

Propiedades magnéticas de depósitos lacustres de Zacapu, Michoacán. Nueva herramienta en investigaciones arqueológicas

Ma. Susana Xelhuantzi-López*
Jaime Urrutia Fucugauchi**

Resumen

Las propiedades magnéticas de susceptibilidad y magnetización remanente isotermal en sedimentos lacustres están relacionadas con las fuentes de material y los diversos procesos de transporte, de diagénesis, actividad volcánica, ocupación humana y actividad industrial. En este trabajo se presentan los resultados de un estudio preliminar de propiedades magnéticas de depósitos lacustres de la región de Zacapu, Michoacán. Las 171 muestras estudiadas provienen de un núcleo de 4.7 m, que cubre un periodo de aproximadamente 8 000 años (de acuerdo a fechamientos de radiocarbono). La susceptibilidad magnética presenta valores bajos (cerca al cero) en la mayor parte del núcleo, con varias zonas de valores altos de hasta $370 \cdot 10^{-3}$ S.I., las cuales corresponden a periodos de actividad volcánica. Los incrementos mayores observados hacia la parte superficial se relacionan probablemente con periodos de ocupación humana (particularmente el pico más pronunciado y superficial).

Introducción

Desde hace poco más de seis años, el CEMCA (Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos) realiza excavaciones arqueológicas en la región del ex lago de Zacapu, Michoacán. La segunda fase del proyecto (denominada Michoacán II), actualmente en desarrollo, contempla estudios interdisciplinarios (palinológicos, de macrorrestos vegetales, malacológicos, de fechamiento, sobre diatomeas, sedimentológicos y de propiedades magnéticas), encaminados a documentar la evolución paleoambiental en los últimos 8 000 años.

Estudios recientes sobre propiedades magnéticas de sedimentos lacustres, suelos y materiales arqueológicos en diversos ambientes, indican que los minerales magnéticos poseen un registro potencial de cambios climáticos, sedimentológicos y ambientales.

Ubicación y características del área de estudio

La región del ex lago de Zacapu se localiza en la porción norte

del estado de Michoacán, a unos 85 km de la ciudad de Morelia. El núcleo estudiado se obtuvo en la zona central del ex lago (coordenadas 19°51' latitud norte y 101°43' longitud oeste), aproximadamente 0.85 km al noroeste del poblado de Cantabria (Fig. 1).

La actual ciénega de Zacapu puede describirse como una planicie de origen lacustre de baja pendiente y algunas ondulaciones (SARH 1983). Hacia la porción occidental del ex lago sobresalen, en menos de 10 m sobre el nivel del lago, las geoformas denominadas "Las Lomas" que constituyen antiguas islas o penínsulas formadas por material piroclástico y diatomitas (Arnauld *et al.* 1984; CEMCA 1986).

La región se caracteriza por sedimentos de relleno tanto lacustres como aluviales, formados por las disrupciones del sistema de drenaje del río Lerma, asociados a la actividad volcánica del Pleistoceno (Waitz 1943; Metcalf y Harrison 1984). Los sedimentos ocupan un área aproximada de 261 km², dentro de una zona de drenaje de 355 km² (Correa Pérez 1974). Esta planicie lacustre se encuentra circundada por elevaciones andesíticas y basálticas de hasta 3 365 msnm.

* Subdirección de Servicios Académicos, INAH.

** Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM.



Figura 1 - Ubicación geográfica del punto de procedencia del núcleo.

Materiales y metodología

El núcleo se obtuvo durante la temporada de campo de febrero de 1988, empleando un dispositivo de perforación y recuperación de diseño soviético. Este dispositivo recupera tramos de 50 cm, con poca o nula compresión de los sedimentos. La longitud total del núcleo fue de 471 cm. El material corresponde a arcillas, arcillas orgánicas, turbas y limos-arcillas, con espesores variables (Fig. 2). El intervalo que cubre el núcleo es de aproximadamente 8 100 años antes del presente. El fechamiento por radiocarbono se realizó en el laboratorio de fechamiento de la Subdirección de Servicios Académicos del INAH. Se obtuvieron cinco edades radiométricas (Fig. 2).

Cada tramo de 50 cm se embolsó en tubos de PVC de 6 cm de diámetro y se dividió a lo largo en dos mitades. De una de ellas se tomaron las muestras para el estudio de propiedades magnéticas. Los sedimentos se depositaron en portamuestras cilíndricos de 10 cm cúbicos. Se estudiaron un total de 171 muestras.

La susceptibilidad magnética (k) se determinó con un medidor de susceptibilidad Molspin, cuyo campo magnético aplicado es de 0.7 mT. La susceptibilidad depende de la concentración y tipo de minerales, particularmente aquellos con comportamiento ferromagnético. Las fuentes de minerales magnéticos en ambientes lacustres incluyen procesos erosivos en suelos y rocas, vulcanismo (principalmente cenizas), asentamientos humanos (actividad industrial y quema de combustibles fósiles) y procesos diagenéticos en los sedimentos lacustres. Las fuentes y los procesos de

transporte se reflejan en distintas mineralogías, que incluyen: magnetita, hematita, pirofita, goetita, etc. Estos minerales presentan diferencias en sus propiedades, además de la susceptibilidad, tales como coercitividad, temperaturas de Curie y bloqueo, entre otras. Estas diferencias permiten distinguir los minerales presentes en una muestra dada; en particular, los estudios de susceptibilidad y de magnetización isoterma o de saturación (ciclos parciales de histéresis magnética) han mostrado ser de gran utilidad. En este trabajo se determinó la magnetización isoterma empleando un generador de impulsos magnéticos (con campos de hasta dos teslas) y un magnetómetro de discriminación de flujo con sistema de rotación Molspin.

Resultados

Las mediciones de susceptibilidad magnética se resumen en la figura 2. Los valores cubren un rango de aproximadamente -10 a $370 \cdot 10^{-3}$ y muestran una marcada dependencia con la posición estratigráfica. En la gráfica es posible distinguir varios intervalos de alta susceptibilidad que corresponden a una mayor concentración de minerales magnéticos y/o a cambios mineralógicos. En las observaciones sedimentológicas se identificaron varias capas de cenizas volcánicas, intercaladas en los materiales que constituyen el núcleo (Fig. 2). Tres de estas capas de cenizas están caracterizadas por incrementos de susceptibilidad. Los incrementos mayores, sin embargo, corresponden a otros procesos y se localizan hacia la parte superior del núcleo (primeros 60 cm), en las capas de arcilla orgánica y arcilla que conforman

los sedimentos superficiales (Fig. 2). Las variaciones del registro de susceptibilidad magnética proporcionan elementos para estudios de correlación lateral.

Los datos de magnetización isoterma (IRM), proporcionan información sobre la mineralogía magnética. Ejemplos de las diferentes curvas se incluyen en la figura 3. Puede observarse que tanto la forma de la curva como la intensidad de las magnetizaciones varían, con curvas que corresponden a minerales de baja coercitividad (a, b) y de alta coercitividad (c, d) con altas y bajas intensidades de magnetización. Estos minerales corresponden a las series de titanomagnetita y titanohematita, respectivamente. Las diferentes curvas corresponden a las variaciones en la gráfica de susceptibilidad (en la figura 3 se indican las profundidades correspondientes a las muestras).

Bibliografía

- Arnauld, M.C., G. Migeon, O. Puaux y F. Rodríguez 1984 - Informe mensual sobre los trabajos arqueológicos de campo realizados por el CEMCA en el estado de Michoacán entre el 31.01.1984 y el 15.02.1984. Informe inédito.
- CEMCA 1986 - Informe preliminar general del proyecto arqueológico Michoacán. Informe inédito.
- Correa Pérez, G. 1974 - *Geografía del estado de Michoacán*. 1 - *Geografía física*. Gobierno del estado de Michoacán, Morelia.
- Metcalf, S.E. y S.P. Harrison 1984 - Cambio ambiental del Cuaternario tardío en depósitos lacustres en la cuenca de Zacapu, Michoacán. Reconstrucción preliminar. *Bol. Inst. Geogr.* 14: 127-150. UNAM, México.
- SARH 1983 - Informe de condiciones generales del distrito de riego núm. 22. Informe inédito.
- Waitz, P. 1943 - Reseña geológica de la cuenca del Lerma. *Bol. Soc. Geogr. Estadística* 58: 123-138.

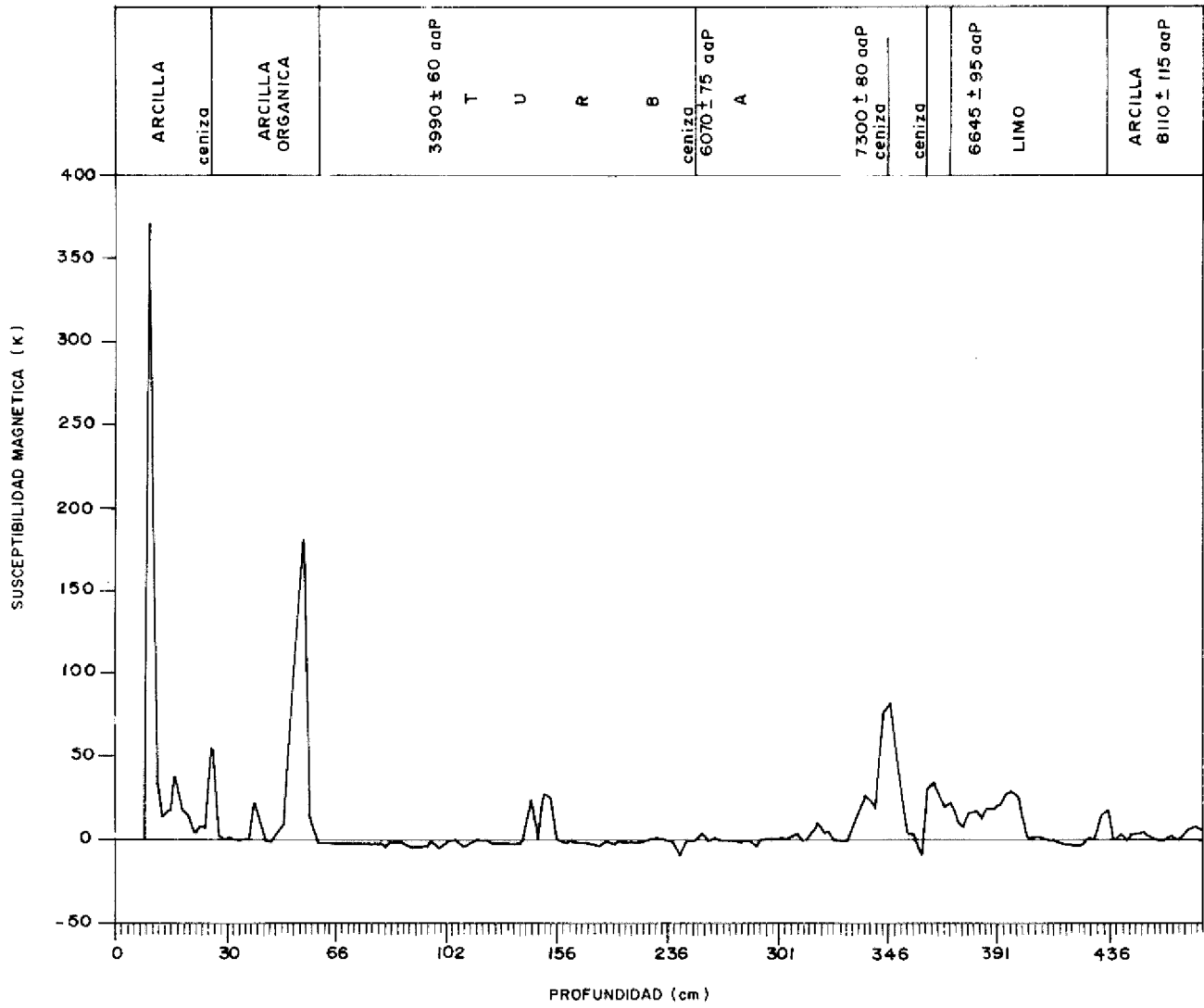


Figura 2 - Susceptibilidad magnética del ex lago de Zacapu, Michoacán.

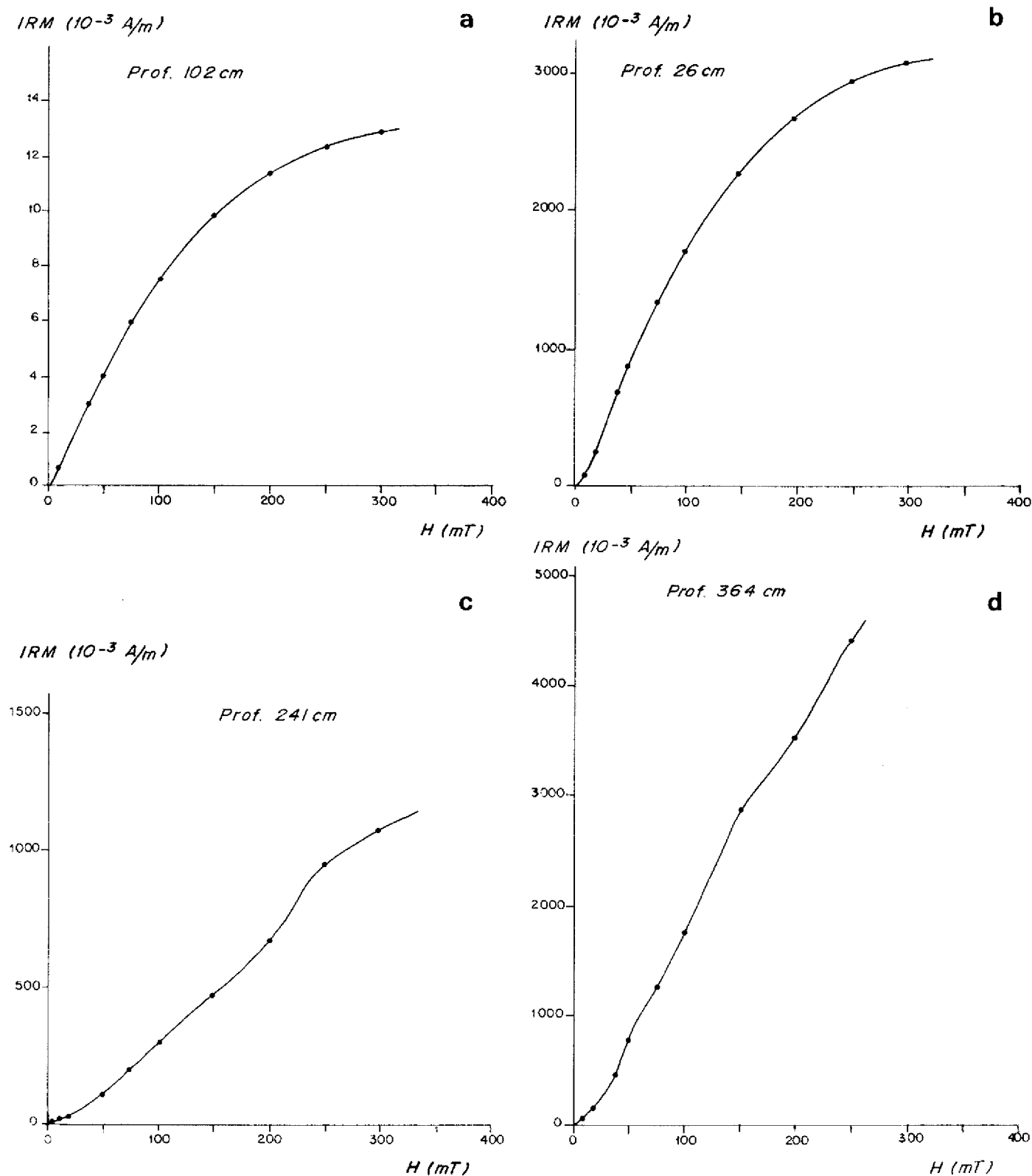


Figura 3 - Ejemplos de curvas de adquisición de magnetización remanente isothermal (IRM). H representa el campo aplicado (mT). Las profundidades se indican en centímetros.