.

El análisis de las Monografías Geológico-Minera del Estado de Michoacán, Guerrero, Morelos y México nos han dado indicios de las provincias metamórficas que cuentan con pizarra, algunas de ellas nos dan información adicional como la formación de minerales.

El Estado de Michoacán se ubica en la porción centro-occidente de la República Mexicana. La estructura geológica del Estado se encuentra constituida, en términos generales por un basamento metamórfico, rocas sedimentarias y rocas ígneas intrusivas y extrusivas.

Las rocas más antiguas de Michoacán se localizan al suroeste del Estado, entre Tumbiscatío y Arteaga. Es una secuencia vulcanosedimentaria metamorfozada conocida como complejo Tumbiscatío-Arteaga (Monografía Geológico Minera del Estado de Michoacán 1995:18-20).

Este complejo consta de dos Formaciones principales: los Esquistos Arteaga y la Formación Varales. El complejo Tumbiscatío-Arteaga consiste en una alternancia de rocas volcánicas submarinas con abundantes pelíticos metamorfozados con facies de esquistos verdes, lutitas, areniscas, grauvacas, paquetes delgados de pedernal, lavas almohadillas, calizas alternadas con tobas y cuerpos graníticos y dioríticos foliados. (op. cit.:20).

Las pizarras se ubican geográficamente en los municipios o distritos de: Angangueo, Tzitzio (con mineralización de origen hidrotermal), El Limón Papatzingán, Tlalpujahuá, Tzetzenguaró, San Diego Curucupaceo (mineralización de origen hidrotermal), Tumbiscatío (las rocas formadas por metamorfismo regional y la mineralización de origen hidrotermal), Cerro el Chivo, Los Pozos, Santa Cruz de Cachan hasta el Cerro Ocote. Este mismo metamorfismo de origen pirometasomático por contacto se encuentra en Villa Victoria, en la ranchería La Higuera (Monografías Geológico-Minera del Estado de Michoacán 1988).

ESTADO DE MICHOACAN

ERA	PERIODO	EPOCA-EDAD	UNIDAD MAPA	LITOESTRATIGRAFIA	LITOLOGIA	YAC. MINERALES	
CENOZOICO	TERCIARIO	PLEISTOCENO Y HOLOCENO	O De	ALLUVION VOLCANICOS ACIDOS A INTERMEDIOS, BASALTO, DEPOSITOS LACUSTRES		DEPOSITOS DE PLACER, DIATOMITA, CAOLIN	
		PLIOCENO	Tsc	SECUENCIA QUE ALTERNA DE MARINA A CONTINENTAL CONSTITUIDA POR CONGLOMERADO Y ARENISCA. GRUPO LA MIRA			
		MIOCENO	Tv	DERRAMES DE LAVA Y BRECHAS RIOLITICAS, TRAOQUITICAS Y LOCALMENTE BASALTICAS. VULCANISMO RELACIONADO CON LA SIERRA MADRE DEL SUR		DEPOSITOS DE CU EN INTRUSIVOS (LA HUACANA)	
		OLIGOCENO	Tscg	SECUENCIA SEDIMENTARIA DE ORIGEN CONTINENTAL: CONGLOMERADO GRUESO A FINO, ARENISCA, LIMOLITA ROJA, ARCILLA, MOLASA CONTINENTAL POSTECTONICA. GRUPO BALSAS		AU EN VETAS; Au, Pb, Zn EN VETAS, Cu EN VETAS Y RELLENO DE FISURAS	
		EOCENO					
		PALEOCENO					
CRETACICO	SUPERIOR	MAASTRICHTIANO	Ksc	CLASTICOS MARINOS CONSISTENTES EN LUTITA, ARENISCA, MARGA, CALCIRRUIDITA, CALCARENITA, BRECHA INTRAFORMACIONAL, CALIZA, CONGLOMERADO CALCAREO CON ABUNDANTE FAUNA DE TURRITELLA, OSTREA, MERINEA, ETC. AMBIENTE LITORAL O LACUSTRE. FM. MALPAGO			
		CAMPANIANO					
		SANTONIANO					
		CONIACIANO					
		TURONIANO	Ks	DERRAMES DE LAVA ANDESITICOS, TOBAS ANDESITICAS, AGLOMERADOS Y OTROS VOLCANICLASTICOS CONTINENTALES. CONJUNTO TZITZIO			
		CENOMANIANO					
	INFERIOR	ALBIANO	Pv	ALBIANO SUPERIOR: CALIZA, DOLOMITA, CALCARENITA, CALCILUTITA, FM. MORELOS		Fe DE INYECCION VOLCANOGENICAS DE Pb, Zn, Ag, VETAS DE BaSO4, Au, Ag EN VETAS	
		ALBIANO MEDIO					
		ALBIANO INFERIOR					
		APTIANO	Pm	APTIANO: CALIZA CON CAPRINIDOS Y RUDISTAS		Fe DE INYECCION VOLCANOGENICAS DE Pb, Zn, Ag, VETAS DE BaSO4, Au, Ag EN VETAS	
		BARREMIANO					
		HAUTERIVIANO					
NEOCOMIANO	Pm	NEOCOMIANO: LUTITA, LIMOLITA, TOBA Y ARENISCA CON INTERCALACION DE GRAINSTONE Y WACKESTONE. SECUENCIA RITMICA. FM. SAN LUCAS		Fe DE INYECCION VOLCANOGENICAS DE Pb, Zn, Ag, VETAS DE BaSO4, Au, Ag EN VETAS			
VALANGI-NIANO							
BERRIASIANO							
JURASICO	SUPERIOR	PORTLANDIANO	Js	PORTLANDIANO: SECUENCIA CLASTICA MARINA: LUTITA, ARENISCA Y CONGLOMERADO CON EXOGYRAS Y GASTEROPODOS EN LA BASE. VOLCANICLASTICOS, FM. ANGAO			
		KIMERIDGIANO					
		OXFORDIANO					
		CALLOVIANO					
	MEDIO	BATONIANO		FILITA, PIZARRA, CALIZA, DERRAMES DE LAVA, AGLOMERADO, TOBA, METARROLITA CON METAMORFISMO DE FACIES ESQUISTO VERDE, SVM DEVANADOR DE LA PAZ			
		BAJOCIANO					
	INFERIOR	TOARCIANO	Liasico	NO DEPOSITO			
		PLIENS-BACHIANO					
		SINEMULRIANO					
		HETANGIANO					
TRIASICO	SUP.	RETIANO	Tf	METAVOLCANICOS, FILITA Y RADOLARITA, FM. VAALES			
		NORIANO					
		CARNIANO					
	INF. MEDIO	LADINIANO		ESQUISTOS ARTEAGA		Au DE SEGREGACION	
		ANISIANO					
SCYTIANO							
PALEOZOICO							
PERMIICO	SUP.			GNES ACATLAN			

Imagen N. 21 Columna Geológica General del Estado de Michoacán. Imagen retomada de la Monografía Geológica Minera del Estado de Michoacán 1988:19 (modificado por S. K./J.M.L.J).

En el Estado de México, situado entre los paralelos 18° 25' y 20° 17' de latitud norte y en los meridianos 98° 33' y 100° 35" de longitud oeste, la geología está representada por rocas metamórficas (Esquistos Taxco) en forma discordante con rocas carbonatadas e intercalaciones de material clástico.

Los depósitos sedimentarios se ubican en los distritos de El Oro, Temascaltepec, Sultepec, Tejupilco de Hidalgo, Angangueo, Zacuapan, Bejucos, Valle de Bravo, Amatepec, Tlatlaya (Carta Geológico Minera Tuzantla E14-A45; Carta Geológico Minera Bejucos E14-A55; Carta Geológico Minera Valle de Bravo E14-A46; Carta Geológico Minera El Oro E14-A16; Carta Geológico Minera Tejupilco de Hgo. E14-A56; Monografías Geológico-Minera del Estado de México 1996; Panorama Minero del Edo de México 2009).

Para el Estado de Guerrero, situado en la parte meridional de la República Mexicana, la geología es difícil, ya que cuenta con estratigrafía variada, deformación y edades variables. Pero aun así, se identifican los Distritos y regiones mineras con depósitos metasedimentarios como son: el Distrito de Pinzón Morado y Placeres del Oro, la región Minera comprendida en Arcelia-Teloloapan, Campo Morado, Tetipac-Zacualpan, Teotepec, Buena Vista de Cuéllar, Taxco de Alarcón, Mochitlán-Quechultenango, Coaxtlahuacan y parte de la región de la Costa Chica (Carta Geológico-Minera Placeres del Oro A84; Carta Geológico Minera Apaxtla de Castrejón A87; Carta Geológico Minera Taxco A68; Carta Geológico Minera Teloloapan A77; Carta Geológico Minera La Unión C11; Monografías Geológico-Minera del Estado de Guerrero 1999; Panorama Minero del Edo de Guerrero 2010).

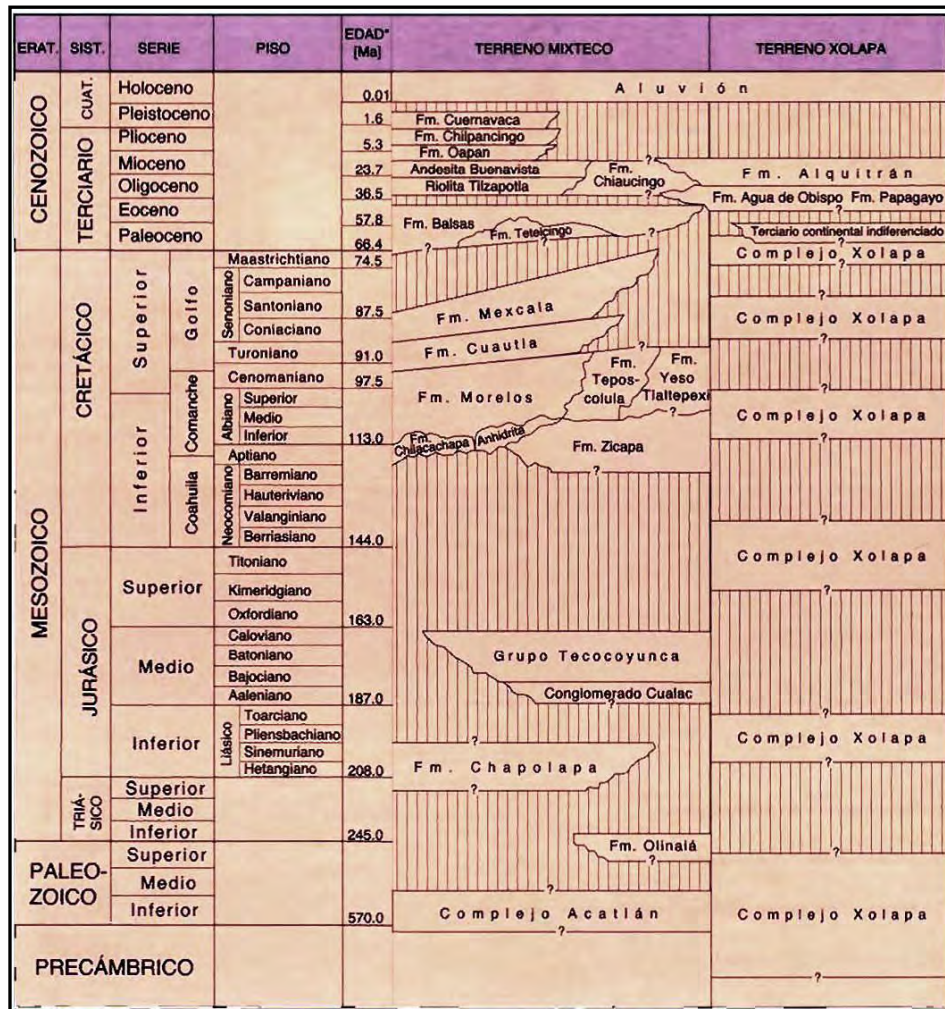


Imagen N. 22 Columna Geol6gica General del Estado de Guerrero, Terreno Mixteco y Xolapa. Imagen retomada de la Monograf6a Geol6gica Minera del Estado de Guerrero 1999:47 (modificado por J.M.L.J).

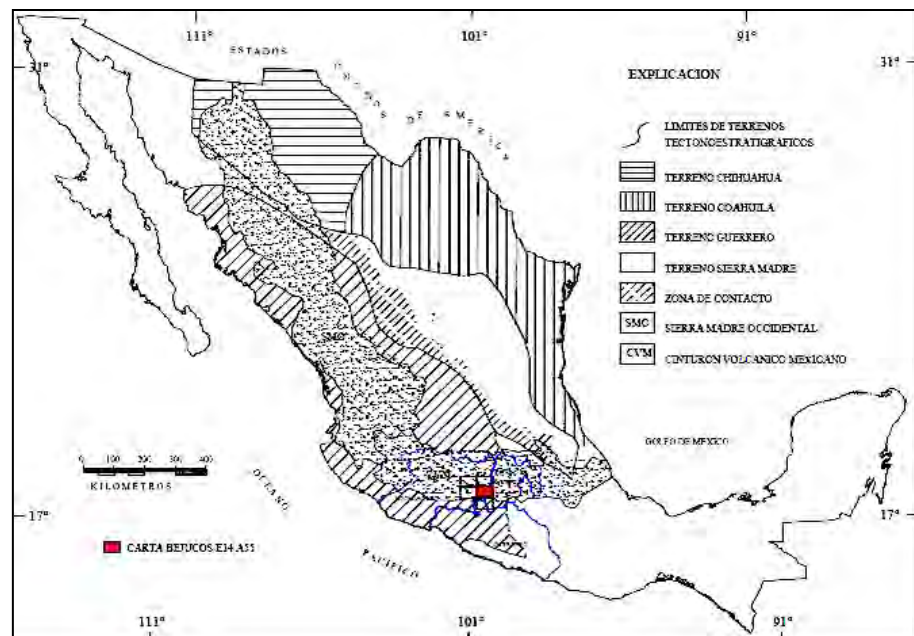
Para el Estado de Morelos, se han tomado los datos de El Informe de la Carta Geol6gico-Minera y Geoqu6mica Hoja Cuernavaca E14-5, que abarca los Estados de M6xico, Morelos, Guerrero, Puebla y Oaxaca (Rivera et. al 1998:12-19) y de la Monograf6a Geol6gico-Minera del Estado de Guerrero (1998).

La carta se ubica en la porci6n sur de la Rep6blica Mexicana, comprende casi en su totalidad el Estado de Morelos y parcialmente el norte

del Estado de Guerrero, sureste del Estado de México y suroccidente de Puebla. Se encuentra limitado por las coordenadas geográficas de 18° a 19° de latitud norte y de 98° a 100° de longitud oeste.

Fisiográficamente la carta forma parte de la Provincia Sierra Madre del Sur (Subprovincia Balsas-Mezcala) y el Eje Neovolcánico. La carta se ubica dentro de la cuenca hidrológica Balsas-Mezcala, la cual se considera una zona hidrográfica importante por la cantidad de ríos que la componen: en la porción oriental se encuentran los ríos Atoyac, Nexapa, Mixteco y Tlapaneco, mientras que la porción central es drenada por los ríos Chalma, Amacuzac, Yautepec y Cuautla; al poniente los principales drenes son los ríos Sultepec, Pilcaya y Cocula. En esta carta predominan los terrenos¹⁹ Guerrero y Mixteco. Estas unidades con historia geológica diferente están representadas por formaciones cuyos ambientes geológicos y deformaciones son distintos.

Imagen N. 23
Distribución de Terrenos tectonoestratigráficos identificados en 1983 por Campa-Uranga y Coney para la República Mexicana. Retomado del Informe de la Carta Geológico-Minera y Geoquímica Bejucos: 11 (modificado por J.M.L.J).



¹⁹ El término "terreno", se aplica para explicar la yuxtaposición de unidades de la corteza, que son diferentes en litología, deformación y geocronometría de su basamento.

El terreno Guerrero constituye un supraterreno, abarca desde el Estado de Sinaloa hasta el Estado de Guerrero. Está compuesto por cinco subterrenos o Formaciones como son: la Formación Villa de Ayala, Formación Acapetlahuaya, Formación Amatepec, Formación Teloloapan y Formación Miahuatepec-Pachivia (Informe de la Carta Geológico-Minera y Geoquímica Hoja Cuernavaca E14-5 1998:13; Monografía Geológico-Minera del Estado de Guerrero 1999:28).

La Formación Teloloapan tiene como basamento las rocas metamórficas del Esquisto Tejupilco, que aflora al norte, en el estado de México (Monografía Geológico-Minera del Estado de Guerrero 1999:34). El Esquisto Taxco, aun cuando no aflora en el subterreno Teloloapan (tiene sus afloramientos en contacto tectónico con la plataforma Guerrero-Morelos), se incluye en este subterreno por su afinidad geológica y tectónica que tiene con las secuencias vulcanosedimentarias del mencionado subterreno.

De manera general todas estas formaciones están conformadas por tres conjuntos litológicos: un basamento esquistoso, un arco volcánico y una cobertura sedimentaria. Se presentan en una alternancia de basaltos, andesitas e ignimbritas. Se identifican sedimentos calcáreos en dos facies, horizontes carbonosos e influencia tobácea. Transicionalmente se encuentran sedimentos consistentes en intercalaciones de depósitos pelíticos (de cuenca oceánica), calcáreos, arenosos y tobáceos. Las rocas del terreno Guerrero desarrollaron en su totalidad superficies de esquistosidad asociadas a plegamientos.

En cambio, el terreno Mixteco está compuesto por el Complejo metamórfico Acatlán, que a su vez se subdivide de acuerdo a su posición estructural en dos subterrenos: el subterreno Petlalcingo y el subterreno Acateco.

Las rocas del Complejo Acatlán consisten principalmente en esquistos, pizarras, filitas y metacuarcitas; en cantidades menores hay migmatitas, granitos, milonitas, anfíbolitas, rocas verdes, metagabros, eclogitas, metagrauvas, metacalizas, metaconglomerados, serpentinitas y peridotitas. Los esquistos son micáceos, sericíticos, cuarcíferos, cloríticos, granatíferos y de hornblenda, en colores blanco, verde, rojo, gris y negro. El grado de metamorfismo que sufrieron estas rocas es variable de una parte a otra y va desde las facies de esquistos verde hasta las facies eclogítica. Las rocas muestran abundantes vetas de cuarzo lechoso, prematitas y granitos en forma de intrusiones (Monografía Geológico-Minera del Estado de Guerrero 1999:49-50).

Dentro del subterreno Petlalcingo se encuentran las Formaciones Chazumba y Cozoltepec. En el subterreno Acateco se identifican las Formaciones Xayacatlan, Granitoides Esperanza y la Formación Tecomate.

Para la parte de Estado de México Morelos y Guerrero, donde se identifican el terreno Guerrero y Mixteco, en contacto con las Formaciones Pachivia, Esquistos Taxco Morelos, Balsas y Teloloapan los depósitos minerales que se identifican son manganeso en cuerpos brechados calcáreos; antimonio en forma de vetas, con la profundidad aparecen hematita, especularita, limonita, jarosita, minerales arcillosos y en ocasiones, minerales derivados del cobre. A mayor profundidad se encuentra magnetita acompañada de silicatos (granate) y sulfuros (pirita) (Monografía Geológico-Minera del Estado de Guerrero 1999:83-84).

Es importante mencionar que aunque la pizarra aparece identificada y mencionada dentro de los informes de minas de los diferentes Distritos Mineros Estatales no se trabaja dentro de la minería; no hay explotación regular comercial documentada.

Con los datos geológicos obtenidos mencionados en este apartado, procedimos a recolectar las muestras de Tlalpujahuá y río Cachívi, Michoacán; Tejupilco de Hidalgo y Valle de Bravo, Edo. De México; Pachivia, Estado de Guerrero; Iguala, Guerrero y Carretera México-Acapulco en el Estado de Morelos.

Para nuestra investigación, el comprender el proceso de formación de la materia prima bajo estudio nos permite vislumbrar la complejidad de la investigación y plantear técnicas que nos puedan ayudar a caracterizarla, para así, intentar rastrear su procedencia.

En el apartado siguiente se desglosan las técnicas retomadas de la física incluidas dentro de la arqueometría que han sido aplicadas a los artefactos y a las muestras geológicas para obtener su caracterización.

3.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES.

La Arqueología tiende un puente transdisciplinario entre ciencias naturales y exactas por un lado y ciencias sociales por el otro. Ha evolucionado hasta ser una disciplina sistematizada que se basa en la recopilación de datos, análisis de materiales e interpretación de los mismos. Se vale de diferentes ciencias, entre ellas la física, que participa de forma activa en diversas técnicas de fechamientos absoluto: termoluminiscencia, arqueomagnetismo, radioisótopos, etc. Además, la física cuenta con técnicas de análisis elemental no destructivas con las que se pueden desarrollar y sustentar argumentos sobre la procedencia de la materia prima y el intercambio, las tecnologías antiguas, el uso de ciertos materiales así como su conservación o deterioro (Manzanilla 2007a, 2008: 298; Ruvalcaba-Sil 2008:298). Estas técnicas no destructivas han mostrado ser herramientas importantes para el estudio de materiales arqueológicos manufacturados con diferentes materiales orgánicos, inorgánicos o aleaciones como metales, ámbar, hueso, cocha, lítica, pinturas, entre otros (Cough 2009; Le Bourdonc 2007; López, Ruvalcaba-Sil y Franco 2009; Lowe 2005; Ruvalcaba-Sil 2002, 2009).

Debido a la fuerte interacción de la física con la arqueología, y a que nos hemos apoyado en ella para el desarrollo de esta investigación, en este capítulo se exponen los principios de las técnicas de análisis utilizadas, sus definiciones y aplicaciones sobre los artefactos y muestras geológicas bajo estudio.

Entre toda una gama de técnicas destacan por su uso en Arqueometría la Difracción de Rayos X (DRX), la Emisión de Rayos X Inducida por Partículas (PIXE), la Ionoluminiscencia (IOL) y la Microscopía Electrónica de Barrido (MEB).

Estas técnicas son apropiadas para su aplicación a los materiales arqueológicos debido a su sensibilidad, rapidez, pero sobre todo por ser multielementales²⁰ y no destructivas (Ruvalcaba-Sil 2003, 2008).

Al hablar de caracterización de los materiales arqueológicos, nos referimos a aquellas técnicas de análisis, que al aplicarlas sobre los artefactos pueden identificar sus propiedades y características, lo que frecuentemente permite determinar su procedencia y/o proceso de manufactura (Lowe 2005; Melgar 2009; Ostrooumov 2007; Robles *et al* 2008).

En esta investigación, los estudios de caracterización de pizarra no se restringen sólo al ámbito arqueológico, sino también al geológico.

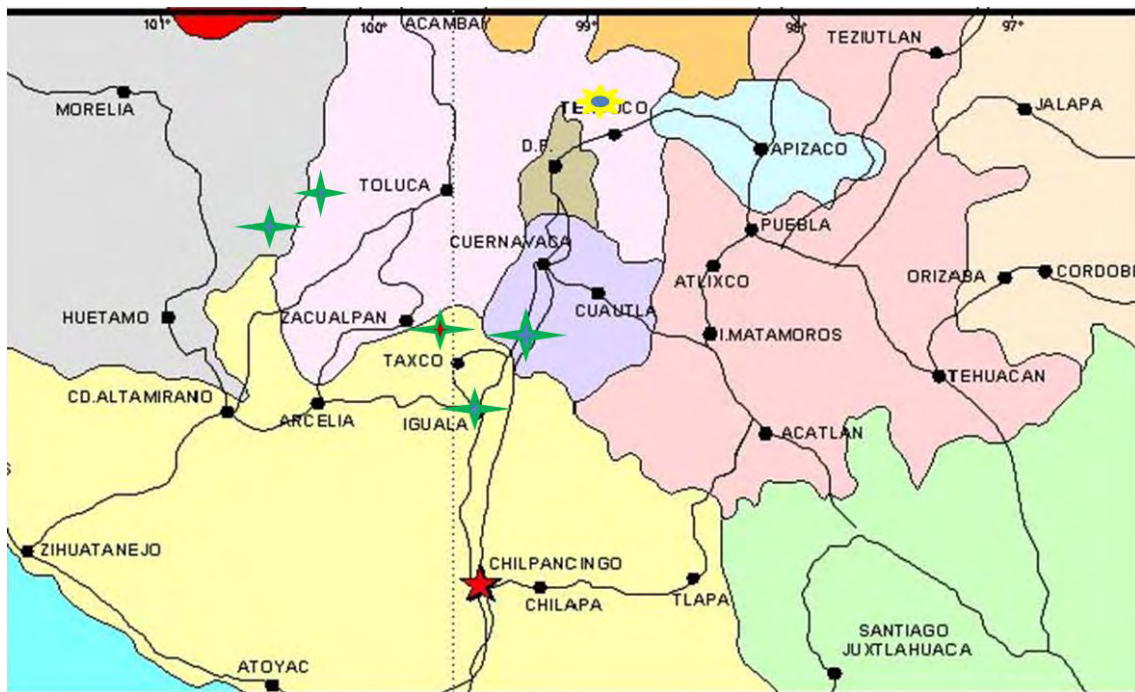
Se han recolectado y analizado muestras geológicas para establecer también, la caracterización por fuente.

Se han caracterizado 132 objetos, de los cuales 125 son artefactos y 7 muestras geológicas. Las muestras geológicas corresponden a la prospección realizada, más no al total de las fuentes (Remitirse al Cuadro N.4 de la última página).

Para la caracterización de los artefactos analizamos 91 piezas y fragmentos recuperados dentro de los Entierros de Pirámide de La Luna; 13 piezas correspondientes al Proyecto de Oztoyahualco 15:B; 6 piezas recuperadas de los túneles y cuevas al este de la Pirámide del Sol (Cueva de las Varillas y Cueva Pirul específicamente); 7 piezas del Proyecto Teopancazco, 8 del Proyecto Elite y gobierno: Xalla (véase pp.vi y vii). Sobre Xalla no podemos adelantar conclusiones, ya que el material se encuentra en proceso de análisis, razón por la cual no se ha incluido dentro de la comparación tipológica y temporal.

²⁰Al hablar de técnicas multielementales hacemos referencia a PIXE, RBS y DRX.

Así pues, hemos utilizado referencias de pizarra recolectada en el estado de Guerrero (de los poblados de Pachivia e Iguala respectivamente), Morelos (Carretera Paso Morelos), Edo. De México (Tejupilco y Valle de Bravo), Michoacán (Tlalpujahuá y río Cachívi), así como algunas muestras de calcita cristalina, las cuales fueron posibles de obtener de acuerdo a los tiempos de la investigación. Para futuros trabajos se podrán enriquecer el número de fuentes.



Recolección de materia prima



Teotihuacán

IMAGEN N. 23 Retomada de la CARTA GEOLOGICO – MINERA EL ORO DE HIDALGO E-14-16,
ESCALA 1:50,000 s/f:5



CUADRO N. 4 Total de muestras utilizadas para su caracterización. Localización por Proyecto Arqueológico y por localidad de recolección.

A continuación, se describen brevemente los principios básicos que rigen cada una de las técnicas empleadas en la investigación y cómo se han aplicado en los materiales bajo estudio.

3.3.1 DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX)

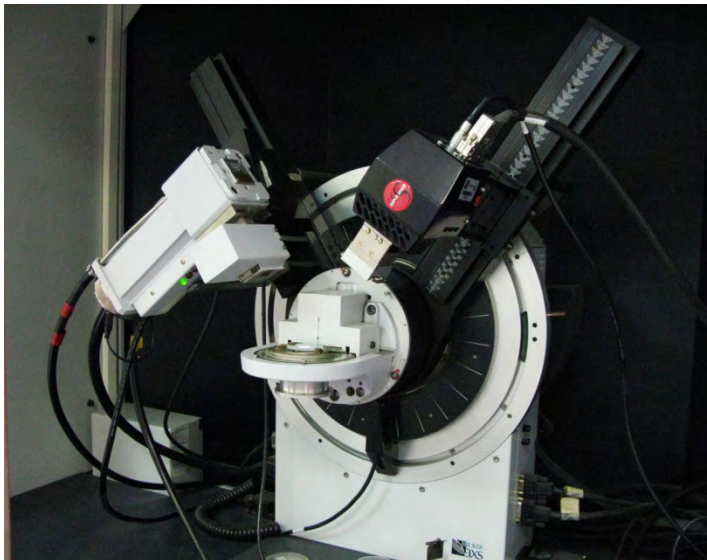
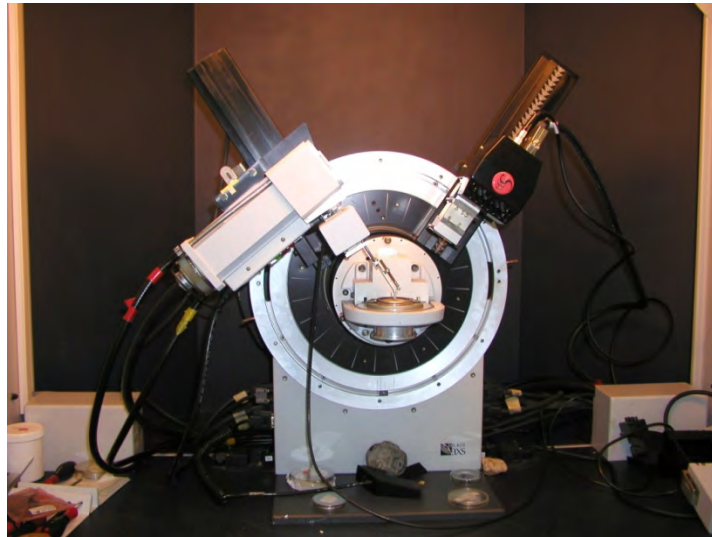
El principio de la técnica consiste en hacer pasar un haz de rayos X a través de un cristal. El haz se dispersa por los electrones de los átomos en varias direcciones y debido a la simetría traslacional de la agrupación de átomos da lugar a un patrón de difracción (Difractograma) cuyas intensidades pueden interpretarse gracias a la ley de Bragg.



IMAGEN N. 24 Aparato de Difracción de Rayos X (DRX), IF-UNAM.
Cortesía del M.C. Manuel Aguilar-Franco 2009.

Esta técnica tiene dos métodos de utilización: por irradiación directa al objeto de estudio y por medio de polvos.

IMAGEN N.25 y 26 Superior e inferior. Irradiación de una muestra geológica por el método de polvos.



Los artefactos arqueológicos fueron irradiados sobre una base sin tomar ninguna muestra. Para las muestras geológicas recolectadas se utilizó el método del polvo cristalino para la identificación de las fases minerales presentes.

Cada componente mineral tiene un difractograma característico, por lo tanto es posible determinar las proporciones relativas de dos o más minerales presentes en la misma muestra.

La orientación al azar existente entre los numerosos cristales que componen la muestra hace que en los diagramas de difracción quede reflejada, tanto cualitativa como cuantitativamente, la identificación de las fases cristalinas (Couch 2009: 44; Peña 2002).

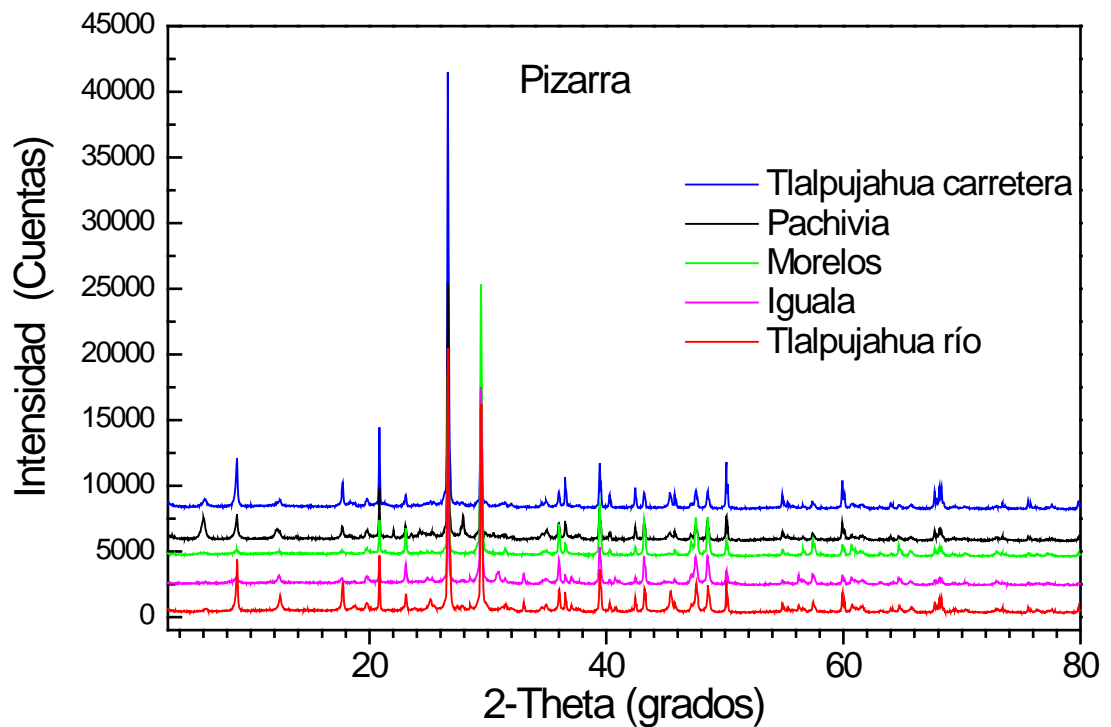


IMAGEN N. 27 Ejemplo del Difractograma de las diversas fuentes geológicas muestreadas. Se realizó el análisis cuantitativo mediante el método de Rietveld para conocer la composición de las fases presentes e identificar los compuestos que forman los elementos de las piezas

Una vez identificadas las fases minerales sobre las piezas irradiadas, se ha realizado un análisis cuantitativo mediante el método de Rietveld para identificar los compuestos que forman los elementos de las piezas.

Ambos resultados, de los artefactos y las muestras geológicas se han comparado para así, en la medida de lo posible, ligar cada artefacto con su origen geológico y geográfico.

Se utilizaron las siguientes condiciones de medición de Rayos X sobre las muestras geológicas y arqueológicas:

Difractómetro Bruker D8 Advance de geometría Bragg Brentano, configuración θ - θ , radiación Cu Ka ($\lambda = 1.5416 \text{ \AA}$), se usó un filtro de Kbeta de Ni en el haz secundario y un detector Lynxeye Bruker (de bandas de silicio). A temperatura ambiente, en atmosfera de aire y presión atmosférica.

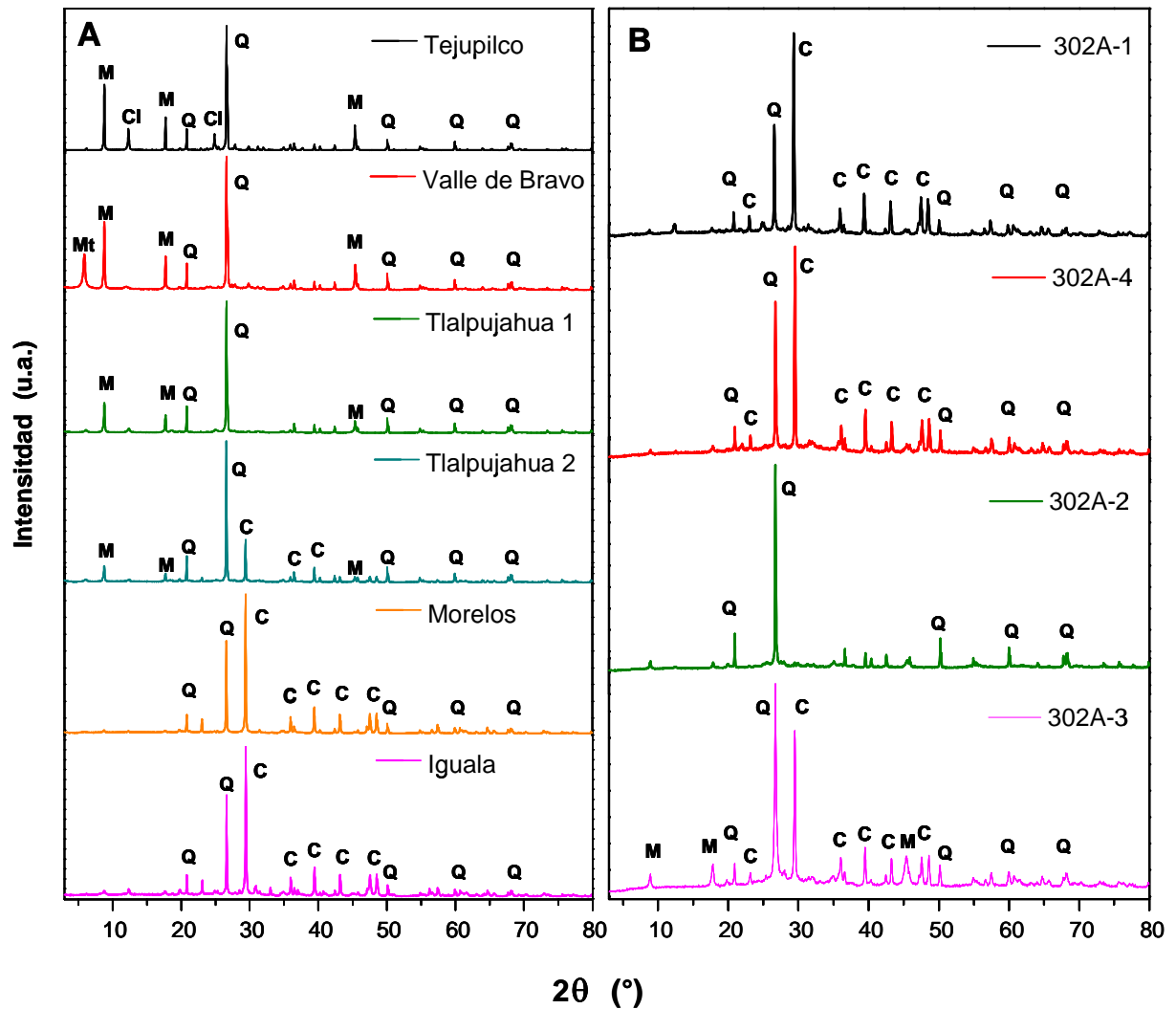
La intensidad de difracción está en función del ángulo 2θ que es medido entre 3° y 80° con un paso 2θ de 0.03° a 70.4 seg por punto. El voltaje del tubo de rayos X fue de 40Kv y la corriente de 35mA .

Para el análisis cualitativo de fases se utilizó el archivo de datos ICDD (International Centre of Diffraction Data), con datos de Aguilar-Franco, comunicación personal 2010. Para la referencia de calcita se utilizó la tarjeta 5-586.

Resultados:

Los minerales identificados en las muestras geológicas son: Moscovita, Montmorillonita, Clinoclore, Cuarzo y Calcita. Hay diferencias por muestra, ya que la fuente de Tejupilco presenta Moscovita, Cuarzo y Clinocloro; éste último mineral es el que diferencia esta fuente, ya que no se identifica en el resto de las muestras.

IMAGEN N. 28 y 29 Difractograma donde se observan los minerales característicos de cada área y sus concentraciones. B. Identificación mineral de los artefactos de pizarra de Pirámide de La Luna. En la figura la identificación corresponde a Q: Cuarzo, C: Calcita, M: Muscovita, Mt: Montmorillonita, Cl: Clinocloro.



La muestra procedente de Valle de Bravo, Edo. de México tiene Cuarzo, Muscovita y Montmorillonita, igualmente, diferenciable por ser la única que cuenta con este último mineral.

Tlalpujahuá 1 es la muestra tomada en el corte de una barranca, cuenta con Moscovita y Cuarzo; mientras que Tlalpujahuá 2, recolectada en el camino a la Mina 2 Estrellas tiene Moscovita, Cuarzo y Calcita. Suponemos que la presencia o ausencia de calcita - y calcio- es un indicador de intemperismo y degradación de este mineral.

En cambio, las fuentes más parecidas son las de Iguala, Guerrero y Morelos, donde se identifican minerales de Cuarzo y Calcita, principalmente.

Dentro de los artefactos analizados, específicamente del Entierro 2 de Pirámide de la Luna, se observan minerales como Cuarzo, Moscovita, y Calcita.

Hay variaciones de los mismos, probablemente vinculados con las áreas de Morelos e Iguala, Guerrero por su afinidad mineralógica.

Resumiendo, podemos decir que dentro de las muestras Geológicas encontramos tres grupos definidos por la concentración de minerales:

El grupo 1. Que se caracteriza por su contenido de Calcita y Cuarzo.

El Grupo 2. Que contiene Cuarzo, Calcita y Montmorillonita.

El Grupo 3. Que presenta Cuarzo, Moscovita y fases minoritarias de Montmorillonita y Clinoclore.

Mientras que en los artefactos se pudieron distinguir dos grupos:

El Grupo 1. Donde predomina el Cuarzo y la Calcita.

El Grupo 2. Con abundante Cuarzo.

Entonces, en primera instancia, podemos afirmar que la Difracción de Rayos X nos da una primera diferenciación mineralógica y por lo tanto, de las fuentes de pizarra.

La dificultad a la que nos enfrentamos, fue que la Difracción de Rayos X no pudo ser aplicada a todos los artefactos por cuestiones de tiempos y costos.

3.3.2 PIXE (Emisión de Rayos X Inducida por Partículas).

Un átomo puede considerarse como un núcleo con carga positiva y electrones que se encuentran distribuidos en capas alrededor del núcleo.

Cuando el haz de partículas incide y penetra en un material se llevan a cabo diversos efectos o fenómenos con sus átomos. Uno de éstos es la expulsión de los electrones de las capas internas del átomo, dejando al átomo ionizado y excitado.

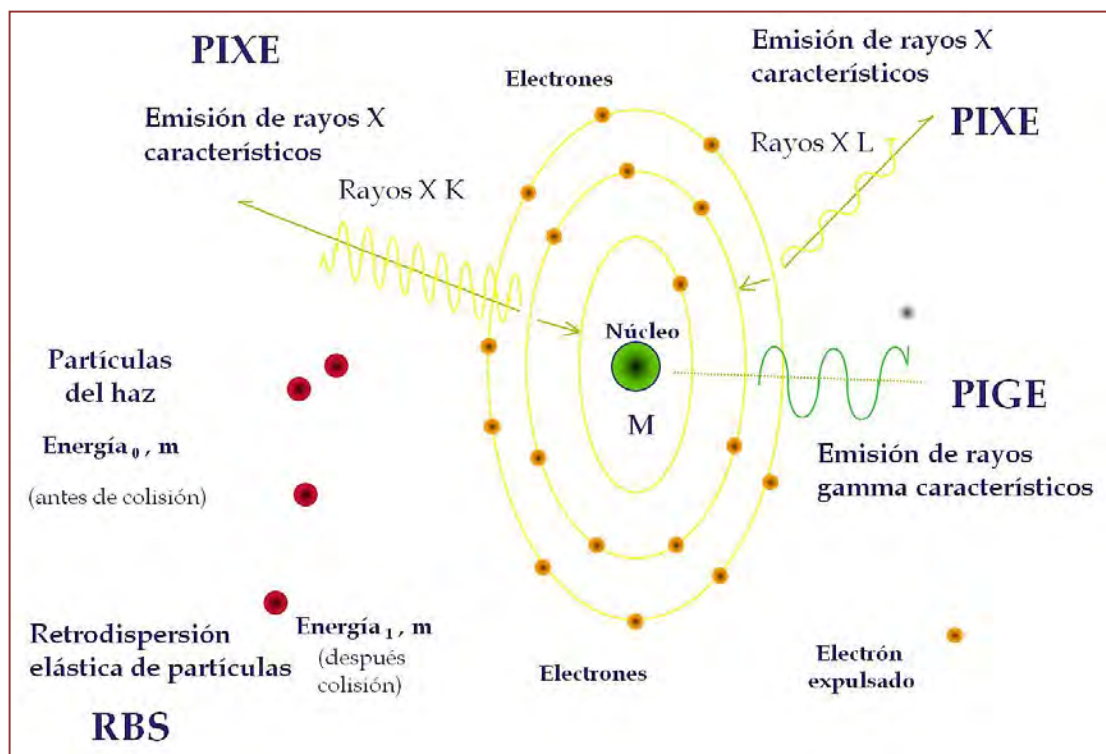


IMAGEN N. 30 Principios de diversas técnicas como PIXE, PIGE y RBS que ocupan electrones. Retomado de Ruvalcaba-Sil, 2008.

Para regresar al estado estable del átomo, los electrones de capas más externas tienden a ocupar el lugar de los electrones expulsados, emitiéndose como consecuencia un conjunto de rayos x c característicos del átomo en cuestión. Este fenómeno es la base de la técnica PIXE: a partir del conjunto de rayos x c característicos producidos y sus intensidades es posible llevar a cabo un análisis cualitativo y cuantitativo del material irradiado (Ruvalcaba-Sil 2003:17).

La sensibilidad de PIXE le permite determinar elementos traza y realizar, entre otras cosas, estudios de procedencia. La técnica PIXE puede ser utilizada para determinar la distribución de un elemento de su superficie hacia el interior (perfil de concentraciones). El método se denomina PIXE diferencial y se basa en cambiar la profundidad analizada y a partir de las consecuentes variaciones en los rayos X emitidos por el material determinar el perfil de concentraciones.

La forma de aplicar esta técnica sobre los materiales arqueológicos fue la irradiación directa y con un sistema de haz externo. Los artefactos son montados sobre un soporte y después irradiados por periodos cortos de tiempo.

A cada pieza se le han tomado dos puntos en diferentes secciones para obtener la composición porcentual.

Es importante mencionar que esta técnica se ocupa de manera simultánea con Ionoluminiscencia (IOL), ya que ambas técnicas se basan en haces de iones. La Ionoluminiscencia se basa en la detección de una emisión luminosa a una longitud de onda específica por minerales por la presencia de una impureza. Así, obtenemos dos resultados diferentes y a la vez complementarios de una sola muestra.

Al iniciar el análisis siempre se usan muestras de referencia; en nuestro caso son materiales que se han identificado geológicamente y corresponden a pizarras de diferentes procedencias (ver IMAGEN N.31).

Así entonces, hemos utilizado muestras recolectadas en el estado de Guerrero (de los poblados de Pachivia e Iguala respectivamente), Morelos (Carretera Paso Morelos), México (Tejupilco y Valle de Bravo), Michoacán (Tlalpujahuá y río Cachívi, dentro del río, un corte y el material referenciado a 100 metros de distancia), así como algunas muestras de calcita mineral para referenciar la calcita contenida en los materiales (si es que se encuentra presente).

IMAGEN N.31 Referencia de pizarra procedente de Iguala Guerrero al momento de la irradiación en el Laboratorio Pelletron-IF-UNAM



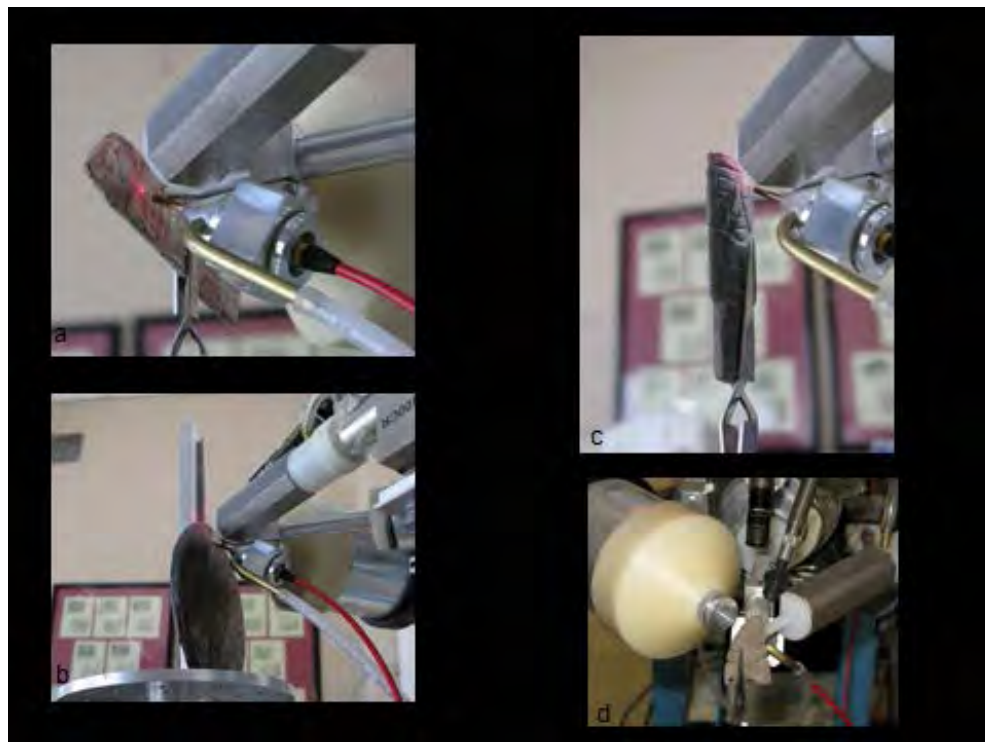


IMAGEN N. 32 Ejemplos de material arqueológico analizado con PIXE. De arriba hacia abajo: a) Lámina pintada de pizarra, Pirámide de La Luna; b) Disco de pizarra-pirita, Pirámide de La Luna; c) Figurilla antropomorfa incisa, Teopancazco; d) Crótalo, Pirámide de La Luna.

Es evidente que el contexto de los artefactos es diferente; lo retomaremos en capítulos siguientes, ya que en conjunto con los resultados aquí mostrados reforzará nuestras interpretaciones.

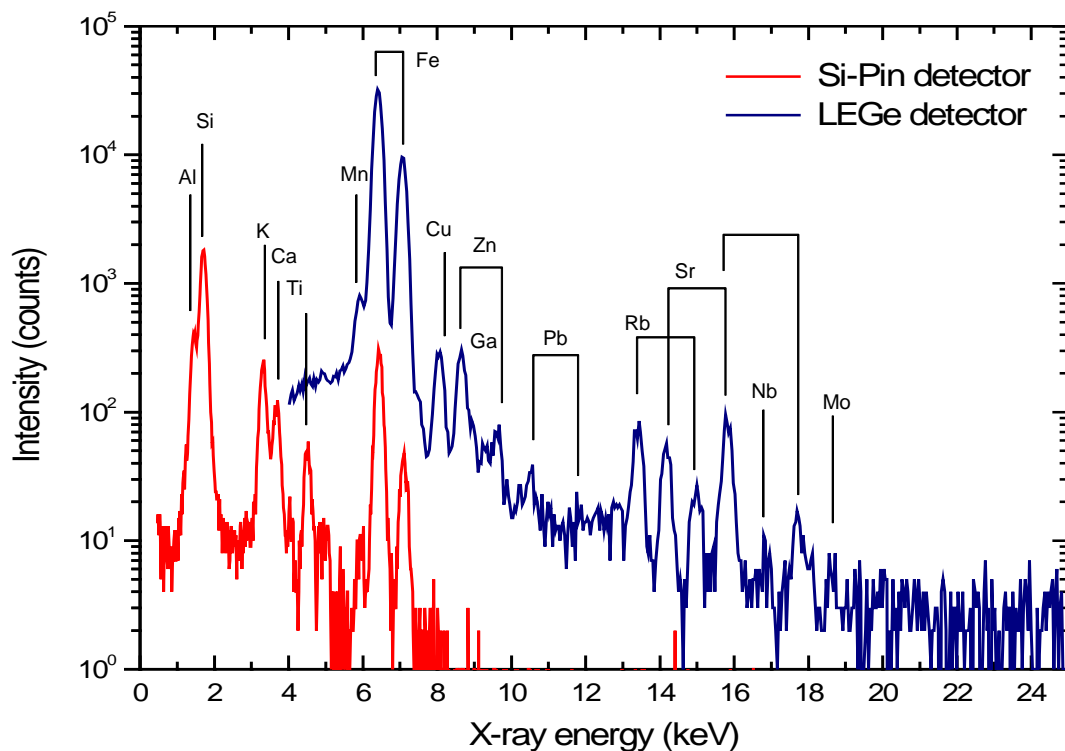
En este apartado mostramos los resultados obtenidos por la técnica PIXE. Dentro del material analizado ha sido posible caracterizar e identificar las fuentes.

Resultados:

Se han logrado caracterizar artefactos y fuentes obteniendo de forma general los siguientes minerales: Al, Si, K, Ca, Cl, Ti, Mn, Fe, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, Sr, Zr, As, Nb y Mo.

Con base en los resultados porcentuales, hemos podido observar que es posible distinguir las fuentes, en primera instancia, de acuerdo a la concentración principalmente de silicio, calcio, titanio y hierro, lo cual concuerda con el análisis de Difracción de Rayos X (DRX). Además, en contraste con la Difracción de Rayos X (DRX), ha sido posible aplicar PIXE a todas las piezas y en varias regiones, obteniendo así, la composición porcentual.

IMAGEN N. 33 Ejemplo del espectro obtenido por la técnica PIXE ya procesado. Se muestran los elementos mayores y traza componentes de la pizarra.



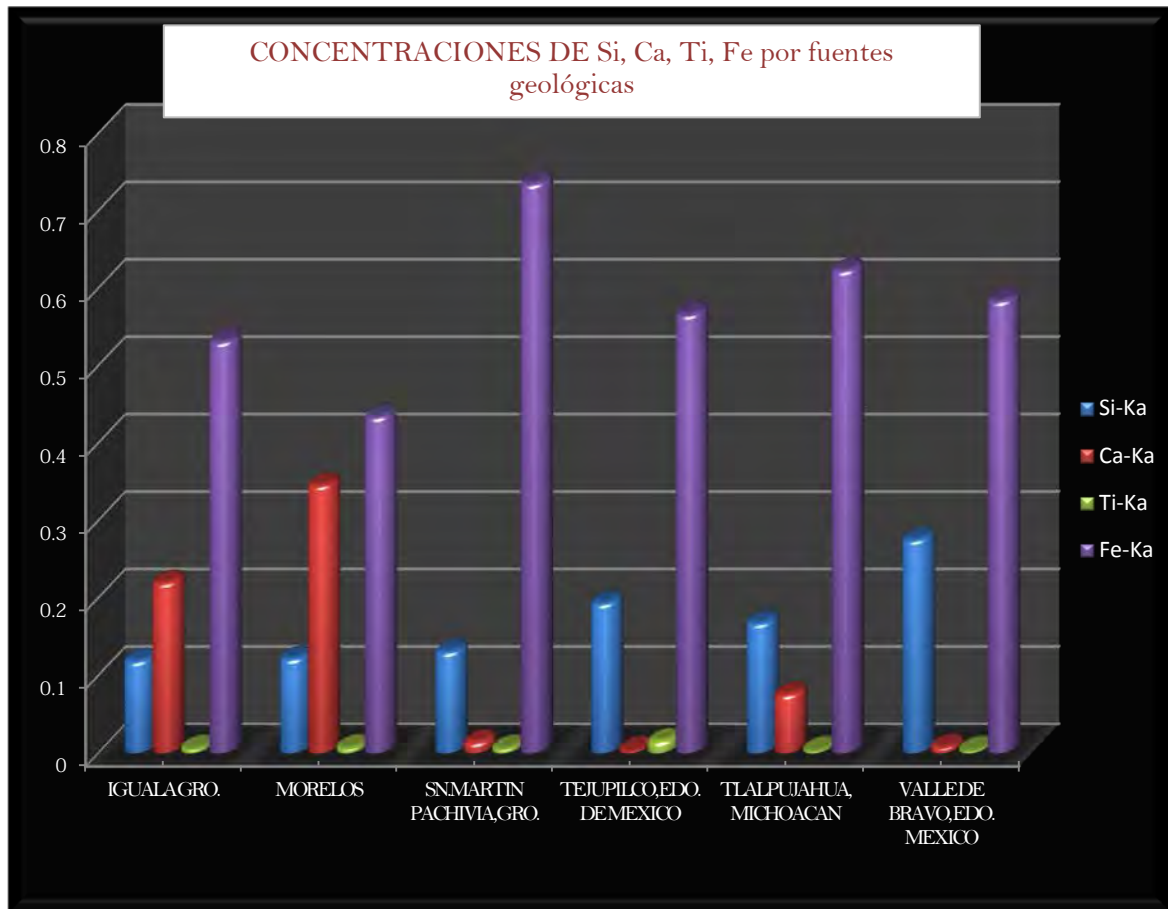


IMAGEN N.34 Grafica. Diferenciación por Fuentes Geológicas utilizando elementos de Si, Ca, Fe, Ti.

Página siguiente. IMAGEN N.35 Agrupación de los artefactos del Proyecto Pirámide de La Luna (Dirigido por el Dr. S. Sugiyama) de acuerdo a las posibles fuentes. Se han utilizado las concentraciones de Si, Ca, Fe, Ti como elementos diferenciables. Se pueden identificar tres grupos dentro de los artefactos: el primero (de izquierda a derecha), desconocido, aunque comparte en menor proporción algunos minerales identificados en los otros. El segundo grupo engloba a los artefactos donde se indican altas concentraciones de Fe, Si y en menor cantidad de Ca y Ti. Lo que es coincidente con las referencias geológicas de Tlalpujahua, Michoacán, Iguala, Guerrero y Morelos. El tercer grupo de artefactos se identifica con alta concentración de Si, baja de Fe, lo que coincide con Pachivía, Guerrero y Valle de Bravo, que también comparte con Tejupilco.

Proyecto Pirámide de La Luna Entierros 2 (E2), 3 (E3) y 6 (E6)

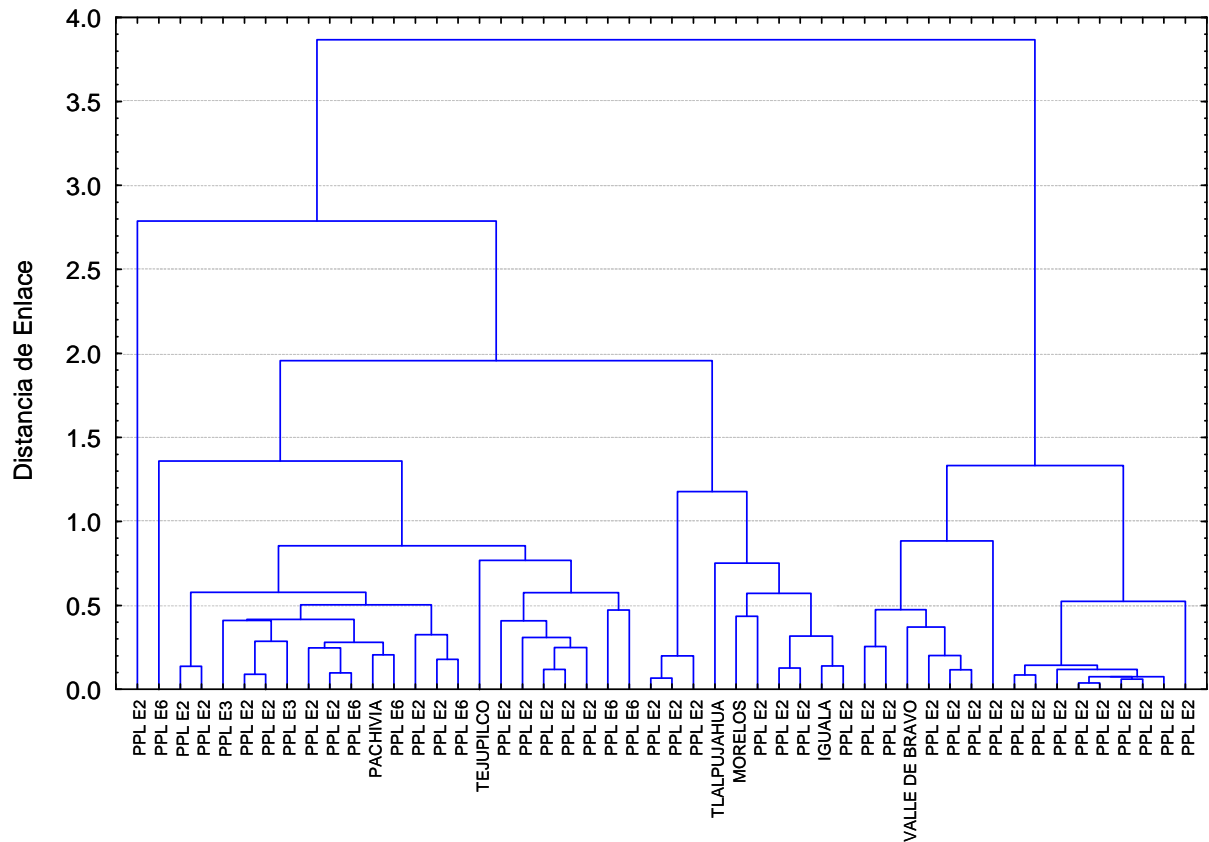
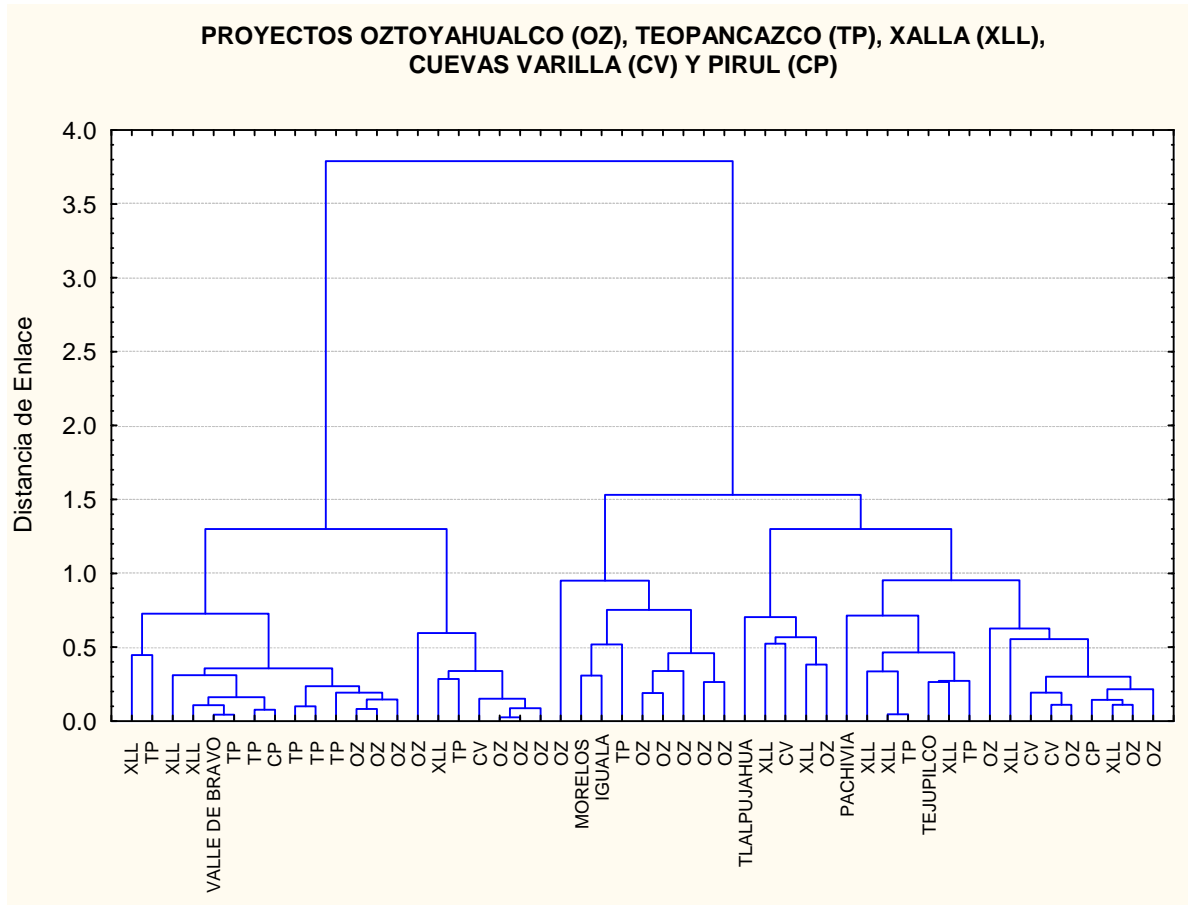


IMAGEN N.36 Agrupación de los artefactos de los Proyectos Oztoyahualco 15:B, Teopancazco, Xalla y Cuevas de Las Varillas y Pirul (dirigido por la Dra. L. R. Manzanilla) de acuerdo a las posibles fuentes. Se han utilizado las concentraciones de Si, Ca, Fe, Ti como elementos diferenciables. Dentro de la gráfica de cúmulos se pueden distinguir dos grandes grupos: el primero, muy homogéneo, que agrupa a las muestras que presentan alto contenido de Fe, poco Ca, poco Si y baja presencia de Ti; que corresponden a la referencia de Valle de Bravo Edo. De México. Mientras que el segundo grupo se caracteriza por una amplia variación de fuentes como Tlalpujahua, Michoacán, Morelos, Iguala Guerrero, Pachivia, Guerrero y Tejupilco, Edo. De México: que presentan Fe, Si, Ca, donde Tejupilco se diferencia por la presencia de Ti.



Los resultados de las referencias geológicas nos han permitido identificar el área de abastecimiento de la materia prima que llegó a Teotihuacán por cerca de 650 años. Además, hemos podido identificar que hubo diferentes fuentes a lo largo del tiempo.

Retomaremos los resultados de las técnicas en la discusión, donde presentaremos cronológicamente las fuentes de abastecimiento de materia prima por proyecto.

Continuando con el análisis, presentamos las características de la lonoluminiscencia, técnica que se ha aplicado al mismo corpus de artefactos.

3.3.3 IOL (Ionoluminiscencia)

Se trata de un método novedoso en la línea de la catodoluminiscencia, que se lleva a cabo en un acelerador de partículas, con la ventaja además, de que es posible llevarla a cabo a presión atmosférica y simultáneamente con análisis químico elemental (PIXE). Al igual que la catodoluminiscencia, en la ionoluminiscencia se induce la emisión de luz en el material bajo estudio, y esa luz permite caracterizar determinados aspectos del mismo que ayudan a su identificación. El análisis a presión atmosférica implica que no es necesario confinar el objeto de análisis en una cámara de dimensiones reducidas donde será sometido a condiciones de vacío. Las condiciones de vacío afectan a las piezas por el cambio en las condiciones de presión y humedad relativa. El análisis al aire permite el estudio de objetos de cualquier dimensión y facilita la rápida ubicación y orientación del mismo para llevar a cabo las medidas en distintos puntos de la muestra.

La posibilidad de llevar a cabo además la caracterización elemental del material, resulta de gran utilidad para la identificación del material bajo estudio.

La ionoluminiscencia es una técnica no destructiva altamente sensible que detecta minerales particulares debido a la presencia de impurezas específicas en el mineral que dan lugar a una emisión de un color determinado (Ver IMAGEN N.37 para referencias de color, longitud de onda, frecuencia y energía). A efectos prácticos, esto significa que es posible distinguir distintos materiales luminiscentes aplicando esta técnica. En ionoluminiscencia, lo que se hace es registrar las longitudes de onda de emisión, el "color" de la luz que emite un material, cuando ha sido estimulado mediante un haz de partículas o iones acelerado y aprovechar que cada material emite a unas longitudes de onda características para su identificación (Calvo s/f: 58-60).

La excitación de los electrones se da en las capas externas debido a la irradiación con protones y la emisión es provocada por la recombinación radioactiva en el espectro de luz del Infrarrojo-Visible-UV.

Los factores que se deben considerar para la emisión son la temperatura del material los tipos y valencia de las impurezas la concentración de los defectos y la presencia de elementos inhibidores (Fe^{2+}).







		(nm)	$\nu(\text{Hz}) \times 10^{14}$	E (eV)
	Violeta	390 – 455	7,69 – 6,59	3,18 – 2,73
	azul	455 – 492	6,59 – 6,10	2,73 – 2,52
	verde	492 – 577	6,10 – 5,20	2,52 – 2,15
	amarillo	577 – 597	5,20 – 5,03	2,15 – 2,08
	naranja	597 – 622	5,03 – 4,82	2,08 – 1,99
	rojo	622 – 780	4,82 – 3,84	1,99 – 1,59

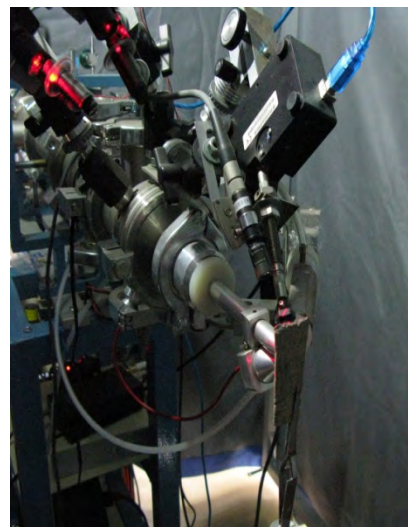
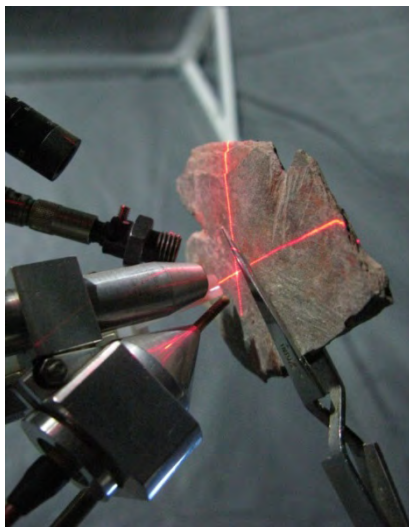
IMAGEN N.37 Relación entre color observado, longitud de onda, frecuencia y Energía de la radiación visible emitida por el material (Retomado de Calvo s/f:59).

Para la obtención de los espectros ionoluminiscentes de los artefactos de pizarra y las muestras geológicas, el espectrómetro Ocean Optic UV-VIS-NIR (200-1000nm) se montó en el dispositivo experimental de haz externo del acelerador Peletron del IFUNAM. La posición del lente 47 UV Ocean Optic para la captura de la emisión luminiscente se colocó a 45°C con respecto al ángulo del haz. Las muestras fueron colocadas en una placa de metal en posición vertical frente a la salida del haz de protones de 1.3MeV de energía (IMAGENES 39 y 40). El espectrómetro se conecta a una computadora y se utiliza el programa Ocean Optic para capturar los espectros. Para la obtención óptima de la emisión luminiscente se diseñó un cuarto oscuro portátil que cubriera todo el dispositivo experimental de haz externo (ver IMAGEN N.38 en la siguiente página).



IMAGEN N. 38 Dentro del Laboratorio Peletron IF-UNAM. Cuarto oscuro para la irradiación de las piezas por IOL.

IMAGENES N.39 y 40 Izquierda, irradiación de fragmento inciso (Pirámide de La Luna); derecha; irradiación de figurilla antropomorfa (Teopancazco).



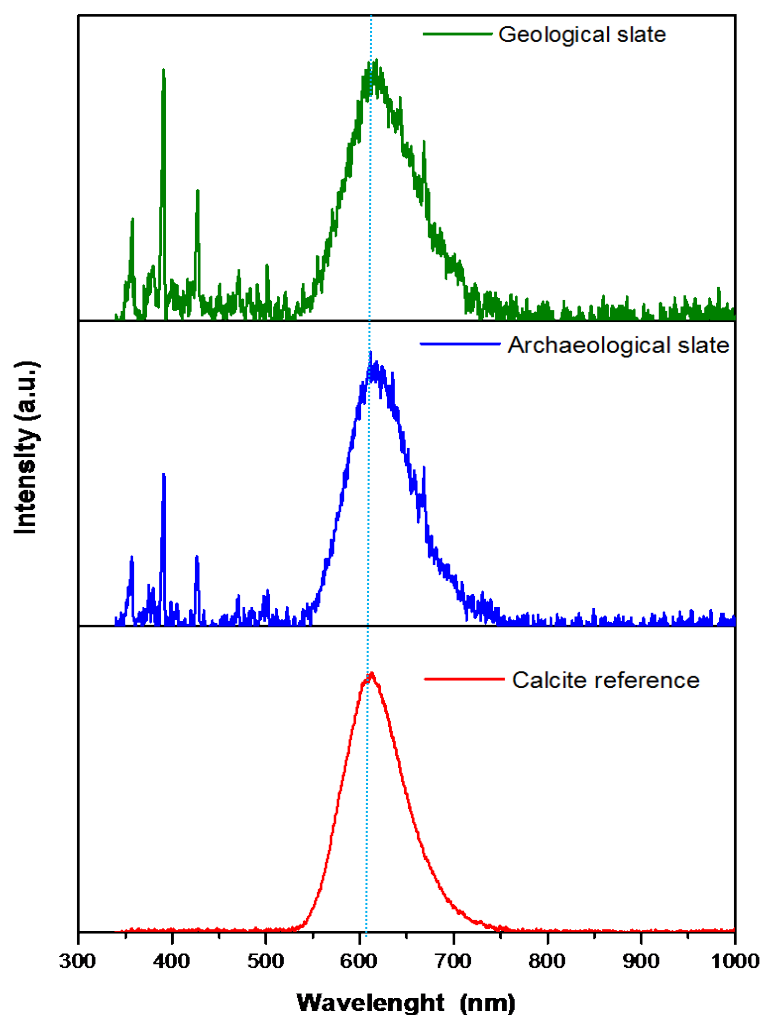


IMAGEN N. 41 Identificación de Calcita en artefactos y muestra geológica del Estado de Morelos

Al igual que PIXE, las piezas fueron irradiadas en forma directa con el haz externo. Los artefactos y las muestras fueron montados sobre un soporte y después irradiados por periodos cortos de tiempo. A cada pieza se le han tomado dos puntos en diferentes secciones para tener la composición porcentual (remitirse a la imagen de la página anterior).

Por medio de la técnica IOL se han identificado tres grupos dentro de las referencias geológicas y cuatro dentro de los artefactos que presentan

luminiscencia. En particular es posible distinguir las fuentes debido a la concentración nula, media o alta de Calcita.

La emisión es debida al manganeso y es de color rojo; se observa a 620 nm (IMAGEN N. 41 Identificación de Calcita en artefactos y muestra geológica del Estado de Morelos).

Esto se correlaciona con grupos con altas cantidades de silicio, concentraciones intermedias de silicio y calcio, y bajas concentraciones de silicio y altas de calcio, obtenidos por PIXE.

Artefactos y muestras se han comparado para vincular el artefacto con su posible área de origen.

Los **resultados** fueron los siguientes:

1) Las muestras geológicas recolectadas en Pochilá Guerrero; Tejupilco y Valle de Bravo Edo. De México no presentan luminiscencia roja (ver IMAGEN N.42).

Esto implica bajas concentraciones de calcio, esto es calcita. En cambio se detecta una luminiscencia entorno a los 380 nm (de color violeta), típica del cuarzo y los aluminosilicatos (Calvo et al. 2007; Calvo et al. 2008; Calvo s/f:58-67).

Los datos que arrojó la IOL, concuerdan con la información obtenida por XRD.

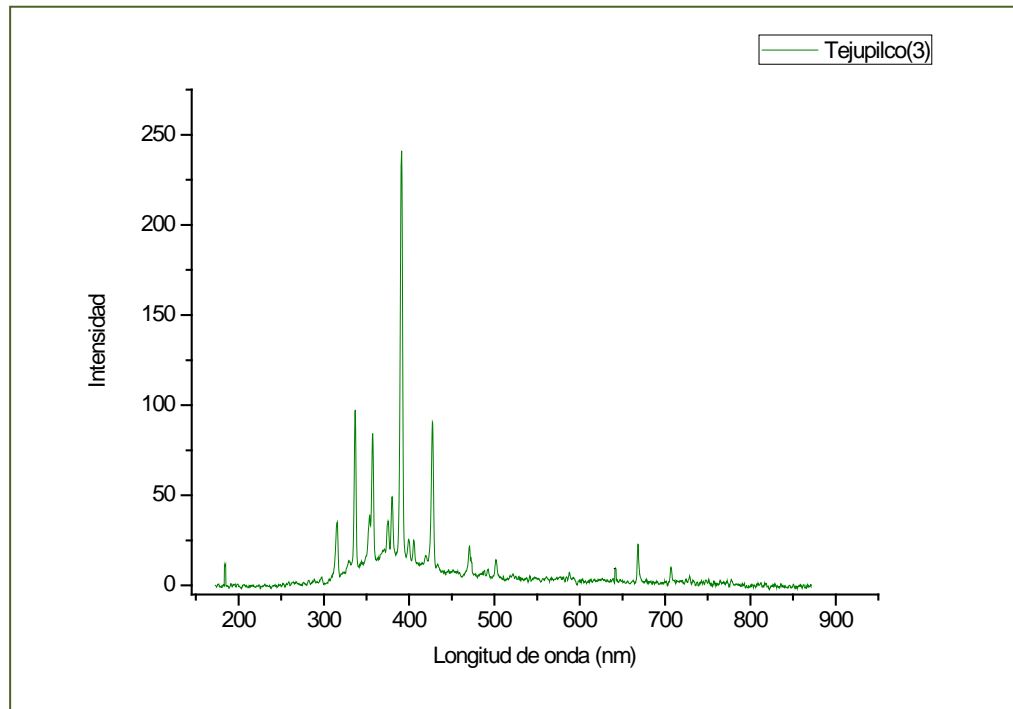


IMAGEN N. 42 Muestra geológica correspondiente a Tejupilco Edo. De México. Grupo 1, no presenta Calcita (luminiscente en 620 nm)

2) Las muestras procedentes de Iguala, Guerrero y Tlalpujahua Michoacán, pueden agruparse en el rango de intensidad intermedia luminiscente roja (ver IMAGEN N.43), mientras que:

3) la referencia del estado de Morelos es la que cuenta con la concentración más alta de calcio (debido a Calcita), por lo tanto se observa una luminiscencia roja más intensa (ver IMAGEN N.44).

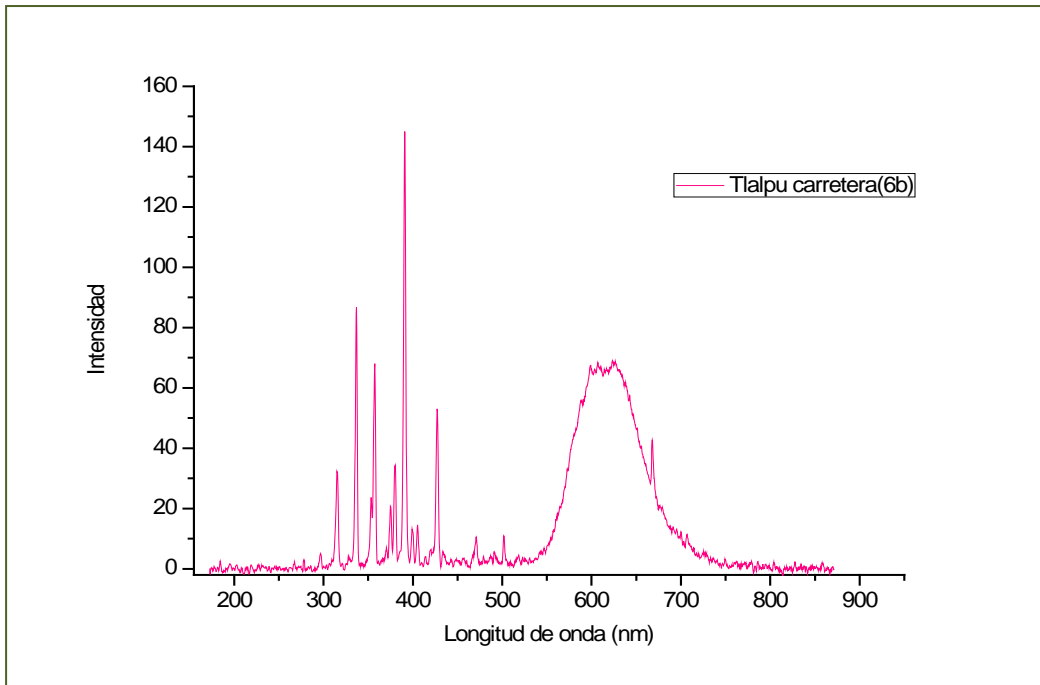


IMAGEN N. 43 Muestra geológica de Tlalpujahu Michoacán. Grupo 2, Intensidad media. Luminiscencia a 620 nm e intensidad de 70

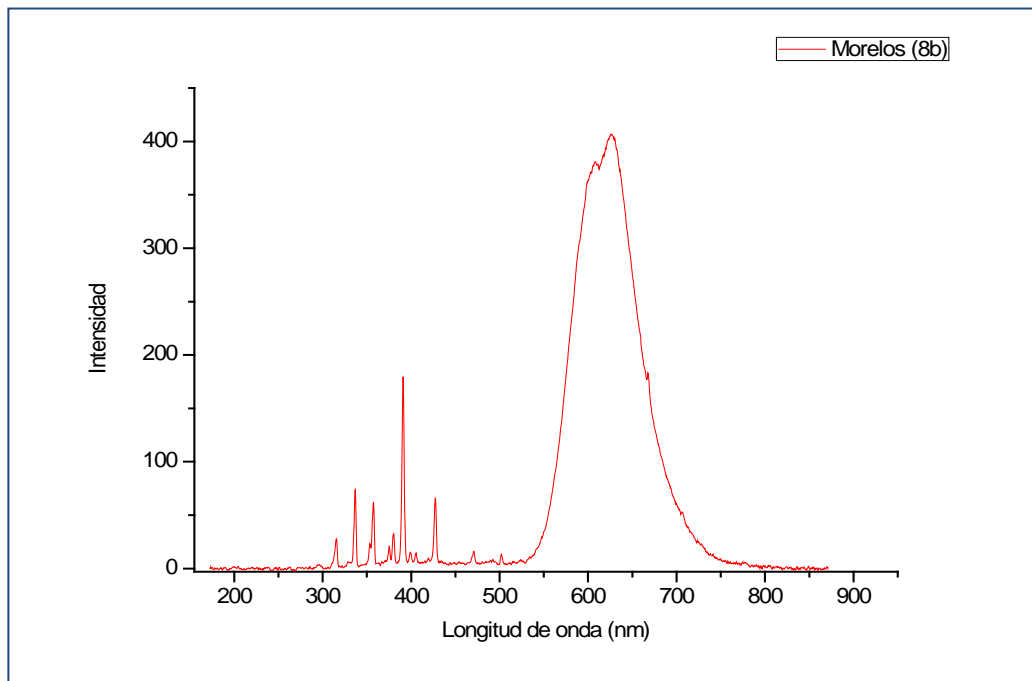


IMAGEN N. 44 Muestra geológica de Morelos. Grupo 3, Intensidad alta. Luminiscencia a 620 nm e intensidad de 410.

4) En el cuarto grupo se observa la emisión luminiscente de otro mineral no identificado que nos muestra el espectro en dos longitudes de onda diferentes una de las longitudes de onda se encuentra entorno al verde y otra en el infrarrojo (ver IMAGEN N.45). Aún no tenemos la correspondencia mineralógica ni sabemos a cuál de las fuentes de pizarra podría corresponder.

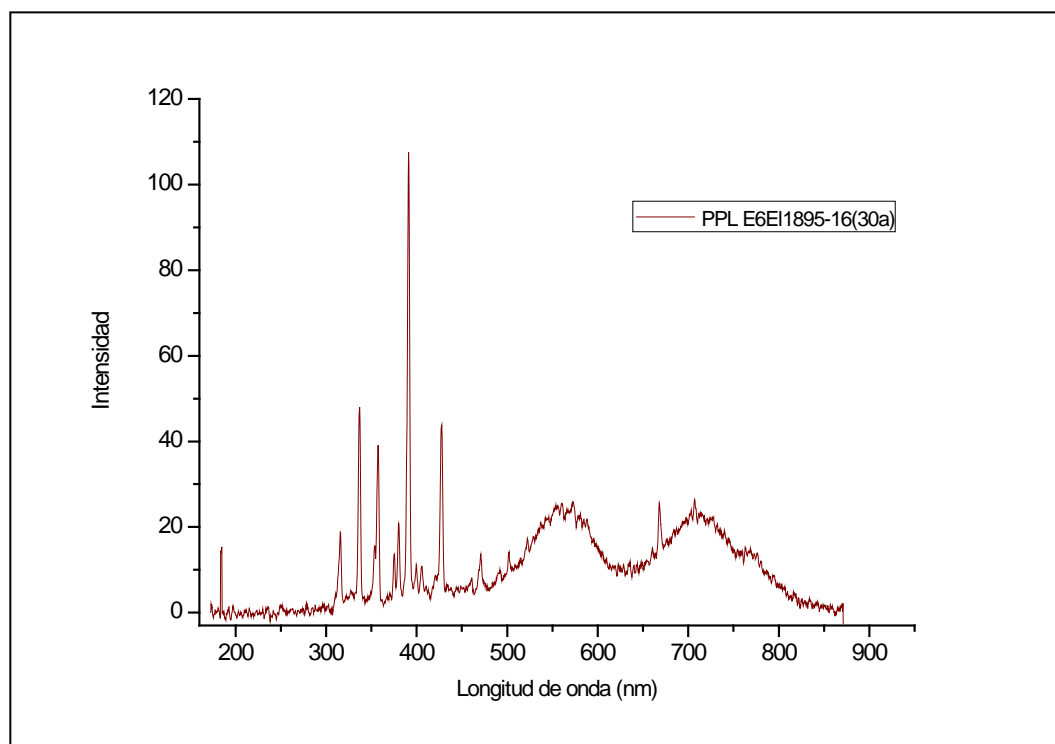


IMAGEN N. 45 Artefacto procedente del Entierro 6 de Pirámide de La Luna. Grupo 4, no identificado. Se observan dos mesetas a diferentes longitudes de onda.

Dentro de los artefactos, se han encontrado correspondencia con los grupos identificados. Hay muestras que no presentan luminiscencia, lo que podría sugerir que provienen de las áreas de Pachivia Guerrero, Tejupilco y/o Valle de Bravo Edo. De México.

También la alta luminiscencia de los artefactos nos indica compatibilidad con las áreas de Morelos y Guerrero. Investigaciones más detalladas lo corroborarán posteriormente. Igualmente, dentro de los artefactos hay un grupo que desafortunadamente no ha sido posible identificar. No contamos aún con referencias geológicas que nos permitan ligar a su área de origen.

Hasta aquí presentamos las técnicas utilizadas en la caracterización de los artefactos y las muestras geológicas.

Aclaremos que al inicio del apartado, hemos mencionado la Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) dentro de las técnicas utilizadas por la Arqueometría. En nuestra investigación la MEB ha sido aplicada sobre las modificaciones realizadas para identificar las técnicas de manufactura de los artefactos, más no así para la caracterización.

Por lo anterior, es que los detalles de la técnica (MEB) así como su aplicación en la identificación de las huellas de manufactura se describen en el apartado de Tecnología de la producción de la pizarra teotihuacana. Apartado que presentamos a continuación.

CAPITULO 4. Tecnología de la producción de la pizarra teotihuacana

4.1 Propuesta metodológica

4.1.1 Reproducción experimental de las modificaciones observadas en los artefactos de pizarra

4.2 Identificación de instrumentos y técnicas de manufactura

4.3 Propuesta del proceso de trabajo empleado para la manufactura de una figurilla de pizarra

4.1 PROPUESTA METODOLÓGICA

En este apartado presentamos la propuesta metodológica de estudio para los artefactos de pizarra.

A lo largo del tiempo, el interés de los antropólogos sobre los diversos artefactos recuperados, su función y posible manufactura ha provocado sumo interés y ha dado pie a un infinito catálogo.

Ciertos trabajos de los últimos 50 años han abundado sobre la investigación en fuentes bibliográficas, estudios sobre la morfología de los artefactos, así como observación e investigación etnográfica para inferir el uso y la posible manufactura, etc. (Cabrera Cortés 1995, 2009; García Cook 1967; Gaxiola 1988; Gazzola 2007, 2009; Gómez 2004; Healan 2005; Kozłowski y Ginter 1975; Laplace 1972, 1986; Leroi-Gourhan 1974; López 2006; Merino 1994; Mansur 1986; Mirambell 1968; Mirambell y Lorenzo 1974; Suárez 1977, 1988; sólo por mencionar algunos autores).

Podemos referirnos de forma especial a F. Bordes, quien en 1950 dio inicio a un estudio utilizando una lupa binocular para examinar artefactos líticos prehistóricos y analizar la posición y características de elementos que

referían a una posible utilización. Continúo con el análisis de huellas combinando este trabajo con la reproducción experimental (Bordes 1974).

Varios estudios siguieron realizándose a lo largo del tiempo y en diferentes partes del mundo, implementado cada vez más lentes de aumento y haciendo un registro más riguroso de la experimentación y la observación de las huellas experimentales producidas (Bordes 1974; Olausson 1980; Sonnenfeld 1962 *cit.* Mansur 1988:19).

Fue con Semenov y colaboradores en 1964, cuando se demostró que todas las rocas con la misma dureza conservan huellas de uso; estas huellas podían ser reconocidas e interpretadas al emplean instrumentos ópticos adecuados y una metodología coherente de análisis (*op.cit.*:20).

Pero no ha sido hasta mediados del siglo veinte, cuando el avance tecnológico proveyó de diferentes instrumentos que se han implementado dentro de la arqueología. Es así, que en las investigaciones sobre tecnologías antiguas se ha llegado a implementar la traceología (Anderson-Gerfaud 1981; Ascher 1961; Elías 2007; Hayden y Kamminga 1979; López 2008, 2009; Melgar 2004-a, 2004-b, 2007, 2008, 2009; Odell 1982; Olausson 1980; Pineda 2008; Solís 2007; Vaughan 1981-b; *cf.* Mansur 1986:13-14; Velázquez 1994, 2004, 2006; Zegarra y Montesinos s/f) con excelentes resultados, ya que ha sido posible distinguir las huellas de alteración natural (pátinas, fracturas) de lo que se realizó con intencionalidad (huellas de utilización, accidentes tecnológicos y/o artefactos).

En esta parte de la investigación, retomamos la metodología desarrollada por Velázquez (2004) y Melgar (2004-a, 2004-b, 2009) sobre arqueología experimental y el uso del Microscopio electrónico de Barrido (MEB) para comparar e identificar las huellas de manufactura sobre los experimentos y artefactos de pizarra.

Presentamos brevemente la descripción, uso y función del MEB o Microscopio Electrónico de Barrido. Continuamos con los detalles de las reproducciones experimentales ejecutadas, se expone el análisis comparativo entre artefactos y experimentos; en la parte final de éste apartado se hace la propuesta del proceso de manufactura de una figurilla sobre laja.

Microscopio Electrónico de Barrido (MEB)

El microscopio electrónico de barrido (MEB) es un instrumento que permite la observación y caracterización superficial de materiales inorgánicos y orgánicos, entregando información morfológica del material analizado. A partir de él se producen distintos tipos de señal que se generan desde la muestra y se utilizan para examinar muchas de sus características.

Con él se pueden realizar estudios de los aspectos morfológicos de zonas microscópicas de los distintos materiales con los que trabajan los investigadores de la comunidad científica y las empresas privadas, además del procesamiento y análisis de las imágenes obtenidas.

Las principales utilidades del microscopio se deben a su alta resolución ($\sim 100 \text{ \AA}$), la gran profundidad de campo que le da apariencia tridimensional a las imágenes y la sencilla preparación de las muestras.

El microscopio electrónico de barrido puede estar equipado con diversos detectores, entre los que se pueden mencionar: un detector de electrones secundarios para obtener imágenes de alta resolución SEI (Secondary Electron Image), un detector de electrones retrodispersados que permite la obtención de imágenes de composición y topografía de la superficie BEI (Backscattered Electron Image) y un detector de energía dispersiva EDS (Energy Dispersive Spectrometer) permite coleccionar los Rayos X generados por la muestra y realizar diversos análisis e imágenes de distribución de elementos en superficies pulidas.

Dentro de esta investigación, nos hemos valido del Microscopio Electrónico de Barrido sólo para identificar huellas de manufactura en las piezas arqueológicas y en los experimentos realizados (para mayor información remitirse al apartado 4.1.1 de esta misma tesis). No fue ocupado para la caracterización del material.



IMAGEN N. 46 Microscopio Electrónico de Barrido (MEB), INAH; México D.F.

El empleo del Microscopio Electrónico de Barrido (MEB, remitirse a la IMAGEN N.46) en el modo de alto vacío (HV) ayudó a resolver las dudas tecnológicas sobre los materiales de pizarra Teotihuacanos, ya que por medio del MEB, se pueden distinguir y diferenciar las características morfológicas de la superficie de los materiales.

Para llevar a cabo las comparaciones entre las diferentes muestras, se realizaron improntas en polímeros.

Esta técnica tomada de la metalografía ha resultado sumamente útil para obtener las huellas de los artefactos e identificar su manufactura.

Para la identificación tecnológica se hace una comparación microscópica con cada una de las modificaciones realizadas por arqueología experimental. Esta metodología ha sido utilizada largamente en el proyecto de “Técnicas de manufactura de los objetos en concha del México prehispánico” de Templo Mayor (Velázquez 1999) por lo cual se decidió aplicarlo también a la lapidaria (Melgar 2004).

La técnica consiste en reblandecer un acetato, que ha sido cortado previamente con las medidas deseadas (en nuestro caso fue de 0.5 x 0.5 cm). Sobre el acetato se aplica una gota de acetona y se presiona con un palillo la modificación o superficie deseada, que de ser posible, ha sido limpiada con agua. Así, presionando este acetato cuando está reblandecido sobre la superficie elegida, se han obtenido los negativos de las huellas de los artefactos y de las reproducciones experimentales.

La acetona al evaporarse hace que el polímero recupere su dureza original. Entonces, las improntas tomadas sobre el polímero quedan fijas y sin deformar (retomado de Melgar 2007).

Las improntas tienen varias ventajas, entre ellas, que al ser pequeñas (de 0.5 x 0.5 cm) se pueden ingresar a la cámara del microscopio hasta 20 modificaciones a la vez. Lo que no sucedería al analizar un artefacto completo, ya que la cámara de muestreo no permite ingresar piezas que superen los 10 cm de largo.

Las modificaciones ingresadas pueden ser diversas, ya que pueden ser las paredes internas de las perforaciones, cortes y/o superficies de uno o varios artefactos.

Las micrografías²¹ fueron obtenidas utilizando los mismos parámetros de voltaje y de ampliaciones. Entonces, las micrografías se han observado con las mismas ampliaciones: 100x, 300x, 600x y 1000x, para poder hacer una comparación entre diversas muestras y así identificar las herramientas con que se manufacturaron los artefactos.

Aunque es evidente que la tecnología no nos da la función, nos permite identificar los restos materiales trabajados de los que no lo están, ya que suele confundirse con “desecho de talla” o desechos de “posibles talleres” a los materiales fragmentarios recuperados generalmente en rellenos de excavaciones arqueológicas o en pozos de sondeo.

Como menciona Mansur (1986) en su libro MICROSCOPIE DU MATERIEL LITHIQUE:

Les experiences de simulation sont destinées à présenter la gamme d'usages possibles pour un certain type d'outil, mais **elles ne fournissent aucune preuve quant à l'utilisation précise de chaque pièce individuelle**. Le fait qu'un grattoir s'adapte morphologiquement bien au travail des peaux, par exemple, ne signifie pas que chaque grattoir a été utilisé dans ce sens, de la même manière que tous les éclats bruts n'ont pas coupé de la viande, malgré la présence de bons tranchants naturels (Mansur 1986:18)²²

²¹ La micrografía es la imagen de un objeto obtenida mediante un microscopio.

Agradecemos el apoyo del Ingeniero Antonio Alva en el manejo del MEB y la toma de las micrografías.

²² Las experiencias de simulación están destinadas a presentar la gama de usos posibles para un cierto tipo de instrumento, pero ellas no proveen de ninguna manera una prueba de la utilización precisa de cada pieza. [Aunque] el hecho que un raspador se adapta bien morfológicamente al trabajo de las pieles, por ejemplo, no significa que cada raspador ha sido utilizado para lo mismo, de la misma manera que los fragmentos de materia prima no cortaron carne, a pesar de la presencia de filos buenos y naturales (Traducción Propia).

4.1.1 REPRODUCCION EXPERIMENTAL DE LAS MODIFICACIONES OBSERVADAS EN LOS ARTEFACTOS DE PIZARRA

El objetivo principal de este apartado, es dar a conocer las técnicas empleadas para la producción de los artefactos de pizarra²³ que fueron depositados como parte importante de las ofrendas del centro ceremonial de Teotihuacán²⁴ así como sus áreas aledañas.

El trabajo se realizó estudiando las técnicas de elaboración de los artefactos por medio de la experimentación controlada²⁵, con el objeto de conocer las herramientas utilizadas en la manufactura de las piezas, así como el tiempo invertido sobre ellas de forma tentativa, ya que es evidente que no contamos con la pericia del artesano prehispánico.

Para el estudio e identificación de huellas de manufactura se ha utilizado Microscopía Electrónica de Barrido (MEB). La aplicación del MEB para visualizar los artefactos y los experimentos, nos ha permitido realizar comparaciones e identificar de forma precisa, las huellas de manufactura sobre los artefactos.

El obtener información sobre las técnicas de manufactura utilizadas para realizar una pieza, nos ayuda a distinguir si hay o no estandarización tecnológica dentro de la producción, con lo cual, es posible inferir si hay parámetros de especialización dentro de la producción lapidaria (Velázquez 2004).

²³ Figurillas, discos, láminas, placas y pendientes que se han encontrado dentro de *Teotihuacán*, asociados a restos óseos humanos, como parte de ofrendas mortuorias y a edificios, así como dentro de la indumentaria (López 2006).

²⁴ El material que aquí se presenta es parte de los siguientes proyectos arqueológicos: Proyecto Pirámide de La Luna a cargo del Dr. Saburo Sugiyama, Proyecto Templo de Quetzalcóatl a cargo del Mtro. Rubén Carera Castro, Proyecto Antigua Ciudad de Teotihuacán: Primeras fases de desarrollo urbano. Oztoyahualco 15B:N6W3 a cargo de la Dra. Linda R. Manzanilla así como del Proyecto Estudio de túneles y cuevas en Teotihuacán a cargo de la Dra. Linda R. Manzanilla.

²⁵ También reconocida como Arqueología experimental.

El término de Arqueología experimental ha sido utilizado para explicar supuestos, hechos y ficciones sobre la reconstrucción y función de restos antiguos. Por definición las palabras sugieren una prueba, que es el medio de juzgar una teoría o una idea, esto es exactamente la arqueología experimental (Coles 1973:13-14).

Entonces, la arqueología experimental proporciona una vía para examinar restos materiales antiguos donde podemos aplicar los supuestos e hipótesis que tenemos acerca de su manufactura y uso.

Para esta investigación, iniciamos el trabajo experimental remitiéndonos a las fuentes del Posclásico tardío, especialmente a Sahagún (1999).

La ventaja que tenemos sobre identificar y estudiar los oficios basándonos en Sahagún, es que él menciona las cualidades del artesano prehispánico así como proporciona detalles de cada una de las técnicas seguidas por los artífices de la pluma, ceramistas, joyeros, lapidarios y otros (Sahagún 1999, Libro X, Capítulo 7: 553-556).

Entre las cualidades de los lapidarios menciona que:

El lapidario está bien enseñado y examinado en su oficio, buen conocedor de piedras, las cuales para labrarlas quítalas la raza, córtalas y las junta, o pega con otras sutilmente con el betún para hacer obra de mosaico. El buen lapidario artificiosamente labra e inventa labores, sutilmente esculpiendo y puliendo muy bien las piedras con sus instrumentos que usa en su oficio (Sahagún 1999:553, Libro X, Capítulo 7)

Suponemos que las técnicas lapidarias usadas por los aztecas y mencionadas por Sahagún (1999) eran producto de culturas más antiguas,

básicamente las mismas pero perfeccionadas a través del tiempo, donde cada fase de este desarrollo histórico y tecnológico encontraría su fuente en la fase anterior y lo prepararía para la siguiente, con los parámetros sociales requeridos.

Sahagún también menciona los instrumentos de trabajo de *Los oficiales que labran las piedras preciosas* (Sahagún 1999:525, Libro IX, Capítulo III) y dice:

Los artífices lapidarios cortan el cristal, blanco o rojo, y el jade y la esmeralda con arena de sílice y con un metal duro. Y los pulen con pedernal, y los perforan y horadan con un punzón de metal. Luego lentamente tallan su superficie, la desbastan, la enmollecen como plomo y dan a las piedras la última perfección con un palo, con el las pulen y de este modo brillan y echan reflejos de sí.

O también con un bambú fino las pulen y con esto las perfeccionan y acaban su artefacto los lapidarios.

De esta cita podemos identificar los diferentes procesos para dar forma y manufacturar una pieza como son perforaciones, pulidos y bruñido; así como los instrumentos de los que se valían los antiguos en la manufactura: arena de sílice, metal, punzones de pedernal y carrizos o juncos.

Es evidente que para tiempos teotihuacanos no es aplicable el trabajo con instrumentos metálicos. Además, suponemos que debido al intenso trabajo artesanal realizado en y para Teotihuacán, no fueron estas las únicas herramientas dentro del proceso de trabajo.

Es por eso que, dentro de la experimentación controlada, se realizaron las modificaciones observadas macroscópicamente sobre las piezas

arqueológicas como son: cortes, incisiones y perforaciones utilizando diversas materias primas como instrumentos de trabajo.

Es importante mencionar que hemos retomado investigaciones sobre manufacturas líticas como las de Mirambell (1968) y Semenov (1981) que, mediante estudios macroscópicos sobre materiales líticos arqueológicos, relacionaron herramientas con los posibles procesos empleados para la elaboración de objetos tallados y pulidos.

Al ser experimentación controlada, para el proceso de comparación y análisis de las huellas, nos hemos adherido a la metodología propuesta por Velázquez (1999, 2005) y Melgar (2004, 2007, 2009), donde con parámetros regulares sobre los aumentos en los que se analizan los experimentos y los artefactos, han mostrado agilidad en el análisis y que las huellas de ciertas herramientas sobre diversas materias primas no cambian (Melgar 2008, comunicación personal).

Para el estudio de la pizarra, se registraron variables como grosor inicial y final de la materia prima, el tiempo invertido en cada una de las modificaciones, los desechos que resultan de la manufactura y observaciones visibles sobre las herramientas.

El trabajo experimental fue realizando las modificaciones observadas sobre pizarra recolectada en Canadá, Alemania, Morelos y Michoacán.

Para los cortes e incisiones, utilizamos como instrumentos de trabajo lascas de pedernal y obsidiana.

IMAGEN N. 47 Experimento. Corte con lasca de obsidiana sobre pizarra.

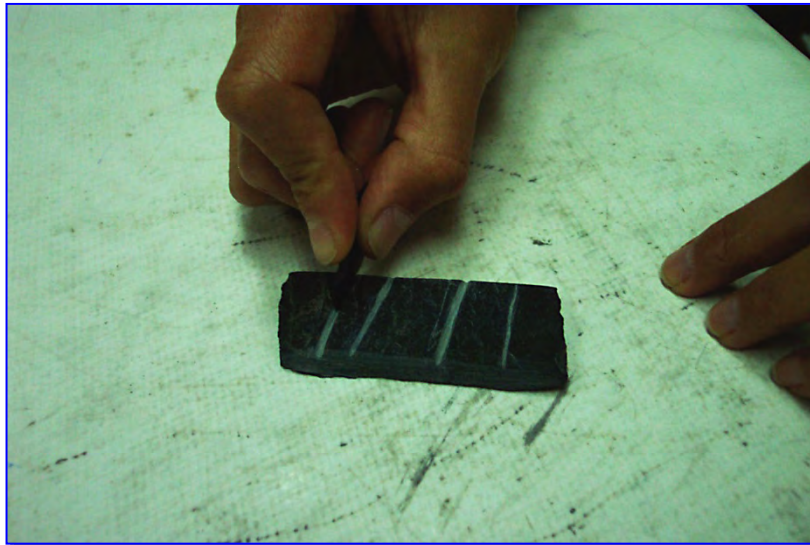


IMAGEN N. 48 Experimento. Corte con lasca de pedernal sobre pizarra.

Para las perforaciones se han utilizado además de las lascas de obsidiana y pedernal (IMAGEN N.49), carrizos con abrasivos de arena de cuarzo (IMAGEN N.50), polvo de pedernal y ceniza volcánica (IMAGEN N.51).

IMAGEN N. 49 Experimento. Perforación con lasca de pedernal sobre pizarra.



IMAGEN N. 50 Experimento. Perforación con carrizo y abrasivo de arena de cuarzo con agua.

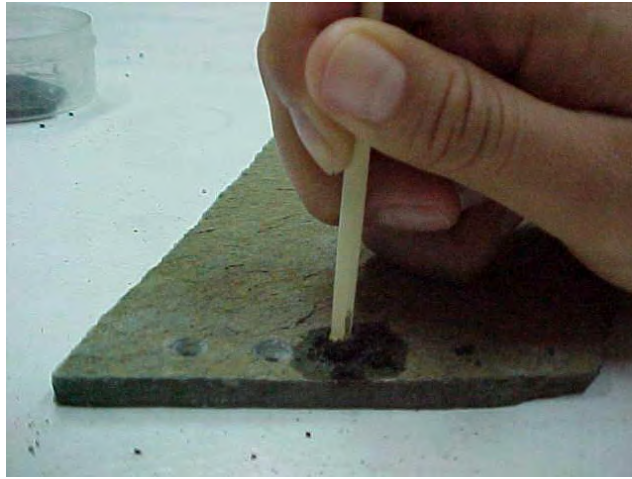


IMAGEN N. 51 Experimento. Perforación con carrizo y ceniza volcánica, se añadió agua.

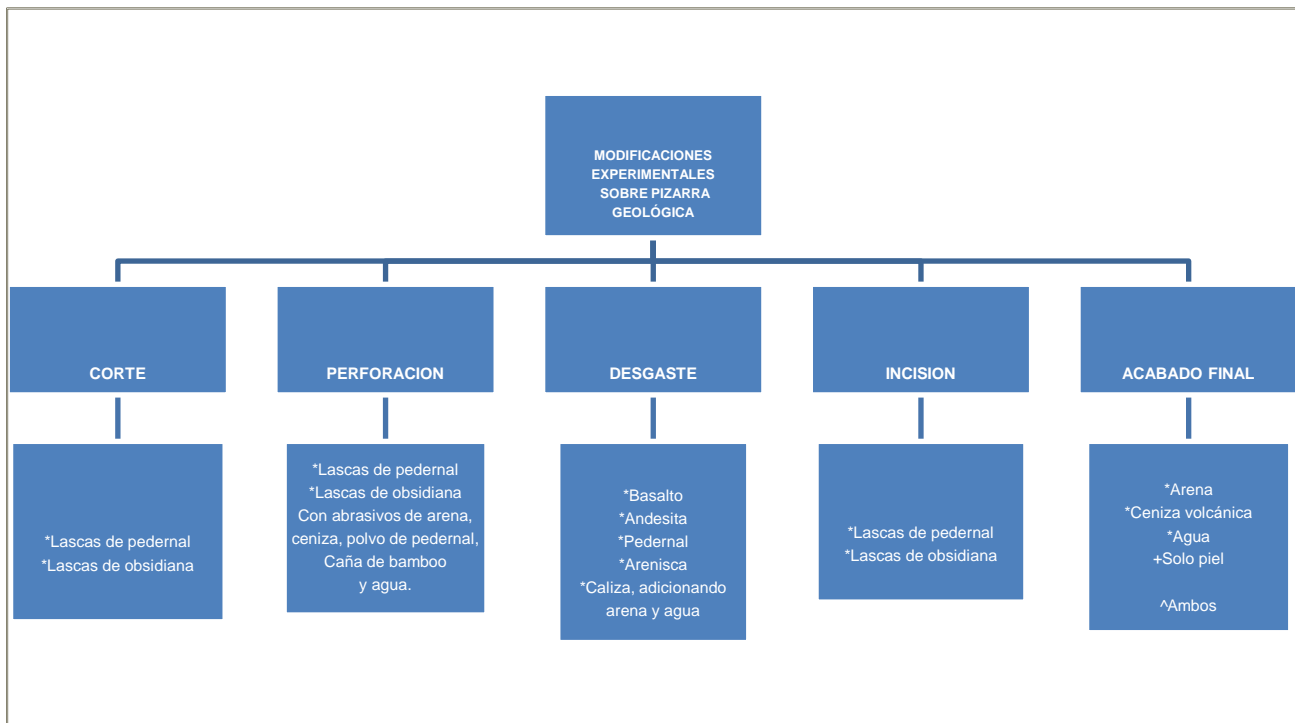


En los pulidos se utilizaron materiales como lajas de andesita y riolita (IMAGENES N. 52 y 53, página anterior).

Como acabado final de la pieza, ésta se ha bruñido con piel.

Hasta el momento, los resultados obtenidos con la experimentación, utilizando diferentes materias primas como herramientas se presentan en la IMAGEN N.54

IMAGEN N.54 Modificaciones realizadas sobre pizarra contemporánea utilizando diferentes herramientas.



El uso de la arqueología experimental nos ha mostrado ser una excelente herramienta para establecer comparaciones tecnológicas entre materias primas diferentes.

Dentro del Taller de Lapidaria de Templo Mayor, lugar donde se han realizado todos los experimentos y análisis, se siguen realizando diferentes modificaciones sobre varias materias primas. Además de las modificaciones, se han hecho réplicas de materiales arqueológicos. Para diferenciarlas de los artefactos originales fueron manufacturadas con parámetros de diferenciación como son: fuentes de la materia prima (se han utilizado materias primas de Canadá y Alemania), tamaño al manufacturar la pieza y/o grosor. Al manufacturar la pieza completa también tomamos en cuenta la evidencia que se observa en los desechos (IMAGEN N.55). Debemos mencionar que para nuestro estudio no analizamos las huellas de uso sobre las herramientas.

Imagen N. 55 Reproducciones realizadas en el Taller de Lapidaria de Templo Mayor. 1. Figurilla antropomorfa, similar a la recuperada en Templo de Quetzalcóatl, Teotihuacán Edo. De México; 2. Desecho del corte de la figurilla anterior. 3. Figurilla Chontal, similar a la recuperada en Cueva de Los Guaraches, Gro.; 4. Figurilla tipo Mezcala-Teotihuacanoide, similar a la recuperada en Teopancazco, Teotihuacán, junto a ella su desecho.



Los análisis de las huellas de manufactura experimentales así como su comparación con los artefactos, revelan que dentro de Teotihuacán, por lo menos en la manufactura de la pizarra, hubo una estandarización tecnológica y morfológica dentro de la producción. Sobre este tema se profundizará en el apartado de las discusiones de la misma tesis.

En el apartado siguiente, mostramos el proceso de análisis e identificación de las huellas de manufactura utilizando el Microscopio Electrónico de Barrido.

4.2 IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE MANUFACTURA.

Al igual que con la experimentación, la metodología e identificación de las diversas modificaciones llevadas a cabo ha sido realizada por especialistas.

Para la identificación y clasificación de huellas hemos contado con la ayuda del Mtro. Emiliano Melgar Tísoc y el Ingeniero Antonio Alva Medina.

DESGASTES

ANDESITA: El empleo de esta herramienta da como resultado una superficie rugosa de textura irregular, que está cruzada por bandas discontinuas de aproximadamente 66 micrómetros de espesor (ver IMAGEN N.56).

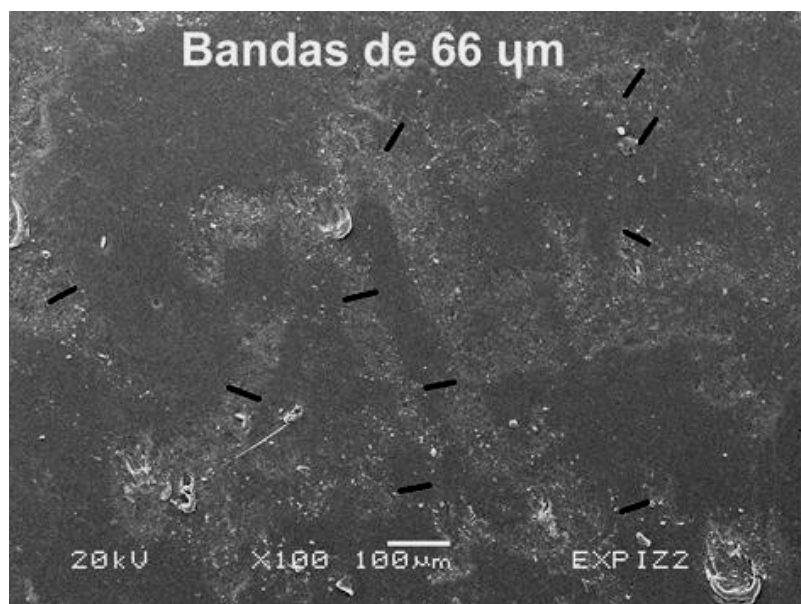


IMAGEN N.56 Identificación de las huellas de la andesita (66 micrómetros) en un desgaste experimental. Modificaciones realizadas en el Taller de Lapidaria de Templo Mayor. Identificación por el Mtro. Emiliano Melgar Tísoc.

ARENISCA: Este material da como resultado una superficie rugosa, en la que pueden apreciarse una sucesión de bandas paralelas de 10 micrómetros de espesor, las cuales se entrecruzan (IMAGEN N.57).

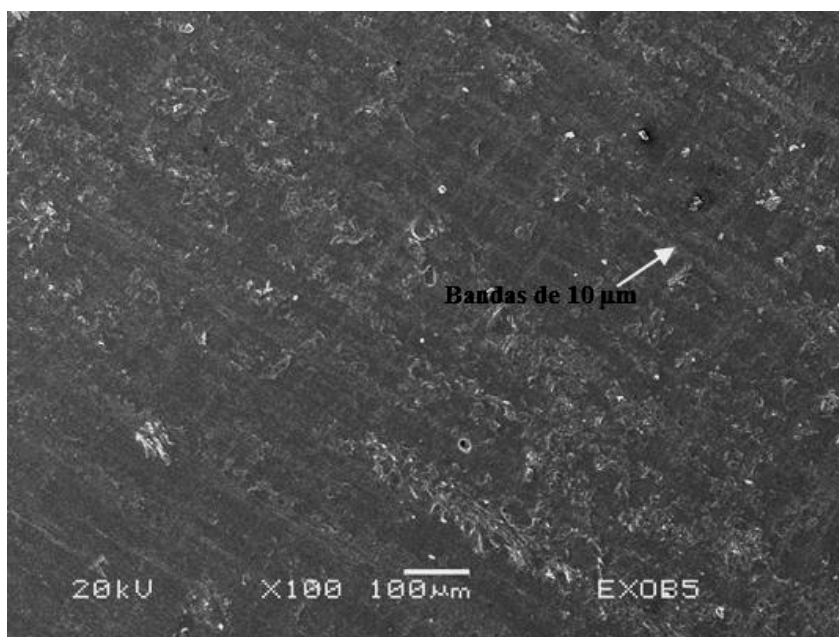


IMAGEN N.57 Identificación de las huellas de la arenisca (10 micrómetros) en un desgaste experimental. Modificaciones realizadas en el Taller de Lapidaria de Templo Mayor. Identificación por el Mtro. Emiliano Melgar Tísoc.

BASALTO: Con el empleo de lajas o metates de basalto, sin ayuda de abrasivos, se obtienen superficies lisas, en las cuales se distinguen bandas de bordes de forma irregular, con una medida de 100 micrómetros de espesor, las cuales aparecen en diferentes direcciones y llegan a cruzarse (ver IMAGEN N.58).

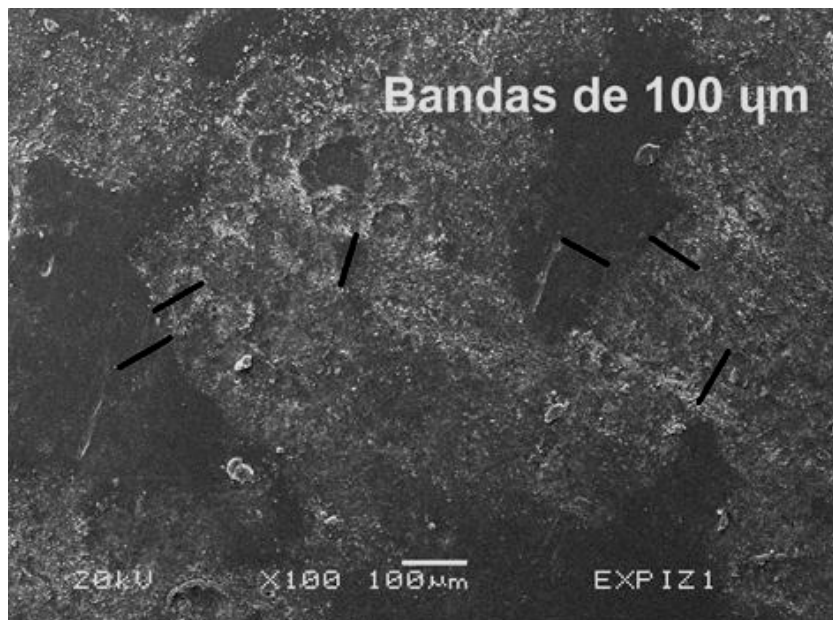


IMAGEN N.58 Identificación de las huellas de basalto (bandas de 100 micrómetros) en un desgaste experimental. Modificaciones realizadas en el Taller de Lapidaria de Templo Mayor. Identificación por el Mtro. Emiliano Melgar Tísoc.

BASALTO ADICIONANDO ARENA: El utilizar basalto, adicionando arena como abrasivo, da como resultado una superficie rugosa de textura asimétrica, con bandas de bordes irregulares que la cruzan, se observan alisadas y difusas, van de 100 a 115 micrómetros de grosor, corren en diferentes direcciones. Además, a un mayor aumento pueden observarse líneas finas y sinuosas de 3 micrómetros de grosor.

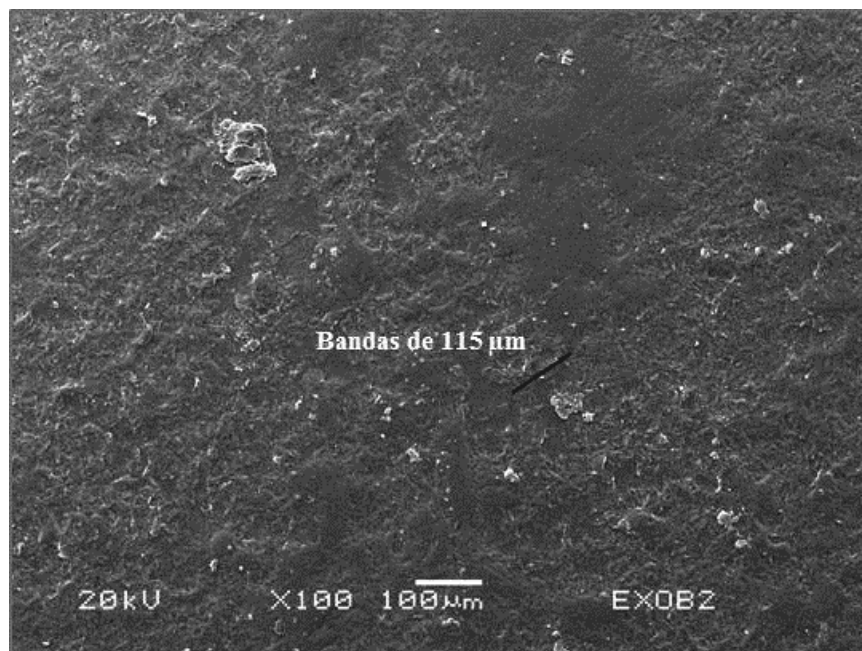


IMAGEN N.59 Identificación de las huellas de basalto y arena (bandas de 115 micrómetros) en un desgaste experimental. Modificaciones realizadas en el Taller de Lapidaria de Templo Mayor. Identificación por el Mtro. Emiliano Melgar Tísoc.

CALIZA: La utilización de esta materia prima deja como evidencia, una superficie donde se alternan zonas lisas y zonas rugosas, donde pueden apreciarse bandas irregulares y difuminadas en diferentes tamaños; pueden ser de 20 a 70 micrómetros de grosor; además, se observan también líneas marcadas que tienen 4 micrómetros de ancho.

GRANITO: El empleo de este material genera una superficie de textura regular y uniforme, sobre la cual se observan partículas así como líneas muy finas y difusas menores a 1 micrómetro de anchura.

RIOLITA: El uso de lajas de riolita da como resultado una superficie donde se alternan zonas lisas y rugosas, cruzadas por bandas irregulares y difuminadas de 33 micrómetros de grosor, estas mismas líneas se entrecruzan.

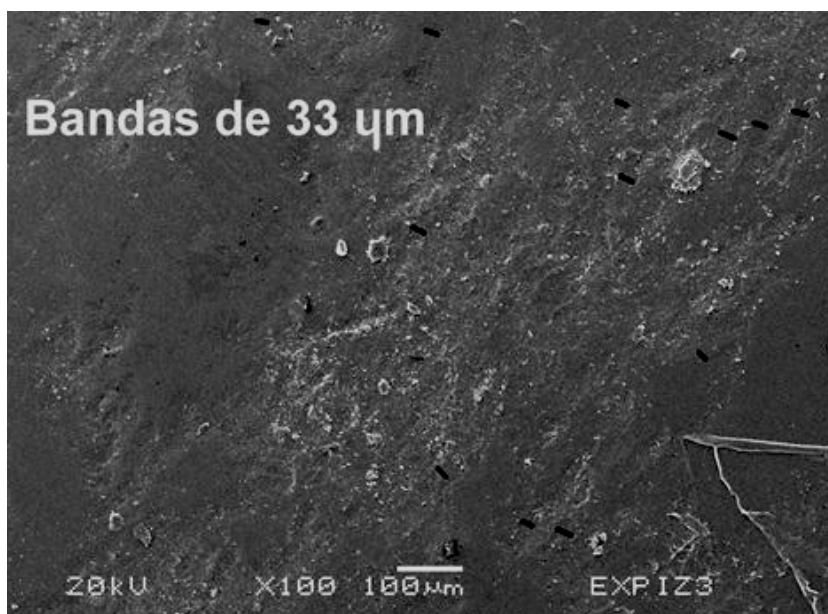


IMAGEN N.60 Identificación de las huellas de riolita (bandas irregulares de 33 micrómetros) en un desgaste experimental. Modificaciones realizadas en el Taller de Lapidaria de Templo Mayor. Identificación por el Mtro. Emiliano Melgar Tísoc.

CORTES y PERFORACIONES

Para confirmar que los cortes fueron hechos con herramientas líticas, se han realizado los experimentos y a su vez, visualizado con la ayuda del MEB, arrojando los siguientes resultados:

LASCAS DE OBSIDIANA: Al utilizar lascas de obsidiana se producen superficies rugosas con evidencia de partículas aisladas; se aprecian líneas rectas espaciadas de 1 a 2 micrómetros de ancho. La misma evidencia se aprecia cuando las lascas de obsidiana se ocupan para perforar.

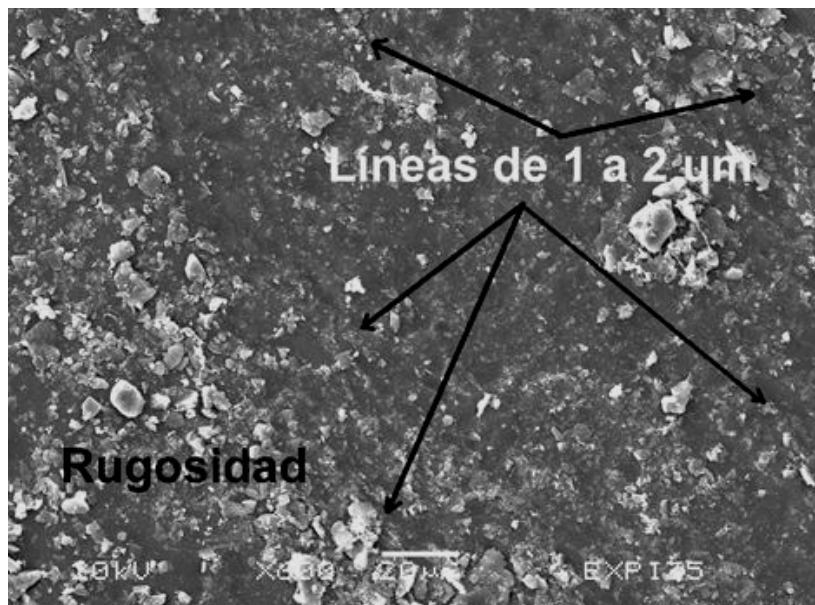


IMAGEN N.61 Identificación de las huellas de un corte con lascas de obsidiana (superficie rugosa y bandas irregulares de 1 a 2 micrómetros). Modificaciones realizadas en el Taller de Lapidaria de Templo Mayor. Identificación por el Mtro. Emiliano Melgar Tísoc.

LASCAS DE PEDERNAL: El empleo de lascas de pedernal sobre la superficie de corte, deja una extensión lisa donde se observan algunas rugosidades por la presencia de partículas, además de una sucesión de bandas rectas-paralelas y entrecruzadas de 5 micrómetros de espesor, las cuales llegan a juntarse para formar rasgos de mayores dimensiones. Las dimensiones son las mismas cuando se ocupan las lascas para realizar una perforación.

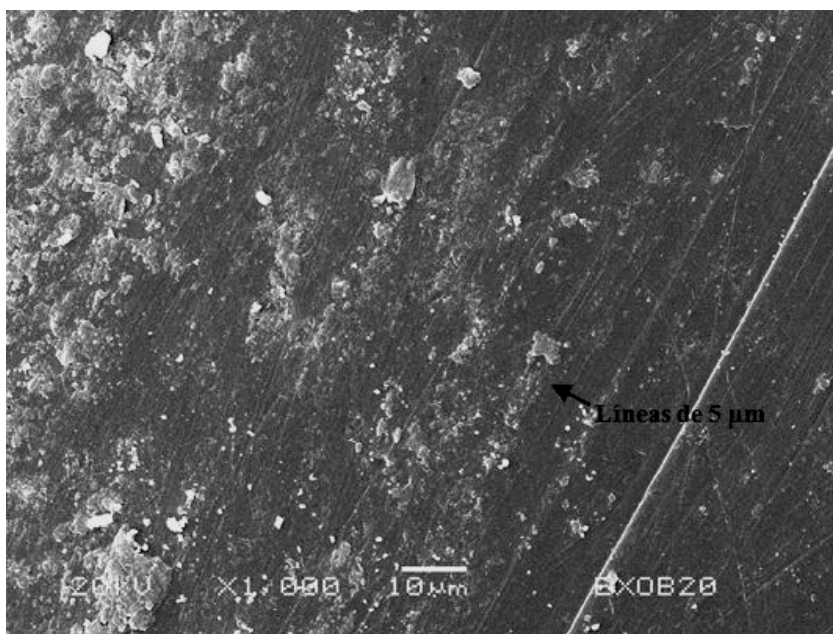


IMAGEN N.62 Identificación de las huellas de un corte con lascas de pedernal (superficie rugosa y bandas irregulares de 5 micrómetros). Modificaciones realizadas en el Taller de Lapidaria de Templo Mayor. Identificación por el Mtro. Emiliano Melgar Tísoc

Resultados:

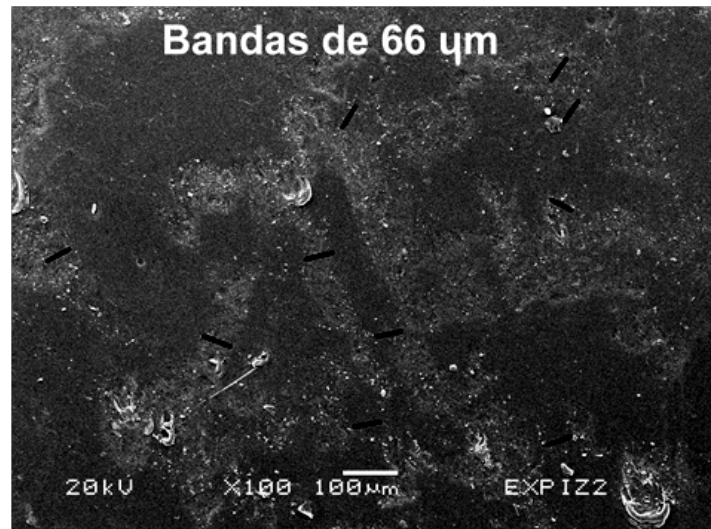
La experimentación con diferentes herramientas nos ha permitido identificar al pedernal como un implemento eficiente para realizar diferentes modificaciones, ya que el tiempo de trabajo es corto.

El empleo de lascas de obsidiana para realizar cortes y perforaciones se triplica en comparación con el pedernal. Además, por medio de la experimentación hemos podido observar y comprobar que al retocar las herramientas de pedernal, podemos seguir utilizándolo por largo tiempo; mientras que el gasto en las herramientas de obsidiana es notorio. Las lascas se termina rápidamente y sólo una o dos veces pueden aguzarse los filos.

Bajo el MEB se han podido identificar las huellas de manufactura de los artefactos de pizarra. La identificación se ha realizado comparando las huellas de experimentos y las huellas de artefactos como discos, placas, pendientes y figurillas. Al observar las huellas con el Microscopio Electrónico de

Barrido, ambas caras presentaron bandas de 66 μm de espesor que coinciden con las superficies desgastadas con lajas de andesita y difieren de otros desgastes como el basalto con sus características bandas de 100 μm o la riolita con 33 μm .

Desgaste experimental con andesita



Superficie, figurilla estilo “Mezcala”

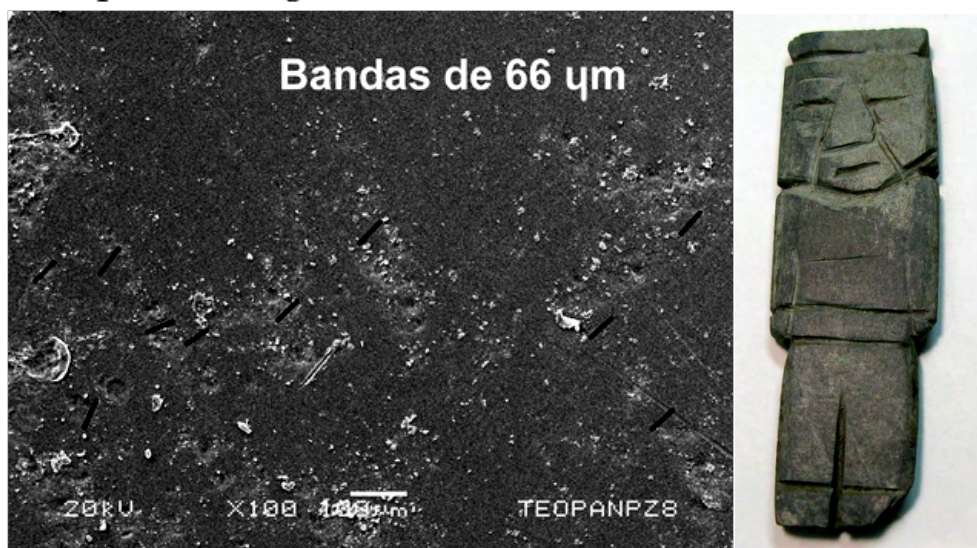


IMAGEN N.64 Comparación e identificación del desgaste con andesita sobre una Figurilla antropomorfa estilo “Mezcala” procedente del Proyecto Teopancazco.

A mayores ampliaciones se observan sucesiones de bandas rectas-
paralelas de 1 a 4 μm de ancho lo cual coincide con el pulido con nódulo
de pedernal y bruñido con piel.

Desgaste experimental con pedernal, pulido final
con piel

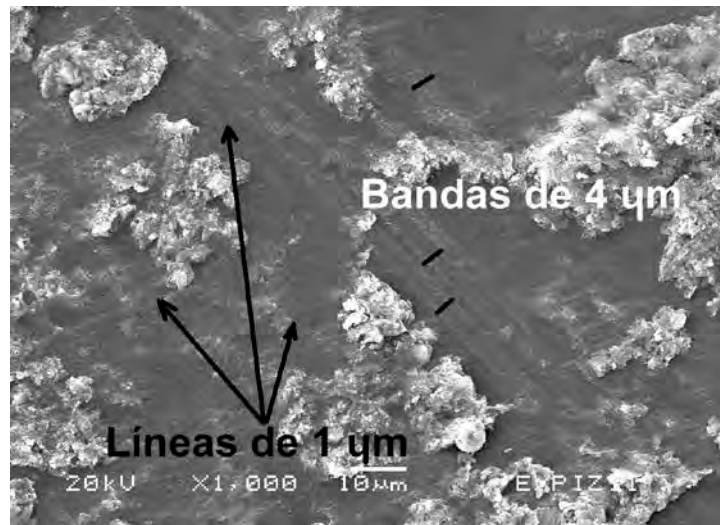


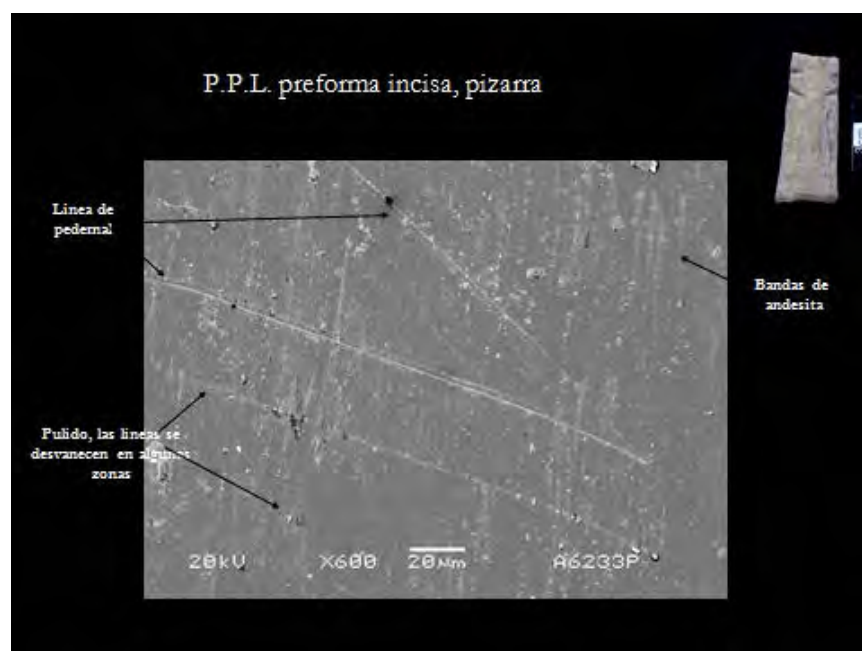
IMAGEN N.65 Micrografía de un desgaste experimental con pedernal y pulido final con piel. Modificaciones realizadas en el Taller de Lapidaria de Templo Mayor. Identificación por el Mtro. Emiliano Melgar Tísoc

4.3 PROCESO DE MANUFACTURA PARA UNA FIGURILLA DE PIZARRA

Igual que otra clase de industria lítica, la pizarra ocupa técnicas de manufactura de reducción; los objetos fueron elaborados desprendiendo láminas de una pieza grande. En algunos casos una laja grande se dividió en lajas más delgadas, (como parte de su propiedad de exfoliación) y es así donde algunas de las piezas presentan evidencias de las técnicas y secuencias de su manufactura.

Por los resultados del análisis comparativo realizado a experimentos y artefactos, proponemos que el proceso de manufactura del artefacto fue el siguiente: después de haber seccionado la pieza de un bloque mayor, se regularizó la superficie con una laja de andesita. Las huellas de las incisiones, cortes y perforaciones coinciden con los experimentos realizados con lasca de pedernal; el acabado final de todas las piezas se hizo puliendo con nódulo de pedernal y el bruñido con piel.

IMAGEN N. 66 Reconstrucción del proceso de manufactura de una preforma incisa de figurilla de pizarra. Se han tomado en cuenta las huellas de manufactura identificadas por el MEB.



CAPITULO 5. DISCUSION

Dentro de la discusión intentamos explicar las actividades requeridas para el abastecimiento del material para la ciudad de Teotihuacán.

Entre las actividades que abordaremos podemos mencionar la búsqueda y selección de materias primas, la extracción de las mismas, el posible trabajo dentro de las fuentes para recortar y embalar el material, el transporte desde el lugar de origen, los procesos de distribución dentro de la ciudad hacia los talleres, la elaboración de artefactos con diseños y/o parámetros específicos así como la redistribución de los artefactos dentro de la ciudad.

Todas estas actividades requirieron una organización grupal y una previa planificación, temas que desarrollamos a continuación.

Los resultados de estas investigaciones hacen evidente que hubo un proceso selectivo de materias primas endógenas y exógenas por los teotihuacanos, mismas que predominaron durante todo el periodo de vida de su sociedad.

El uso de estos productos fue quizás lo que determinó la demanda de la materia prima, ya que algunas (como la obsidiana, diversas piedras verdes, pedernal y pizarra) fueron más indispensables que otras. Esta obtención posiblemente fue por requerimientos religiosos, utilitarios y sociales. El proceso de adquisición de la pizarra, dentro de estos bienes importantes, nos ha llevado a reflexionar sobre las diversas actividades que implicaban el abastecimiento del material.

Es incuestionable que este suministro requería de gran conocimiento del medio natural (flora, fauna, hidrografía, topografía, recursos minerales y líticos, sólo por mencionar algunos). En nuestra investigación suponemos que fue gracias a estos conocimientos que los teotihuacanos aprovecharon y abastecieron largamente la pizarra junto con otras materias primas exógenas, a varios sectores de la sociedad.

Manzanilla (2008:367) propone que entre el 70 y 80 d. C. da inicio la actividad constructiva para la ciudad de Teotihuacán. Poco a poco la expansión de la ciudad fue cubriendo las tierras cultivables del valle, sustituyendo la producción agrícola por la fabricación artesanal y el intercambio de productos básicos y exóticos con otras regiones (Gazzola 2007:53).

En épocas tempranas (100 d. C), consideramos que el proceso de selección y extracción de la materia prima no estaba organizado como en épocas posteriores (200-350 d.C. aproximadamente). Hacemos esta observación con base en los análisis macroscópicos realizados a los materiales de pizarra del Edificio 1 de Pirámide de La Luna.

Los resultados del análisis macroscópico a los artefactos nos permiten

proponer que no había parámetros específicos como color o calidad dentro de la materia prima. El material, al parecer, fue recolectado de las capas superficiales o cercanas a la superficie. La mayor parte de los artefactos se encuentran intemperizados. Posiblemente fueron los inicios de una actividad minera que no fue especializada ni sistematizada, donde el trabajo lapidario fue importante, más no contaba con los requisitos específicos que se aprecian en fases posteriores.

Desde la fase Miccaotli hasta la Metepec, nuestro análisis muestra que había selección del material, donde materias primas, calidades, tamaños y colores estaban ya definidos. El abastecimiento fue regular y posiblemente seguía rutas ya establecidas para asegurar el suministro y flujo de materias primas de diversas procedencias. La organización de actividades como la búsqueda y selección de materias primas, la extracción de las mismas, el posible trabajo dentro de las fuentes para recortar y embalar el material, el transporte desde el lugar de origen, los procesos de distribución dentro de la ciudad hacia los talleres, la elaboración de artefactos con diseños y/o parámetros específicos así como la redistribución de los artefactos dentro de la ciudad; requerían una organización de grupo y una previa planificación. Esta planificación estaba dirigida probablemente, por ciertos grupos en el poder, cuyas relaciones se extendían a diferentes zonas. Las evidencias arqueológicas muestran que el Estado teotihuacano fue un área central de captación de diversas materias primas, y que poseía diversos corredores con sitios en las regiones proveedoras de recursos y enclaves (Kabata 2010; Sugiura 2005; Manzanilla 2008:358). Aunque han surgido diversas hipótesis sobre la selección de las diversas materias primas, adquisición, abastecimiento, medios de transporte, y redistribución dentro de la ciudad, éstas todavía se revisan.

Respecto a la pizarra, tenemos una propuesta sobre la procedencia, el proceso de selección, extracción, transporte y distribución en Teotihuacán.

PROCEDENCIA

Respecto a la procedencia, se ha mencionado en apartados posteriores, que se han implementado técnicas retomadas de la física que han sido aplicadas a los artefactos y las fuentes.

Es importante aclarar que aunque no contamos por el momento con indicadores arqueológicos en los lugares donde se recolectaron las muestras²⁶, los datos de composición mineralógica nos permiten proponer áreas de abastecimiento de material situadas en la periferia de la ciudad de Teotihuacán.

Los resultados fueron los siguientes:

Con la técnica PIXE se han identificado hasta 23 elementos componentes de los artefactos y de las fuentes. Dentro de los elementos identificados en las fuentes, hay algunos que por su ausencia o elevada presencia nos permiten distinguir diferencias entre las mismas, sin llegar a utilizar los elementos traza (sólo elementos mayores y menores).

Los resultados de las muestras geológicas nos permiten sugerir tres grupos que podemos distinguir de acuerdo a las concentraciones de silicio, calcio, hierro y titanio.

Es importante mencionar que la identificación que se realizó corresponde a muestras referenciadas geológica y geográficamente, y que no se realizó un muestreo exhaustivo por formación geológica. Así pues, no

²⁶ No realizamos recorrido exhaustivo; por consiguiente no hemos identificado estructuras habitacionales, cerámica, minería o posibles talleres que pudieran relacionar el área de extracción con la sociedad teotihuacana. Por el momento, únicamente sustentamos nuestra propuesta con indicadores geológicos y arqueométricos.

estamos dando la ubicación puntual de las fuentes de abastecimiento, sino, la referencia geológica y geográfica por área.

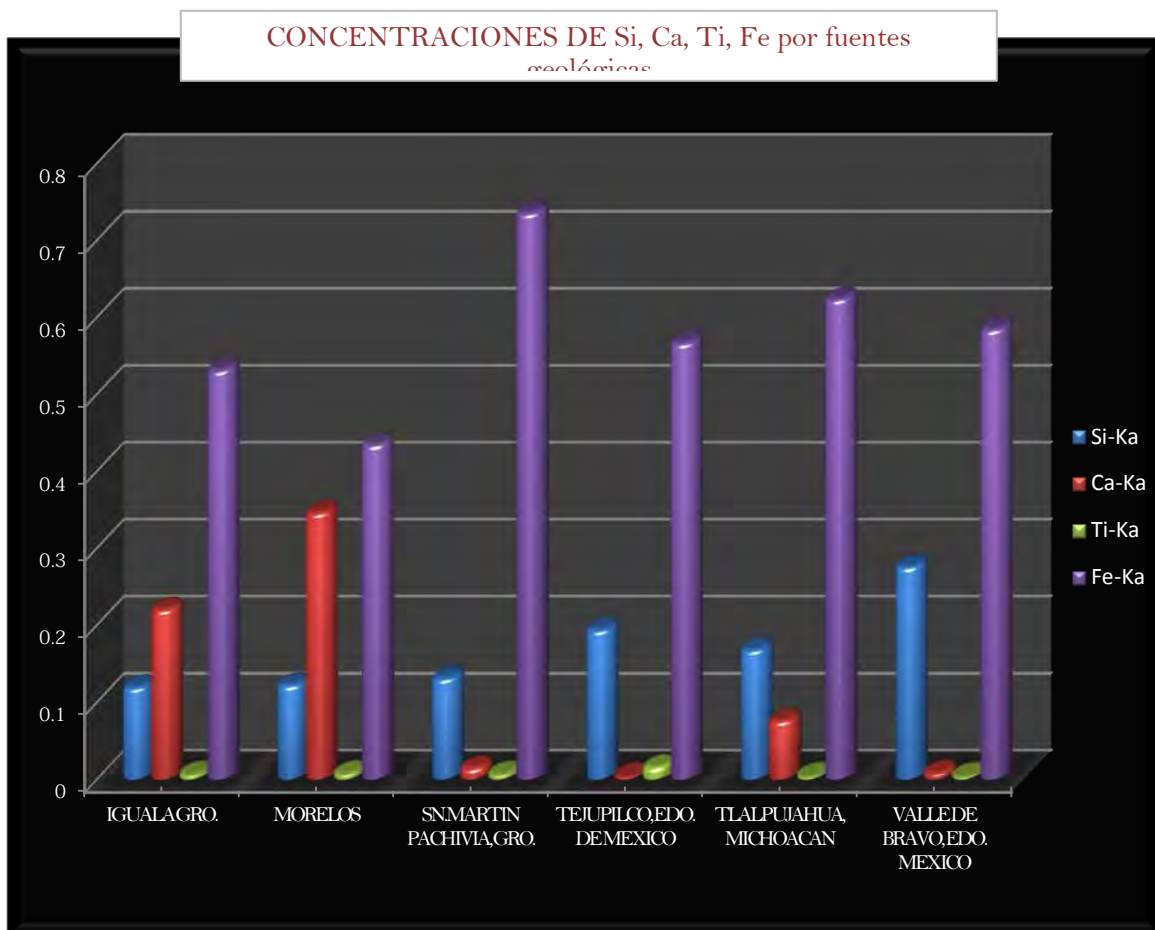


IMAGEN N.67 Se pueden apreciar las concentraciones de Si, Ca, Ti y Fe por fuente.

Entonces, los resultados nos permiten proponer tres grupos dentro de las muestras.

En el primer grupo, ubicamos Valle de Bravo, Estado de México (IMAGENES N.67 y N.68). La muestra de Valle de Bravo se distingue de las otras fuentes por su alto contenido de hierro, silicio y bajo contenido de calcio y titanio.

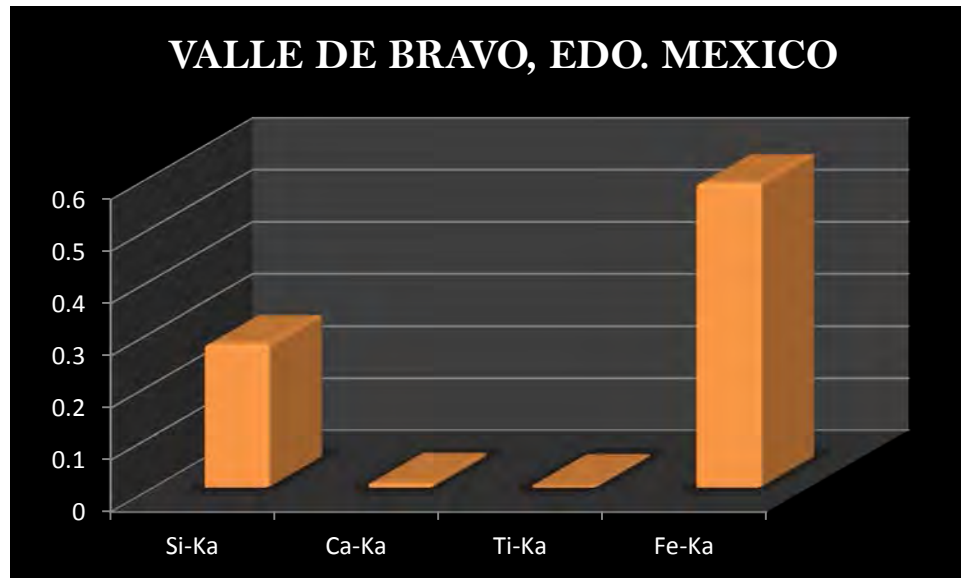


IMAGEN N.68 Gráfica. Se muestran las concentraciones de Si, Ca, Ti y Fe correspondientes a la muestra de Valle de Bravo, Edo. Mex.

En el segundo grupo se encuentran las fuentes de Tlalpujahuá, Michoacán (IMAGEN N.69) y Morelos e Iguala, Guerrero, que se diferencian de las otras por su alto contenido de hierro, calcio y bajo contenido de silicio y casi nulo titanio. Los resultados son coherentes con los arrojados por las técnicas IOL y DRX.

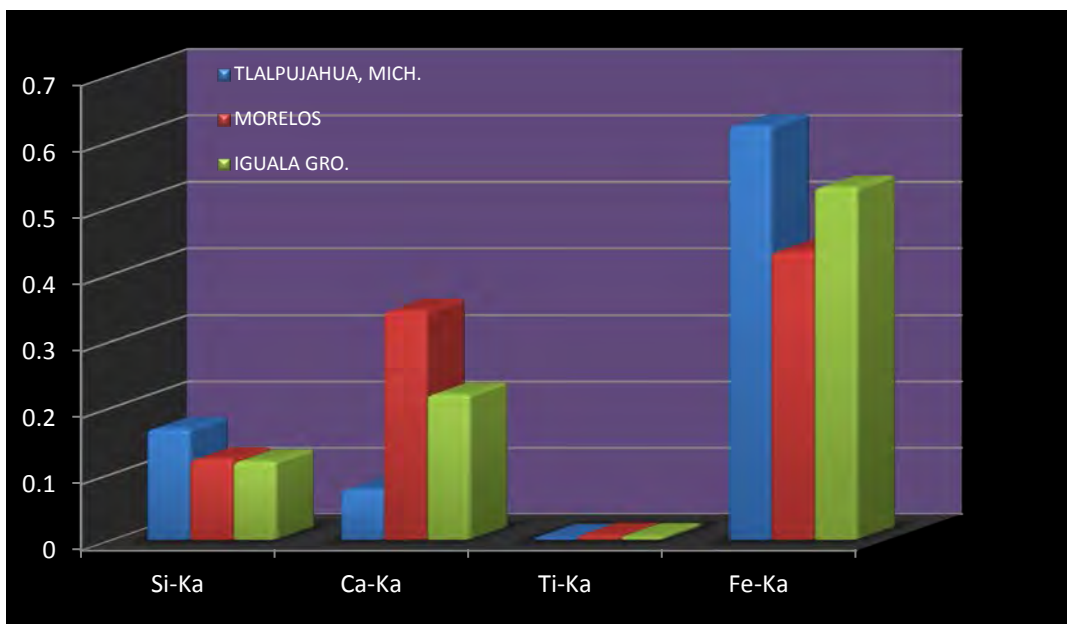


IMAGEN N.69 Gráfica. Se muestran las concentraciones de Si, Ca, Ti y Fe correspondientes a las muestras de Tlalpujahua, Michoacán, Morelos e Iguala, Gro.

Pachivia, Guerrero y Tejupilco, Estado de México es el tercer grupo; que se distingue por su alto contenido de hierro, silicio y presenta titanio (ver IMAGEN N.70 y N.71) además de casi nulo contenido de calcio, que se corrobora con los resultados de IOL y DRX.

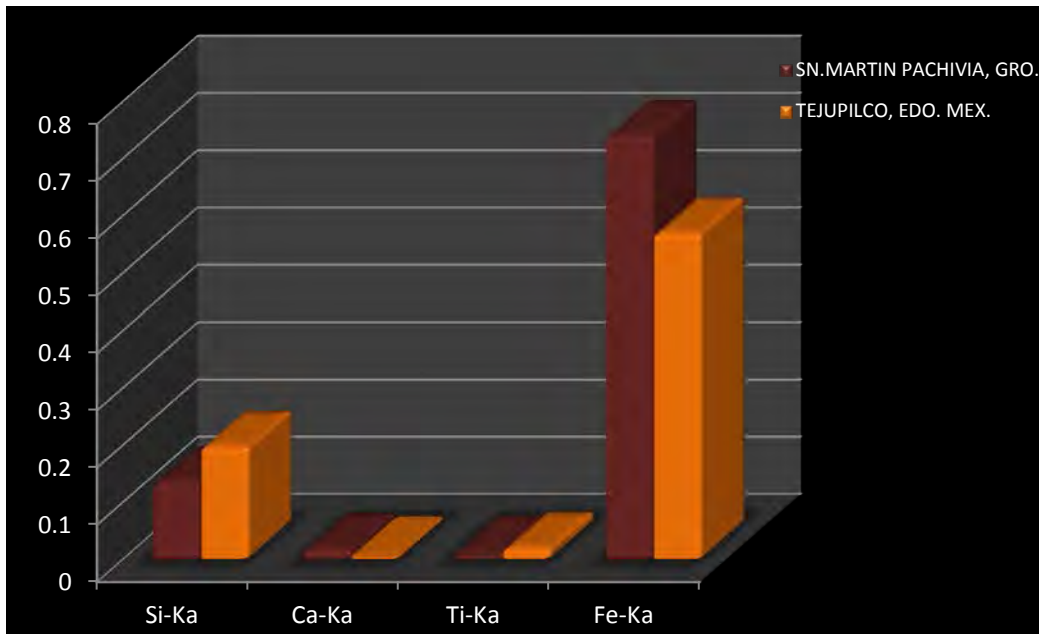


IMAGEN N.70 Gráfica. Se muestran las concentraciones de Si, Ca, Ti y Fe correspondientes a las muestras de San Martín Pachivía Gro. y Tejupilco Edo. México.

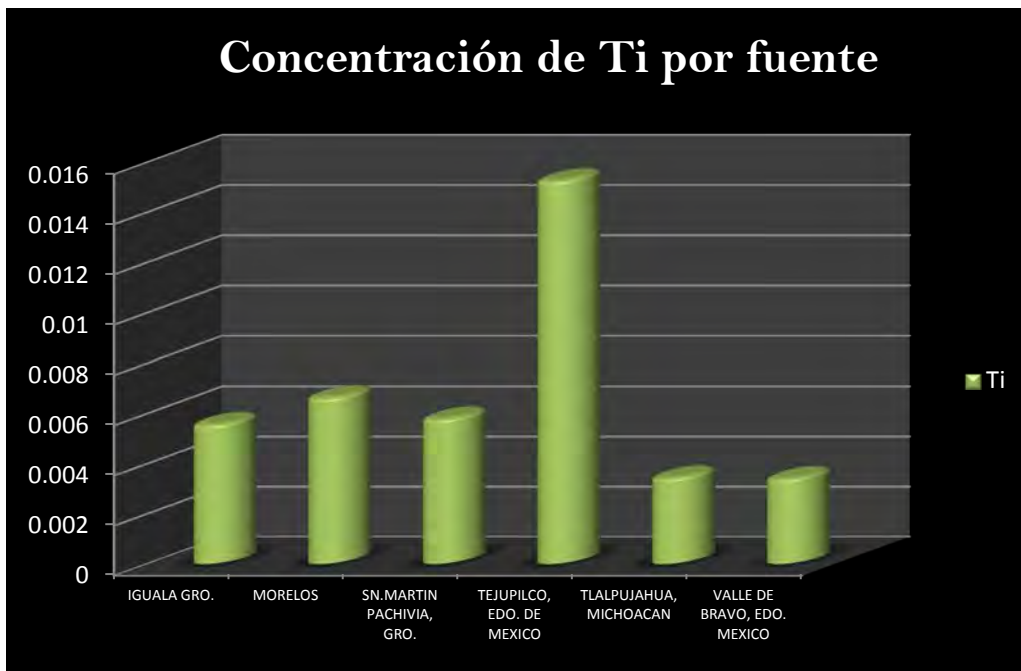


IMAGEN N.71 Gráfica. Concentraciones de Titanio por fuente geológica.

También es posible agrupar las fuentes con los resultados obtenidos con la técnica de IOL. De acuerdo a la intensidad de la luminiscencia emitida (de color rojo, 620 nm) se han agrupado las fuentes en tres: las de intensidad nula, media y alta proporcionales a su contenido de Calcita.

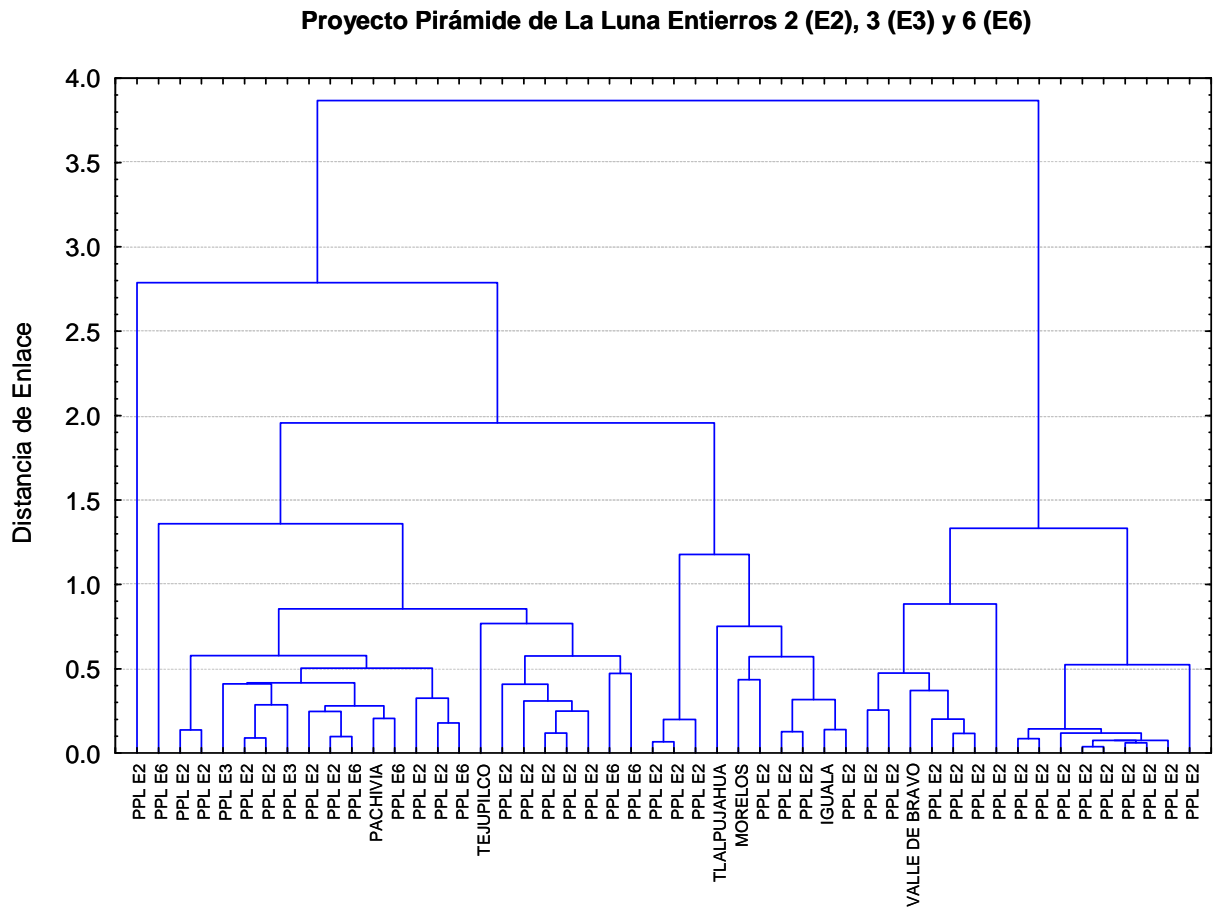
Se ha observado que las muestras geológicas recolectadas en Pachivia, Guerrero; Tejupilco y Valle de Bravo, Edo. de México no presentan luminiscencia, lo que indica una cantidad baja de Ca y muy poca concentración de Calcita.

Las muestras procedentes de Iguala Guerrero y Tlalpujahua, Michoacán, pertenecen al grupo de intensidad media, mientras que la referencia del Estado de Morelos es la que cuenta con la concentración alta de Calcita. Estas mismas muestras son coincidentes con los resultados por la técnica de DRX, donde se hace evidente la presencia de cantidades variables de calcita o la ausencia de la misma.

El análisis e interpretación de los resultados de artefactos y muestras nos permiten hacer una correlación de áreas de abastecimiento del material de las fuentes estudiadas hasta el momento. Dado que éste se ha analizado por proyecto, lo hemos clasificado de acuerdo al mismo.

De acuerdo al dendograma mostrado en la IMAGEN N.72 obtenido a partir de las concentraciones elementales obtenidas por PIXE, dentro del Proyecto Pirámide de La Luna se pueden sugerir las áreas de abastecimiento entre los estados de Morelos y Guerrero, muy cercanas a Iguala y cuenca del Balsas para el Entierro 2 (primera mitad del siglo III); mientras que para el Entierro 3 (300 d.C.) la región noroeste del Estado de Guerrero, cercana a Pachivia, Gro. En cambio, para el Entierro 6 (350 d.C.) la materia prima se agrupa mineralógicamente cercana a las áreas de Tejupilco, Edo. De México y Pachivia, Guerrero.

IMAGEN N.72 Dendograma obtenido de los artefactos de Pirámide de La Luna



Para Oztoyahualco (200-550 d.C.) y de acuerdo al dendograma de afinidad de composición (ver IMAGEN N.73) tenemos dos grupos de la materia prima. El primer grupo, que es cercano a Valle de Bravo y a Tejupilco, Edo. De México así como Talpujahuá, Michoacán; en el segundo grupo se reconocen las áreas de Iguala, Guerrero y Morelos. El material es muy heterogéneo.

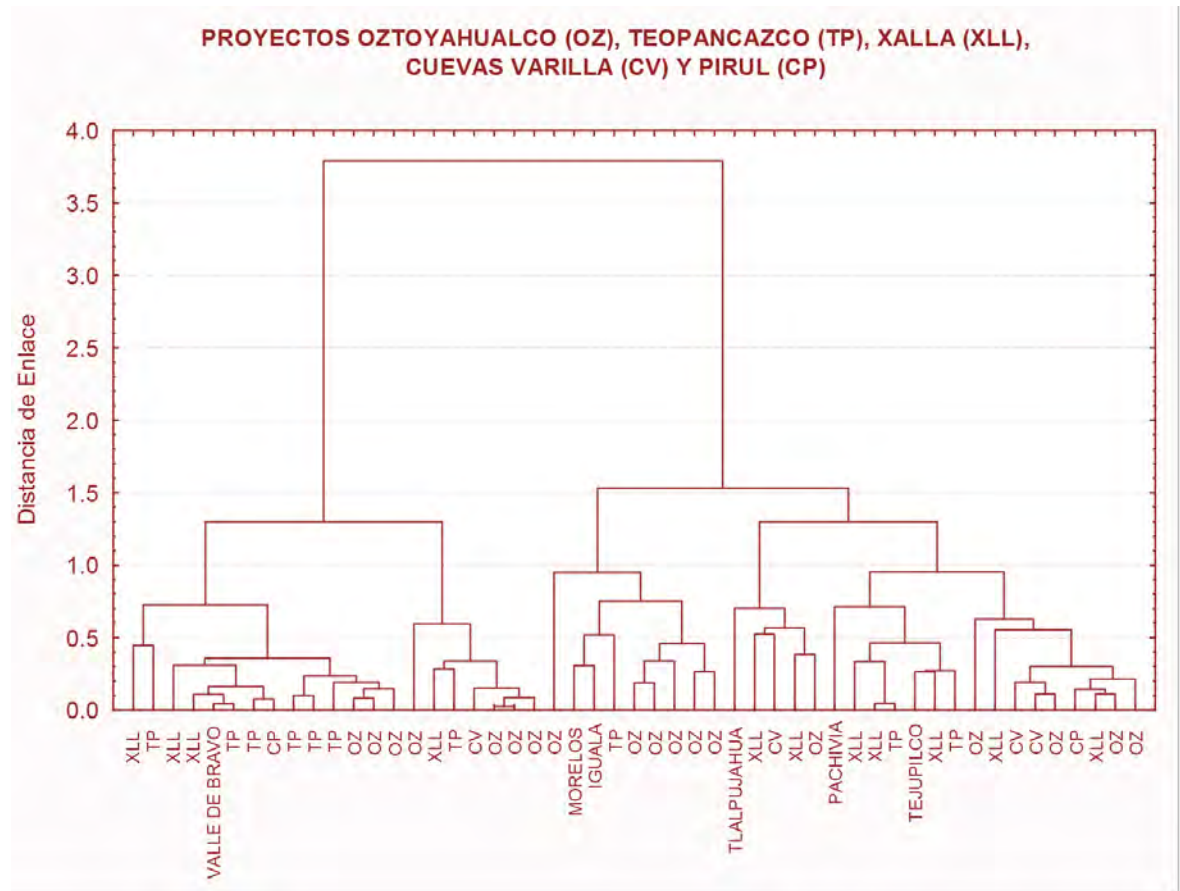


IMAGEN N.73 Dendograma obtenido de los artefactos del Proyecto Oztoyahualco 15:B, Teopancazco, Xalla y Cueva de las Varillas y Cueva el Pirúl (Dirigidos por la Dra. L. R. Manzanilla).

En cambio, Teopancazco (200-550 d.C.) muestra homogeneidad total dentro de las áreas de abastecimiento, ya que el material corresponde principalmente con el Valle de Bravo, Edo. de México.

Para el Epiclásico y únicamente para los artefactos recuperados de las Cuevas Pirul y Varillas, estos pueden ubicarse dentro de las áreas de Tejupilco, Valle de Bravo, Edo. De México y Pachivia, Guerrero.

Mientras que, el análisis del grupo reducido de piezas de Xalla muestra diferentes áreas de abastecimiento, ya que se identifica mineralógicamente con Tejupilco, Valle de Bravo, Edo. De México y Pachivia, Guerrero.

Geográficamente, tenemos distintas áreas de donde se extrajo e importó la materia prima por un largo periodo de tiempo hacia Teotihuacán. De acuerdo con los resultados de los artefactos y muestras geológicas, se identifican como áreas constantes de abastecimiento las periferias a Teotihuacán ubicadas en los actuales Estados de México, Guerrero, Morelos y Michoacán.

A su vez, la cronología de los Proyectos y los Entierros de Pirámide de La Luna nos permiten identificar áreas de abastecimiento diferentes de acuerdo al tiempo.

Del 250 d. C. al 550 el área de Estado de México fue la predominante, ya que 50% del material analizado provino de dicha región. Enseguida se encuentra Guerrero que cuenta con el 45% del material, Morelos con un 3% y Michoacán con un 2%. Para el Epiclásico, el material procede de las áreas ubicadas en Estado de México y del Estado de Guerrero. Volvemos a mencionar, que el material de las Cuevas suponemos fue reutilizado, posiblemente saqueado de otros contextos. Entonces no podemos confirmar su temporalidad.

Sobre la secuencia litológica de la materia prima, hemos encontrado referencias que mencionan que estas Formaciones pueden contener fragmentos de caliza, areniscas, esquistos verdes y pizarras con intercalaciones de areniscas, limonitas y tobas en estratos delgados. Calcita recristalizada, cuarzo, pedernal, feldespatos, abundante hematita, piritita y arsenopiritita, pueden encontrarse a diversas alturas y con diversos grosores (remitirse a las Cartas Geológico Mineras E14A16, e14A26, E14A46, E14A56 y

sus textos explicativos correspondientes así como al apartado 3.1.1 de esta misma tesis).

Algunas de estas materias primas han sido reportadas en diversas excavaciones de Teotihuacán. Como ejemplo podemos mencionar La Ventilla (Gómez 200; Gazzola 2009); Xalla y Teopancazco (Manzanilla 2007, 2008, 2009; comunicación personal 2010); y escasamente en Pirámide de La Luna (según los informes de excavación del Proyecto temporadas 2002-2006).

La información arqueológica y geológica nos permite proponer que hubo un aprovechamiento y flujo de algunas de estas materias primas hacia Teotihuacán. Debido a que en el proceso de búsqueda, selección y extracción de la materia prima se optimizaron los recursos humanos y materiales, es posible que al momento de la extracción, se aprovecharan las intercalaciones de materias primas, aunque por el momento no hay estudios que corroboren éste supuesto.

Habiendo identificado las áreas de abastecimiento de materia prima para Teotihuacán, el siguiente paso que proponemos es la selección del material.

SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Debido a que corroboramos los datos geológicos con prospección en ciertas áreas como Tlalpujahuá y El Limón, Estado de Michoacán; Pachivia, Estado de Guerrero y la carretera México-Acapulco, pudimos observar que el material por lo general se encuentra expuesto.

Podemos sugerir que en la época prehispánica el material fue recolectado de afloramientos superficiales, quizás cañadas y barrancas. También es posible que hubiera un proceso de extracción comparable a la minería, aunque los estudios aún no se realizan.

IMAGENES N.74 y 75 Izquierda. Pizarra dentro del Río Cachívi, en Tlalpujahua, Michoacán; Derecha. Corte de la carretera México-Acapulco, al sur de Chilpancingo, Guerrero (Fotografías de J.M.L.J).



En los inicios de la formación de Teotihuacán, este material no presentaba un proceso de selección que tomara parámetros como el color y material sin pátina. La aparición de materia prima intemperizada en la fase Tzacualli (1-100 d. C.) es abundante; quizás el material fue recolectado de capas superficiales por ser de fácil acceso.



IMAGENES N. 76 y 77 Artefactos intemperizados procedente del relleno del Edificio 1 de Pirámide de la Luna. Fotografías: J.M.L.J.

Los análisis macroscópicos y arqueométricos realizados a los artefactos de pizarra más tempranos, fechados para el 100 d. C (Edificio 1 de la

Pirámide de La Luna (Sugiyama y Cabrera 2006:14; Manzanilla 2008:367) nos permitieron corroborar nuestra hipótesis.

Macroscópicamente se identificaron artefactos elaborados sobre materia prima de color gris muy claro a blanco; supusimos que el material estaba intemperizado. Los resultados aplicados a los artefactos por la técnica IOL, corroboraron la aseveración anterior, ya que este material presenta una disminución de calcita hasta de un tercio de lo normal. Suponemos que el material fue producto del intemperismo químico o carbonatación²⁷.

El mismo material producto de intemperismo químico lo pudimos observar en el corte del río Cachívi, en Talpujahua, Michoacán. El material de superficie se observa con los mismos colores y en las mismas condiciones de degradación.

Para las siguientes fases de desarrollo, Miccaotli, Tlamimilolpa, Xolalpan y Metepec ya se observa una intencionalidad en la selección de la materia prima. La intencionalidad se refleja en la calidad de la materia prima, que ya no presenta signos de intemperismo; además de que la gama de colores se amplía. Desde la fase Miccaotli, los artefactos aparecen manufacturados sobre pizarra de color negro, gris brillante, gris verdoso y rojizo brillante.

Suponemos que desde los inicios de formación de Teotihuacán, alrededor del 100 d.C., la ciudad, como centro ceremonial utilizó la pizarra dentro del culto. El análisis de los artefactos del Edificio 1 de Pirámide de La Luna muestra que no había un proceso de selección de materia prima. El material era valioso por lo que representaba. Quizás estuvo relacionado con cuestiones como el fuego, el agua o una parte de trasmutación del alma de

²⁷Carbonatación: Es un procesos de disolución a través del cual el dióxido de carbono (CO₂) se combina con el agua (H₂O) y forma ácido carbónico (H₂CO₃) el cual reacciona con los minerales de la roca. Afecta principalmente a las rocas o materiales que contienen cantidades significativas de Ca, Mg, Na o K. H₂O + CO₂=H₂CO₃ (Retomado de JASSO Carolina, GAMMA Jorge y McCLUNG Emily: Apuntes de Intemperismo 2009, clase de Geoarqueología, IIA-UNAM, México).

un plano a otro (López 2006: 117-121; López 2010 en prensa), el tema aún se investiga.

Sobre la selección del material en este periodo (100 d. C.), suponemos que no fue tan rigurosa. La materia prima pudo ser recolectada o extraída de capas superficiales, no requirió de un proceso de extracción complejo.

El proceso de expansión que se produjo en la ciudad, del 200 al 350 d. C. y que abarcó hasta el 500 d. C. evidente en la construcción de los grandes monumentos, conjuntos departamentales, complejos residenciales y espacios públicos hacen patente la tremenda organización social de la época. Teotihuacán ya estaba constituida como una ciudad organizada y planificada, multiétnica, jerarquizada. Fue esta organización la que permitió concentrar tanto a personas como a bienes suntuarios de diferentes partes de Mesoamérica. Entre estos bienes suntuarios se encuentra la pizarra. Los resultados de los análisis realizados a los artefactos de pizarra fechados entre el 200 d. C y hasta el 500 d. C muestran materia prima de buena calidad, diversos colores y diferentes fuentes. Estamos hablando entonces de un proceso de selección de materia prima, con parámetros como color y lustre específicos. Posiblemente requerimientos sugeridos por ciertos grupos en el poder. Estos requisitos hicieron necesaria la extracción del material a mayor profundidad y de diferentes fuentes.

El acceso e importación de diferentes fuentes de pizarra ubicadas periféricamente a Teotihuacán, así como el posible aprovechamiento de diversas materias primas contenidas dentro de las fuentes, nos permiten suponer relaciones comerciales, posiblemente étnicas, así como rutas estables y seguras. Quizás podemos hablar que en su máximo esplendor, Teotihuacán estaba constituido como una sola unidad política-cultural que contaba con redes de asentamientos permanentes geográficamente dispersos. Estos asentamientos dispersos se encargaban de explotar los recursos endémicos que posteriormente circulaban de forma interna entre

las poblaciones geográficamente lejanas, pero étnicamente unidas. Esta idea la retomaremos posteriormente en el texto.

Como siguiente punto a desarrollar, hacemos una propuesta sobre la extracción y embalaje de la pizarra. La propuesta la hacemos basándonos en el trabajo de extracción que realizamos al recolectar las muestras geológicas.

EXTRACCIÓN Y EMBALAJE DE LA MATERIA PRIMA

Suponemos que para la época prehispánica, el trabajo de extracción de la materia prima fue utilizando una cuña de madera y una roca como percutor.

La propiedad de exfoliación que presenta la pizarra hace que ésta se separe en bloques delgados y largos al hacer presión entre los planos de exfoliación y golpear fuertemente. Hemos corroborado este supuesto al momento de recolectar las muestras geológicas. El tamaño de la laja depende de las inclusiones minerales que pudiera tener la materia prima así como la fuerza del golpe, que permite separar lajas de mayores dimensiones. Si la pizarra contiene granos de cuarzo o de pirita, la fractura es irregular y no se alcanza gran tamaño. Si el material está limpio, con un solo golpe se desprende lajas de hasta 20 cm de largo. Suponemos que después de separar la laja, se regularizaban los bordes con el mismo cincel de madera o con una roca, para evitar que se desmoronara o quebrara en los extremos.

Posteriormente se embalaba. Proponemos el uso de material orgánico como paja o hierba seca. Después del embalaje se depositaba, quizás, dentro de algunos cestos.

Dependiendo del área de abastecimiento, creemos que el transporte podría ser por tierra y/o agua.

TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

El transporte de los materiales pudo haber sido por tierra y/o por agua. Las áreas identificadas como abastecedoras de pizarra para Teotihuacán cuentan con regiones hídricas en común. El transporte en Mesoamérica era eficiente, a pesar de la abrupta topografía y que no se contaba con animales de tiro y del uso de la rueda (Pastrana 2007:105). La evidencia de materiales foráneos en diversas partes de Mesoamérica lo demuestra.

Sobre el transporte, las fuentes del periodo Posclásico (Sahagún 1999:563) mencionan que eran los *pochtecatlailótlac* o *acxotécatl* quienes patrocinados por el Estado, se encargaban de adquirir y transportar todos los bienes desde los diferentes puntos del imperio mexica.

En el caso de Teotihuacán, aunque no tenemos documentos, suponemos por referencias de las fuentes (Sahagún 1999, Libro X:487-531) y por estudiosos de ellas (Castillo 1996; León-Portilla:2001; Pastrana 2007) que los *pochteca* eran parte de la élite encargada de suministrar el material.

Ante la inexistencia de animales de carga, el trabajo recaía en los individuos dedicados a estas faenas: *los tlameme*.

Mucho se ha especulado sobre el peso que pudiesen llevar a costas los *tlameme* así como las distancias de recorrido, ya que Clavijero (1958, V. II: 267) menciona que: "La carga era solamente de unas dos arrobas (23 kg) y la jornada de cinco leguas (445-557 km) frecuentemente por montes y quebradas asperísimas."

Como se mencionó en el apartado anterior, la materia prima procede de los estados periféricos a Teotihuacán. Rutas, distancias y pesos puede variar ya que probablemente los bienes que transitaban por estas rutas pasaban por varios centros o enclaves hasta llegar a la capital.

Si tomamos en consideración la organización del transporte en el territorio de la Triple Alianza, entonces dentro de estos centros o enclaves

Sobre el Estado de Guerrero, se sabe poco de los sitios relacionados con Teotihuacán. Niederberger (2002) menciona que desde el Formativo existían rutas que relacionaban las áreas de suministro de materias primas suntuarias y objetos procesados de la costa de Guerrero con el Altiplano, por la ruta Amacuzac-Río Azul-Omitlán.

Posiblemente, estas relaciones de intercambio entre el actual Estado de Guerrero y la Cuenca de México, que se remontan al Formativo, se conservaron hasta tiempos teotihuacanos.

A su vez, Paradis (2002:85) menciona que en la región de Mezcala-Balsas, durante el Clásico, hubo aglomeraciones urbanas en Ahuináhuac y Apantipán, que contaban con juegos de pelota y conjuntos cívicos y residenciales similares a los teotihuacanos, así como talleres de elaboración de objetos del arte Mezcala, situados en las terrazas.

Suponemos que la explotación, transporte y manufactura de la pizarra no se dio únicamente por una necesidad religiosa, sino que fue parte de una red económica. Al respecto Good (2007: 81) menciona que es imposible separar la economía como esfera de actividad de las relaciones sociales, la vida ritual, la concepción del medio ambiente y la cosmología.

Kabata 2010 y Manzanilla 2009, han propuesto que dentro del Estado teotihuacano estaba implícito un control de intercambio multidireccional que tejía amplias redes de aprovechamiento de recursos, circulación de materias primas y gente, donde probablemente participaron varias esferas económicas y diferentes niveles sociales. Propuesta en la que estamos de acuerdo y creemos válida para nuestro estudio. Sobre el flujo de materias primas y almacenaje, Kabata (2010:15) menciona que desde las fases tempranas de Teotihuacán, el Valle de Toluca mantenía una relación estrecha con la región del Alto Lerma y que algunos sitios fueron aparentemente fundados por el Estado teotihuacano.

Al respecto, sobre el Valle de Toluca, Sugiura (2005:283-284) menciona que:

Se encuentra en una locación estratégicamente óptima, no sólo por ser contigua a la cuenca de México sino por ubicarse en un punto por donde, como la historia revela, pasaban flujos de material provenientes de diversos lugares: de la tierra caliente guerrerense, del occidente michoacano y del noroeste; goza, además, de condiciones biofísicas privilegiadas, pues a pesar de pertenecer al valle frío, la región se distingue, desde tiempos remotos, por su gran fertilidad agrícola. La región contaba, también, con la riqueza de recursos tanto lacustres como terrestres, e inclusive la de los propios bosques. También se beneficiaba de las abundantes y caudalosas aguas que brotaban en diversos puntos, sobre todo en la margen oriental del valle.

Los sitios fundados por el Estado teotihuacano (como es el caso de Santa Cruz Azcapotzaltongo) fueron los encargados de abastecer materias primas y productos regionales a Teotihuacán.

Durante la fase Tlamimilolpa (200-350 d.C.) algunos sitios pudieron haber funcionado como colonias o puntos de control de Teotihuacán, donde se concentraban los productos agrícolas y otras materias primas para canalizarlos hacia la metrópoli.

Los estudios de patrón de asentamiento y cerámicos revelan que al final del periodo Clásico, el Valle de Toluca y la región del Alto Lerma estaban estrechamente relacionados con el poniente de Morelos, el Estado de Guerrero y el de Michoacán (op. cit.: 16 cf. Sugiura 2005a: 293-294).

Tanto Sugiura (2005) como Kabata (2010), proponen enclaves fundados estratégicamente en el valle de Toluca por los teotihuacanos. Suponemos que los enclaves contaban con cierto grado de filiación con las casas nobles

o élites intermedias de Teotihuacán. He ahí el posible componente étnico que aseguraba un constante flujo de materias primas, productos terminados y personas.

Podemos pensar que no solamente eran enclaves en lugares estratégicos, sino que en el Clásico teotihuacano, los enclaves fundados en el valle de Toluca, por donde pasaban flujos de material provenientes de diversos lugares, servían también de lugares de almacenamiento.

La administración de los almacenes permitió mantener una distribución eficiente. Desde allí, materias primas de diferentes orígenes eran transportadas a Teotihuacán. Las fuentes, las rutas y el almacenamiento estaban regulados y seguros, posiblemente por los dirigentes locales. Entonces, el acceso y la seguridad de las rutas dependía en gran medida del control político del territorio, como menciona Pastrana (2007:105) para el Posclásico, lo que se constata por el abastecimiento ininterrumpido de pizarra por 650 años hacia Teotihuacán. Así también, suponemos que los dirigentes locales quizás estuvieron relacionados étnicamente con los linajes intermedios de Teotihuacán. Estas relaciones de parentesco, quizás como estrategia política; pudieron asegurar el flujo de materias primas foráneas a los diferentes barrios y/o casas nobles de la metrópoli (Manzanilla 2008, 2009, 2010). Las investigaciones sobre filiación étnica están en proceso (Manzanilla, Mejía et al. 2010 en prensa).

En los apartados anteriores hemos mostrado la interpretación de los datos y la subsecuente identificación de las áreas abastecedoras de materia prima; se ha podido probar que hubo selección diferencial de materia prima de un periodo temporal a otro; se ha presentado el proceso de extracción superficial de la pizarra así como la propuesta de transporte y almacenamiento, aunque las rutas aún se investigan. En el siguiente apartado abordamos la distribución de la materia prima dentro de Teotihuacán.

DISTRIBUCIÓN DE LA MATERIA PRIMA EN LA CIUDAD

En el estudio del origen y desarrollo de los Estados prístinos y de la urbanización, se ha propuesto que la esfera del templo pudiera ser un factor importante en el desarrollo de las sociedades urbanas, en donde el templo es el centro de un circuito de redistribución que permite y requiere del mantenimiento de artesanos de tiempo completo. El palacio es también una forma de centralizar el excedente de la producción, con una redistribución a nivel urbano, regional y a larga distancia (Manzanilla 1993, 2007, 2008; Pastrana 2007:117).

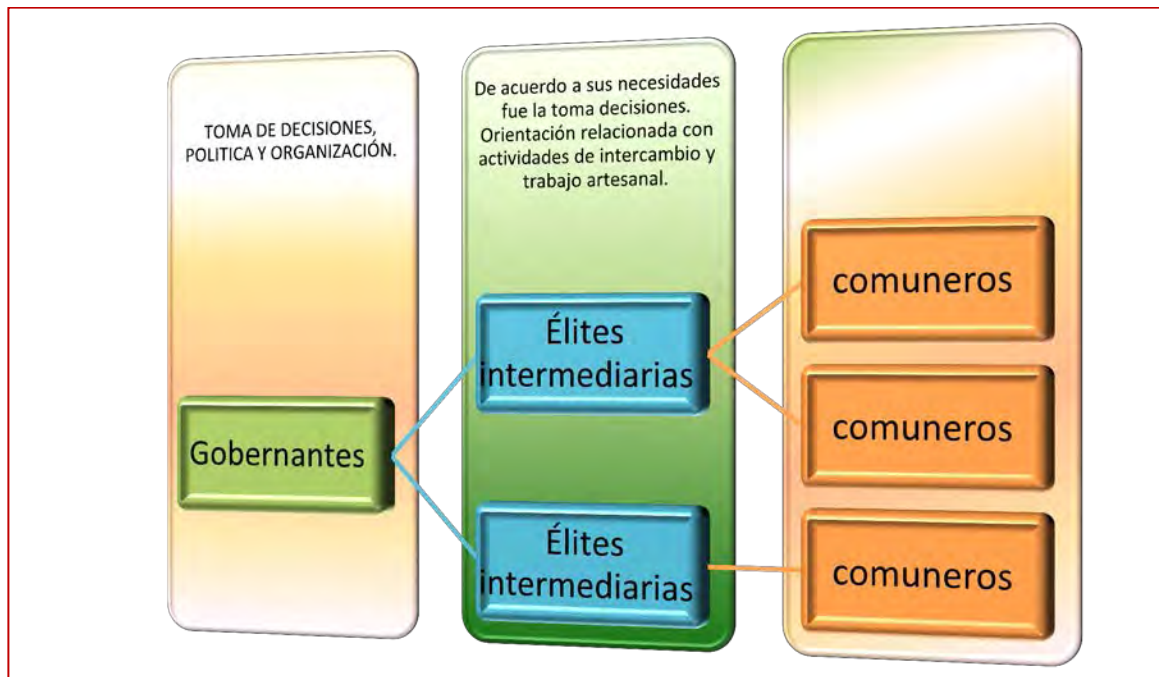
Suponemos que al llegar las diversas materias primas a Teotihuacán, podían ser almacenadas en diferentes puntos de la ciudad y la administración y distribución podría ser bajo las órdenes de la institución religiosa y/o al poder.

Es sabido que Teotihuacán fue un centro multiétnico que contaba con barrios foráneos en diferentes sectores de la ciudad. En estos barrios quizás se seguía la organización del resto de la ciudad, que contaba con un centro ritual y administrativo que organizara una mano de obra dependiente (Manzanilla 2007:487-488). Manzanilla menciona que la producción artesanal de los barrios era organizada por la clase dirigente interna, lo que ella llama “élites intermedias” (op.cit.), esta hipótesis aún se revisa, aunque nosotros creemos que fue así. Para un abastecimiento constante del material se necesitaba del control de las fuentes y las rutas de intercambio por donde se transitaba. Al llegar a la ciudad los gobernantes principales, y los de las casas nobles, eran los encargados de recibir y redistribuir la materia prima a sus artesanos.

Así también, la autora propone la posibilidad de la existencia de economías tipo *oikos* en los centros de barrio de Teotihuacán, que según

Weber (cf. Manzanilla 2007) son economías orientadas a la satisfacción de necesidades, en las que varias unidades domésticas o unidades de producción son responsables de la manufactura de bienes para su propio uso, almacenamiento de materias primas o bienes, y manufactura de bienes indispensables para el intercambio.

Los centros de barrio contaban con talleres donde se manufacturaban diversos artefactos (Gómez 2000; Gazzola 2010; Manzanilla 2007, 2008; Padró 2002; Rodríguez 2010; Roldán 2005), posiblemente también contaran con un almacén central, donde se concentrarían materias primas y productos terminados para su posterior redistribución (dentro del mismo centro de barrio y al resto de la población).



CUADRO N. 4. Estratificación social de Teotihuacán para entender las actividades con materias primas.

Stein argumenta que la sociedad está compuesta por diversos grupos, clases o instituciones que pueden estar interactuando, sin que necesariamente compartan los mismos valores, ideología o metas. Stein también menciona que una sociedad compleja está compuesta por una red difusa (*fuzzy*) o no delimitada de grupos distintos que a veces no sólo se entremezclan sino que además compiten entre sí (Stein 1999a:6; 2002). Desde esta perspectiva, los contextos sociales dependen de decisiones a corto plazo tomadas por múltiples alianzas de grupos locales, cuyas metas son frecuentemente incompatibles (Stein 1999a:7). Por lo tanto, en este sentido, es necesario reconocer que una sociedad es como una entidad con diferentes y complejos elementos estructurales (Kabata 2010:33).

Diversas investigaciones concuerdan en que entre el 100 y 650 d.C., Teotihuacán fue el mayor centro de producción e intercambio de numerosos y diversos bienes de todo Mesoamérica (Cabrera 1996; 2003; Filloy et-al 2006; Gazzola 2009; 2010; Gómez y Gazzola 2009; Kabata 2003; 2006; 2010; López 2009; Manzanilla 2006; 2007; 2008; Millon 1973; Sanders et-al 1979). Aunque debió existir una multitud de talleres artesanales en la ciudad, se sabe poco de los lugares donde fue fabricada esta clase de bienes, así como de las técnicas empleadas por los artesanos para realizarlos (Gazzola 2010:133).

Se planteó la posibilidad de un taller lapidario en Tecopac, hacia la periferia noreste de la ciudad (Millon 1973; Turner 1992) y otro en el sur, Tlajinga 33 (Widmer 1991), donde también se trabajó cerámica Anaranjado San Martín (op.cit; Storey y Widmer 1989). Gracias a las nuevas investigaciones en La Ventilla y Teopancazco se sabe que fueron talleres artesanales especializados donde se trabajaban diversas materias primas (Cabrera 2003; Gazzola 2007; 2010; Gómez 2000; Manzanilla 2008; 2010).

Los talleres lapidarios del barrio de La Ventilla así como los de Teopancazco son los primeros y únicos explorados y analizados sistemáticamente hasta hoy en día.

En los talleres del barrio de La Ventilla, las unidades domesticas albergaban familias de artesanos de tiempo completo dedicados a la manufactura de objetos lapidarios y malacológicos según datos de Gazzola (2010:139).

Entre las herramientas empleadas por los lapidarios del Conjunto A del barrio de La Ventilla destacan materiales como pedernal, calcedonia, basalto, tezontle e incluso piedra verde y calizas así como preformas, ornamentos completos, rotos o en proceso de terminado, asociados a materiales que pudieron servir como herramientas (Gazzola 2007:59). La misma autora supone que la distribución de las materias primas y herramientas del Conjunto A de La Ventilla, estaban controladas por la clase intermediaria (élite intermedia), quien por éste medio, tendría el poder sobre la producción.

En cambio Teopancazco, presenta evidencia de elementos procedentes del Golfo que eran canalizados a manufacturas especializadas y singulares como son los tocados para sacerdotes y militares (Manzanilla 2003; 2006; 2008; Padró 2002; Rodríguez 2010; Pérez 2005). Se han identificado herramientas de hueso como agujas, leznas, retocadores, así como pintaderas para tela. Algunos de los artefactos identificados son botones de concha y cerámica, así como restos de animales que proveyeron de plumas y piel, variedad de conchas y peces, cráneos de cánidos y otros mamíferos, que sirvieron para confeccionar los trajes. Al respecto, Manzanilla (2008) propone que con estos trajes, los portadores mostrarían su identidad étnica en Teotihuacán. Sobre esta propuesta, suponemos que los portadores de los trajes mostraban más que una identidad étnica, una distinción regional. Porque como hemos propuesto a lo largo del texto, suponemos que habría cierta relación étnica entre Teotihuacán y sus diferentes "enclaves".

Sobre la producción en estos talleres, en el taller de la Ventilla se ha detectado producción especializada²⁸ sobre manufacturas líticas (Gazzola 2010), mientras que en el taller de Teopancazco se detecta multiespecialización, ya que los mismos artesanos trabajaban tanto productos líticos como orgánicos, algunas veces con las mismas herramientas (López en prensa; Manzanilla 2010 comunicación personal).

Creemos que los talleres estaban constituidos como un gremio de artesanos al servicio de las respectivas casas nobles de Teotihuacán.

Estas casas nobles, vinculadas con el gobierno en el poder, eran quienes les proporcionaban herramientas y materias primas, así como los parámetros de la manufactura que hicieran evidente la diferenciación social.

SOBRE LA TECNOLOGÍA IDENTIFICADA EN LOS ARTEFACTOS

A pesar de que en la organización de actividades de obtención y distribución se observaba la diferencia, en cuanto a la tecnología cómo elaborar la pizarra se observa una homogeneidad.

De acuerdo a los datos obtenidos de la experimentación y en base al tiempo de trabajo invertido, se puede concluir que el pedernal reduce el tiempo de trabajo en la manufactura de los materiales, a diferencia de la obsidiana. En el empleo para los cortes, incisiones y perforaciones marca su eficacia. Esto implica que no se requiriera de una técnica complicada para su elaboración.

El uso del pedernal como herramienta lo muestra como un instrumento

²⁸ Aunque solo es posible hablar de especialización cuando existe un mayor número de consumidores que de productores, la más clara evidencia arqueológica de su existencia es la amplia distribución de determinados bienes en una región, junto con la concentración de sus zonas de producción en unos pocos emplazamientos (Costin 1991:21).

eficiente, que no siempre resultó en un aumento de la producción de los artefactos. El análisis de los artefactos y su contexto, revela que la pizarra fue utilizada dentro de diferentes rituales y por diferentes estratos sociales. Entonces, podemos pensar que la importación de la materia prima estaba justificada por su participación dentro del ritual, ya sea funerario o de consagración a estructuras.

La elaboración de los productos requería precisión y rapidez ya que estaban involucrados en el del ritual funerario. Lo que provocó posiblemente, que la utilización del pedernal como herramienta a través del tiempo produjera una estandarización en la elaboración de productos de manera más eficaz por medio de la herencia de experiencias y conocimientos. La aparición de estos productos en contexto de ofrenda funeraria desde la fase Miccaotli hasta Metepec nos habla de un uso continuo por cerca de 650 años²⁹ y que fueron manufacturados con las mismas herramientas, en manos posiblemente, de especialistas.

Esto es evidente al haber realizado los experimentos utilizando obsidiana como herramienta, ya que resultaron ser lentos, lo podría significar que los materiales manufacturados con obsidiana tienen un valor obtenido por la inversión de tiempo sobre ellos; aunque es igualmente posible que sencillamente, los artesanos que no tuvieran acceso al pedernal por ser un material foráneo, utilizaran obsidiana.

También, se pudieron identificar sobre los materiales, huellas que coinciden con las superficies desgastadas con lajas de andesita.

A mayores amplificaciones se observan sucesiones de bandas rectas-paralelas aplanadas, que coinciden con el pulido con nódulo de pedernal y bruñido con piel.

²⁹Geológicamente hablando, ambos materiales, pizarra y pedernal, son foráneos, la procedencia del material, nos indica también, una secuencia de importación por un largo tiempo.

Con las huellas identificadas sobre los artefactos podemos reconstruir el proceso de manufactura:

1° El proceso inicia al regularizar la superficie con una laja de andesita;

2° Las huellas de las incisiones, cortes y perforaciones fueron realizadas con lasca de pedernal, y 3° Todas las piezas presentan acabado final, que fue realizado con un nódulo de pedernal utilizado como pulidor; el bruñido se hizo con piel.

Es importante mencionar que también se analizaron artefactos de piedra verde contenidos dentro de los entierros de Pirámide de La Luna. Los resultados del análisis traceológicos (por el uso del MEB) nos permiten adelantar que las mismas herramientas fueron utilizadas para manufacturar estos preciados objetos. Las mismas huellas de manufactura aparecen sobre artefactos de piedra verde, lo que indica que el artesano manufacturaba con las mismas herramientas artefactos sobre diferentes materias primas, lo que refuerza la propuesta de multiespecialización planteada por algunos autores (Costin 2001, Manzanilla 2008, Murakami y López 2008, 2009, Pérez 2005, Rosales 2004 por mencionar algunos autores) a la cual nos adherimos.

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LOS ARTEFACTOS

El análisis y catalogación de los artefactos con formas comunes durante cinco fases del desarrollo de Teotihuacán (desde Tzacualli hasta Metepec) nos permite afirmar que hubo una producción constante para depositarlos como ofrenda dentro de los contextos funerarios.

El análisis de los artefactos nos indica que existió una diferencia en cuanto a tamaño y acabado de los artefactos entre el área central y los recuperados de las periferias.

Los artefactos del área central (específicamente de la Pirámide de La Luna y el Templo de Quetzalcóatl) presentan un mejor acabado y son de

mayores dimensiones. De los materiales recuperados en Oztoyahualco, la mayoría se observa con diferentes fases del proceso de producción y son de pequeñas dimensiones.

Teopancazco es un caso excepcional, la evidente profusión de artefactos de pizarra y su relación con variadas materias primas foráneas nos indica un acceso preferencial sobre la materia prima, posiblemente manejada por las élites intermedias (Manzanilla 2008:388-394). Por otro lado, el análisis realizado a las áreas de actividad de Teopancazco, nos muestra una estrecha relación de los materiales de pizarra con estructuras como altares (áreas de actividad 55 y 68), rituales de terminación (áreas de actividad 21 y 37), restos óseos y entierros (áreas de actividad 64, 74, 75, 77, 88, 90, 103, 118, 128, 142-144, 159, 160, 164, 167, 179, 180, 181, 215B, 217, 223, 227), con el fuego (áreas de actividad 37B, 77, 103, 125, 128, 156, 164, 181 y 206), y con el agua (áreas de actividad 87, 157), no puede negarse la patente carga simbólica del material.

El caso de las Cuevas, es diferente al resto de la gran ciudad; ya que los objetos son fragmentos pequeños y escasos, lo que nos hace suponer un uso ritual secundario o incluso una reutilización de la materia prima también, a nivel secundario. Como se mencionó anteriormente, los análisis realizados sobre variadas materias primas en toda esta área (Manzanilla 1996) indican una ocupación intensiva durante el Epiclásico y el Postclásico, evidentemente no había ya una institución que sustentara el dominio de las áreas de abastecimiento y rutas comerciales

La reutilización de los artefactos manufacturados en pizarra dentro de los entierros tardíos recuperados en las Cuevas, pudo deberse a diferentes causas.

Primero, es posible que se hayan reutilizado por la carga simbólica que los teotihuacanos atribuyeron al material y que por veneración ancestral quisieran recrear. Esta recreación da continuidad al uso ritual del material

dentro de las oblaciones, que abarca desde el Clásico teotihuacano hasta el Epiclásico y Posclásico de las sociedades asentadas en la ciudad.

Segundo, debido a la caída de Teotihuacán, las redes de abastecimiento y flujo de las diversas materias primas se retraen (Kabata 2010; Manzanilla 2010). Esta retracción de las redes dificultó el acceso a la pizarra y otros bienes suntuarios, resultando en saqueo y reutilización de diferentes artefactos para depositarlos como ofrenda dentro de entierros Mazapa. La aparición de los artefactos dentro de las oblaciones de las Cuevas es mínima pero persistente, debido al remanente simbólico ya mencionado. Es importante mencionar que aunque hay diferencias entre los acabados, tamaños y formas de los materiales de pizarra recuperados en el centro ceremonial y los de las periferias, es evidente que hay una persistencia de uso en la parafernalia ritual; lo que nos indica un posible valor simbólico ritual atribuido a estos materiales, donde la diferenciación social es evidente en el acabado y tamaño de los objetos depositados en las ofrendas (ponencia presentada en 53 ICA por Murakami y López: 2009).

Esta investigación pretende mostrar las diferentes facetas del análisis de la producción lapidaria de la pizarra de Teotihuacán, que en conjunto con otras disciplinas como la Arqueometría y la Geología nos permiten realizar una somera interpretación de la sociedad e ideología de una cultura, donde el acceso y utilización de los artefactos podía ser tomado como un signo de jerarquía del individuo³⁰.

Es importante recalcar, que este es el primer estudio sobre artefactos de pizarra con este nivel de profundidad. Si bien, no se ha realizado un muestreo exhaustivo de material geológico para establecer la caracterización porcentual por estado y por formación, ni tampoco se han aplicado las técnicas a la totalidad de los artefactos existentes en el registro

³⁰ Remitirse a López 2006:132-137; López y Murakami 2008

arqueológico. Más bien, uno de los objetivos fue establecer una propuesta metodológica que muestre ser viable y que proporcione resultados factibles de interpretar para este problema arqueológico (López, Ruvalcaba-Sil y Franco 2010a). Por lo anterior, es claro que conforme se incluyan más fuentes geológicas y un corpus más amplio de artefactos, nuestras interpretaciones pueden variar y serán más precisas.

Por los resultados obtenidos, consideramos que la combinación de las técnicas XRD, PIXE-IOL constituyen una propuesta metodológica adecuada, viable, y factible para la caracterización no destructiva de la procedencia de artefactos arqueológicos metasedimentarios de pizarra, en el particular caso de Teotihuacán.

BIBLIOGRAFIA

ACOSTA Campos Manuel E.

2003 Tipología y distribución espacial de los materiales de lítica pulida y escultura de los Frentes 1 y 2 de La Ventilla 1992-1994 en: *Arqueología y osteología del barrio de La Ventilla Teotihuacan (1992-1994)*; pp.57-60

ARREOLA José M^o.

1922 "Artes menores-Objetos rituales". En: *La población del valle de Teotihuacan*, Manuel Gamio coordinador. Dirección de Antropología, Talleres Gráficos, SEP, V:1, pp.179-220.

ARRIBALZAGA y Tobón Víctor Manuel

2005 Los caminos del Tlalocan. El cerro Tláloc. Tesis de Licenciatura en Arqueología, ENAH-INAH, México.

ARSUAGA Juan Luis

2004 El collar del Neandertal. En busca de los primeros pensadores; Ediciones de Bolsillo, Barcelona España.

ARSUAGA Juan Luis y MARTINEZ Ignacio

2006 La especie elegida. La larga marcha de la evolución humana. Ediciones Temas de hoy; España.

ATHIE Islas Ivonne

2001 *La obsidiana del Templo Mayor de Tenochtitlán*. Tesis de Licenciatura en Arqueología, ENAH, INAH, México.

ATTOLINI Lecón Amalia y BRAMBILA Paz Rosa

2007 Intercambio y fronteras en el Posclásico tardío en Mesoamérica; en: *Etnografía de los confines. Andanzas de Anne Chapman*; Andrés Medina y Ángeles Ochoa (Coordinadores); Instituto Nacional de Antropología e Historia-Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos-Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Antropológicas; México D.F.; pp.113-133.

BARBA Pingarrón Luis Alberto y CÓRDOVA Frunz José Luis

2005 Materiales y energía en la arquitectura de Teotihuacán; Mecanoscrito, IIA-UNAM, México.

BECKER Marshall

1990 Estructura social en la evolución de los estados políticos de Mesoamérica; en: *Los Mayas. Esplendor de una civilización*; Colección Encuentros, Serie Catálogos; TURNER Libros S.A; Madrid-Barcelona

BERDAM Frances y SMITH Michael

2004 El sistema mundial mesoamericano Posclásico; *Relaciones* 99; Vol. XXV; pp. 19-77.

BLOMSTER Jeffrey P. (ED)

2008 After Monte Albán. Transformation and Negotiation in Oaxaca, Mexico; University Press of Colorado, USA.

BOEDA E.

1984 Méthode d'étude d'un nucleus Levallois á éclat préférentiel ; CAINERS DE GEOGRAPHIE PHYSIQUE, Travaux du Laboratoire de Géomorphologie et d'Étude du Quaternaire, n.5, Université des Sciences et Techniques de I.Iññe 59655, France ; pp95-133.

BRAIDWOOD Robert

1964 El hombre prehistórico; FCE; México D.F.

BRAMBILA Rosa

1994 " Fuentes bibliográficas sobre la arqueología de *Teotihuacan* (1865-1991)", en: *Cuadernos de Arquitectura Mesoamericana*, México, Facultad de Arquitectura, Postgrado, num. 27, UNAM, México.

CABRERA Castro Rubén

2009 Excavaciones en La Ciudadela y el Templo de la Serpiente Emplumada, en: *Teotihuacán. Ciudad de los dioses*; INAH, México, pp.91-96.

CABRERA Castro Rubén y Saburo SUGIYAMA

1982 "La reexploración y restauración del Templo Viejo de *Quetzalcoatl*", en: *Memoria del Proyecto Arqueológico Teotihuacan 1980-1982*, R. Cabrera, I. Rodríguez y N. Morelos, compiladores. INAH, Colección Científica 132, México.

1999 " El Proyecto Arqueológico de la Pirámide de La Luna", en: *Arqueología* 21, INAH, México, pp.19-28.

2009 Excavaciones en la Pirámide de La Luna, en: *Teotihuacán. Ciudad de los dioses*; INAH, México, pp.85-90.

CABRERA Castro Rubén, George COWGILL y Saburo SUGIYAMA

1990 "El proyecto Templo de *Quetzalcoatl* y la práctica a gran escala del sacrificio humano", en: *La época clásica: nuevos hallazgos, nuevas ideas*. Amalia Cardós de Méndez coordinadora. MNA-INAH, México, pp.51-79.

CABRERA Castro Rubén y Oralia CABRERA Cortés

1991 "El proyecto Templo de *Quetzalcoatl*", en *Arqueología*, Revista de la Dirección de Arqueología del INAH, Segunda época, No 6, Julio-Diciembre, INAH, México, pp. 19-31.

1993 "El significado calendárico de los entierro del Templo de *Quetzalcoatl*". En *II Coloquio Pedro Bosch Gimpera*. Teresa Cabrero, compiladora. IIA-UNAM, México.

CABRERA Cortes Oralia

1995 *La Lapidaria del Proyecto Templo de Quetzalcóatl 1988-1989*. Tesis de Licenciatura en Arqueología, ENAH-INAH, México.

2002 Ideología y Política en *Teotihuacán*. Ofrendas de rocas semipreciosas de la Pirámide de la Serpiente Emplumada en: *Ideología y política a través de materiales, imágenes y símbolos*. Memoria de la Primera Mesa Redonda de Teotihuacán, CONACULTA-INAH, UNAM-IIA-IIE, México, pp. 75-99.

2009 Lapidaria, en: *Teotihuacán. Ciudad de los dioses*; INAH, México, pp.193-232.

CARBONELL Euddal et-al

1999 The TD6 level lithic industry from Gran Dolina, Atapuerca (Burgos, Spain): production and use in: *Journal of Human Evolution*; pp.653-693.

CARDOS de Méndez Amalia

1990 "La época Clásica: Nuevos hallazgos, nuevas ideas". *Seminario de Arqueología*. INAH-MNA-CNCA, México.

CARRASCO Pedro

1996 Estructura Político-Territorial del Imperio Tenochca. La Triple Alianza de Tenochtitlan, Tetzaco y Tlacopan. FCE- Fideicomiso Historia de las Américas-Colegio de México, México.

CASTILLO F. Victor M.

1996 Estructura económica de la sociedad Mexica según las fuentes documentales, UNAM-IIH, Monografías 13, México.

CHARLTON, THOMAS

1978 " Teotihuacán, Tepeapulco, and Obsidian Exploitation", en *Science*, 200 (4347), pp.1227-1236.

COBEAN Robert H.

2002 Un mundo de obsidiana: Minería y comercio de un vidrio volcánico en el México Antiguo; INAH-University of Pittsburgh, México.

COUOH Hernández Lourdes Rocío

2009 DE LA HIDROXIAPATITA AL ENTIERRO. Análisis nano, micro y macroscópico de los restos óseos de los habitantes de la laguna, Tlaxcala (600 A. C. – 100 D. C.); Tesis de Maestría en Antropología; FFyL-UNAM, México.

COWGILL George

1992 " Social Differentiation at Teotihuacan", en *Mesoamerican Elites an Archaeological Assesment*, Chase D.Z. y A. F. Chase editors. University of Oklahoma Press Norman, pp. 206-220

2009-a Introducción en: Teotihuacán. Ciudad de los dioses; INAH, México, pp.25-30.

2009-b Crecimiento, desarrollo arquitectónico y cultura material de Teotihuacán en: Teotihuacán. Ciudad de los dioses; INAH, México, pp.31-36.

COWGILL George y Oralia CABRERA Cortés

1991 "Excavaciones en el Frente B y otros materiales del análisis de la cerámica", en *Arqueología*. Revista de la Dirección de Arqueología del INAH, Segunda época, No 6, Julio-Diciembre, INAH, México.

DE SONNEVILLE-BORDES

1973 La edad de la piedra; EUDEBA; BUENOS Aires, Argentina.

DIAZ Oyarzabal Clara Luz

1991 *Cerámica de sitios con influencia Teotihuacana*, INAH, México.

DURAN Diego

2006 *Historia de las Indias de Nueva España e Islas de Tierra Firme*. Porrúa, Dos Tomos; México.

ELIADE Mircea

1972 Tratado de Historia de Las Religiones; Biblioteca ERA, Ediciones ERA, México.

ESCALANTE Gonzalvo Pablo

2004 La vida urbana en el periodo Clásico mesoamericano. Teotihuacan hacia el año 600 d. C.; en: Historia de la vida cotidiana en México, I Mesoamérica y los ámbitos indígenas de la Nueva España, Escalante P. (Ed); FCE-CM, México, pp. 41-98

FÁBREGAS Valcarce, R., y RODRÍGUEZ Rellán, C.

2008 Gestión del cuarzo y la pizarra en el Calcolítico peninsular: el "Santuario" de El Pedroso (Trabazos de Aliste, Zamora). *Trabajos de Prehistoria*, 65(1): 125-142
doi: 10.3989/tp.2008.v65.i1.139

FAHMEL Beyer Bernd

1997 En el cruce de caminos. Bases de la relación entre Monte Albán y Teotihuacán; UNAM- IIA; México.

FREIDEL David

2005 Encrucijada de Conquistadores: Investigaciones recientes en El Peru-Waka'; en: Universidad Francisco Marroquí, Conferencias del Museo del Popol-Vuh; 2005-2, Perú; pp. 1-5.

GAMIO Manuel

1979 La población del valle de Teotihuacan. 5 volúmenes. INI. Reimpresión del original publicado en 1922 por la Secretaría de Agricultura y Fomento, México.

GARCÍA Cook Ángel

1967 Análisis tipológico de artefactos. INAH, México.

GARCÍA Cook Ángel y B. Leonor MERINO C.

1977 *Notas sobre caminos y rutas de intercambio al este de la cuenca de México.* Comunicaciones 14 Proyecto Puebla-Tlaxcala, México.

GAXIOLA Margarita

1988 La clasificación arqueológica en instrumentos líticos en: *La antropología en México. Panorama histórico 6, El desarrollo técnico*, Coordinación de Carlos García Mora y Ma. De la Luz del Valle Berrocal, Colección Biblioteca del INAH, INAH, México

GAZZOLA Julie

2007 La producción de cuentas en piedras verdes en los talleres lapidarios de La Ventilla, Teotihuacán, en: *Arqueología* 36; pp.52-70

GOMEZ Chávez Sergio

2000 La ventilla, un barrio de la antigua ciudad de Teotihuacán, Tesis de Licenciatura en Arqueología, ENAH-INAH, México.

GÓMEZ Sergio y GAZZOLA Julie

2009 Los barrios foráneos de Teotihuacán, en: Teotihuacán. Ciudad de los dioses; INAH, México, pp.71-78.

GÓMEZ Gastélum Luis

2004 *Las conchas marinas en el occidente de México durante el Clásico y el Postclásico temprano*, en: Bienes estratégicos del antiguo occidente de México. El Colegio de Michoacán, México, pp. 229-260

GONZÁLEZ de la Vara Fernán

1999 El valle de Toluca hasta la caída de Teotihuacán; Colección Científica 389; INAH, México.

GONZALEZ Jácome Alba y Silvia DEL AMO

1999 Agricultura y sociedad en México: Diversidad, enfoques, Estudios de Caso, P y V Editores, México.

GOOD Eshelman Catharine

2007 Economía y cultura: enfoques teóricos y etnográficos sobre la reciprocidad; en: Etnografía de los confines. Andanzas de Anne Chapman; Andrés Medina y Ángeles Ochoa (Coordinadores); Instituto Nacional de Antropología e Historia-Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos-Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Antropológicas; México D.F.; pp.81-98.

HEALAN Dan M.

2004 *Extracción prehispánica de obsidiana en el área de Ucareo-Zinapécuaro, Michoacán*, en: Bienes estratégicos del antiguo occidente de México. El Colegio de Michoacán, México, pp. 33-76

2005 Nuevos datos acerca del desarrollo de la tecnología de núcleos prismáticos en la fuente de obsidiana, Ucareo, Michoacán, en: El antiguo occidente de México. Nuevas perspectivas sobre el pasado prehispánico, Williams e., Weigand P., López L., Grove D. (Eds); El Colegio de Michoacán, México, pp. 171-184

HEYDEN Doris

1973 ¿Un Chicomostoc en Teotihuacan? La cueva bajo la Pirámide del Sol en: *Boletín del INAH*, México, INAH, Segunda época, núm. 6, pp. 3-18.

1975 Una interpretación en torno a la cueva que se encuentra bajo La Pirámide del Sol en *Teotihuacan. American Antiquity*, Vol. 40, No. 2, pp. 131-147.

1995 Los guerreros y la muerte en *Primer anuario de la Dirección de Etnología y Antropología Social del INAH*. INAH, México.

2000 En la tierra del águila, el jaguar y la serpiente. El significado de los términos en los documentos históricos del México antiguo en *Iconografía Mexicana II, El cielo, la tierra y el inframundo*. Colección Científica 404, CONACULTA-INAH, México.

HOLMES William Henry

1997 El arte de la concha entre los antiguos americanos; Colección Textos Básicos y Manuales; INAH, México.

ISLA Johnny and REINDEL Markus

s/f Burial Patterns and Sociopolitical Organization in Nasca 5 Society in: *Andean Archaeology III*; Isbell W. and Silverman H. (Eds); Springer; pp. 374-400.

IXTLIXOCHITL, Fernando de Alva

1985 Obras históricas de, Historia de la Nación Chichimeca, UNAM, México.

JOYCE Arthur A.

1997 Ideology, Power, and State Formation in the Valley of Oaxaca, in: *Emergence and Change in Early Urban Societies*; Edited by Linda Manzanilla; Plenum Press, New York and London; pp133-168

KABATA Shigeru

2003 Transformación política y económica en Teotihuacán: Desde el punto de vista del análisis de la obsidiana, Tesis de Maestría; Universidad Prefectural de Aichi; Nagoya-Japón.

2006 Cambios en las actividades de producción de artefactos de obsidiana y escala de control estatal de Teotihuacán; premio Teotihuacán 2005; en prensa.

2009 *La industria de la obsidiana y su abastecimiento a Santa Cruz Atizapán*, en: La gente de la ciénaga en tiempos antiguos. La historia de Santa Cruz Atizapán; El Colegio Mexiquense-UNAM-IIA-DGAPA, México, pp.243-260.

2010 La dinámica regional del intercambio: El valle de Toluca antes y después de la caída de Teotihuacán; Tesis de Doctorado en Antropología, IIA-UNAM, México.

KOLB Charles

1987 Marine Shell trade and Classic Teotihuacán, México; BAR International Series 364; Oxford England.

KOZŁOWSKI Janus, Boleslaw GINTER

1975 Técnica de la Talla y Tipología de los Instrumentos Líticos. Editorial Pueblo Educación. Universidad de la Habana, Cuba.

LANDA Diego de

1986 Relación de las cosas de Yucatán. Editorial PORRUA; México.

LANGENSCHIEDT Adolphus

2007 Lapidaria mesoamericana, una reflexión sobre los abrasivos posiblemente usados para trabajar los chalchihuites duros en: ARQUEOLOGIA 36; México; pp. 179-206.

LAPLACE George

1972 La typologie analytique et structurale: Base rationnelle d'étude des industries lithiques et osseuses ; Colloque nationaux C.N.R.S. N.932 ; Banques de Données Archéologiques ; pp.91-145.

1985-1987 Un exemple de nouvelle écriture de la grille typologique ; et DIALEKTIKE. Cahiers de Typologie Analytique ; CAVAILLÈS B.; GUILBAUD M.; LAPLACE G.; SAENZ DE BURUAGA A (eds) ; Publié avec le concours de l'Université de PAU ; Institut Universitaire de Recherche Scientifique ; France ; pp-16-21.

1986 Tipología Analítica; Facultad de Filología e Historia; Departamento de Prehistoria y Arqueología, Vitoria-Gasteiz; pp1-34

LEON-PORTILLA Miguel

2003 Literaturas Indígenas de México; Editorial MAPFRE-FCE

2004 Obras de Miguel León-Portilla en Torno a la Historia de Mesoamérica, Tomo II; UNAM-IIH--EL COLEGIO NACIONAL, México.

2006 La Filosofía Náhuatl estudiada en sus fuentes; UNAM-IIH, México.

2009 Los Antiguos Mexicanos a través de sus crónicas y cantares; FCE, México.

LEROI-GOURHAN, André

1974 La Prehistoria. ED Labor, S.A. Barcelona, España.

LIRA López Yamile

2010 Tradición y cambio en las culturas prehispánicas del Valle de Maltrata, Veracruz.; Universidad Veracruzana-Instituto de Investigaciones Antropológicas UNAM-S y G Editores; México.

LITVAK King Jaime

1972 C ihuatlán y Tepecocuilco: Provincias Tributarias de México en el siglo XVI. UNAM, México.

LÓPEZ Austin Alfredo

1996 Cuerpo Humano e Ideología. La concepción de los antiguos nahuas; UNAM-IIA, Dos Tomos; México.

LÓPEZ Austin Alfredo y LÓPEZ Luján Leonardo

1999 Mito y Realidad de Zuyúa. Serpiente emplumada y las transformaciones mesoamericanas del Clásico al Posclásico; EL COLEGIO DE MÉXICO-Fideicomiso Historia de Las Américas, FCE; México.

2001 El pasado indígena; Fideicomiso Historia de Las Américas, FCE; México.

2009 Monte sagrado-Templo Mayor. El cerro y la pirámide en la tradición religiosa mesoamericana, INAH-UNAM-IIA, México.

LÓPEZ Juárez Julieta M.

2006 LA PIZARRA DE LA ANTIGUA CIUDAD DE TEOTIHUACAN. TIPOLOGÍA E INTERPRETACIÓN. Tesis de Licenciatura en Arqueología, ENAH-INAH, México.

LÓPEZ Juárez Julieta y MURAKAMI Tatsuya

2008 Greenstone And Other Precious Stone Artifacts Found At The Moon Pyramid, Paper presented at the 73rd Annual Meeting of the Society for American Archaeology, Vancouver, 2008

LÓPEZ Pérez Claudia María

2003 Análisis cerámico de las áreas de actividad en la Cueva de las Varillas, Teotihuacán. Tesis de Licenciatura en Arqueología, ENAH-INAH, México.

2009 Cerámica, en: Teotihuacán. Ciudad de los dioses; INAH, México, pp.131-192.

LORENZO José Luis

1968 Clima y agricultura en Teotihuacán. En *Materiales para la arqueología de Teotihuacán*. Serie de Investigaciones N.17, INAH, México.

LOWE W. Garet

1998 Mesoamérica Olmeca: diez preguntas; Colección Científica 370; INAH; Centro de Investigaciones Humanísticas de Mesoamérica y el Estado de Chiapas-UNAM; México.

LOWE Lynne S.

2005 El ámbar de Chiapas y su distribución en Mesoamérica; Centro de Estudios Mayas, Cuaderno 31, Instituto de Investigaciones Filológicas, UNAM, México.

MALDONADO Morales Beatriz y ZAPATA Mesa Marcela

2000 Estudio de áreas de actividad a través de la lítica tallada de los túneles ubicados detrás de la Pirámide del Sol de la Ciudad de Teotihuacán; Tesis de Licenciatura en Arqueología; ENAH-INAH, México, D.F.

MANZANILLA Linda R.

1986 Unidades habitacionales mesoamericanas y sus áreas de actividad, UNAM, México.

1992 The economic organization of the Teotihuacan priesthood: Hypotheses and considerations, in Art, ideology and the city of Teotihuacan, Washington, Dumbarton Oaks Research Library and Collections, pp. 321-338

- 1994a Geografía sagrada e inframundo en Teotihuacán. En: *Antropológicas revista de difusión del IIA*, UNAM, México, pp 53-65.
- 1994b Las cuevas en el mundo mesoamericano en: *CIENCIAS* No.36, Octubre Diciembre; pp. 59-66
- 1996-a El concepto del inframundo en *Teotihuacán en: Cuicuilco. Revista de la ENAH*, Nueva Época, Vol. 2, No. 6. México, pp. 29-49.
- 1996-b La organización económica de *Teotihuacán* y *Tiwanaku* en: *Mesoamérica y los Andes*, CIESAS, México.
- 1997-a Early Urban Societies: Challenges and Perspectives in: *Emergence and Change in Early Urban Societies*; Edited by Linda Manzanilla; Plenum Press, New York and London; pp3-39
- 1997-b Teotihuacan: Urban Archetype, Cosmic Model in: *Emergence and Change in Early Urban Societies*; Edited by Linda Manzanilla; Plenum Press, New York and London; pp109-131.
- 2004-a Sistemas complejos en Mesoamérica en: *Introducción a la Arqueología del Occidente de México*. Beatriz Braniff editora. Universidad de Colima, CONACULTA-INAH, México, pp. 179-214.
- 2004-b Surgimiento de las sociedades complejas en Mesoamérica en: *Introducción a la arqueología del Occidente de México*, Beatriz Braniff editora, Universidad de Colima, CONACULTA-INAH, México, pp. 215-239.
- 2006 La producción artesanal en Mesoamérica en: *Arqueología Mexicana*, Vol. XIV-Núm. 80, pp. 27-35, México.
- 2007-a La unidad doméstica y las unidades de producción. Propuesta interdisciplinaria de estudio, Ponencia presentada en la Cuarta Mesa Redonda de Monte Albán: Bases de la complejidad social en Oaxaca, Oaxaca; El Colegio Nacional, Memoria 2007, México, pp. 447-483.
- 2007-b Las "casas" nobles de los barrios de Teotihuacán. Estructuras exclusionistas en un entorno corporativo; Ponencia presentada en la XXVIII Mesa Redonda de la Sociedad Mexicana de Antropología 2007, Ciudad de México, en el simposio coordinado por Gerardo Gutiérrez; El Colegio Nacional; Memoria 2007, pp. 485-502.
- 2008-a La iconografía del poder en Teotihuacán en: *Símbolos de Poder en Mesoamérica*, Ghilhem Olivier (Coord.), IIA-UNAM, México, pp. 111-131.
- 2008-b Metrópolis prehispánicas e impacto ambiental. El caso de Teotihuacán a través del tiempo; El Colegio Nacional; Memoria 2008, pp. 3.
- 2009-a Los palacios de Teotihuacán; en: El Colegio Nacional; Memoria 2009; pp.281-296.
- 2009-b Los túneles bajo Teotihuacán. Construcción de un inframundo, justificación de un cosmograma; en: El Colegio Nacional; Memoria 2009; pp.297-321.
- 2009-c Producción de adornos y atavíos del poder en Teotihuacán; en: El Colegio Nacional; Memoria 2009; pp. 323-352.

MANZANILLA Linda R. y Emily McLUNG .

1997 Patrones de utilización de recursos durante las ocupaciones de túneles pos teotihuacanos en: *Cuicuilco. Revista de la ENAH*, Nueva época, Vol. 4. No. 10-11, México, pp. 107-120.

MANZANILLA Linda R. (COORD)

1993 *Anatomía de un Conjunto Residencial Teotihuacano en Oztoyahualco*. Tomos I y II, UNAM-IIA, México.

MANZANILLA Linda R. (ED)

1986 *Unidades Habitacionales Mesoamericanas y sus Áreas de Actividad*, UNAM-IIA, México.

MANZANILLA Linda R. y Leonardo LÓPEZ Luján (COORDS)

2001 *Historia Antigua de México*, Vol. II: El horizonte Clásico, INAH, IIA-Coordinación de Humanidades, Miguel Ángel Porrúa Editores, México.

MAROIS Roger, JELKS Edward, MINEIRO Maria C., GROOT Ana M. y ECHEVERRÍA José (Comps)

1997 *Multilingual Dictionary of Lithic Technology Terms*; Panamerican Institute of Geography and History

MARTÍNEZ López Cira

1994 La cerámica de estilo Teotihuacano en Monte Alban en: *Monte Albán. Estudios Recientes. Proyecto Especial Monte Albán 1992-1994*. Marcus Winter coordinador. Contribución No 2, Oaxaca, pp 25-54.

MATA Amado Guillermo

2003 Espejo de pirita y pizarra de Amatitlán; en: *XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala; 2002* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía), pp.831-839. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

McCLUNG de Tapia Emily

2009 Los ecosistemas del valle de Teotihuacán a lo largo de su historia, en: Teotihuacán. Ciudad de los dioses; INAH, México, pp.37-46.

MERINO José María

1994 Tipología lífica en: MUNIBE (Antropología-Arkaeologia); Suplemento n.9; Sociedad de Ciencias Aranzadi; San Sebastian, España.

MICHELET Dominique y PEREIRA Gregory

2009 Teotihuacán y el Occidente de México, en: Teotihuacán. Ciudad de los dioses; INAH, México, pp.79-84.

MILLON Rene

1967-a Cronología y periodificación: Datos estratigráficos sobre períodos cerámicos y sus relaciones con la pintura mural en: *TEOTIHUACAN, Onceava mesa redonda*. Sociedad Mexicana de Antropología, México, pp. 1

1967-b Extensión y población de la ciudad de *Teotihuacán* en sus diferentes períodos: un cálculo provisional en: *TEOTIHUACAN, Onceava mesa redonda*. Sociedad Mexicana de Antropología, México, pp. 57

1970 Teotihuacán: Completion of map of giant city in the valley of Mexico, *SCIENCE*, pp. 1077-1082.

1973 Urbanization at Teotihuacan. V.I. The Teotihuacán map part one. Austin The University of Texas Press, Texas.

1976 Teotihuacán en: *La ciudad: su origen, crecimiento e impacto en el hombre*, Madrid, Blume.

1981 Teotihuacan: City, State and Civilization en: *Handbook of Middle American Indians*, Victoria Bricker and Jeremy Sabloff eds, University of Texas Press, Austin, pp. 198-243.

1991 Descubrimientos de la procedencia en *Teotihuacán* de las pinturas murales saqueadas con representaciones de personajes llevando el tocado de borlas". En *Teotihuacan 1980-1982. Nuevas interpretaciones*, Rubén Cabrera coordinador. México, INAH, Colección Científica 227, pp. 185-192.

MILLON René, DREWITT, George COWGILL

1973 *Urbanization at Teotihuacan, México, Vol I, The Teotihuacan Map, Text.* University of Texas Press, Austin, Texas.

MIRAMBELL Lorena

1968 *Técnicas lapidarias prehispánicas.* Serie investigaciones 14, INAH México.

MIRAMBELL Lorena y José L. Lorenzo

1974 *Consideraciones sobre la industria lítica,* Cuadernos de trabajo No. 4, Departamento de Prehistoria, INAH, México.

MORAGAS Segura Natalia

2005 *Dinámica del cambio cultural en Teotihuacan durante el Epiclásico (650-900 dC),* Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, España.

MORANTE López Rubén B.

2010 *La pirámide de los Nichos de Tajín. Los códigos del tiempo.;* Instituto de Investigaciones Estéticas-Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México

MUELLE Jorge C.

1957 *Puntas de pizarra pulidas del Perú;* en ARQUEOLOGICAS. Publicaciones del Instituto de Investigaciones Antropológicas; Museo Nacional de Antropología y Arqueología; Pueblo Libre, Lima, Perú; pp. 48-63.

MURAKAMI Tatsuya

2008 *Proyecto Las Relaciones de Poder y la Formación del Paisaje Urbano: Un Estudio de Trabajo y Materiales Constructivos en Teotihuacán,* mecanoscrito, Archivo Técnico del INAH, INAH, México.

OLAY Barrientos Ma. Ángeles

2004 *Los Amantecas y el comercio de plumajes finos en el occidente de México;* en: Bienes estratégicos del antiguo occidente de México. El Colegio de Michoacán, México, pp. 311-334

PARADIS Louise

2002 *Ahuinahuac, una aglomeración urbana al final del Preclásico y principio del Clásico en la región Mezcala-Balsas, Guerrero en El pasado arqueológico de Guerrero, México,* CEMCA, Gobierno del Estado de Guerrero, INAH, PP. 77-97

PASTRANA Cruz Alejandro

1988 *La localización e identificación de yacimientos de obsidiana y otras materias primas en la antropología en México. En Panorama histórico, 6. El desarrollo técnico,* Carlos García Mora y Ma. De la Luz del Valle Berrocal coordinadores. Colección Biblioteca del INAH, INAH, México.

2007 *La distribución de la obsidiana de la Triple Alianza en la Cuenca de México,* Colección Científica, INAH, México.

2008 *Las piedras sagradas,* en: Piedras Sagradas. El México precolombino y la mirada de Jorge Yázpik; INAH, México; pp.13-25.

2009 *Obsidiana,* en: Teotihuacán. Ciudad de los dioses; INAH, México, pp.233-244.

PASTRANA Flores Miguel

2008 *Entre los hombres y los dioses. Acercamiento al sacerdocio de Calpulli entre los antiguos nahuas,* UNAM-IIH, Monografías 30, México.

PEREZ Roldán Gilberto

2005 El estudio de la industria del hueso trabajado: Xalla, un caso Teotihuacano; Tesis de Licenciatura en arqueología, ENAH-INAH, México D.F.

PASZTORY Esther

1990 El poder militar como realidad y retórica en *Teotihuacán en: La Época Clásica: Nuevos hallazgos, nuevas ideas*. Amalia Cardos, coordinadora. INAH, México, pp. 181-204.

PIÑA-CHAN Román

1963 Excavaciones en el Rancho La Ventilla en: *TEOTIHUACAN, descubrimientos-reconstrucciones*. INAH, México.

POLLARD Helen

2005 Michoacán en el mundo mesoamericano prehispánico. Erongarícuaro y los Estados teotihuacano y tarasco, en: *El antiguo occidente de México. Nuevas perspectivas sobre el pasado prehispánico*, Williams e., Weigand P., López L., Grove D. (Eds); El Colegio de Michoacán, México, pp. 283-304

QUEZADA Noemí

1996 Los Matlatzincas. Época prehispánica y época colonial hasta 1650.; Instituto de Investigaciones Antropológicas; UNAM; México.

RAMIREZ Sánchez Nicolás Felipe

2008 La obsidiana de Laguna de los Cerros: observaciones diacrónicas sobre intercambio y tecnología; Tesis de Doctorado en Estudios Mesoamericanos, FFyL-IF-PEM, UNAM, México.

RATTRAY Evelyn Childs

1976 Seriación de Cerámica *Teotihuacana* en: *Anales de Antropología*, Vol. XIV, IIA, UNAM, México.

1978 Entierros y ofrendas en Teotihuacán. Excavaciones, inventario, patrones mortuorios. IIA-UNAM, México.

1991 Fechamientos por radiocarbono en *Teotihuacán en: Arqueología*, Revista de la Dirección de Arqueología del INAH, Segunda época, No 6, Julio-Diciembre, INAH, México.

2001 Teotihuacán, cerámica, cronologías y tendencias culturales. INAH, CONACULTA, UNIVERSIDAD DE PITTSBURG, México.

RATTRAY Evelyn, Jaime LITVAK (COMPS)

1981 *Interacción cultural en México Central*, Serie Antropológica 41, IIA-UNAM, México.

RATTRAY Evelyn y Gerardo GALGUERAS

1993 Enfoques interdisciplinarios en el estudio de la cerámica Anaranjado Delgado en: *II Coloquio P. Bosch- Gimpera*, M^o teresa Cabrero compiladora. IIA-UNAM, México, pp. 239-252.

ROSALES de la Rosa Edgar Ariel

2004 La mica de Teotihuacán. Tesis de Licenciatura en Arqueología, ENAH-INAH, México.

SAHAGÚN Fray Bernardino de

1999 *Historia General de las Cosas de la Nueva España*, Editorial Porrúa, México.

SANDERS William T.

1963 Teotihuacan Valley Project: Preliminary report, 1960-1963 field seasons. mecanoscrito.

1965 The Cultural Ecology of the Teotihuacán Valley. A Preliminary report of the Resulted of in Teotihuacán Valley Project, Departamento de Antropología social de la Universidad del Estado de Pensilvania, EU.

2000 Introduction en: The Teotihuacán Valley Project Report. The Aztec period occupation of the valley, Parte 1. S. Evans, W. Sanders Eds. Universidad de Pennsylvania, Pennsylvania, E.U. pp. 1-9.

SANDERS William, Jeffrey PARSONS, Robert SANTLEY

1979 The Basin of Mexico. Ecological processes in the evolution of a civilization, NY Academic Press, NY.

SARABIA Alejandro

2003 Lítica tallada del Frente 1 de La Ventilla; en: Arqueología y osteología del barrio de La Ventilla Teotihuacan (1992-1994); pp.61-64

SEJOURNÉ Laurette

1959 Un palacio en la ciudad de los dioses, INAH, México.

1963 Exploración en Tetitla. En *TEOTIHUACÁN, descubrimientos-reconstrucciones*. INAH, México.

1992 Pensamiento y religión en el México Antiguo. FCE, México.

SERRANO Sánchez Carlos (Coordinador)

2003 y osteología del barrio de La Ventilla Teotihuacán (1992-1994), IIA-UNAM, México.

SPENCE Michael

1977 Teotihuacán y el intercambio de obsidiana en Mesoamérica. En: XV Mesa Redonda de SMA. Los procesos de cambio en Mesoamérica y áreas circunvecinas. Sociedad Mexicana de Antropología, II, México, pp. 293-300.

1981 Obsidian Production and the State of *Teotihuacan*, in *American Antiquity*, Vol 46, No 4, pp. 769-788.

1987 The Scale and Structure of Obsidian Production in *Teotihuacan* en: *Teotihuacán: Nuevos datos, nuevas síntesis, nuevos problemas*. Emily McCLung de Tapia y Evelyn Childs Rattray editoras. IIA-UNAM, pp. 429-450.

STOREY Rebecca, WIDMER Randolph

1989 Household and community structure of a Teotihuacan apartment compound: S3W1:33 of the Tlajinga Barrio in Households and communities, Calgary, The Archaeological Association of the University of Calgary, Chac Mool, pp.407-415

SUAREZ Díez Lourdes

1977 Tipología de los objetos prehispánicos de concha, INAH, México.

1988 Los estudios arqueológicos de la concha en: *La antropología en México, Panorama histórico, 6 El desarrollo técnico*, Carlos García Mora y Ma. De la Luz del Valle Berrocal coordinación. Colección Biblioteca del INAH, INAH, México.

SUGIURA Yoko

2005 Y atrás quedo la Ciudad de los Dioses. Historia de los asentamientos en el valle de Toluca, IIA-UNAM, México.

SUGIURA Yamamoto Yoko (Coordinadora)

2009 La gente de la ciénaga en tiempos antiguos. La historia de Santa Cruz Atizapán; El Colegio Mexiquense-UNAM-IIA-DGAPA, México.

SUGIYAMA Saburo

1989 Burials dedicated to the old Temple of Quetzalcoatl at Teotihuacan, México. En: *American Antiquity*, 54, Society from American Archaeology, pp. 85-106.

1991 El entierro central de la Pirámide de la Serpiente Emplumada en *Arqueología*, Revista de la Dirección de Arqueología del IANH/ Segunda época, No 6, Julio-Diciembre, INAH, México, pp.33-40.

1995 Mass human sacrifice and symbolism of the feathered serpent pyramid in Teotihuacán, México. A Dissertation presented in partial fulfillment of the requirements for the Degree Doctor of Philosophy, Arizona State University.

2004 Viaje al centro de La Pirámide de La Luna. Recientes descubrimientos en Teotihuacan. INAH-Museo Nacional de Antropología, México.

2005 Human Sacrifice, Militarism, and Rulership: Materialization of State Ideology at the Feathered Serpent Pyramid, Teotihuacan. Cambridge University Press, Cambridge.

SUGIYAMA Saburo y CABRERA Rubén

2006 El Proyecto Pirámide de La Luna 1998-2004: Conclusiones preliminares en: Sacrificios de consagración en la Pirámide de la Luna; CONACULTA-INAH, MTM, ASU; México; pp.:11-24.

SUGIYAMA, Saburo y LOPEZ Luján Leonardo

2006 Sacrificios de consagración en la Pirámide de La Luna Teotihuacán en: Sacrificios de consagración en la Pirámide de La Luna, CONACULTA-INAH, MTM, ASU; México, pp.: 25-52.

2007 Dedicatory Burial/Offering Complexes at the Moon Pyramid, Teotihuacan: A Preliminary Report of 1998-2004 Explorations. *Ancient Mesoamerica* 18: 127-146.

SUGIYAMA Saburo y SARABIA Alejandro

2011 Teotihuacán. La ciudad con una cosmovisión Mesoamericana en: *Arqueología Mexicana*; Vol.XVIII-Núm. 107; México; pp. 39-45

TAUBE Karl

1983 *The Teotihuacán spider woman*. *Journal of Latin American*, UCLA, Latin American Center University of California, Los Angeles, pp 107-189

1991 *The iconography of mirrors at classic Teotihuacán*. Paper to be presented at the Dumb. Oaks Symposium

S/f Seminario de iconografía Olmeca, Teotihuacana y Maya. UNAM, México.

2000 "The Writing System of Ancient Teotihuacán". *Ancient America* 1, University of California, Riverside, Center for Ancient American Studies, Bernardsville, NC, and Washington D.C. USA.

2002 "La serpiente emplumada en *Teotihuacan*". En *Arqueología Mexicana*. Enero-Febrero, No 53, INAH, México, pp. 36-41.

2009 La religión en Teotihuacán, en: *Teotihuacán. Ciudad de los dioses*; INAH, México, pp.25-30.

VELASCO Toro José y SALAZAR Vázquez Ana María

2007 Comercio de larga distancia y articulación regional en Mesoamérica: la visión de Anne

Chapman en: Etnografía de los confines. Andanzas de Anne Chapman; Andrés Medina y Ángeles Ochoa (Coordinadores); Instituto Nacional de Antropología e Historia-Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos-Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Antropológicas; México D.F.; pp.99-112.

VELASQUEZ Castro Adrián, PAZ Bautista Clara y PÉREZ Roldán Gilberto
2009 Concha y hueso, en: Teotihuacán. Ciudad de los dioses; INAH, México, pp.245-253.

WILLIAMS Eduardo y WEIGAND Phil C.

2004 Introducción; en: Bienes estratégicos del antiguo occidente de México. El Colegio de Michoacán, México, pp. 13-31

WILLIAMS Eduardo, WEIGAND Phil C., LOPEZ Lorenza y GROVE Davis (Eds)

2005 El antiguo occidente de México. Nuevas perspectivas sobre el pasado prehispánico, El Colegio de Michoacán.

WESTHEIM Paul

1960 El ornamento que habla en: *La palabra y el hombre*. Julio-Septiembre, No 15, México.

ZUÑIGA Bárcenas Beatriz

2006 Exploración arqueológica en Ixtapan de la Sal. Análisis de entierros y objetos asociados; INAH, Serie REGIONES, México.

BIBLIOGRAFIA ESPECIALIZACIÓN y ARQUEOMETRIA.

ASCHER, Robert

1961 *Experimental Archaeology. American Anthropologist*, vol. 63, núm. 4.

BERAMENDI-OROSCO, L.E., et al.

2008 High-resolution chronology for the Mesoamerican urban center of Teotihuacan derived from Bayesian statistics of radiocarbon and archaeological data, *Quaternary Research*; doi:[10.1016/j.yqres.2008.10.003](https://doi.org/10.1016/j.yqres.2008.10.003)

BLACKMAN James, STEIN Gil, VANDIVER Pamela

1993 The standarization hypotheses and ceramic mass production: technological, compositional, and metric indexes of craft specialization at Tell Leilan, Syria; in *American Antiquity*, Vol 58, No.1 (Jan. 1993), pp. 60-80

CALUSI S., COLOMBO E., GIUNTINI L., LO GIUDICE A., MANFREDOTTI C., MASSI M., PRATESI G. E. VITTONI

2008 *Nuclear Instruments and Methods B* 266 (2008) 2306-2310.

CALVO del Castillo Helena

s/f Ionoluminiscencia: Aplicaciones en bienes culturales (gemas y minerales) en: *La Ciencia y el Arte. Ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico*; INSTITUTO DEL PATRIMONIO HISTÓRICO ESPAÑOL; pp. 58-67.

CALVO del Castillo Helena; RUVALCABA Sil J.L; CALDERÓN T.

2006 Some new trends in the ionoluminescence of minerals in: *Anal Bioanal Chem* (2007) 387:869–878; Published online: 3 October 2006; Springer-Verlag

CALVO del Castillo H.; MILLAN A.; BENITEZ P.; RUVALCABA-Sil J.L.; CALDERON T
2008 Proton induced luminescence of minerals in: REVISTA MEXICANA DE FISICA 54 (2) 93-99; Abril 2008; México.

CARBALLO David M.
2007 IMPLEMENTS OF STATE POWER. Weaponry and martially themed obsidian production near the *Moon Pyramid, Teotihuacan*, in: *Ancient Mesoamerica*, 18 (2007), 173-190; Cambridge University Press, USA.

CHARLTON Thomas, NICHOLS Deborah y OTIS-CHARLTON Cynthia
1991 Aztec Craft Production and Specialization: Archaeological Evidence from the City-State of Otumba, México; in: *World Archaeology*, Vol. 23, No.1, Craft Production and Specialization, pp.98-114.

CILIBERTO E. y SPOTO G. eds.,
2000 Modern Analytical Methods in Art and Archaeology, , Vol. 155 in *Chemical Analysis, Series of Monographs on Analytical Chemistry and its Applications*, J.D. Winefodner Series Ed., John Wiley and Sons, N.Y.

COBEAN Robert, VOGT James, GLASCOCK Michael and STOCKER Terrence
1991 High-precision trace-element characterization of mayor Mesoamerican obsidian sources and further analyses of artifacts from San Lorenzo Tenochtitlan, México; in: *Latin American Antiquity*, 2(1), 1991, pp. 69-91

COLOMBO, CALUSI, COSSIO, GIUNTINI, LO GIUDICE, MANDÒ, MANFREDOTTI, MASSI, MIRTO, VITTONI
2008 Nuclear Instruments and Methods B 266 (2008) 1527-1532

COSTIN Cathy L.
1991 "Craft specialization: issues in Refining, documenting and explaining the organization of production", en: *Archaeological Method and Theory*, Vol. 3, University of Arizona Press, Tucson, pp. 1-56
2001 Craft Production System in: *Archaeology at the Millennium: A Sourcebook*, edited by Feinman and Price; Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York; pp 273-327

COSTIN Cathy and EARLE Timothy
1989 Status distinction and legitimation of power as reflected in changing patterns of consumption in late Prehispanic Peru in: *American antiquity*, 54(4), 1989, pp. 691-714

COSTIN Cathy and HAGSTRUM Melissa
1995 Standardization, labor investment, skill, and the organization of ceramic production in late prehispanic highland Peru in: *American Antiquity*, 60(4), 1995, pp.619-639

COUOH Hernández Lourdes Rocío
2009 DE LA HIDROXIAPATITA AL ENTIERRO. Análisis nano, micro y macroscópico de los restos óseos de los habitantes de la laguna, Tlaxcala (600 A. C. – 100 D. C.); Tesis de Maestría en Antropología; FFyL-UNAM, México.

CUEVAS Ephraim y PICKERING Robert
2005 Caracterización de manchas de manganeso en artefactos prehispánicos del occidente de México, en: *El antiguo occidente de México. Nuevas perspectivas sobre el pasado*

prehispánico, Williams e., Weigand P., López L., Grove D. (Eds); El Colegio de Michoacán, México, pp. 125-144

D'ALTROY Terence

1994 Producción y uso de cerámica en la economía política Inka, en: Tecnología y organización de la Producción de Cerámica Prehispánica en los Andes; Izumi Shimada (Editor); Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial 1994; Capítulo 14, pp. 395-441

DARRAS Véronique

1999 Tecnologías Prehispánicas de la obsidiana: Los centros de producción de la región de Zinaparo-Prieto, Michoacán; Cuaderno de Estudios Michoacanos 9; Centre Francais D'Études Mexicaines et Centraméricaines; México.

DINNEBIER Robert y BILLINGE Simon (Eds)

2008 Powder Diffraction. Theory and Practice.; Published by The Royal Society of Chemistry; Cambridge, UK

DOMINGUEZ Carrasco María del Rosario, ESPINOSA Pesqueira Manuel, RODRIGUEZ-LUGO Ventura y FOLAN William

2001-2002 Aplicación de petrografía, MEB-BV y DRX a estudios de producción cerámica en el estado regional de Calakmul, Campeche, en: ESTUDIOS MESOAMERICANOS 3-4; Revista del Programa de Maestría y Doctorado en Estudios Mesoamericanos; pp. 13-22.

DUNITZ Jack D.

1995 X-Ray Analysis and the Structure of Organic Molecules; Verlag Helvetica Chimica Acta Basel; Switzerland

EARLE Timothy, D'ALTROY Terence, HASTORF Christine, SCOTT Catherine, COSTIN Cathy, RUSSELL Glenn, SANDEFUR Elsie

1987 Archaeological Field Research in the Upper Mantaro, Peru, 1982-1983: Investigations of Inka Expansion and Exchange; Monograph XXVIII; Institute of Archaeology, University of California, Los Angeles.

ELIAS Alejandra

2007 Tecnología lítica en las sociedades tardías de Antofagasta de la Sierra (Puna Meridional Argentina) en: Estudios Atacameños: Arqueología y Antropología Surandinas No.33; Buenos Aires, Argentina; pp. 59-87

ESPARZA López Rodrigo y CARDENAS García Efraín

2005 Arqueometría; El Colegio de Michoacán, México.

ESPARZA López Rodrigo y TENORIO Dolores

2004 Las redes de intercambio de la obsidiana en la tierra caliente de Michoacán durante los periodos Epiclásico y Postclásico, en: Bienes estratégicos del antiguo occidente de México. El Colegio de Michoacán, México, pp. 77-112

FARIES Molly

2005 "Analytical Capabilities of Infrared Reflectography: An Art Historian's Perspective" in: (Sackler NAS Colloquium) Scientific Examination of Art: Modern Techniques in Conservation and Analysis Proceedings of the National Academy of Sciences, pp. 254

GUINEBRETIERE Francès

2007 X-ray Diffraction by Polycrystalline Materials; ISTE Ltd.; Great Britain and United States

HAYASHIDA Francès

1994 Producción cerámica en el imperio Inca: una visión global y nuevos datos, en: Tecnología y Organización de la Producción de Cerámica Prehispánica en los Andes; Izumi Shimada (Editor); Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial 1994; Capítulo 15, pp. 443-475

HIRTH Kenneth G.

2008 "The economy of supply: modeling Obsidian procurement and craft provisioning at a central Mexican urban center", in: Latin American Antiquity, Vol.19, No.4: 435-457.

HOSLER Dorothy

2005 *Los sonidos y colores del poder. La tecnología metalúrgica sagrada del occidente de México*; El Colegio Mexiquense; México.

LEBOREIRO Reyna Ilán Santiago

2006 E studio interdisciplinario del fenómeno de fluorescencia ósea, Colección Divulgación, INAH, México

LE BOURDONNE Francois-Xavier

2007 Aspects archéométriques de la circulation de l'obsidienne préhistorique. Développements analytiques et applications en Corse, Sardaigne et Éthiopie; Doctorat, Physique des Archéomatériaux; Université Michel de Montaigne Bordeaux 3, France.

LECHTMANN Heather

1975 "Style in Technology-Some Early Thoughts", en H. Lechtman y R.S. Merrill (eds.), *Material Culture: Styles, Organizations, and Dynamics of Technology*, St. Paul, American Ethnological Society.

LÓPEZ Juárez Julieta M.

2007 Identificación, tipología y manufactura de la pizarra teotihuacana; Ponencia presentada en SMA, Agosto del 2007.

2007 Tecnología lítica. La manufactura en los materiales de pizarra de la ciudad de los Dioses; Ponencia presentada en el 6º Ciclo de Conferencias del Templo Mayor en voz de sus investigadores, México, Museo del Templo Mayor.

2008 Teotihuacán y el estado de Guerrero, interacción tecnológica y cultural en: Tecuani, Boletín del Centro INAH-Guerrero; año 2, No.7; Chilpancingo, Guerrero, México, pp. 7-10

2009 Identificación tecnológica de los objetos de pizarra de Teotihuacán. Especialización y estandarización de la producción., Ponencia presentada en el 53 Congreso Internacional de Americanistas, Universidad Iberoamericana, Santa Fe; México D.F., 2009.

LÓPEZ Juárez Julieta M.; RUVALCABA-Sil José Luis y AGUILAR Franco Manuel

2009 Characterization of Slates from Teotihuacan using PIXE, XRD and IOL; in press.

2010 Caracterización de los artefactos de pizarra teotihuacana por las Técnicas PIXE y DRX; Ponencia presentada en la Tercera Mesa Redonda de Arqueología del Estado de México, Tenancingo, Edo. De México, 18 de Febrero del 2010.

2010 Aplicación de las técnicas PIXE, IOL y XRD en la caracterización de bienes culturales. La pizarra de Teotihuacán. Ponencia presentada en la Reunión Anual 2010 de la Unión Geofísica Mexicana.

2011 Aplicación de las técnicas PIXE, IOL Y XRD en la caracterización de la pizarra de

Teotihuacán; en prensa.

LÓPEZ Mestas Lorenza

2005 Producción especializada y representación ideológica en los albores de la tradición Teuchitlán, en: El antiguo occidente de México. Nuevas perspectivas sobre el pasado prehispánico, Williams e., Weigand P., López L., Grove D. (Eds); El Colegio de Michoacán, México, pp. 233-254

LOWE Negrón Lynne S.

2005 El ámbar de Chiapas y su distribución en Mesoamérica; Centro de Estudios Mayas, Cuaderno 31, Instituto de Investigaciones Filológicas, UNAM, México.

MANTLER M. and SCHREYNER M.

2005 " X-ray analysis of objects of art and archaeology" en: Journal Radioanalytical and nuclear Chemistry; Vol. 47, No.3 (2001), pp. 635-644

MANZANILLA Linda R.

2008 *Metodología interdisciplinaria en Arqueología: Perspectivas del siglo XXI*; en Taller sobre perspectivas y futuro de la Arqueometría Mexicana; GEOS, Vol. 28, No.2; pp. 298

2009 Corporate life in apartment and Barrio compounds at Teotihuacan, Central Mexico. Craft specialization, hierarchy, and ethnicity; in Domestic life in prehispanic capitals. A study of specialization, hierarchy, and ethnicity, Vol. VII; Linda R. Manzanilla and Claude Chapdelaine (Eds); Ann Arbor, Michigan; pp. 21-42

MANZANILLA Linda R., LOPEZ Claudia y FRETER AnnCorinne

1996 Dating results from excavations in Quarry Tunnels behind by Pyramid of the Sun at Teotihuacan; Ancient Mesoamerica 7:245-266; Cambridge University Press, USA

MARQUEZ Mora Belén

2004 *Los análisis traceológicos como forma de reconstruir las actividades prehistóricas: el caso de la caza* en: Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre, Volumen IV, Arqueología, Museo Arqueológico Regional, Alcalá de Henares, España, pp 301-311

MELGAR Tísoc Emiliano

2004-a *La lapidaria del Templo Mayor: Estilos y tradiciones tecnológicas*. Mecanuscrito, ENAH, México

2004-b *Primer informe del proyecto La lapidaria del Templo Mayor: estilos y tradiciones tecnológicas*, México, Archivo del Museo del Templo Mayor, mecanuscrito.

2007.....Análisis de las piezas de estilo Mezcala de Los Angeles County Museum of Art; México; Archivo del Templo Mayor, mecanuscrito.

2008 La explotación de recursos marino-litorales en Oxtankah, INAH, México.

2009 La producción especializada de objetos de concha de Xochicalco; Tesis de Maestría en Antropología; Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México.

MELGAR Tísoc, Emiliano Ricardo y SOLIS Ciriaco Reyna B.

2008.....El estilo Mezcala en el Templo Mayor: ¿Manufacturas de Tenochtitlan o de Guerrero? En *Tecuani, Boletín del Centro INAH-Guerrero*; año 2, No.7; Chilpancingo, Guerrero, México

MERSMANN A. (Ed)

2001 Crystallization Technology Handbook; Marcell Dekker Inc.; United States of America

MONTERO Ruiz Ignacio, GARCIA Heras Manuel y LÓPEZ-ROMERO Elías

2007 Arqueometría: cambios y tendencias actuales en: Trabajos de Prehistoria; 64, No.1, Enero-Junio 2007; pp.23-40; España

MURAKAMI Tatsuya

2004 *Technological and ideological dimensions of craft production: a preliminary analysis of green stone material from the moon pyramid complex, Teotihuacan*, Paper Presented in the Symposium "State Symbolism and Ruling Elites at the Moon Plaza Complex in Teotihuacan," the 69th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, Montreal, Canada, April 2, 2004.

2010 Power relations and urban landscape formation: A study of construction labor and resources at Teotihuacan; Dissertation of the requirement for the Degree Doctor of Philosophy; ASU, USA.

MURAKAMI Tatsuya y LOPEZ Julieta

2008 Greenstone and slate artifacts from burials at The Moon Pyramid; in press

2009 Los artefactos de piedra verde y pizarra de los Entierros de la Pirámide de la Luna, Teotihuacán; Ponencia presentada en el 53 Congreso Internacional de Americanistas, Universidad Iberoamericana, Santa Fe; México D.F, 2009.

MURILLO G et-al

1998 Analysis of Mexican obsidians by IBA techniques; in NIMB, 136-138; pp. 888-892

MURRA John

1972 El "Control Vertical" de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades Andinas; Ensayo publicado en el Tomo II de la Provincia de Leon de Huauco (1562); Universidad Hermilio Valdizan, Huanuco-Peru; pp. 439-475

ORTEGA Escalona Javier M.

s/f Técnicas nucleares aplicadas al estudio de piezas arqueológicas y obras de arte; Contacto Nuclear, Boletín ININ Hoy No. 47, pp. 12-16, Edo de México

OSTROOUMOV Mikhail

2007 Espectrometría Infrarroja de reflexión en Mineralogía avanzada, Gemología y Arqueometría; en: MONOGRAFÍAS DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA/12, Instituto de Geofísica, UNAM, México.

PEÑA Rico, M.A.

2002 Estudio de colágena amorfa en huesos con interés médico por difracción de Rayos X (método de polvo); Facultad de Química de la UNAM, Tesis Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo, México.

PEREGRINE Peter

1991 Some Political Aspects of Craft Specialization, in: World Archaeology, Vol.23, No.1, Craft Production and Specialization, pp. 1-11.

PEREZ Ortiz de Montellano María del Carmen

2009 *Análisis químicos para identificar la función de la cerámica en Santa Cruz Atizapán*, en: La gente de la ciénaga en tiempos antiguos. La historia de Santa Cruz Atizapán; El Colegio Mexiquense-UNAM-IIA-DGAPA, México, pp.231-242.

PINEDA Santa Cruz Edgar

2008 *Análisis de huellas de manufactura de objetos de estilo Mezcala en Guerrero; en: Tecuani, Boletín del Centro INAH-Guerrero; año 2, No.7; Chilpancingo, Guerrero, México, pp. 7-10*

POLDI Gianluca, BONIZZONI Letizia, LUDWIG Nicola, MASCHERONI Ilaria, MILAZZO Mario s/f "Non-destructive analysis of paintings layers spectroscopy and energy dispersive XRF based on reflectance", Istituto di Fisica Generale Applicata, Università degli Studi di Milano, 34th International Symposium of Archaeometry

POLLARD A.M., BATT and STERN C.M., YOUNG S.M.M.

2007 *Analytical Chemistry in Archaeology; Cambridge Manuals in Archaeology; CAMBRIDGE University Press, USA.*

RICE Prudence

1981 "Evolution of Specialized Pottery Production: A trial model". En *Current Anthropology* Vol 22, No 3, The Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research, pp 219-240.

ROBLES Camacho Jasinto y OLIVEROS Morales Arturo

2005 *Estudio mineralógico de lapidaria prehispánica de El Opeño, Michoacán: evidencias de organización social hacia el Formativo medio en el occidente de México, en: ARQUEOLOGIA 35; México; pp.5-22.*

ROBLES Camacho Jasinto, SANCHEZ Hernández Ricardo y OLIVEROS Morales Arturo

2008 *Evidencias de cambio en el uso de materia prima para lapidaria ritual y ornamental en el occidente Mesoamericano; en Taller sobre perspectivas y futuro de la Arqueometría Mexicana; GEOS, Vol. 28, No.2; pp.305*

ROBLES Camacho Jasinto, KOHLER Hermann, SCHAAF Peter y SANCHEZ Hernández Ricardo

2008 *Serpentinas Olmecas. Petrología aplicada a la Arqueometría, en: MONOGRAFÍAS DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA/13, Instituto de Geofísica, UNAM, México.*

ROSALES Chávez Ivonne

2002 *Aplicación de técnicas espectroscópicas a la caracterización de cerámicas arqueológicas; Tesis para obtener el título de Químico, Facultad de Química, UNAM, México.*

RUVALCABA-SIL José Luis

2003 "Estudios arqueométricos mediante las técnicas PIXE y RBS" En: *Antropología y Técnica, Revista de la UNAM, No.7, pp.15-30, México.*

2005 "PIXE Analysis of Pre-Hispanic Items from Ancient America" en *X-rays in Archaeology, M. Uda, G. Demortier, I. Nakai coord., Springer, Dordrecht. p. 123-149*

s/f *Las técnicas de origen nuclear: PIXE y RBS, manuscrito, UNAM, México.*

2008 *Análisis no destructivo in situ: Nuevos instrumentos y estrategias en Arqueometría en México; en Taller sobre perspectivas y futuro de la Arqueometría Mexicana; GEOS, Vol. 28, No.2; pp. 298*

RUVALCABA-SIL José Luis *et-al*

2008 *XVI Century colonial panel paintings from New Spain: Material Reference Standards and non-destructive analysis of Mexican Retablos, 9th International Conference on NDT of Art, Jerusalem Israel, 25-30 May 2008*

2008 Painting Syncretism: A non-destructive analysis of the Badiano Codex; 9th International Conference on NDT of Art, Jerusalem Israel, 25-30 May 2008

RUVALCABA-Sil J. L., L. MANZANILLA L. R., MELGAR E. and LOZANO Santa Cruz R.

2008 PIXE and ionoluminescence for Mesoamerican jadeite
Characterization in: X-RAY SPECTROMETRY; X-Ray Spectrom 2008; 37: 96–99; Published online in Wiley Inter Science

SAROCCHI Damiano

2007 Estudio Sedimentológico del depósito de flujo de bloques y ceniza del 17 de julio de 1999 en el volcán de Colima; en: MONOGRAFÍAS DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA/11, Instituto de Geofísica, UNAM, México.

SEMENOV Sergei

1981 Tecnología Prehistórica. Estudio de herramientas y objetos antiguos a través de las huellas de uso; Ed. Akal, Madrid.

SHIMADA Izumi

1987 Aspectos tecnológicos y productivos de la metalurgia Sicán, costa norte del Perú, en: Gaceta Arqueológica Andina; Instituto Andino de Estudios Arqueológicos, Año IV, No.13; pp. 15-21

SHIMADA Izumi-ed

1994 *Tecnología y organización de la producción de cerámica prehispánica en los Andes*; Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.

1994 "La producción de cerámica en Morrope, Perú: Productividad, especialización y espacio vistos como recursos", en: *Tecnología y Organización de la Producción de Cerámica Prehispánica en los Andes*, Izumi Shimada (Ed), Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial, Capítulo 11, pp. 295-319

SINOPOLI Carla

2003 The Political Economy Of Craft Production. Craft Empire in South India, c. 1350-1650; CAMBRIDGE University Press.

SOLER Arechalde Ana María

2006 Investigaciones arqueomagnéticas en México. Fundamentos. Historia y Futuro; Monografías del Instituto de Geofísica/10; UNAM, México.

SOLIS Ciriaco Reyna Beatriz

2007 Los objetos de concha de Teopantecuanitlan Guerrero: Análisis taxonómico, tipológico y tecnológico de un sitio del Formativo. Tesis de Licenciatura en Arqueología; ENAH-INAH, México.

TILLEY Richard J.D.

2006 Crystals and Crystal Structures; John Wiley and Sons, Ltd. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, England

TSCHAUNER Harmut

s/f *Chimu Craft Specialization and Political Economy: A view from the Provinces*, in: *Andean Archaeology III*; Isbell W. and Silverman H. (Eds); Springer; pp.171-198.

TURNER Margaret

1987 "The Lapidaries of Teotihuacan, México: A Preliminary Study of Fine Stone Working in the Ancient Mesoamerica City". En: *Teotihuacan, nuevos datos, nuevas síntesis, nuevos problemas*, Emily McClung y Evelyn Ch. Rattray editoras. Serie Antropológica 72, IIA-UNAM, México, pp. 465-471.

1988 The Lapidary Industry of Teotihuacan, México. Tesis Doctoral, University of Rochester, UMI, Dissertation Information Service. Rochester.

1992 Style in lapidary Technology: Identifying the Teotihuacan Lapidary Industry. En *Art, Ideology and the city of Teotihuacan*, J. Berlo ed. Dumbarton Oaks, Washington, D.C. pp. 89-112.

UDA M.

2004 "In situ characterization of ancient plaster and pigments on tomb walls in Egypt using energy dispersive X-ray diffraction and fluorescence" in: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 226*, pp. 75-82

VELAZQUEZ Castro Adrián

1999 *Tipología de los objetos de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan*. Colección Científica, INAH, México.

----*Arqueología Experimental en Materiales Conquiológicos. Informe final*, México, INAH, mecanuscrito.

2004 *Técnicas de manufactura de los objetos de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan. La producción especializada de los objetos de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan*. Tesis de Doctorado, UNAM, México, D.F.

VELAZQUEZ Castro, Adrián, y MELGAR Tisoc Emiliano

2003 "La elaboración de los *ehecacózcatl* de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan", ponencia presentada en las *Jornadas Académicas en Homenaje a Eduardo Matos Moctezuma*, México, Museo Nacional de Antropología.

VELAZQUEZ Castro, Adrián, MENDOZA Anaya Demetrio y VALENTIN Maldonado Norma

2004 "Los *anahuatl* de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan. Su valor visto a través de sus técnicas de manufactura", en Demetrio Mendoza Anaya, Eva Leticia Brito Benítez y Jesús Arenas Alatorre (eds.), *La Ciencia de Materiales y su Impacto en la Arqueología*, México, Academia Mexicana de Ciencia de Materiales, pp. 129-140.

VELAZQUEZ Castro Adrián *et-al*

2006 Análisis de las huellas de manufactura del material malacológico de Tumbes, Perú, *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 35 (1): 21-35.

VILLASEÑOR Alonso María Isabel

2006 La fachada poniente del Templo de Quetzalcóatl. Estudio del deterioro y consideraciones para su conservación; Colección Obra Diversa; INAH; México.

WEIGAND Phil C., GARCÍA Acelia y GLASCOCK Michael

2004 *La explotación de los yacimientos de obsidiana del centro-oeste de Jalisco*, en: Bienes estratégicos del antiguo occidente de México. El Colegio de Michoacán, México, pp.113-135

WELLS E. Christian y NELSON Ben

2004 *La cerámica y la concha del periodo Epiclásico en el valle de Malpaso, Zacatecas*, en: Bienes estratégicos del antiguo occidente de México. El Colegio de Michoacán, México, pp.

283-309

WIESHEU Walburga

2003 *La economía política de las ciudades arcaicas: algunos patrones de especialización en las sociedades urbanas tempranas*; en: ESTUDIOS MESOAMERICANOS 5; Programa de Maestría y Doctorado en Estudios Mesoamericanos, Revista Enero-Diciembre del 2003; pp. 12-21

WIDMER Randolph

1991 "Lapidary craft specialization at *Teotihuacan*: Implications for Community Structure at 33:S3W1 and economic organization in the city". En: *Ancient Mesoamerica*. No 2, pp 131-147.

ZACHARIASEN William H.

1945 *Theory of X-Ray Diffraction in Crystals*; Dover Publications Inc.; New York; United States of America

ZEGARRA Mario y MONTESINOS Susana

s/f Aplicaciones de la Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) y análisis de fractura de una aleación de Cu-10 Al, en *Ciencia de los Materiales*, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

BIBLIOGRAFIA GEOLOGICA

ARAGONÉS Ruipérez Mercedes

1965 Estudio geográfico del municipio de Teotihuacán. Tesis de Licenciatura en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México.

ASSELBORN Eric, CHIAPPERO Pierre-Jaques, et-al

1999 *Les Minéraux, Petit Guide Encyclopédique*, Editios Artémis, par Graficas Estrella, Espagne.

1981 ATLAS NACIONAL DEL MEDIO FISICO, INEGI, México. *Atlas Nacional del Medio Físico*. INEGI, México.

1990 ATLAS NACIONAL DE MÉXICO, UNAM, México. *Atlas Nacional de México*. UNAM, México

AVILA Lugo Fernando y CARDOSO Vázquez Edith Arlet

2003 Carta Geologico-Minera Iguala E14-A78 ESCALA 1: 50,000. Consejo De Recurso Minerales, Secretaría de Economía, México.

BERRY L.G., Brian MANSON

1968 *Elements of Mineralogy. A series of Books in Geology*, W.H.Freeman and Company, San Francisco.

BUSBY III Arthur

1994 *Rocas y Fósiles*, Editorial Planeta, Madrid, España.

CASTILLO N. E. Rodríguez y L. Cruz

1996 Monografía geológico-minera del Estado de México. Publicación M-18, Consejo de Recursos Minerales. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y Coordinación General de Minería, México.

CARRION Méndez Francisco, GARCÍA González David y LOZANO Rodríguez José Antonio (mecanoscrito).

2004 Métodos y técnicas para la identificación de las fuentes de materias primas líticas durante la prehistoria reciente; Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada-GEPRAN, España.

CERVANTES Z.

1991 "Clasificación de regiones naturales de México". En *Atlas Nacional de México*. A. García Silberman coordinador. Vol 2, Instituto de Geografía, UNAM, México.

CORONA Chávez Pedro, SALGADO Soto Zacarías, MENNELLA Viaro Luca y GARDUÑO Monroy Víctor Hugo

1999 Carta Geológico-Minera Angangueo. Estados de México y Michoacán. E14A26, ESCALA 1: 50, 000. Consejo de Recursos Minerales; Secretaría de Economía, México.

DE LA TEJA Segura Miguel Ángel, VERGARA Martínez Álvaro, MOCTEZUMA Salgado Martha Delia s/f CARTA GEOLÓGICO MINERA EL ORO DE HIDALGO E14 -A16. ESCALA 1:50,000. Estados de Guerrero, México y Michoacán; Consejo de Recursos Minerales; Secretaría de Economía, México.

DIAZ Mauriño Carlos

1979 Iniciación práctica a la mineralogía. Editorial Alambra, Barcelona.

FLORES Librado et al.

1996 Informe final complementario a la Cartografía Geológico Minera y Geoquímica Escala 1:50 000. Carta Tejupilco de Hidalgo E14A56 Estado de México. Consejo de Recursos Minerales; Gerencia de Exploración Geológica, Oficina regional Michoacán, México.

FUENTES Luis y REYES Manuel

2002 Mineralogía Analítica; Textos universitarios, Universidad Autónoma de Chihuahua, México.

FOUCAULT Alain y Jean-François RAOULT

1985 *Diccionario de Geología*. Versión Castellana de la Segunda Edición Francesa por M.LAGO- A.POCOVÍ-J.TENA, MASSON S.A. Barcelona, España.

FULLER Sue

1995 Rocas y Minerales. *Mini guía*. Casa AUTREY, CNCA, Londres, Inglaterra.

GONZALEZ Reyna Jenaro

1944 *Minería y riqueza minera de México*. Monografías Industriales del Banco de México, México.

1956 Riqueza Minera y Yacimientos Minerales de México; Congreso Geológico Internacional-XX Sesión, Banco de México S.A.; Departamento de Investigaciones Industriales, México.

GREENSMITH J.T.

1975 Petrology of the sedimentary rocks; Textbook of petrology/Volume two; Murby, Great Britain.

HOBBS B., Means W. y Williams P.

1981 Geología Estructural. Ediciones OMEGA, Barcelona, España.

HURLBUT Cornelius y KLEIN Cornelis

1991 Manual de mineralogía de Dana; Editorial Reverté, S.A.; Barcelona, España.

IRIONDO Martín

1985 Introducción a la Geología; Ediciones El Río.

KOPF Alfred

1979 Field Guide to North American Rocks and Minerals. National Audubon Society, NY, NY.

LEXIS 22

1987 Diccionario Enciclopédico de Mineralogía y Geología, España.

LEÓN Arteta Régulo

1984 Nueva Edafología. Regiones tropicales y áreas templadas de México. Física, Química, Clasificación, Diagnóstico, Biología y Conservación de Suelos; Editorial Gaceta; México.

LOPEZ Ramos E.

1976 *Geología General*. UNAM, México.

1979/1981 *Geología de México. Basamento, léxico estratigráfico, geología histórica paleogeografía, geosinclinales, tectónica de placas, recursos naturales, cartas geológicas*. Segunda edición, S.E. 1979/1981, (T.III), México.

1991 Carta Geológica de la República Mexicana. UNAM, México.

LUGO J. y C. CORDOVA

1992 "Regionalización geomorfológica de la República Mexicana". En *Investigaciones Geográficas*, Instituto de Geografía, UNAM, México.

MACIAS V.M.

1963 El estudio de los suelos en México y las unidades cartográficas. Memorias del Primer Congreso Nacional de Ciencia del Suelo, México, pp. 281-297

MELENDEZ Hevia Alfonso, Meléndez Hevia Fernando

1994 *Geología*. ED. Paraninfo, Madrid, España

1995 M ONOGRAFIA GEOLOGICA-MINERALOGICA DEL ESTADO DE PUEBLA, *Monografía Geológico Minera del Estado de Puebla*. Secretaría de Comunicación y Fomento Industrial (SECOFI), Coordinación General de Minería, Consejo de Recursos Minerales, Compilación Mloe.

MOOSER Federico

1968 Geología, naturaleza y desarrollo del valle de *Teotihuacan* en: *Materiales para la arqueología de Teotihuacán*. José Luis Lorenzo, editor. Serie Investigaciones N.17, pp. 29-37, INAH, México.

MOOSER Federico, Sidney E. WHITE, José L. LORENZO

1956 *La cuenca de México. Consideraciones Geológicas y Arqueológicas*. INAH, México.

National Audubon Society

1979 Field Guide to North American Rocks and Minerals. A Chanticleer Press Edition, Alfred A. Knopf, New York.

ORDOÑEZ Cortes Jorge (ED)

1986 Minas Mexicanas. Society of Economic Geologist, American Institute of Mining Metallurgical and Petroleum Engineers.

ORDOÑEZ Ezequiel

1922 Datos Geográficos en: *La población del Valle de Teotihuacán*. Manuel Gamio coordinador. Edición Facsimilar 1979, Vol I, INI, pp. 5-18.

ORTEGA-GUTIERREZ

1974 "Nota preliminar sobre ecolitas de Acatlán Puebla". En *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. Vol. 32, UNAM, México, pp. 1-6.

1992 Texto explicativo de la 5ª Edición de la Carta Geológica de la República Mexicana, UNAM, México.

ORTÍZ Assiain R., MENESES de Gyves J., AYALA Castañares A., SOTOMAYOR Castañeda A. (Colaboradores)

1956 Geología a lo largo de la Carretera entre México, D.F. y Taxco, Gro. Distrito Minero de Taxco. Visita a un Yacimiento de Fluorita en Rocas del Terciario Inferior; Congreso Geológico Internacional. Excursiones A-4 y C-2; Vigésima Sesión.

ORTÍZ Assiain R., MENESES de Gyves J., AYALA Castañares A., LOZANO Romen F. SOTOMAYOR Castañeda A. (Colaboradores)

1956 Estratigrafía y Paleontología del Mesozoico de la Cuenca Sedimentaria de Oaxaca y Guerrero, especialmente del Jurásico Inferior y Medio; Congreso Geológico Internacional. Excursión A-12, Vigésima Sesión.

REYES Cortés Manuel

1979 Geología de la cuenca de oriental. Estados de Puebla, Veracruz y Tlaxcala. Colección Científica, SEP-INAH, México.

REYES Cortés Manuel y José LuíS LORENZO

1980 *Relaciones petrográficas entre un grupo de artefactos líticos y su posible lugar de origen*. Colección Científica 94, INAH, México.

RICE E.

1977 *Fundamentals of geomorphology*. PARANINFO Ed, España.

RICO Jesús

1986 "Mina Sultepec". En *Minas Mexicanas*. Jorge Ordóñez editor.. Vol 4, Society of Economic Geologist, American Institute of Mining Metallurgical and Petroleum Engineers.

SABANERO

1989 Algunas propiedades de las rocas y minerales. UNAM, México.

SILVA Mora Luis

1988 Algunos aspectos de los basaltos y andesitas cuaternarios de Michoacán oriental; Revista. vol. 7, núm. 1; Instituto de Geología, UNAM, México, p. 89-96

1981 SINTESIS GEOGRAFICA NOMENCLATOR Y ANEXO CARTOGRAFICO DEL EDO. DE MEXICO. *Síntesis Geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de México*.

1986 SINTESIS GEOGRAFICA NOMENCLATOR Y ANEXO CARTOGRAFICO DEL EDO. DE

QUERETARO.

Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Querétaro.

1987 SÍNTESIS GEOGRAFICA NOMENCLATOR Y ANEXO CARTOGRAFICO DEL EDO. DE PUEBLA. *Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Puebla.*

1988 SÍNTESIS GEOGRAFICA NOMENCLATOR Y ANEXO CARTOGRAFICO DEL EDO. DE MICHOACAN. *Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Michoacán..*

1988 SÍNTESIS GEOGRAFICA NOMENCLATOR Y ANEXO CARTOGRAFICO DEL EDO. DE VERACRUZ. *Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz.*

1995 SÍNTESIS GEOGRAFICA NOMENCLATOR Y ANEXO CARTOGRAFICO DEL EDO. DE GUERRERO. *Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Guerrero.*

SOTOMAYOR Castañeda Alfredo

1968 *Estudio Petrográfico del área de San Juan Teotihuacán.* Laboratorio de Geología, Departamento de Prehistoria, INAH, México.

TEJADA Álamo Guillermo

1994 *Vocabulario Geomorfológico.* Ediciones Akal, Madrid-España.

1992 TEXTO EXPLICATIVO DE LA CARTA GEOLOGICA DE LA REPUBLICA MEXICANA. *Texto Explicativo de la Carta Geológica de la República Mexicana.* UNAM, México.

TORRES Trejo Jaime

2006 *Minerales, rocas, minería y metalurgia de México.* Catálogo bibliográfico, INAH, México

VIDAL Serratos Raúl, BUSTAMANTE García Javier, PITA Albarrán Naim y MARTÍNEZ Urquiza Silvestre

s/f *Carta Geologico-Minera Valle De Bravo E14A46 Escala 1:50,000.* Consejo de Recursos Minerales, Secretaría de Economía, México.