



HAL
open science

Analisis por activacion neutronica de los yacimientos de obsidiana en el Occidente de México.

Rodrigo Esparza, Dolores Tenorio, M. Jiménez-Reyes, Véronique Darras

► **To cite this version:**

Rodrigo Esparza, Dolores Tenorio, M. Jiménez-Reyes, Véronique Darras. Analisis por activacion neutronica de los yacimientos de obsidiana en el Occidente de México.. Analisis por activcaion neutronica de los yacimientos de obsidiana en el Occidente de México., Nov 2000, México, México. pp.98-104. halshs-00366189

HAL Id: halshs-00366189

<https://shs.hal.science/halshs-00366189>

Submitted on 6 Mar 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN NEUTRÓNICA DE LOS YACIMIENTOS DE OBSIDIANA EN EL OCCIDENTE DE MEXICO, (UN ESTUDIO PARA REVELAR LAS REDES COMERCIO PREHISPÁNICAS).

*Esparza, J.R., Tenorio, D., Jiménez-Reyes, M.
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares*

*Véronique Darras
Université de Toulouse, France*

Resumen

La obsidiana ha sido utilizada por los arqueólogos para el estudio del desarrollo social y tecnológico en las distintas sociedades que cohabitaron el territorio mexicano. Durante la época prehispánica, el papel que jugó la obsidiana transcurrió en diferentes niveles de interacción que van desde un uso cotidiano hasta la utilización en las prácticas cívico-religiosas. La necesidad de las distintas culturas por obtener este apreciado material dio lugar al establecimiento de redes de comercio a lo largo y ancho del área constituida culturalmente como Mesoamérica. De esta forma, nuestro objetivo fue caracterizar este material para poder determinar su origen o lugar de explotación e inferir posteriormente las rutas de comercio en esa época. Bajo esta premisa y el hecho de que la mayoría de los depósitos de obsidiana presentan cierta homogeneidad concerniente a su composición química de un yacimiento a otro, en muestras de obsidianas provenientes del Occidente de México y fueron caracterizados con la técnica de análisis por activación neutrónica

1.0 Introducción

Los estudios para caracterizar los yacimientos de obsidiana de México comienzan a finales de los años 70's y principios de los 80's con los trabajos de Cobean (1), (2) y Glascock junto con sus colaboradores (3) y (4) publican el banco de datos de los yacimientos localizados dentro del área cultural llamada Mesoamérica que abarca parte de México y Guatemala. Al paso del tiempo se dan otros estudios de caracterización de yacimientos por región, así tenemos como ejemplo los hechos por Darras (5), (6), y (7) del yacimiento de Zináparo-Prieto en Michoacán, entre otros. Cabe señalar que estos estudios analíticos se llevaron a cabo únicamente fuera de México.

Es por eso que desde hace 2 años a la fecha, en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares se ha llevado a cabo la tarea de caracterización de los yacimientos de obsidiana, trabajos como el de Nuncio utilizando la técnica PIXE (8), y estudios específicos como el de Tenorio, et. al. (9) y Esparza (10) en la Sierra de las Navajas y Zináparo-Prieto, respectivamente por NAA.

Estos estudios han puesto en evidencia la importancia de tener un banco de datos propio, que será utilizado para caracterizar y comparar los materiales arqueológicos de cualquier proyecto arqueológico hecho en México. Ayudando de esta manera a dilucidar las investigaciones sobre el comercio de la obsidiana como materia prima para la

elaboración de instrumentos de uso cotidiano y religioso.

2.0 Objetivos

- Elaboración de un banco de datos sobre los yacimientos de obsidiana del Occidente de México,
- Caracterización por elementos traza de la obsidiana con la técnica de activación neutrónica.
- Comparación y discriminación de cada uno de los yacimientos por sus diferencias en su composición química.
- Teniendo éste banco de datos, colaborar con investigadores en el campo de la arqueología para conocer la procedencia de artefactos de obsidiana.

3.0 Los Yacimientos de Obsidiana

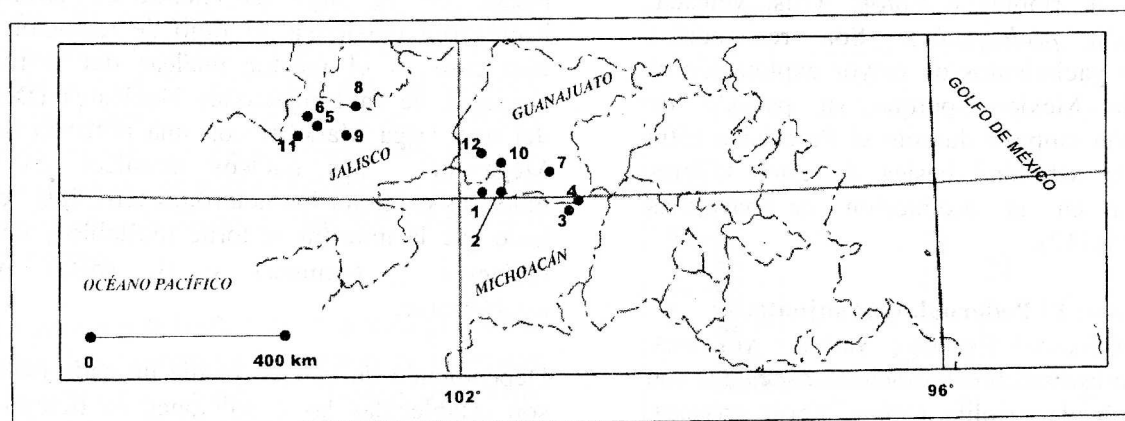


Figura 1. Mapa de localización de los yacimientos de obsidiana. 1.-Zináparo-Varal, Mich.; 2.-Cerro Prieto, Mich.; 3.-Zinapécuaro, Mich.; 4.-Ucareo, Mich.; 5.-Tequila, Jalisco; 6.-Magdalena, Jalisco; 7.-El Pedernal, Guanajuato; 8.-Los Pedernales, Zacatecas; 9.-La Primavera, Jalisco; 10.-Abasolo, Guanajuato; 11.-Étzatlán-San Marcos, Jalisco; 12.-Pénjamo, Guanajuato; 14.-Los Agustinos, Guanajuato.

Yacimiento: Tequila-Magdalena, Jalisco

-Características: Conocidos siempre como los yacimientos de Tequila por su cercanía al poblado del mismo nombre. Donde se localizan 11 flujos de obsidiana de buena calidad. *Color:* Negro, café con negro, rojo y rojo con blanco. *Explotación prehispánica:* Recolección y excavación.

Catorce diferentes yacimientos de obsidiana del Occidente de México fueron analizados con la técnica de activación neutrónica (NAA), estos yacimientos fueron muy importantes para el comercio y el intercambio económico entre los grupos que habitaron esta área geográfica. Los yacimientos fueron explotados en algunos casos desde el periodo Preclásico (500 a.C.) hasta su interrupción con la llegada de los conquistadores españoles durante el siglo XVI.

Los yacimientos analizados corresponden a los que se encuentran sobre el Eje Neovolcánico Transversal que atraviesa la República Mexicana del Océano Pacífico al Golfo de México. Entre los yacimientos analizados se encuentran los recurrentes al Occidente dentro de los estados de Jalisco, Michoacán, Zacatecas y Guanajuato como se observa en la figura 1. A continuación se señalan sus características:

Yacimiento: Pénjamo y Abasolo, Guanajuato.

-Características: Corresponden al periodo Cuaternario y están asociadas a riolitas. Este yacimiento fue explorado por Cobean (1991) y presenta una explotación organizada. *Color:* El interés de este yacimiento radica en que se encuentra una obsidiana verde grisácea, muy translúcida, de muy buena calidad, semejante al yacimiento de la Sierra de las Navajas, Hidalgo.

Explotación prehispánica: Recolección y excavación.

Yacimiento: Zináparo, Varal-Prieto, Michoacán.

Características: La existencia de éste yacimiento está asociado al periodo Cuaternario, acompañada de riolita y tobas. La calidad de la obsidiana es buena, no presenta inclusiones y es muy resistente. (11) y (5). Se han localizado más de 20 flujos de explotación en diversos sectores del yacimiento. *Color:* Café-Negra, Gris, Gris azulosa, Gris veteada. En el Cerro Prieto tenemos una obsidiana no cristalizada de un color negro opaco. *Explotación prehispánica:* Recolección y excavación con especialidad en la producción de navajas.

Yacimiento: Zinapécuaro-Ucareo, Michoacán

Características: La presencia de la obsidiana es debida a un fenómeno volcánico ocurrido durante el periodo Cuaternario. Existen dos yacimientos de una obsidiana de gran calidad asociada a riolita. *Color:* Gris veteada. *Explotación prehispánica:* Son reconocidos como los yacimientos de mayor explotación al Oeste de México, porque su periodo de explotación empezó durante el Preclásico (500 a.C.), la actividad básica de estos talleres consistían en la producción de navajillas prismáticas (12).

Yacimiento: El Pedernal, Guanajuato.

Características: Existen varios volcanes, algunos presentan brechas ácidas asociadas con toba vitrificada y riolita. *Color:* Verde grisácea, negra y rojiza. *Explotación prehispánica:* Recolección y excavación.

Yacimiento: La Primavera, Jalisco.

-Características: Su origen comienza durante el Cuaternario. Este yacimiento está constituido de dos tipos de rocas: toba riolítica y toba vitrificada. Debido a este tipo de rocas, éste yacimiento no era adecuado para la explotación ya que contiene varias impurezas. Existen 6 flujos que se reconocieron durante el recorrido de superficie. *Color:* Gris, Gris con bandas, Gris translúcida y opaca. *Explotación prehispánica:* Recolección muy pobre, no existe evidencias de extracción.

Yacimiento: Los Agustinos, Guanajuato.

Características: Los eventos en la formación de la obsidiana corresponden al Cuaternario con asociación al Terciario. Los eventos presentan roca ácida en la matriz con contactos de basalto. La obsidiana está presente en la superficie a modo de cantos rodados de buena calidad y resistencia. Se hallaron 17 localidades que integran el conjunto. *Color:* Negra, Gris translúcida, Café y Café con Negro. *Explotación prehispánica:* Recolección

Yacimiento: Los Pedernales, Zacatecas.

Características: El origen de la formación es aún no estudiada. *Color:* Gris con bandas. *Explotación prehispánica:* Recolección en superficie.

4.0 Metodología

El análisis por activación neutrónica es una técnica para identificar principalmente los elementos traza, cada una de las muestras es puesta en el flujo de neutrones térmicos haciéndose radiactiva, el flujo de radiación en este caso es el reactor nuclear del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) del tipo Triga Mark III con una potencia de 1 Megawatt. Los núcleos atómicos en las muestras capturan los neutrones térmicos, esto hace que la muestra se torne inestable y emita radiación γ (gamma) y β^- (beta) para estabilizarse.

Dependiendo de la vida media de cada isótopo son establecidas las condiciones de tiempo de irradiación en el reactor. Los elementos que determinamos por esta técnica corresponden a los elementos de vida media larga (desde 40.32 a 46165.2 horas). Los elementos identificados son los siguientes: La, Lu, Np(U), Yb, Nd, Cs, Sc, Rb, Fe(%), Co y Th.

Para seleccionar las diferentes muestras de obsidiana que se analizarían por esta técnica se tuvieron que tomar dos factores importantes. Uno, su lugar de origen y dos, las variedades de color de cada yacimiento.

Teniendo designadas las muestras a analizar se clasificaron de acuerdo con su lugar de

recolección, anotando en una lista el sitio y el contexto donde fueron localizadas, cada una se identificó con una clave alfanumérica.

El proceso de lavado y limpieza de las muestras es indispensable porque tan sólo el contacto con los dedos puede afectar a los resultados. Por ello, el primer paso fue darles un baño en acetona para eliminar de esta forma toda la grasa y posteriormente se les da un baño de ultrasonido con Extran al 10% en agua destilada.

Las obsidianas se dejan secar a temperatura ambiente y cuando se encuentren ya secas se envuelven en papel de estraza, sin tocarlas con los dedos.

Para la activación neutrónica es recomendable que el peso y la geometría sea la misma tanto de los patrones como de las muestras problema, por esa razón es necesario moler completamente la pieza. Para ello se utilizó un pulverizador automático de la marca FRITSCH-Pulverisette del tipo 501, que consta de un mortero de ágata. La muestra se colocó en el interior del mortero y se dejó a mediana velocidad por 20 minutos, aproximadamente, para que triture completamente, ya que tenemos la obsidiana en polvo se vacía con mucho cuidado en un frasco pequeño de polietileno el cual fue identificado previamente.

Se pesaron por lo menos dos muestras problema, además de una muestra del patrón de obsidiana que en éste caso se trató del Obsidian Rock (No. 279) del NIST, se utilizaron muestras de 200 mg. El polvo a su vez se envasaba en frascos de polietileno, libres de impurezas, para ser sometidos a la irradiación neutrónica.

Para el envasado y transferencia al reactor se utiliza otro tipo de recipientes de polietileno.

Dentro del reactor los técnicos especializados en el manejo de las muestras se encargan de irradiar el material. Las muestras fueron irradiadas, en una posición experimental denominada SIFCA (Sistema de Irradiación Fijo de Cápsulas). El bombardeo de neutrones se llevó a cabo por un espacio de 2 hrs. Posteriormente a las 2 hrs de irradiación, las muestras se quedan dentro de la

alberca por un espacio de 1 semana hasta que sea posible su traslado al laboratorio. Para ello se utilizan contenedores de plomo que no son más que cilindros hechos de éste material con una agarradera, en ellos se coloca la muestra irradiada y gracias a éste blindaje la radiación que sobrepasa el blindaje es mínima.

Saliendo la muestra del reactor, ésta es conducida al laboratorio donde se encuentra el detector de Ge hiperpuro para su conteo. Esta actividad se llevó a cabo durante 3600 segundos para cada muestra, con el detector de Ge Hiperpuro y su equipo electrónico asociado, acoplados a una computadora que funciona como analizador multicanal de pulsos, mediante el programa *Nucleus*, con éste equipo se puede obtener el espectro de radiación gamma de cada muestra en el cual se identifican los elementos que la constituyen y la cantidad de cada uno de ellos.

La Figura 2 representa un espectro de radiación gamma típico de una obsidiana.

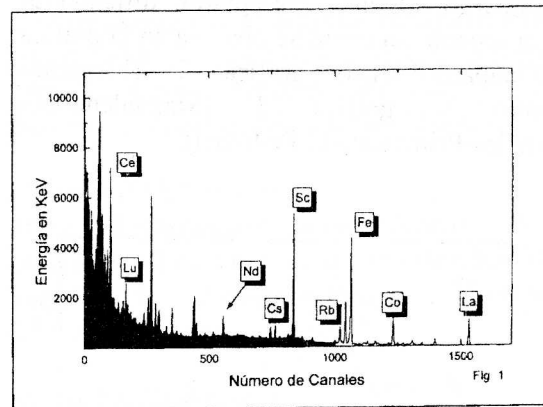


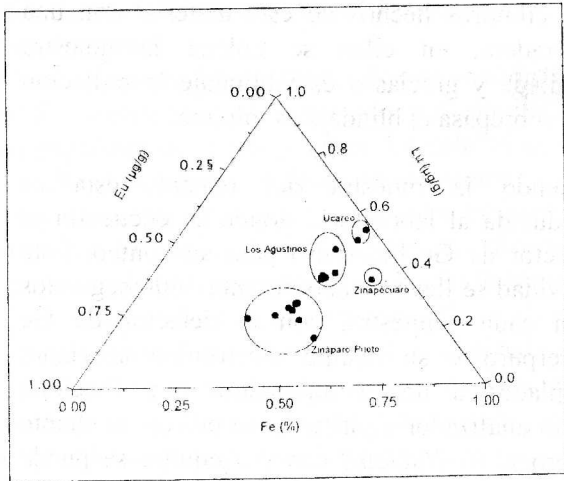
Figura 2. Espectro típico de obsidiana.

5.0 Resultados

Se determinaron las concentraciones de 11 elementos para cada yacimiento. Entre estos elementos el Eu, Fe, Cs y Yb fueron los más significativos para llevar a cabo el estudio comparativo de discriminación.

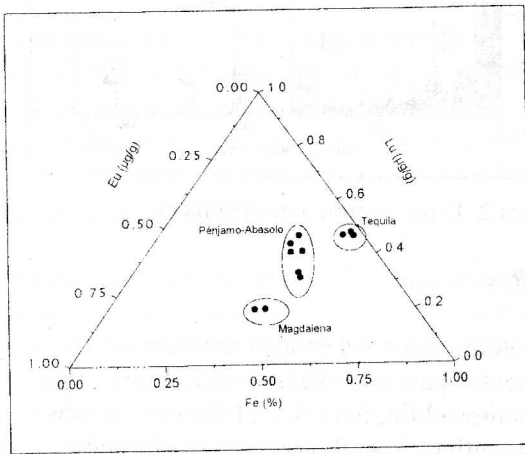
Se muestran 3 gráficas ternarias (Gráficas 1, 2 y 3), en las que se observan cada uno de los yacimientos analizados y como se diferencian de

un yacimiento a otro dependiendo de su procedencia.

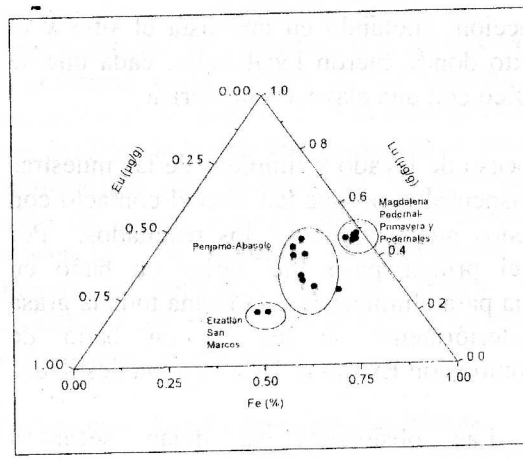


Gráfica 1. Gráfica ternaria de los yacimientos de Zináparo-Prieto, Los Agustinos y Zinápécuaro-Ucareo.

Sin embargo, algunos presentaron dificultades para su separación como se observa en la gráfica 1 (Zináparo-Prieto), gráfica 2 (Pénjamo-Abasolo) y gráfica 3 (Magdalena-Los Pedernales-Primavera-El Pedernal).



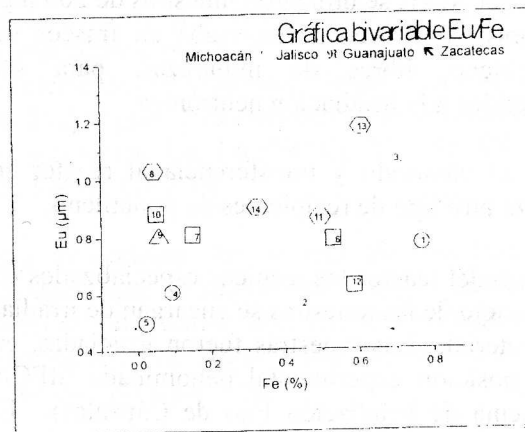
Gráfica 2. Gráfica ternaria de los yacimientos de Pénjamo-Abasolo, Tequila y Magdalena



Gráfica 3. Gráfica ternaria de los yacimientos de Magdalena, El Pedernal, Los Pedernales, Pénjamo-Abasolo y Etzatlán-San Marcos.

Estos conjuntos se deben a la cercanía de las fuentes debido principalmente a la concordancia de eventos en su formación volcánica y presentan características elementales similares. Para tal caso se le ha denominado a estos conjuntos como "complejos de yacimientos" como el caso del Complejo Zináparo-Prieto, el Complejo Zinápécuaro-Ucareo, y el Complejo Magdalena-Tequila, entre otros.

Para resolver el problema de discriminación entre los complejos, se promediaron los resultados de los análisis de las muestras seleccionadas para cada yacimiento, así, obtuvimos la gráfica 4 en la cual fue posible dar una separación de un yacimiento a otro.



Gráfica 4. Gráfica bivariante discriminadora de los yacimientos.

En esta gráfica se observa una discriminación zonal de acuerdo a su lugar de origen. En el extremo superior de la gráfica se encuentran los yacimientos que pertenecen al Estado de Guanajuato, más abajo los de Jalisco y en el extremo inferior y derecho los pertenecientes al Estado de Michoacán. La muestra proveniente de Zacatecas es muy similar a las de Jalisco debido a su cercanía a la frontera del Estado.

En los trabajos de investigación llevados a cabo por (1), (2), (3), se reportan análisis de los yacimientos que se analizan en esta investigación, observándose que los resultados coinciden por lo que nos sirven de punto de comparación.

Conociendo estos resultados podemos comprobar que las concentraciones elementales de las obsidias son características para cada yacimiento.

A partir de estos análisis se llevarán a cabo los análisis para determinar la procedencia de muestras arqueológicas provenientes de distintos sitios arqueológicos del Estado de Colima y Michoacán.

6.0 Agradecimientos

Los autores agradecen a CONACYT por el soporte financiero a través del proyecto: 29237-H. Al ArqIgo. Efraín Cárdenas del Colegio de Michoacán por la facilitación de las muestras de los yacimientos.

7.0 Referencias

[1] COBEAN, R.; M.D. Coe
1971 "Obsidian trade at San Lorenzo Tenochtitlan, México". *Science*, 174. no. 4010 pp. 666-671. Washington. D.C.

[2] COBEAN, R.; Vogt, J.; Glascock, M. et. al.
1991 "High precision of trace-element characterization of major mesoamerican obsidian sources and further analyses of artifacts from San Lorenzo Tenochtitlan,

México". En: *Latin American Antiquity*, 2(1), 1991, pp. 69-91.

[3] GLASCOCK, M; Elam, M & Cobean, R.
1988 "Differentiation of Obsidian Sources in Mesoamerica". En: *Proceedings 26th International Symposium*. University of Toronto.

[4] TROMBOLD, Ch.; James F. Luhr; T. Hasenaka, y M. Glascock
1993 "Chemical characteristics of obsidian from archaeological sites in Western Mexico and the Tequila Source Area". En: *Ancient Mesoamerica*, 4(1993)255-270.

[5] DARRAS, Véronique
1987 "Nota informativa: primeros resultados de la caracterización química por medio de los elementos traza de los yacimientos de obsidiana en la región de Zináparo-Purépero, Michoacán". *Trace # 12*, Diciembre 1987. pp. 76-80. CEMCA. México.

[6] DARRAS, Véronique
1994 "Las Actividades de Talla en los Talleres de Obsidiana del Conjunto Zináparo-Prieto-, Michoacán"; *Arqueología del Occidente de México*. Coord. Eduardo Williams y Robert Novella. Colegio de Michoacan, México.

[7] DARRAS Véronique
1999 *Tecnologías prehispánicas de la obsidiana. Los centros de producción de la región de Zináparo-Prieto, Michoacán*. CEMCA, México.

[8] NUNCIO, Adriana
1998 *Análisis de obsidias por la técnica PIXE*. Tesis de Licenciatura. UAEM, México.

[9] TENORIO, D. et. al.
1998 "Differences in coloured obsidians from Sierra de Pachuca, México". En: *Journal of Archaeological Science* (1998) 25, 229-234.

[10] ESPARZA López, J. Rodrigo
1999 *Aplicación de las Técnicas Nucleares PIXE y NAA para el estudio de las redes de comercio de la obsidiana en Tierra Caliente,*

Michoacán. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Antropología e Historia.

[11] CÁRDENAS, Efraín
1988 **Explotación de obsidiana en el Sector Occidental del Eje Neovolcánico.**

Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Antropología e Historia. Mecanuscrita. México.

[12] HEALAN, Dan
1997 **Prehispanic quarrying in the Ucareo-Zinapécuaro obsidian source area.** En: *Ancient Mesoamerica* 8:77-110.