

Sesión regular

# **Geomagnetismo y paleomagnetismo**

Organizadores:  
Edgardo Cañón  
Juan Morales

## GEOPAL-1

### MINERALOGICAL AND MAGNETIC CHARACTERIZATION OF OLMEC ILMENITE MULTI-PERFORATED ARTIFACTS AND INFERENCES ON SOURCE PROVENANCE

Alva Valdivia Luis Manuel<sup>1</sup>, Cyphers Ann<sup>2</sup>, Rivas Sánchez María de la Luz<sup>3</sup>, Zurita Noguera Judith<sup>2</sup> y Urrutia Fucugauchi Jaime<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Antropológicas

<sup>3</sup>Independiente

lalva@geofisica.unam.mx

The Olmec culture arose and developed on Mexico's southern Gulf Coast between 1800 and 400 BC, and developed extensive trade relationships for procurement of exotic materials from distant regions. The early capital of Mesoamerica's first civilization, the archaeological site of San Lorenzo, flourished between 1400 and 1000 BC, in the humid tropical coastal plains of southern Veracruz. Studies have uncovered evidence for the regional importation of stone for sculpture and grinding tools, as well as the more distant procurement of obsidian, greenstone, mica and iron-ore minerals used in domestic, ceremonial and productive activities. This study focuses on the sourcing of non-local iron-titanium (ilmenite) oxide mineral artifacts and iron-ores found in large quantities in the archaeological excavations, in order to shed light on Early Preclassic trade. We study multi-perforated prismatic ilmenite artifacts and iron-titanium oxide ores based on rock magnetic analyses, macroscopic observations, petrography, scanning electron microscopy and micro-geochemistry. Magnetic analyses include magnetic susceptibility as a function of high temperature, magnetic hysteresis, isothermal remanent magnetization (IRM) acquisition and backfield demagnetization of saturation IRM, and first order reverse curves (FORC). Based on the Curie points, coercivity ranges from hysteresis curves and FORC spectra, we suggest that the geographically unidentified source III-a proposed by Pires-Ferreira (1975, 1976) corresponds to the Huitzo anorthosites. The mineralogical associations and textural relations of ilmenite and their connection with the granulite host rocks suggest a thermal metasomatic origin for the ilmenite Olmec samples, pointing to the Huitzo anorthosites. Contents of large apatite grains in the Huitzo and Olmec samples, as well as higher amount of MgO support provenance of the Olmec ilmenite artifacts in the Huitzo area, within the northern part of the Oaxaquia complex.

## GEOPAL-2

### REGISTRO DE ARQUEOINTENSIDAD ABSOLUTA EN MATERIALES CERÁMICOS MAYAS DE LA REGIÓN DE PALENQUE, CHIAPAS, PARA EL PERÍODO CLÁSICO

Rodríguez Trejo Alejandro<sup>1</sup>, Alva Valdivia Luis Manuel<sup>2</sup>, Nieto Calleja Rosalba<sup>3</sup>, Urrutia Fucugauchi Jaime<sup>4</sup>, Soler Arechalde Ana María<sup>5</sup> y González Rangel José Antonio<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica - UNAM

<sup>2</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica - UNAM

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Antropología e Historia

alekz\_igf@hotmail.com

Se presentan datos de arqueointensidad obtenidos de diferentes variedades de materiales cerámicos de la localidad Maya de Palenque, ubicada en el estado de Chiapas, México. Abarcando una ventana temporal que va del 200 A.D. al 900 A.D., cubriendo gran parte del período Clásico mesoamericano. La muestra está conformada por 127 especímenes cerámicos de diferentes variedades en cuanto a su uso y técnicas de fabricación, principalmente ollas, cajetes y platos. Los especímenes pertenecen a 9 pozos excavados en la región, abarcando 6 diferentes temporalidades para el período Clásico: Motiepa, Cascadas, Otulum, Murciélagos, Balunté y Prepicota. Los valores de arqueointensidad fueron obtenidos empleando la metodología de Thellier-Thellier, previa selección de especímenes de acuerdo a sus propiedades magnéticas, como: ciclo de Histéresis, curvas de reversibles de primer orden (FORC), susceptibilidad magnética vs. Temperatura, y desmagnetización térmica y por campos alternos. Así como las correcciones por anisotropía y por la tasa de enfriamiento. Los datos obtenidos poseen un valor significativo para contribuir a la construcción de la curva de variación secular para intensidad en Mesoamérica, ya que es contrastante la enorme cantidad de material arqueológico de la región con los pocos datos publicados. Por esto es necesaria la obtención de más y mejores datos a fin de construir un modelo regional de referencia para Mesoamérica.

## GEOPAL-3

### DATACIÓN MAGNÉTICA DE SITIOS METALÚRGICOS PREHISPÁNICOS Y COLONIALES DE MICHOACÁN POR MEDIO DEL ESTUDIO DE ESCORIAS DE COBRE (QUERENDAS)

Morales Juan<sup>1</sup>, Punzo-Díaz José Luis<sup>2</sup>, Gogichashvili Avto<sup>1</sup> y Hernández-Bernal María del Sol<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Servicio Arqueomagnético Nacional (SAN), IGEF, UNAM, Unidad Michoacán, Campus Morelia.

<sup>2</sup>INAH, Delegación Michoacán.

<sup>3</sup>ENES, Unidad Morelia, UNAM.

jmorales@geofisica.unam.mx

Como ya es tradicional, durante el mes de agosto se celebra en Santa Clara del Cobre, Michoacán, la Feria Nacional del Cobre. El cobre, y otros metales y sus aleaciones, es utilizado en la elaboración de una amplia variedad de piezas, por lo general bienes no utilitarios valiosos. De acuerdo a fuentes etnohistóricas, y a la presencia inequívoca de desechos de fundición en la superficie de zonas arqueológicas aledañas, se sugiere que la producción contemporánea de objetos de metal (particularmente de cobre) tiene su origen en tradiciones prehispánicas. Y es que, sin lugar a dudas, el Reino Tarasco de Michoacán representa el centro más importante de producción metalúrgica de cobre durante el período Posclásico Tardío en Mesoamérica. Como resultado del proceso piro metalúrgico de minerales sulfurados de cobre para la obtención de este metal se genera la escoria de cobre, conocida en la región como 'querenda'. Dependiendo de, entre otros factores, la naturaleza de los minerales, los principales óxidos presentes en la escoria son los óxidos de hierro (hematita y la magnetita), de sílice, aluminio y calcio. Siendo los primeros los que le confieren a las escorias sus propiedades magnéticas. En los estudios arqueomagnéticos se utiliza tradicionalmente una amplia variedad de objetos cocidos elaborados a base de arcillas (e.g. cerámicas, ladrillos, etc.). Lo anterior debido al contenido de cantidades variables de óxidos de hierro en las arcillas. No obstante, a partir de un estudio realizado en cientos de muestras de escorias de cobre (Cooper slags), Ben-Yosef et al (2008) mostraron la utilidad de este material para la investigación del campo geomagnético antiguo. Se presentan los resultados de un estudio en el cual se analizaron 10 fragmentos de escorias de 7 sitios metalúrgicos prehispánicos y coloniales de Michoacán (Itziparatzico, Cuitzitan, Iramuco, Paso del Muerto, El Querendal, Tipitarillo y Tepetate), con espesores y texturas variables. Se llevaron a cabo experimentos estándares de magnetismo de rocas sobre los 10 fragmentos objeto del estudio a fin de identificar los portadores de la remanencia, su estabilidad térmica y su tamaño de grano. Los análisis paleomagnéticos mostraron, generalmente, la presencia de un solo componente. Las determinaciones de arqueointensidad se llevaron al cabo empleando el método Thellier-Coe en sub fragmentos de escoria prensados en pastillas de sal, entre temperatura ambiente y 580°C. Adicionalmente se realizaron observaciones al microscopio (SEM) de especímenes representativos de los diferentes fragmentos analizados para una caracterización alterna y complementaria de las escorias. La datación magnética de los fragmentos analizados se realizó mediante la estimación de la función de densidad de probabilidad de la arqueointensidad determinada para los especímenes. Para ello se utilizó el modelo global CALS3k (calculado para la posición geográfica del sitio de muestreo en cuestión) de Korte et al. (2009), mediante el empleo de la herramienta Matlab de Pavón-Carrasco et al. (2011). Los resultados obtenidos confirman las excelentes características de estos materiales para estudios arqueomagnéticos y de datación.

## GEOPAL-4

### CONTRIBUTIONS TO THE FULL VECTOR SECULAR VARIATION IN MEXICO DURING THE LAST ~20,000 YEARS

Mahgoub Ahmed<sup>1</sup>, Böhnel Harald<sup>2</sup>, Schaaf Peter<sup>2</sup> y Luna Angel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>2</sup>Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México D.F., Mexico  
ahmednasser@geociencias.unam.mx

For the late Quaternary, reasonable numbers of data from volcanic rocks, archeological materials, and lake sediments have been devoted to determine the paleosecular variation of the geomagnetic field in Mexico. Nevertheless, constructing a high-precision secular variation (SV) reference curve for Mexico is still notoriously difficult because of many reasons, for instance: age uncertainties and remanence acquisition mechanisms. In this regard, obtaining reliable absolute paleointensity (PI) outcome is the intrinsic issue. Therefore, the present study has targeted a suite of 12 well dated lava flows from the E-W Transmexican-Volcanic Belt (TMVB) erupted between 20,000 years to present (according to; historical, <sup>14</sup>C-dating, and thermoluminescence (TL) method). Rock-magnetic measurements (hysteresis loops analyses, IRM acquisition, high-field thermomagnetic analyses, thermal cycling, low-temperature (-196 °C) IRM versus T, and continuous demagnetization (until 600 °C) of IRM) beside optical and scanning electron microscope (SEM) observations have been carried out to get a comprehensive figure on the magneto-mineralogy, domain state, and assess the suitability of such lava flows for the paleointensity experiments. Furthermore, PI measurements using different methods (Thellier-type, multispecimen) are in progress. The relation between rock magnetic properties and the PI success rate will be also discussed.

## GEOPAL-5

**ESTUDIO PALEOMAGNETICO DE FLUJOS DE LAVA RECIENTES DE LA CALDERA DE LOS HUMEROS, PUEBLA**Juarez Erick<sup>1</sup>, Böhnel Harald<sup>1</sup>, Pavón-Carrasco Francisco Javier<sup>2</sup> y Carrasco-Núñez Gerardo<sup>1</sup><sup>1</sup>Centro de Geociencias, UNAM, Juriquilla, Qro. México<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Geomagnetismo- Aeronomia e Geofisica Ambientale, Roma Italy  
erickja@geociencias.unam.mx

El interés por los flujos de lava de la Caldera de Los Humeros localizada en la parte oriental de la Faja Volcánica Mexicana (FVTM), es realizar un estudio paleomagnético para obtener información acerca de la edad de los flujos más recientes, ya que la mayoría de los estudios se han ocupado de la deformación tectónica de México. Esto se puede realizar debido a la relación con la variación secular del campo geomagnético durante el Cuaternario y sobre todo el Holoceno que es cuando se piensa que fueron emplazados estos flujos. Este trabajo presenta nuevos resultados paleomagnéticos de veinte sitios pertenecientes a flujos de lava recientes de la Caldera de Los Humeros, de cada sitio se recuperó tanto sus propiedades magnéticas (curvas de Curie y las mediciones de histéresis) para diseñar experimentos de paleointensidad, así como su dirección paleomagnética por medio de experimentos de desmagnetización por campos alternos (AF), con la cual se realizó su datación, utilizando el modelo geomagnético mundial SHA.DIF.14k restringido para el Holoceno y comparándola con una edad obtenida por carbono-14. Los datos se utilizarán para contribuir a las curvas maestras de variación secular de México y ver la evolución y el potencial geotérmico del centro volcánico ya que es uno de los centros de producción de energía geotérmica en México.

## GEOPAL-6

**DATOS PALEOMAGNÉTICOS Y DE PALEOINTENSIDAD REGISTRADOS EN DOS SECUENCIAS DE COLADAS BASÁLTICAS DE LA REGIÓN VOLCÁNICA DE DJAVAKHETI (REPÚBLICA DE GEORGIA)**Sánchez-Moreno Elisa María<sup>1</sup>, Calvo-Rathert Manuel<sup>1</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>2</sup>, Vashakidze Giorgi<sup>3</sup>, Lebedev Vladimir A.<sup>4</sup>, Morales Juan<sup>2</sup>, Carrancho Angel<sup>1</sup>, Villalain Juan José<sup>1</sup> y Caccavari Ana<sup>5</sup><sup>1</sup>Universidad de Burgos, UBU<sup>2</sup>LIMNA, IGUM, Universidad Nacional Autónoma de México<sup>3</sup>Ivane Javakhsishvili Tbilisi State University<sup>4</sup>Russian Academy of Sciences<sup>5</sup>Universidad Nacional Autónoma de México  
emsanchez@ubu.es

El tipo de vulcanismo plio-pleistoceno acaecido en la Meseta de Djavakheti ofrece un gran número de coladas volcánicas de gran extensión, emitidas de forma consecutiva. Concretamente se trata de basaltos y andesitas con un alto contenido en titanomagnetita. Estas características sumadas a las dataciones K-Ar realizadas (Levedeb et al., 2005, 2008 y comunicaciones personales), nos proporcionan el contexto idóneo para el registro del campo magnético fiable y continuo, y para su estudio. A pesar de ello, los datos paleomagnéticos y de paleointensidades en la cordillera caucásica son escasos, en comparación con otras zonas del cinturón Alpino. Antes de los 90 solo se pueden encontrar en bases de datos y en ruso. A partir de esta fecha ha habido un incremento de este tipo de estudios, que proporcionan un mayor número de datos y de mayor fiabilidad, pero todavía limitados. Las medidas paleomagnéticas, de magnetismo de rocas y de determinación de paleointensidades se han realizado en dos secuencias diferentes. La secuencia de Apnia, cuenta con 20 coladas de composición basáltica; y Korxi, la segunda secuencia, presenta 27 coladas andesíticas. Mediante los experimentos de magnetismo de rocas (curvas termomagnéticas, y de adquisición de la IRM, y ciclos de histéresis) podemos interpretar que los portadores de la magnetización son cristales de magnetita con diferentes contenido en titanio, mezcla de granos monodominio y multidominio. Las medidas paleomagnéticas (desmagnetización térmica y por campos alternos) nos han permitido calcular la dirección de la magnetización remanente característica (ChRM) promedio de cada colada. Y tras el cálculo de los polos geomagnéticos virtuales (VGPs), tanto en Apnia como en Korxi, se han obtenido polaridades normales, inversas y transicionales. La secuencia de Apnia tiene una edad de entre 3.75±0.25 Ma y 3.09±0.10 Ma. Comienza con trece coladas inversas, encontramos dos transicionales hacia el final de este tramo, y por último cinco normales. Lo más interesante de esta secuencia es su comparación con la dirección esperada del campo magnético para esta edad y localización. El grupo de polaridades inversas se acerca a la dirección esperada, mientras que en la media de polaridades normales presenta una mayor distancia respecto a esta. En cuanto a Korxi, hay que mencionar que se divide en dos subsecuencias diferentes de diecisiete y diez coladas separadas por una superficie de erosión. La primera tiene una edad de 3.25±0.25 Ma, y muestra una sucesión de polaridades normales bastante estables y cercanas a la dirección esperada. La segunda, de 1.9±0.2 Ma, ha registrado una sucesión de cinco polaridades inversas, más alejadas de la esperada, con tres polaridades transicionales intercaladas. Por último, las paleointensidades se determinaron utilizando tres métodos diferentes: multiespecimen, Thellier-Thellier e IZZI. El objetivo de usar distintas técnicas es dar una mayor fiabilidad a los resultados. El fin último de este trabajo es averiguar cómo varía la paleointensidad asociada a estos cambios de polaridad y su relación con la posición discrepante de la dirección esperada. Palabras clave: Magnetismo de rocas, paleomagnetismo, paleointensidades coladas volcánicas plio-pleistocenas, Cáucaso

## GEOPAL-7

**ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO Y ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN PALEOSECULAR DE ROCAS VOLCÁNICAS DEL MIOCENO-HOLOCENO: CENTRO-ORIENTE DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA**Gonzalez Rangel Jose Antonio, Alva Valdivia Luis Manuel, Rodriguez Trejo Alejandro, García Amador Bernardo, Caballero Miranda Cecilia y Urrutia Fucugauchi Jaime  
UNAM, Instituto de Geofísica  
antoniog@geofisica.unam.mx

Reportamos resultados de un estudio paleomagnético realizado en unidades volcánicas (coladas de lava e ignimbritas) ubicadas en el sector centro-oriental de la faja volcánica transmexicana (FVTM). Se colectaron 682 núcleos en 80 sitios. La edad de estas unidades oscila entre los 20 y 0.020 Ma, de acuerdo a datos radiométricos disponibles. Se efectuaron experimentos de magnetismo de rocas: susceptibilidad magnética contra temperatura, histéresis magnética y análisis de FORC. Estos indican que los portadores de la remanencia en la mayor parte de las rocas son titanomagnetitas pobres en titanio, que pertenecen al estado magnético más común de pseudo-dominio-simple. Se efectuó el proceso de desmagnetización por campos alternos y térmico según diese el mejor resultado. La mayoría de las muestras exhibieron magnetizaciones remanentes con una sola componente bien definida de alta temperatura de desbloqueo (por arriba de los 520°C) y campos destructivos medios (40-60 mT), aunque en algunas ocasiones se presentaron componentes secundarias fuertes, que fueron removidas por campos y temperaturas moderadas. Se obtuvieron los valores medios de las direcciones por cada sitio muestreado, así como los polos geomagnéticos virtuales (VGP). El cálculo e interpretación de los resultados esta en proceso y se presentarán en el congreso. Entre estos están las direcciones, la polaridad y la variación paleosecular. Estos darán idea del comportamiento del campo geomagnético en este periodo y región.

## GEOPAL-8

**PALEOMAGNETISMO Y VARIACIÓN SECULAR DEL CAMPO MAGNÉTICO DE LA TIERRA DURANTE EL LÍMITE CRETÁCICO-TERCIARIO REGISTRADO EN ROCAS VOLCÁNICAS DEL OESTE DE MÉXICO**Cervantes Solano Miguel Angel<sup>1</sup>, Kapper Lissa<sup>2</sup>, Goguitchaichvili Avto<sup>2</sup>, Ruiz Martínez Vicente Carlos<sup>3</sup>, Rosas Elguera José<sup>4</sup>, Maciel Peña Rafael<sup>5</sup> y Morales Contreras Juan<sup>2</sup><sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, ENES Morelia<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica Unidad Michoacán, Universidad Nacional Autónoma de México<sup>3</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Facultad de Física, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España<sup>4</sup>Universidad de Guadalajara<sup>5</sup>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Tacámbaro  
miguel\_cervantes@enesmorelia.unam.mx

En el presente trabajo se presentan resultados de un estudio paleomagnético y de magnetismo de rocas realizado en la secuencia volcánica de Autlán, Jalisco al Oeste de México. Los resultados radiométricos y magnetoestratigráficos indican que los flujos fueron emplazados durante el cron 30n justo antes de la transición K-T. La inclinación promedio concuerda bien con la inclinación esperada para los 65 y 70 Ma según los polos obtenidos por Besse y Courtillot (2002) para el cratón América del Norte. En cambio, la declinación es significativamente diferente de la esperada lo que sugiere una posible rotación antihoraria cercana a los 13°. Esta diferencia observada en la secuencia de Autlán puede interpretarse en términos de una rotación regional del bloque relacionada con las interacciones y la deformación del margen, o bien como una rotación vertical que indica una deformación interna dentro del Bloque Jalisco. En lo que se refiere a los parámetros de variación secular, se obtuvo SF = 9.6 (con límites superior e inferior: 7.2 – 11.9) el cual se ajusta perfectamente a la compilación de datos del Cretácico de Biggin et al., (2008). El momento dipolar virtual de las lavas de Autlán representa solo el 63% del valor del dipolo geomagnético actual, pero concuerda bien con otras determinaciones de calidad similar realizada entre los 5 y 90 Ma. Esto refuerza la hipótesis de Tauxe et al., (2013) sobre que la intensidad del campo geomagnético persistió durante todo el Jurásico y se extendió hasta el Cretácico superior.

## GEOPAL-9

## ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO DE UNIDADES DEL FLUJO VOLCÁNICO EN COLIMA-JALISCO: CONTRIBUCIÓN A LA BASE DE DATOS DEL CAMPO GEOMAGNÉTICO DE MÉXICO Y LA FORMACIÓN DE CURVAS DIRECCIONALES PARA LOS ÚLTIMOS 5 MA.

García Ruiz Rafael<sup>1</sup>, Gogichavshvili Avto<sup>1</sup>, Cortés Cortés Abel<sup>2</sup>, Cervantes Solano Miguel<sup>3</sup>, Pavon Carrasco Javier<sup>4</sup>, Morales Contreras Juan Julio<sup>5</sup>, Maciel Peña Rafael<sup>6</sup> y Macías Vázquez José Luis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de geofísica, UNAM

<sup>2</sup>Universidad de Colima

<sup>3</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM

<sup>4</sup>Universidad Complutense de Madrid

<sup>5</sup>Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro  
asrael.rafael@gmail.com

El complejo volcánico de Colima (CVC) es una cadena volcánica alineada de N-S conformada por los volcanes de El Cántaro, Nevado de Colima y el Volcán Colima, Volcán La Erita, Volcán Apaxtéptil, Volcán San Isidro. Este complejo (localizado en el extremo occidental) es parte de la faja volcánica TransMexicana, en la parte central del Graben de Colima. El complejo volcánico de Colima es sumamente importante debido al amplio trabajo geológico con el que se cuenta en la actualidad además de los fechamientos radiométricos por los métodos convencionales <sup>14</sup>C, <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar, los cuales son sumamente importantes para los estudios de direcciones paleomagnéticas. En este estudio se presenta los resultados finales de las direcciones medias paleomagnéticas del muestreo realizado en veintidós flujos de lava previamente datados, siguiendo la estrategia de muestreo condicionada por el Dr. Abel Cortés. Dichas muestras cuentan con un rango de edades que van desde 34 ka hasta 372 ka siendo parte del Pleistoceno y pertenecientes al cron de Brunhes. Por lo cual su importancia para la contribución a la base de datos del campo geomagnético de México y la mejora de la curva direccional para los últimos 5Ma. Al mismo tiempo se presenta un análisis de la dispersión con respecto a su latitud utilizando el modelo G de McElhinny y McFadden, 1997, así como un análisis de la rotación y el flattening para los últimos 5Ma.

## GEOPAL-10

## ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO Y DE MAGNETISMO DE ROCAS REALIZADO EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO MASCOTA, JALISCO (OESTE DE MÉXICO)

Cervantes Solano Miguel Angel<sup>1</sup>, Gogichavshvili Avto<sup>2</sup>, Rosas Elguera José<sup>3</sup>, Maciel Peña Rafael<sup>4</sup>, Morales Juan<sup>5</sup> y Ceja Mariano Blanca<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, ENES Morelia

<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>3</sup>Universidad de Guadalajara

<sup>4</sup>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Tacámbaro

<sup>5</sup>CoLaboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, Universidad Nacional Autónoma de México jmorales@geofisica.unam.mx  
miguell\_cervantes@enesmorelia.unam.mx

En el presente trabajo se reportan los resultados de un estudio paleomagnético y de variación secular realizado en flujos de lava pertenecientes al Bloque Tectónico Jalisco. Se recolectaron cerca de 180 muestras orientadas provenientes del Campo Volcánico Mascota en el estado de Jalisco (MVJ por sus siglas en inglés). Estos sitios han sido fechados mediante métodos radiométricos (<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar) y comprenden edades que van desde los 2.4 a los 0.5 Ma según las estimaciones realizadas por Ownby et al. (2008). Con la finalidad de obtener información sobre la naturaleza de los portadores magnéticos se realizaron experimentos de magnetismo en rocas que incluyen mediciones de susceptibilidad magnética y ciclos de histéresis, así como tratamientos magnéticos por campos alternos y térmicos para obtener las de la magnetización remanente primaria. Los resultados de estos experimentos indican que, en la mayoría de los casos, los minerales responsables de la remanencia son la magnetita o titanomagnetita pobre en titanio. La magnetización remanente primaria se obtuvo mediante el tratamiento de campos alternos para la mayoría de los especímenes, y en algunos casos mediante desmagnetización térmica progresiva. Las paleodirecciones promedio encontradas son consistentes con las direcciones esperadas y recalculadas a partir del cratón de Norte América. La variación secular observada, en términos de dispersión angular, es consistente con la variación esperada según el modelo de McFadden et al. (1991) para los últimos 5 Ma.

## GEOPAL-11

## VARIATION IN ROCK MAGNETIC PROPERTIES DUE TO SHOCK WAVES: A CASE STUDY FROM LONAR CRATER, INDIA

Agarwal Amar<sup>1</sup>, Kontny Agnes<sup>2</sup>, Srivastava Deepak<sup>3</sup> y Greiling Reinhard<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>2</sup>Structural Geology and Tectonophysics, Institute of Applied Geosciences, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe 76187, Germany

<sup>3</sup>Department of Earth Science, Indian Institute of Technology Roorkee, Roorkee, Uttarakhand 247667, India  
amaragarwal@gmail.com

Shock waves propagating through the target rocks interact with the ferri-/para-magnetic minerals and affect the rock magnetic properties, such as the anisotropy of magnetic susceptibility (AMS), magnetic mineralogy (temperature dependent susceptibility). We have selected a relatively young and pristine crater, Lonar crater in India, for the investigations. Magnetic properties of the rocks from the crater rim were compared with the properties of the rocks taken far away from the crater rim. Two separate NRM components are identified in the Lonar basalts. The low coercivity component, observed in magnetically soft samples, demonstrates present day magnetic field orientation and may be attributed to either post-impact viscous remanent magnetization and/or chemical remanent magnetization (cf. Louzada et al., 2008). On the other hand, rocks with higher percentage of single domain titanomagnetite show only a high coercivity component. The magnetic foliations and the orientation of magnetic axes, k1 or k3, in the crater rim are similar to that in the unshocked rocks far away from the rim. The AMS study, thus, implies that, the shock waves were not strong enough to reorient either the NRM vectors or k1 or k3 axis in the Lonar crater (Agarwal et al., 2014). On the other hand, the Verwey transition temperature (TV) and the Curie temperature (TC) have conspicuous relationship with distance from the crater centre. Further detailed investigations are required to understand the processes that cause variation in TV and TC, but do not affect the principal magnetic susceptibility axes, such as k1 or k3. References Agarwal, A., Kontny, A., Srivastava, D., Greiling, R.O., 2014. Shock pressure estimates in target basalts of a pristine crater: a case study in the Lonar crater, India. Geol. Soc. Am. Bull. doi:10.1130/B31172.1 Louzada, K.L., Weiss, B.P., Maloof, A.C., Stewart, S.T., Swanson-Hysell, N.L., Soule, S.A., 2008. Paleomagnetism of Lonar impact crater, India. Earth Planet. Sci. Lett. 275, 308–319. doi:10.1016/j.epsl.2008.08.025

## GEOPAL-12

## COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PALEOINTENSIDAD ABSOLUTA EN COLADAS MIOCENAS, PLEISTOCENAS E HISTÓRICAS DE LANZAROTE (ISLAS CANARIAS, ESPAÑA)

Calvo-Rathert Manuel<sup>1</sup>, Morales Juan<sup>2</sup>, Gogichavshvili Avto<sup>3</sup>, Carrancho Ángel<sup>4</sup> y Cazarez Barboza Marco Anyelo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, EPS, Universidad de Burgos, 09006 Burgos, España

<sup>2</sup>LIMNA, Instituto de Geofísica, UNAM, Unidad Michoacán, Campus Morelia, Morelia, México

<sup>3</sup>Departamento de Ciencias Históricas y Geografía, Universidad de Burgos, 09001, Burgos, España

<sup>4</sup>ENES, Unidad Morelia, UNAM  
mcalvo@ubu.es

Se realizó un estudio de paleomagnetismo, magnetismo de rocas y paleointensidad en 16 coladas basálticas miocenas, pleistocenas e históricas de Lanzarote (Islas Canarias, España) a fin de (i), comparar resultados de paleointensidad obtenidos con dos técnicas diferentes (tipo Thellier y multiespécimen) y (ii), obtener nuevos datos paleointensidad. Se llevaron a cabo experimentos de magnetismo de rocas en muestras seleccionadas de cada colada para identificar los portadores de la remanencia, su estabilidad térmica y su tamaño de grano. Los análisis paleomagnéticos mostraron, generalmente, la presencia de un solo componente, aunque los resultados de una colada no fueron coherentes. Se determinó un componente característico en 15 de las coladas, en todos los casos de polaridad normal. Las determinaciones de paleointensidad de tipo Thellier se realizaron con el método de Coe (1967) en muestras pequeñas, entre temperatura ambiente y 580°C. Las muestras se dejaron enfriar de forma natural durante varias horas después de cada calentamiento. Para las determinaciones de paleointensidad de tipo multiespécimen (Dekkers y Böhm, 2006), se realizó un conjunto de 8 experimentos a 450°C, utilizando campos de laboratorio entre 10 y 80 ?T, con incrementos de 10 ?T. En cinco coladas se observó una muy buena concordancia entre los resultados obtenidos con ambos métodos, pero en dos de ellas se obtuvo una gran discrepancia.

## GEOPAL-13

### A REVIEW OF PALEOINTENSITY DETERMINATIONS USING DIFFERENT TECHNIQUES: NEW THELLIER-THELLIER AND MSP-DSC PROTOCOL DATA OF A DETAILED SAMPLED BASALT FLOW, XITLE VOLCANO

Bravo-Ayala Manuel Alejandro<sup>1</sup>, Alva Valdivia Luis Manuel<sup>1</sup>,  
Rodríguez-Trejo Alejandro<sup>1</sup>, Camps Pierre<sup>2</sup> y Poidras Thierry<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto Geofísica, UNAM  
<sup>2</sup>Géosciences Montpellier, CNRS & Université Montpellier 2  
abravo@ciencias.unam.mx

A review of the paleointensity (PI) determinations using different techniques and discussing the reliability of the PI results for lava flows of Xitle volcano are presented, together with one new detailed paleomagnetic results of fully sampled vertical single lava flow (southern Olympic Stadium-UNAM). Sampling was performed at intervals from 12 to 20 cm at the profile named RM. Rock magnetic properties are quite consistent but paleomagnetic properties are much more uneven. Rock magnetic investigations revealed that in most cases, the remanence was carried by Ti-poor titanomagnetites of pseudo-single domain magnetic structure, although titanomagnetites of higher Ti contents and additional contributions of (titano-) haematite were also occasionally present. Considerable intra-flow differences, in both the characteristic directions and paleointensities, are observed both in the new profile and previous studies of sites distributed across the lava flows. These variations do not correlate with any of the measured physical or magnetic properties of the flows. At any one site the mean directions are well defined and it is only when considered collectively that the inconsistencies are recognized. Intra-flow PI variations are large. So, it is difficult to recognize a best estimate on the basis of rock magnetic criteria. These results raise questions about the reliability of lavas as paleomagnetic recorders and highlight the importance of sampling strategy in obtaining representative flow-mean parameters. Thellier-type PI data from Mexico are related to global records, which could indicate that non-dipole features might be responsible for the higher than expected results. However, the scarcity of available data obscures the significance of this observation and the balance of evidence rather suggest an artificial biasing of most measurements towards high values. Recent MSP-DSC type PI data, obtained from new sampling next to the RM profile, also showed slightly higher values than those expected although characteristic directions are consistent, nevertheless this values can be corrected.

## GEOPAL-14

### COMPARACIÓN DE MEDICIONES GEOMAGNÉTICAS IN SITU Y ESTUDIOS PALEOMAGNÉTICOS EN LAS LAVAS HISTÓRICAS DEL VOLCÁN PARICUTÍN

Cifuentes Nava Gerardo<sup>1</sup>, Caccavari Garza Ana<sup>1</sup>, Cervantes Solano Miguel Angel<sup>2</sup>,  
Gogichaishvili Avto<sup>3</sup>, Morales Contreras Juan Julio<sup>3</sup> y Hernández Quintero Juan Esteban<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Servicio Magnético, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México  
<sup>2</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores-Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México  
<sup>3</sup>Unidad Michoacán, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México  
gercifue@geofisica.unam.mx

Se presenta la comparación de las mediciones geomagnéticas y los estudios de paleodirecciones y paleointensidades para las lavas históricas del Volcán Parícutín, Michoacán, donde la determinación de estas últimas han sido reportadas con valores muy dispersos y que no corresponden muchas veces al registro histórico de los observatorios geomagnéticos y/o el IGRF (International Geomagnetic Reference Field). Las observaciones geomagnéticas directas, a través de metodologías usadas en estaciones de repetición para determinar vectorialmente el campo, se efectuaron en los mismo sitios de muestreo para los estudios paleomagnéticos. Se llevaron a cabo tanto sobre las lavas históricas como en un lugar cercano considerado de poca influencia por estas mismas. Los resultados de las observaciones geomagnéticas muestran valores con poca variación con respecto al campo normal esperado, inclusive las efectuadas sobre las lavas históricas. La comparación con los estudios paleomagnéticos hace que tengamos que encontrar una explicación acerca de la dispersión que presentan los resultados de laboratorio en la determinación de paleointensidades y paleodirecciones.

## GEOPAL-15

### PALEOMAGNETISMO Y PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE ROCAS DEL VOLCANISMO ANOROGÉNICO DEL MIOCENO MEDIO EN EL SECTOR SUR DE LA SIERRA LIBRE, SONORA MÉXICO

Pérez-Aguilar Lidio<sup>1</sup>, Vidal Solano Jesús Roberto<sup>2</sup>,  
Alva Valdivia Luis Manuel<sup>1</sup> y Delgado-Ángeles Agustín<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Universidad de Sonora  
<sup>2</sup>Departamento de Geología, Universidad de Sonora  
<sup>3</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM  
lidgeolo@gmail.com

Los estudios paleomagnéticos en Sonora se han concentrado principalmente en rocas efusivas básicas y ácidas del campo volcánico Pinacate del Mioceno y Cuaternario en el noroeste, y volcanismo silíceo lávico y piroclástico de tipo anorogénico e hiperalcálico del centro-sur del estado (Norte de la Sierra Libre). Estos estudios se efectuaron con el fin de establecer la estratigrafía magnética, y entender la evolución estructural y tectónica de la región. El presente trabajo muestra los resultados paleomagnéticos y de magnetismo de rocas obtenidos en la región sur de la Sierra Libre, donde afloran rocas hiperalcálicas del Mioceno Medio. Se colectaron 9 sitios (58 núcleos orientados) correspondientes a cada unidad litológica (lávicas y piroclásticas) que componen la secuencia volcánica de afinidad química transicional y toleítica del área Los Arrieros. En esta secuencia dominada principalmente por coladas de basaltos, andesitas basálticas y traquitas islandíticas, destaca a la base una unidad ignimbrita, clave dentro de la estratigrafía del Mioceno medio en el NW de México, nombrada como Ignimbrita de Hermosillo/Toba de San Felipe (IGH-TSF). Solo en 8 sitios se determinó la magnetización remnente característica, uno resultó con polaridad intermedia (Ignimbrita lítica), cuatro con polaridad normal (basaltos y andesitas basálticas de la Unidad Máfica-Intermedia) y tres con polaridad inversa (Ignimbrita hiperalcálica IGH-TSF y basalto de la Unidad Máfica-Intermedia). Las magnetizaciones con polaridad inversa, y en especial la baja inclinación de la IGH-TSF puede estar asociada con una transición de inversión del campo geomagnético o a una excursión del campo geomagnético, eventos ya sugeridos previamente por otros autores. Esto último, y el emplazamiento de la ignimbrita IGH-TSF muy posiblemente correspondan con el subcron de polaridad invertida C5Ar.1r (12.401–12.678 Ma) propuesto en la escala de polaridad geomagnética (Gee y Kent, 2007). Similarmente, la magnetización remanente natural de la IGH-TSF presentada en este trabajo muestra ser muy similar con vectores paleomagnéticos de alta precisión de afloramientos tectónicamente estables, sugiriendo que no existe una rotación importante en el bloque que contiene la secuencia estudiada. De esto se concluye que los datos de la unidad piroclástica no sugieren hipótesis de grandes rotaciones en el eje vertical y/o desplazamientos latitudinales.

## GEOPAL-16 CARTEL

### PLATAFORMA VIRTUAL DE ACCESO A INFORMACIÓN Y DATOS PALEOMAGNÉTICOS Y ARQUEOMAGNÉTICOS: LABORATORIO DE PALEOMAGNETISMO, INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM

Rodríguez Trejo Alejandro<sup>1</sup>, Alva Valdivia Luis Manuel<sup>2</sup>, Hernández Cardona Arnaldo<sup>1</sup>, García Amador Bernardo Ignacio<sup>1</sup>, Bravo Ayala Manuel Alejandro<sup>1</sup>, Urrutia Fucugauchi Jaime<sup>2</sup>, Soler Arechalde Ana María<sup>2</sup> y González Rangel José Antonio<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica - UNAM  
<sup>2</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica - UNAM  
alekz\_igt@hotmail.com

El desarrollo del Paleomagnetismo como disciplina geofísica y como rama científica requiere hoy día del acervo de una gran cantidad de datos confiables, los cuales permiten la generación de nuevos y más robustos modelos, con los que es posible determinar el comportamiento geodinámico del campo magnético terrestre. El fácil acceso a los datos que engloban aspectos teórico-prácticos sobre el conocimiento de paleomagnetismo y arqueomagnetismo permiten una más eficiente difusión y divulgación de los mismos. Esta accesibilidad será simultánea a información tanto de manuscritos científicos, acervos de datos, metodologías y fundamentos teóricos. La transición a medios digitales por parte de los laboratorios científicos, brindan una herramienta de comunicación y divulgación muy eficiente y masiva en tiempo real y a un bajo costo. El presente trabajo presenta la iniciativa de creación de una plataforma digital, que a modo de un sitio web permite acceso a los usuarios desde cualquier parte del mundo a la información relacionada a los estudios de paleomagnetismo generada en México, por el momento. Se establecerá una comunicación directa por medio de información estática publicada, así como materiales gráficos y multimedia, además de permitir entablar discusiones y colaboraciones directas entre estudiantes, investigadores y académicos de diferentes partes del orbe, fomentando la difusión del conocimiento y el enriquecimiento del banco de datos y de información disponible. La plataforma estará disponible para cualquier dispositivo electrónico, así como para todos los sistemas operativos actuales, de manera accesible, ergonómica, y de manera gratuita.

## GEOPAL-17 CARTEL

### MAPEO TERMOMAGNÉTICO EN DOS FOGONES A PARTIR DE DETERMINACIÓN DE TEMPERATURA DE LA COMPONENTE RELATIVA AL ÚLTIMO CALENTAMIENTO

Hernández Cardona Arnaldo<sup>1</sup>, Alva Valdivia Luis Manuel<sup>2</sup>, Acosta Ochoa Guillermo<sup>3</sup>, Rodríguez Trejo Alejandro<sup>1</sup>, García Amador Bernardo Ignacio<sup>1</sup>, González Rangel José Antonio<sup>2</sup> y Urrutia Fucugauchi Jaime<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica - UNAM

<sup>2</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica - UNAM

<sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

ahcteti@gmail.com

Se obtuvieron 48 núcleos de roca de dos fogones localizados en el sitio arqueológico de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, Ciudad de México, constituidos por rocas volcánicas de orígenes diversos. Se muestra la determinación de la temperatura producida por el último calentamiento (secundaria) de cada espécimen. Estos fogones fueron usados durante un asentamiento precerámico, sin embargo luego de trabajos correspondientes a un infructuoso distrito de riego fueron parcialmente destruidos. Los especímenes fueron sometidos al proceso de desmagnetización por temperatura iniciando con pasos de calentamiento de 25 °C hasta llegar a pasos de calentamiento de 15°C en un intervalo de temperaturas de 100°C a 500°C para encontrar una componente secundaria (punto de inflexión entre primaria y secundaria), a partir de la cual se obtuvo la temperatura registrada por cada uno de los bloques incrustados en los fogones. Considerando el gradiente de temperatura presente en la distribución de cada fogón se determina la localización de la última fuente usada y su extensión dentro de estos. Además, dado que los bloques analizados se consideran 'in situ' desde su último uso (calentamiento), es posible inferir una fecha aproximada a partir de las medidas obtenidas (dirección e intensidad) de los parámetros del campo geomagnético, para cada uno de los fogones.

## GEOPAL-18 CARTEL

### REGISTRO DE ARQUEOINTENSIDAD ABSOLUTA PARA LA DATACIÓN DE CERÁMICA DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE PAHÑU, HIDALGO. RESULTADOS PRELIMINARES

Ortega Cotonieto Karen Tahiri<sup>1</sup>, Alva Valdivia Luis Manuel<sup>2</sup>, Fariás Pelayo Mónica Sabrina<sup>1</sup> y Rodríguez Trejo Alejandro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Antropología e Historia, ENAH

<sup>2</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica - UNAM

<sup>3</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica - UNAM

tahiri.ortega@live.com.mx

El método de fechamiento por intensidad geomagnética absoluta, es un estudio de interés reciente para la arqueología dentro del continente americano, y es una técnica muy poco conocida. En este estudio, los minerales ferromagnéticos: hematita, magnetita, titanomagnetita, en general óxidos de hierro, juegan un papel protagónico al ser éstos los que se orientan en presencia de un campo geomagnético cuando se calientan a altas temperaturas y luego se enfrían. Al ocurrir esto, decimos que las partículas de los óxidos de hierro han adquirido una magnetización terromanente, y ésta queda guardada en dichos minerales que por fortuna, están presentes en varios materiales arqueológicos tales como: pisos de estuco o adobe quemados, hornos y vasijas cerámicas o fragmentos cerámicos; para los cuales se esperarían fechas asociadas al momento de la quema, en el caso de los pisos, y el momento de la última exposición al fuego, en el caso de hornos y cerámica. Se llevaron a cabo pruebas de propiedades magnéticas (Histéresis, FORC, Susceptibilidad vs Temperatura), así como procesos de desmagnetización térmica y por campos alternos, a fin de seleccionar los especímenes aptos para el proceso de Thellier-Thellier. Haciendo uso de este método, se utilizarán muestras cerámicas del sitio arqueológico de Pahñu, Hidalgo. Los resultados esperados estarían confirmando y/o construyendo fechas ya establecidas por medio de pruebas de C14, anteriormente hechas, que sitúan al sitio en un periodo comprendido entre los años 300-1000 d.C.

## GEOPAL-19 CARTEL

### FECHAMIENTO DE PIEZAS CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS DE SOCIEDADES INDÍGENAS DEL LITORAL DEL RÍO URUGUAY

Gómez-Rivera Ma. De la Luz<sup>1</sup>, Morales Juan<sup>2</sup>, Sánchez-Bettucci Leda<sup>3</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>2</sup> y Capdepon Irina<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ENES, Unidad Morelia, UNAM.

<sup>2</sup>Servicio Arqueomagnético Nacional (SAN), IGEF, UNAM, Unidad Michoacán, Campus Morelia.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias, UDELAR

<sup>4</sup>Laboratorio de Estudios del Cuaternario / Dirección de Ciencia

y Tecnología / Ministerio de Educación y Cultura / Uruguay

luzmariposa27@hotmail.com

Se llevaron a cabo experimentos estándares de magnetismo de rocas sobre 17 fragmentos cerámicos de 5 zonas arqueológicas, elaborados por sociedades indígenas del litoral del río Uruguay durante el Holoceno medio y tardío

(últimos 4,000 años), con el fin de identificar los portadores de la remanencia, su estabilidad térmica y su tamaño de grano. Los tratamientos por campos alternos mostraron la presencia de una sola componente original en una tercera parte de los fragmentos estudiados, mientras que los restantes presentaron 2 o más componentes secundarias debidas, probablemente, a recalentamientos experimentados durante su vida utilitaria. De los resultados obtenidos de estos experimentos se seleccionaron aquellos fragmentos más apropiados para determinaciones de arqueointensidad. Las determinaciones de arqueointensidad se llevaron al cabo utilizando el método Thellier-Coe sobre especímenes prensados en pastillas de sal, entre temperatura ambiente y 560°C. Se observa, de forma preliminar, que los resultados de arqueointensidad son auto consistentes de acuerdo a la zona de proveniencia.

## GEOPAL-20 CARTEL

### VARIACIÓN SECULAR DEL CAMPO GEOMAGNÉTICO REGISTRADA POR CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS DEL NORTE DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.

Salgado Saito Mitsui Myrna<sup>1</sup>, Alva Valdivia Luis Manuel<sup>2</sup> y Rodríguez Trejo Alejandro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, UNAM

<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

mitsuisalgadosaito@hotmail.com

La cultura casas grandes se refiere a dos periodos prehistóricos de ocupación de una población agrícola en el norte del estado de Chihuahua, México. Estos periodos son el periodo Medio y el periodo Viejo y corresponde a la cultura de Paquimé. Su reconocimiento internacional surgió de numerosos vestigios, principalmente de su cerámica policroma hábilmente decorada en pigmentos rojo y negro sobre crema, y de su arquitectura. Los minerales magnéticos contenidos en artefactos arqueológicos (en este caso cerámicas), registran la intensidad del campo magnético de la Tierra existente en el momento que fueron fabricados o calentados la última vez. Esta componente de magnetización es guardada y puede ser determinada en el laboratorio. El objetivo de este trabajo es determinar la intensidad del campo magnético terrestre y estudiar las propiedades magnéticas de cerámicas arqueológicas provenientes de la región Casas Grandes y con esto iniciar la construcción de la curva de variación secular de dicha intensidad; eventualmente esta podrá usarse como una herramienta de datación por correlación.

## GEOPAL-21 CARTEL

### VARIACIÓN PALEOSECULAR DE ROCAS ÍGNEAS DE LA REGIÓN DE APAN Y APIZACO, ESTADOS DE HIDALGO Y TLAXCALA.

García Díaz Rubén Jovani<sup>1</sup>, Alva Valdivia Luis Manuel<sup>2</sup>, García Amador Bernardo Ignacio<sup>3</sup>, González Rangel José Antonio<sup>2</sup>, Rodríguez Trejo Alejandro<sup>3</sup>, Urrutia Fucugauchi Jaime<sup>2</sup> y Martínez Serrano Raymundo Gerardo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero- UAGro

<sup>2</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica - UNAM

<sup>3</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica - UNAM

<sup>4</sup>Laboratorio de Geoquímica Isotópica (LUGIS), Instituto de Geofísica - UNAM

zuzu.1710@hotmail.com

La Sierra de Apan y Apizaco se localiza en los límites del sector central y oriental de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM). Se compone de una secuencia de rocas volcánicas basales de composición intermedia a félsica y edades dentro del rango de 13.4–12.6 Ma, y una segunda de rocas volcánicas superiores de composición máfica y edades entre 2.1–0.4 Ma, separadas por un hiato de 10 Ma. Los resultados de propiedades magnéticas analizados fueron de susceptibilidad magnética vs temperatura, magnetización remanente isothermal (IRM), desmagnetización de la IRM, ciclo de histéresis, curvas de inversión de primer orden (FORC), y diagrama de Day. Se identifica un primer grupo que sugiere una mineralogía compuesta principalmente de titanomagnetita con pseudo dominio simple, un segundo con mineralogía principal de titanohematita con multidominio y el tercero una mineralogía primordial de titanomagnetita pobre en titanio con dominio simple. Los resultados de direcciones medias presentan tres grupos de polaridades diferentes en los diagramas de igual área. Los sitios dos, cinco, once y doce tienen polaridad normal, los sitios seis y ocho tienen polaridad intermedia, los sitios tres, cuatro, siete, nueve y diez tienen una polaridad inversa, el sitio uno tiene dispersión alta (sin definición de polaridad). La variación paleosecular (PSV) se calculó con muestras de edad entre 0.47 Ma a 1.5 Ma. La Declinación media 359.9°, Inclinación media 25.2°, A95=16.3 y k=18.3. La desviación estándar angular de los polos virtuales geomagnéticos es de 13.32 [+22/-9.55] los cuales fueron graficados en el modelo de McFadden et al. (1991), para rocas de 0-5 Ma, normal e inversa. El conjunto de edades seleccionadas, muestra una diferencia entre 0.75° y 1° menor de la desviación estándar angular con respecto a los modelos G y TK03.GAD para esa latitud, lo cual indica que el área de estudio ha sido poco afectada tectónicamente.

## GEOPAL-22 CARTEL

### A PRELIMINARY ROCK-MAGNETIC SURVEY ON 27 M LONG LACUSTRINE CORE FROM LAKE OF CHAPALA AT WESTERN TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT (CHAPHOLO PROJECT, CONACYT CB 2011. GRANT 168685)

Gogichaishvili Avto<sup>1</sup>, Zárate del Valle Pedro<sup>2</sup> y Morales C. Juan Julio<sup>1</sup><sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. LIMNA\_Michoacán.<sup>2</sup>Universidad de Guadalajara-CUCEI  
avto.gogichai@gmail.com

Lake Chapala being the Mexican largest shallow (ca. 5 m) lake, of tectonic origin, is located in western Mexico having a volcanic framework: the Trans Mexican Volcanic Belt which crosses Central Mexico roughly from Pacific Ocean (West) to Gulf of Mexico Basin (East). At depocenter (103° 02' W, 20° 15' N) a sediment sequence of 27.15 m was recovering (CHD core) in April 2014, with a Usinger drilling machine (Ø 80 mm and 55 mm) and a Uwitec platform. A linear sedimentation rate of 2 mm a<sup>-1</sup> for the last 12,000 years was deduced from ten 14C dates. The magnetic properties of lake sediments may act as sensitive proxies of environmental and paleoclimatic information. In other hand, the systematic measurements of oriented long cores may provide invaluable information about the secular variation of Earth's Magnetic Field through the study of magnetic inclination and relative paleointensity. Here, we present a preliminary rock-magnetic investigation from Chapala Lake sedimentary core in order to identify the possible links between magnetic parameters and ambient climatic and environmental processes during the last 10 Ka. A full battery of magnetic measurements included a) measurements of bulk magnetic susceptibility at low and high frequencies, b) natural remanent magnetization, c) laboratory induced isothermal and anisotropic remanences and d) hysteresis cycles. In addition, the temperature dependence of magnetic susceptibility was determined in air for selected samples up to 700 °C. Rock magnetic parameters exhibit different behavior depending on layer involved. Several layers of relatively high magnetic susceptibility reflects the presence of volcanic ashes. These samples are characterized by the presence of two phases in the heating curve: Titanium poor titanomagnetite, with a Curie temperature of about 565 °C and another lower temperature phase identified between 350 – 380 °C, probably (titano)maghemite that transform into almost pure magnetite. Other magnetic parameters, such as bulk magnetic susceptibility (?), saturation remanence magnetization (Mrs) and saturation magnetization (Ms) show similar variations with the depth. This attest that main magnetic carriers are pseudo-single-domain ferromagnetic grains. Moreover, frequency dependent susceptibility values are very found relatively low, less than 4.5 % in the whole profile. These values indicate that the contribution of superparamagnetic (SP) ferrimagnetic minerals is minor along the entire profile.

## GEOPAL-23 CARTEL

### RESULTADOS PRELIMINARES DE ESTUDIOS DE MAGNETISMO DE ROCAS Y PALEOMAGNETISMO EN LA LAGUNA MELINCÚE (SANTA FÉ, ARGENTINA)

Achaga Romina<sup>1</sup>, Irurzun María Alicia<sup>1</sup>, Gogorza Claudia<sup>1</sup>,  
Gogichaishvili Avto<sup>2</sup>, Morales Juan<sup>2</sup> y Sinito Ana<sup>1</sup><sup>1</sup>Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA-CONICET<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (LIMNA),  
Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, Campus Morelia, UNAM  
romi.achaga@gmail.com

En este trabajo se presentan los resultados preliminares de los estudios magnéticos y paleomagnéticos de un testigo de sedimento corto (LMe, 74 cm) recogido en la laguna Melincúe (33° 41' 27.8"S, 61° 31' 36.5"O) durante la campaña realizada en Octubre de 2014. El testigo se colectó en forma manual en la orilla de la laguna con un tubo de pvc. Muestra laminación a escala centimétrica y variaciones texturales frecuentes. Los estudios de magnetismo de rocas llevados a cabo permiten asignar como mineral portador de la magnetización a (titano)magnetita y/o maghemita de tamaño pseudo dominio simple. Se realizaron mediciones de la intensidad y las direcciones de la magnetización remanente natural (MRN). La estabilidad de la MRN se analizó mediante la desmagnetización por campos alternos. La correlación del perfil de susceptibilidad con estudios anteriores permitió determinar que se encuentran registradas en el testigo las variaciones paleoseculares para los últimos 85 años. La serie de estudios realizados permitió determinar el potencial de esta laguna para este tipo de estudios.

## GEOPAL-24 CARTEL

### PETROMAGNETIC PROPERTIES OF VOLCANIC ROCKS FROM THE SOUTHERN SIERRA MADRE OCCIDENTAL: CHARACTERISTIC BEHAVIOR BY ROCK TYPE RELATION AND ERUPTIVE MECHANISM

Alva Valdivia Luis Manuel<sup>1</sup>, Rivas Sánchez María de la Luz<sup>2</sup> y Urrutia Fucugauchi Jaime<sup>3</sup><sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM<sup>2</sup>Independiente<sup>3</sup>Instituto de Geofísica, UNAM  
lalva@geofisica.unam.mx

Results of a detailed mineralogical and rock magnetic and eruptive mechanisms study of volcanic rocks from the Sierra Madre Occidental (SMO), Mexico are used to investigate on the microstructural, textural, oxidation and domain states and the magnetic mineral composition and concentration. Rock magnetic contrasts are correlated to lithology and emplacement modes alteration records. The SMO is a thick continental arc related to the subduction of the Farallon plate beneath North America resulting in widespread Cretaceous to Cenozoic magmatic and tectonic activity. 97 rock samples (rhyolitic welded tuff (ignimbrites), crystalline tuffs, basalts and rhyolites) were drilled from 12 paleomagnetic sites at the southern part of the SMO. A detailed microscopy study, transparent and opaque minerals, was conducted mainly on the rocks placed during two pulses in the Oligocene (ca. 32–28 Ma) and Early Miocene (ca. 24–20 Ma). Natural remanent magnetization (NRM) vs. magnetic susceptibility, density plots, Curie temperature and hysteresis plus FORC analyses are indicative of mixed titanohematite (TH) and titanomagnetite (TM) with distinct level of oxidation degree and textures. The petrographic and opaque mineral characterization, and their correspondence with rock magnetic properties are used to propose a slightly modified geological evolution and to know the probable eruptive mechanisms that formed these volcanic rocks.

## GEOPAL-25 CARTEL

### DATACIÓN MAGNÉTICA DE ROCAS VOLCÁNICAS FORMADAS DURANTE EL HOLOCENO: CASO DE FLUJOS DE LAVA ALREDEDOR DEL LAGO DE PÁTZCUARO (CAMPO VOLCANICO MICHOACAN GUANAJUATO, MEXICO)

García Quintana Alejandro<sup>1</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>2</sup> y Morales Juan<sup>3</sup><sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional (ESIA Ticomán), Distrito Federal, México.<sup>2</sup>IGUM, UNAM<sup>3</sup>IGUM, UNAM

alexgarciaquintana@yahoo.com.mx

El Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG) contiene un gran número de aparatos volcánicos de edad reciente. Se realizó un estudio la variación paleosecular de campo geomagnético para el sector SE-SW del Lago de Pátzcuaro, para poder aportar información que permita estudiar el comportamiento del mismo en un intervalo de edad de 14,000 años a.C. hasta el presente. Por medio del método de predicción del Campo Magnético Terrestre de Pavón-Carrasco et al. (2014), se analizaron cuatro flujos correspondientes al mismo número de estructuras volcánicas así como sus posibles rangos de edad.

## GEOPAL-26 CARTEL

### ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO Y DE PALEOINTENSIDAD EN UNA SECUENCIA PLIOCÉNICA DE LAVAS BASÁLTICAS EN EL CÁUCASO MENOR, GEORGIA.

Caccavari Garza Ana<sup>1</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>1</sup>, Calvo-Rathert Manuel<sup>2</sup>, Morales Juan<sup>1</sup>,  
Cervantes Miguel<sup>1</sup>, Vashakidze Goga<sup>3</sup>, Huaiyu He<sup>4</sup>, Lebedev Alexander<sup>5</sup> y Vegas Néstor<sup>6</sup><sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM<sup>2</sup>Universidad de Burgos<sup>3</sup>Institute of Geology, I. Javakishvili Tbilisi State University<sup>4</sup>Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences<sup>5</sup>Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry Russian Academy of Sciences<sup>6</sup>Universidad del País Vasco

anavari@gmail.com

Se presentan los resultados de paleointensidad y paleomagnetismo, en una secuencia pleistocena de 39 flujos de lava consecutivos ubicados en la Meseta de Djavakheti, en el Cáucaso Menor, en Georgia. Datos paleomagnéticos y especialmente de paleointensidad durante las transiciones son escasos en general, y cabe destacar que en esta zona en particular. La zona del Cáucaso, al pertenecer al cinturón Alpino, representa una de las zonas de convergencia entre placas más grandes del planeta, derivando en una intensa actividad tectónica y volcánica, pese al interés que esto representa, la cantidad de estudios paleomagnéticos y de paleointensidad en la zona son escasos. El presente trabajo busca ser una contribución en el estudio de las variaciones del campo magnético, mediante el estudio de una secuencia de lava volcánica en una zona poco estudiada. Basados en trabajos previos (Lebedev et al., 2008, Caccavari et al., 2014), realizados en la secuencia, se plantean dos posibilidades para la formación de dicha secuencia: los 36 flujos de la parte inferior de la secuencia deben haberse emitido durante

entre los cronos de polaridad normal Reunión y Olduvai, y la parte superior de la secuencia, formada por tres flujos, después del cron Olduvai, o, por otro lado, existe la posibilidad de que la secuencia completa haya sido emitida en un periodo muy corto de tiempo entre el cron Olduvai y 1.73+ 0.03 Ma. Los experimentos de paleointensidad se realizaron utilizando el método de doble calentamiento tipo Thellier, obteniendo un total de 46 determinaciones satisfactorias, de las 92 muestras medidas. La selección de las muestras se realizó basándose principalmente en muestras con magnetización remanente univectorial, estabilidad térmica y el tamaño de dominio de las muestras. Los valores medios de paleointensidad de los flujos, varían entre  $16 \pm 7.3$  a  $56.7 \pm 15.8$   $\mu\text{T}$ , y sus correspondientes momentos virtuales dipolares tienen un rango entre  $2.25 \pm 1.03$  a  $8.44 \pm 2.71 \times 10^{22}$  Am<sup>2</sup>. Dos flujos arrojan valores de paleointensidad muy bajos, lo que sugiere que están asociados a un régimen transicional, pese a que en el registro direccional no se observa este cambio de régimen, pudiéndose esto explicarse, considerando que los cambios de polaridad se observan primero en la disminución de la intensidad y posteriormente en las direcciones paleomagnéticas. Estos flujos se encuentran cerca de una posible discontinuidad en la secuencia, lo que sugiere el inicio de la transición Matuyama-Olduvai. Esto soporta la teoría de un gran hiato en la actividad volcánica después de la emisión de los 36 flujos de la parte inferior de la secuencia. Se compararon los momentos virtuales dipolares obtenidos en el presente trabajo, con otros obtenidos en la misma región y con edades similares, observando que ambos arrojan valores similares.

#### GEOPAL-27 CARTEL

### PALEOMAGNETISMO Y MAGNETISMO DE ROCAS EN EL ARCO CRETÁCICO Y CINTURÓN OFIOLÍTICO DE CUBA, PORCIÓN CENTRO-ORIENTE (CAMAGÜEY Y MOA): IMPLICACIONES EN LA EVOLUCIÓN TECTÓNICA DEL CARIBE

García-Amador Bernardo Ignacio<sup>1</sup>, Alva Valdivia Luis Manuel<sup>2</sup>, Urrutia Fucugauchi Jaime<sup>2</sup>, Fundora-Granda Manuel J.<sup>3</sup>, Batista Rodríguez José Alberto<sup>4</sup> y González-Rangel José Antonio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>2</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>3</sup>Instituto de Geofísica y Astronomía, La Habana

<sup>4</sup>Escuela Superior de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila  
bernardogiga@geofisica.unam.mx

Los estudios paleomagnéticos en Cuba principalmente se han centrado en el registro geológico de su arco Cretácico en la porción central y noroccidental de la isla, con el fin de entender parte de la evolución tectónica de la región. Sin embargo, poco se ha aportado y entendido de la región centro-oriental de Cuba en donde también afloran rocas del arco Cretácico, así como partes del cinturón ofiolítico cubano. El presente trabajo muestra los resultados paleomagnéticos y de magnetismo de rocas obtenidos en dos áreas de estudio: (1) en la provincia de Camagüey, entre las grandes fallas de La Trocha y Nipe; y (2) en la provincia de Moa, porción sur-oriental de Cuba. Los resultados de la provincia de Camagüey expone los datos paleomagnéticos de 15 sitios (114 núcleos) del arco Cretácico (i.e. rocas volcánicas e intrusivas), que muestran parte de la evolución tectónica del Caribe, marcadas por las diferencias en la paleolatitud y las rotaciones debidas a la deformación intraplaca. Por otro lado, la región de Moa además muestra resultados del magnetismo de rocas de 20 sitios (135 núcleos) realizados en el cinturón ofiolítico, tanto en los gabros bandeados, con presencia de titanomagnetita alterando a titanohematita; así como en las serpentinitas con distintos grados de alteración, en que se observa una alta presencia de magnetita y titanomagnetita (>5%); lo que en conjunto con los resultados paleomagnéticos del arco Cretácico conducen a una interpretación geodinámica que permite reorganizar y mejorar los modelos de evolución tectónica para el Caribe.

#### GEOPAL-28 CARTEL

### EFEECTO DE LA DESMAGNETIZACIÓN POR CAMPOS ALTERNOS EN LA ANISOTROPÍA DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA (AMS) DE LA SECCIÓN DE IMPACTITAS DEL POZO YAXCOPOIL-1 DEL CRÁTER CHICXULUB

Velasco-Villarreal Miriam y Urrutia Fucugauchi Jaime  
Instituto de Geofísica, UNAM  
fatima\_miriam@hotmail.com

La AMS permite reconocer la fábrica magnética e identificar las contribuciones de las diferentes fracciones minerales de la roca, imperando la señal ferromagnética. Actualmente se está usando para caracterizar la litología de cráteres de impacto, en este caso las impactitas del cráter Chicxulub, formadas hace 66Ma en el límite K-Pg, sobre la plataforma carbonatada de Yucatán; son el resultado de gigantescas presiones y temperaturas además de altas energías que generan la fundición, brechamiento y fracturamiento del material del lugar de choque así como del bólide. El material de impacto resultante es heterogéneo, con brechas incorporando fragmentos de la plataforma y del basamento cristalino de diferentes profundidades. El pozo Yaxcopoil-1 se encuentra a una distancia radial de ~62km del centro de la estructura, la perforación alcanzó las impactitas a una profundidad de ~795km y la secuencia tiene una profundidad de 100m. Las brechas están compuestas de carbonatos, clastos del basamento y melt, dentro de una matriz rica en melt y rica en

carbonatos, representando la heterogeneidad del material; las impactitas han sido divididas en 6 unidades: (1) USS, suevita superior seleccionada, (2) LSS, suevita inferior seleccionada, (3) US, suevita superior, (4) MS, suevita media, (5) BMR, roca fundida de impacto brechada y (6) LS, suevita inferior. De los parámetros de AMS, los elegidos para este análisis fueron la susceptibilidad (k), el grado de anisotropía corregida (Pj) y el parámetro de forma (T); también se analizó la magnetización natural remanente (NRM) aunque ésta no es un parámetro de AMS. Durante la desmagnetización por campos alternos la k presenta un comportamiento muy variable con tendencia ascendente y casi todos los especímenes muestran un notorio pequeño decremento en las ~80mT. T, presenta un comportamiento, variable. La mitad de las muestras analizadas se mantienen en la zona oblada o prolada, mientras la otra mitad cambian de la zona positiva a la negativa de T. Pj presenta un comportamiento regular y se forman dos grupos: uno, que corresponde con los especímenes de la unidad 5 y 6; el segundo, con valores menores de Pj, correspondiente a las unidades 3 y 4. La NRM, en general, muestra un comportamiento decreciente desde el inicio del tratamiento, y también se divide en dos grupos, los especímenes pertenecientes a las unidades 3 y 4 muestran valores mas altos al inicio del procedimiento entre (-0.1, ~-1 A/m), mientras los de las unidades 5 y 6 tienen valores menores (~0.006, 0.018 A/m). Las proyecciones estereográficas muestran que los ejes de susceptibilidad principal muestran cambios en relación a sus posiciones iniciales durante el tratamiento. En el diagrama de Pj vs. T, se observa que durante el tratamiento las muestras analizadas se mantienen en la zona positiva, es decir con una fábrica oblada, otras con fábrica prolada; el comportamiento de Pj es variable y en algunas muestra disminuye y también éste se estaciona en los mismos valores a diferentes campos aplicados, en las demás se observan el paso de la zona prolada a oblada.

#### GEOPAL-29 CARTEL

### MAGNETIC STUDIES IN COASTAL PALEOSEISMOLOGY, MEXICAN PACIFIC COAST

Cerný Jan<sup>1</sup>, Ramírez-Herrera María-Teresa<sup>2</sup>, Bógalo María

Felicidad<sup>3</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>4</sup>, Castillo-Aja Rocío<sup>5</sup> y Morales Juan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Masaryk University, Brno, Czech Republic

<sup>2</sup>Departamento de Geografía Física, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Mexico City, Mexico

<sup>3</sup>Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, Burgos, Spain

<sup>4</sup>Laboratorio Interinstitucional De Magnetismo Natural, Instituto De Geofísica, Universidad Nacional Autónoma De México - Campus Morelia, Michoacán, Mexico  
176111@mail.muni.cz

Subduction zone earthquakes can generate abrupt vertical movement of the seafloor or submarine landslide. Both can produce a tsunami wave that can hit coastal areas. Such waves transport material which is usually deposited on flat plains and in topographic depressions on the coast. From this point of view, lagoons are ideal environments where tsunami deposits can be preserved. The studied sites were situated in lagoons on the active Mexican continental margin, where both storm and tsunami inundations can occur. Recently, the potential of magnetic proxies in marine inundation deposits studies is still under consideration and there are some methodological difficulties. Our most recent results showed that: 1) magnetic studies may be useful to determine what material was the main source of magnetic minerals in sediments; 2) AMS can help to distinguish different hydrodynamical environments related to different layers; 3) primary sedimentary fabric in fine-grained lagoon sediments such clays may have developed lateral imbrication; 4) the lateral variability of AMS parameters can be significant and a test of horizontal variability in sedimentary beds should be performed before final interpretations.

#### GEOPAL-30 CARTEL

### IDENTIFICACIÓN DE MINERALES OPACOS Y SUS PROPIEDADES MAGNÉTICAS

Valladares Almazán Jovanny<sup>1</sup> y Alva Valdivia Luis Manuel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero, UAGRO

<sup>2</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica - UNAM  
jva\_391@hotmail.com

Se realizó la caracterización de un total de 21 muestras de diferentes minerales opacos por medio de sus propiedades ópticas (minerografía) y magnéticas. Estas muestras fueron facilitadas por el Museo de Geología de la UNAM. Se realizaron secciones pulidas para describir sus propiedades ópticas a través de luz reflejada en el microscopio minerográfico, así como análisis de propiedades magnéticas, tales como: histéresis magnética, curvas termomagnéticas (susceptibilidad magnética vs. temperatura), curvas de adquisición remanente isoterma (IRM), definición de la coercitividad de remanencia y curvas de inversión de primer orden (FORC). Las curvas termomagnéticas nos permitieron separar los minerales en dos diferentes grupos, aquellos que sufren cambios en su estructura y aquellos que no sufren cambios, estos asociados a cambios en las fases mineralógicas. Los ciclos de histéresis e IRM nos permitieron separarlos en tres grupos: los de comportamiento diamagnético, paramagnético y ferromagnético. También es posible inferir los tipos de dominio magnético de los minerales portadores de la magnetización. Esto último soportado también por los resultados de los diagramas de FORC, según se presenten las densidades en los contornos. Finalmente, se creó un copilado de las muestras de minerales con sus respectivas descripciones e imágenes, de cada uno



de los análisis realizados. La conclusión principal es que las propiedades magnéticas de están controladas por la presencia/ausencia de material ferromagnético dentro de la paragénesis mineral. En el caso de existir un mineral ferromagnético, aún en cantidades ínfimas, éste es responsable de la respuesta magnética, y no el mineral principal de la asociación.