

Sesión Especial

**AVANCES RECIENTES EN  
PALEOMAGNETISMO Y  
PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE  
ROCAS - 5TO ANIVERSARIO DE  
LABORATIO INTERINSTITUCIONAL  
DE MAGNETISMO NATURAL**

Organizadores:

Bertha Aguilar Reyes  
Juan Morales Contreras  
José Rosas Elguera  
Isabel Israde  
Rafael Maciel  
Cecilia Caballero  
Manuel Calvo Rathert

SE10-1

### ANISOTROPY OF MAGNETIC SUSCEPTIBILITY AND MAGNETIC PROPERTIES OF OBSIDIANS: VOLCANIC IMPLICATIONS

Cañón Tapia Edgardo y Cárdenas Karla  
División de Ciencias de la Tierra, CICESE  
ecanon@cicese.mx

The anisotropy of magnetic susceptibility (AMS), hysteresis and thermomagnetic curves of two sets of obsidians with contrasting bulk compositions are reported in this work. The cooling and deformation history of one of those obsidians is perfectly known, as these specimens were produced in the laboratory using material from a basaltic lava flow. The other samples are occurrences of a more silicic composition, and for which the AMS has been documented to have a close relationship with the distribution of microlites. The results of our measurements indicate that although the deformation and cooling histories of the lava might influence the exact composition of the ferromagnetic fraction, the relationship between the AMS and the deformation history does not seem to be altered. Furthermore, the results of this work indicate that the AMS can be associated to a population of ferromagnetic minerals of a submicroscopic size, despite of which it can be very well defined and yield large degrees of anisotropy. It is suggested that the AMS associated to such population of small grains might indeed be the origin of the AMS of other igneous rocks that have an optically observable fraction of mineral grains, although until present it had been overlooked in most instances. Use of tests designed to identify the contribution of a superparamagnetic fraction (SP) in the magnetic properties of a rock can help us to identify the presence of such a SP-related AMS in other cases.

SE10-2

### JURASSIC-LOWER CRETACEOUS RECONSTRUCTION OF THE NW MARGIN OF SOUTH AMERICA: PALEOMAGNETIC INSIGHTS

Bayona Germán<sup>1</sup>, Nova Giovanni<sup>1</sup>, Montaña Paola<sup>1</sup>, Rapalini  
Augusto<sup>2</sup>, Cardona Agustín<sup>3</sup>, Montes Camilo<sup>4</sup> y Vasquez Mónica<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ARES

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires, Argentina

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Medellín, Colombia, ARES

<sup>4</sup>Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, ARES

gbayona@cgares.org

Two different assemblages of Jurassic rocks, a westward domain of magmatic origin and an eastern domain of sedimentary origin with minor magmatic activity, are presently juxtaposed in the Andes of northern Peru, Ecuador, Colombia and Venezuela. In contrast, Lower Cretaceous siliciclastic and carbonate strata cover uniformly these different Jurassic provinces in Colombia and Venezuela Andes. We use paleomagnetic techniques to investigate whether the magmatic arc of the western domain was located at the same paleo-latitude of the sedimentary rocks of the eastern domain in Jurassic and early Cretaceous time. We evaluate the results of more than 161 paleomagnetic sites of lower-middle Jurassic rocks and 80 paleomagnetic sites of Cretaceous rocks carried out in the last 40 years by several authors and our work in Colombia and Venezuela.

Paleomagnetic data indicate that middle Jurassic magmatic rocks from the western domain of Colombia (Putumayo-Central Cordillera- San Lucas Range-Santa Marta massif and adjacent Magdalena-Cesar and Rancheria basins; 59 sites) and sedimentary of the southern Eastern domain (middle Jurassic rocks of the Eastern Cordillera; 5 sites) originated in southern latitudes (northern Peru), whereas Lower Cretaceous paleomagnetic data (41 sites) indicate an equatorial position. Declination data constrain localized vertical-axis rotations.

In contrast, the paleo-latitudinal location of northern ranges of the eastern domain (Merida Andes, Perija Range and Cosinas Range) indicate that Jurassic volcanoclastic and siliciclastic strata (97 sites) and Lower Cretaceous strata (41 sites) accumulated more likely in northern paleo-latitudes, with slightly higher latitudes in middle Jurassic time and equatorial latitudes in Early Cretaceous time. Declination values of the Santa Marta massif (western domain), Perijá and Cosinas ranges (eastern domain), document a regional clockwise rotation of the Maracaibo microplate and the Guajira Range, but with significant variation among ranges.

Our preliminary interpretation leads us to propose a paleo-suture in late Jurassic time. Lower-middle Jurassic magmatic arc related to subduction in the north-central margin of the South America plate had a linear trend; a significant decrease of magmatic activity along this margin in late Jurassic time is associated with the relative northward migration of a fragment of this magmatic belt in late Jurassic. This along-margin movement of terranes, supported by paleomagnetic data and decrease of magmatic activity, explains the juxtaposition of two northward-oriented middle Jurassic magmatic belts in the Colombian Andes (Central Cordillera-Santander massif), and the NE-striking Merida graben. The middle Jurassic extensional basins and associated magmatic arcs in the northernmost South America plate and amalgamated Mexican terranes were more dispersed, in contrast to the linear trend proposed farther south. The relative southward migration of northern ranges in late

Jurassic is associated with the development of the proto-Caribbean plate that separated Mexican and Colombian terranes, which were formerly amalgamated during the Pangea collision.

This hypothesis of upper Jurassic paleo-suture is tested with other techniques, like comparison of geochemistry signature of the magmatic arcs of the western and eastern domains, geochronological data of plutonic, volcanic and sedimentary rocks, and affinity of ammonites documented in Peru, Colombia and Mexico.

SE10-3

### AN UPDATED PALEOMAGNETIC TEST OF THE PATAGONIAN OROCLINE

Rapalini Augusto Ernesto<sup>1</sup>, Peroni Javier<sup>2</sup>, Luppo Tomás<sup>1</sup>,  
Tassone Alejandro<sup>1</sup>, Lippai Horacio<sup>1</sup> y Vilas Juan Francisco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y  
Ambientales de Buenos Aires, IGEBA, Argentina

<sup>2</sup>Servicio Geológico y Minero Argentino, SEGEMAR, Argentina  
rapalini@gl.fcen.uba.ar

The southern Andes show a major bending at the southern tip of South America, where the Fuegian Cordillera shows a nearly E-W trend. This curvature is widely known as the Patagonian Orocline and whether this is a primary or secondary feature remains controversial. Paleomagnetism is a powerful tool to determine the primary or secondary origin of curved orogens. Paleomagnetic data along the Patagonian Orocline are still scarce to provide a reliable and unambiguous answer to this question. New paleomagnetic results on Late Jurassic to Late Cretaceous magmatic units along the Fuegian Cordillera of Argentina and Chile are reported. Five sites on Late Jurassic-Early Cretaceous metabasalts and metagabbros of the Lemaire Formation showed a post-tectonic characteristic remanence with significant counterclockwise rotations (26-50°) in four of them. Paleomagnetic data from a Late Cretaceous dacite and three small intrusions (the Jeujepén, Krank and Santa Rosa plutons) also showed ccw declination anomalies between 28° and 35°. A small area of the latter, affected by an E-W sinistral strike-slip fault, presented much larger declination anomalies indicating the presence of a local tectonic rotation. From these and previous data a picture of a nearly homogeneous post-Late Cretaceous regional rotation of the Fuegian Cordillera is suggested. This supports a model of nearly 30° of ccw secondary bending of the Patagonian Orocline since the latest Cretaceous (72 Ma). Occasional larger declination anomalies are likely related to local rotations associated to strike-slip tectonics.

SE10-4

### THE APPARENT POLAR WANDER PATH MESS, AND WHY NOT DISCARD THE RED BED DATA YET

Molina Garza Roberto  
Centro de Geociencias, UNAM  
rmolina@geociencias.unam.mx

Apparent polar wander paths (APWPs) have been key to validate paleogeographic reconstructions, as well as quantifying terrane and block rotations or displacements. Constructing APW paths is a contentious issue, with controversy arising from data selection, use of time scale, form of averaging poles, and plate kinematics assumptions. More recently two additional considerations have been included in this discussion: the claim that most (if not all) paleomagnetic records in sedimentary rocks are biased by inclination shallowing, and the use of "imported" poles from other plates (disregarding plate reconstruction uncertainties). We present an evaluation of igneous-rock-based APWP for North America based on a global database, and demonstrate that its use leads to insurmountable problems. For instance, at face value this APW path would indicate about 850 km of latitudinal displacement of the southern Arizona Corral Canyon locality since the Middle Jurassic, or 1200 km for correlative rocks in Sonora; both are not supported by geological constraints. Similarly, the reference pole for earliest Jurassic (~200 Ma) would indicate that eolianites of the Wingate Sandstone in SE Utah and fluvial sandstones of the Moenave Formation in NE Arizona are affected by flattening factor of 0.2 to 0.4. Such high *f* values are unrealistic for sandstone-dominated facies. Analysis of sample distributions in those rocks cannot support *f* values smaller than 0.6. The claim that most redbed records are affected by inclination shallowing is based on a particular secular variation model, which assumes a smooth latitudinal dependence of VGP (virtual geomagnetic pole) dispersion. But this dependence has been recently shown to be an artifact of the directional to pole space transfer function. The ellipticity (elongation) of a directional data distribution has been proposed as the means for identifying inclination shallowing. We show that the viscous, chemical and detrital magnetizations in redbeds all result in elongations below that predicted by the *E/I* method, but this do not indicate that samples were subjected to inclination shallowing.

SE10-5

### ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO DE LOS BASALTOS DE LA PROVINCIA MAGMÁTICA DE PARANÁ, AMÉRICA DEL SUR: IMPLICACIONES GEOMAGNÉTICAS Y GEODINÁMICAS

Cervantes Solano Miguel Angel<sup>1</sup>, Gogichaisvili Avto<sup>2</sup>, Sánchez Bettucci Leda<sup>3</sup>,  
Mena Mabel<sup>4</sup>, Trindade Ricardo<sup>5</sup>, Aguilar Reyes Bertha<sup>2</sup> y Morales Contreras Juan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores, Campus Morelia

<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, UNAM

<sup>3</sup>Universidad de la República, Uruguay

<sup>4</sup>Universidad de Buenos Aires, Argentina

<sup>5</sup>Universidad de São Paulo, Brasil

miguel\_cervantes@comunidad.unam.mx

Actualmente se piensa que las inversiones de polaridad geomagnética ocurren espontáneamente como resultado de la acción normal de dinamo más que por un efecto externo. Si este es el caso, es de esperar que en los periodos en los que la frecuencia de las inversiones geomagnéticas sea sustancialmente diferente, dichos periodos se caractericen por diferentes formas de variación secular. Dos de estos periodos fueron el Súper Cron Normal Cretácico (CNS: 84-125 Ma) cuando el campo se encontraba predominantemente en un estado de polaridad y el período Jurásico (145-200Ma) cuando las inversiones se presentaron en una rapidez promedio de 4.6 Ma<sup>-1</sup> Ma. Sin embargo, aún no hay información disponible de los regímenes intermedios, a pesar de los incrementos recientes en cantidad y calidad de los datos paleomagnéticos, no todos son confiables y su distribución geográfica es muy escasa, esto se hace más evidente cuando se habla del hemisferio sur. En el siguiente trabajo se reportan los resultados de un estudio paleomagnético y de magnetismo de rocas realizado a distintas formaciones geológicas pertenecientes a la Provincia Magmática de Paraná (PMP) con la finalidad de establecer posiciones más precisas de los polos paleomagnéticos estables de América del Sur y contribuir al estudio de la variación paleosecular del campo magnético de la Tierra durante el Cretácico temprano, el estudio consiste en el análisis de muestras recolectadas en las siguientes formaciones, la Formación Posadas en Misiones Argentina, la Formación Arapey en Uruguay y la Formación Alto Paraguay.

Considerando en conjunto a estas tres formaciones, se puede afirmar que, en promedio, los polos paleomagnéticos encontrados concuerdan con los polos reportados anteriormente para la Provincia Magmática de Paraná. Por otro lado, las posiciones de los polos paleomagnéticos son diferentes a los esperados por las reconstrucciones realizadas a partir de la posición del Hotspot lo cual puede deberse a un evento de real deriva polar, al movimiento del Hotspot, a rotaciones tectónicas locales no identificadas o a un muestreo insuficiente para descartar la variación paleosecular. Los resultados del análisis de la variación secular nos sugieren un estilo diferente de variación secular durante y justo antes del Supercron Normal Cretácico, lo que apoya la afirmación de que existe una relación entre la variación paleosecular y la frecuencia de las inversiones geomagnéticas.

SE10-6

### ROCK-MAGNETIC AND PALEOMAGNETIC STUDIES ON SEDIMENTS FROM LAGUNA CHALTEL (PATAGONIA, ARGENTINA)

Gogorza Claudia<sup>1,2</sup>, Irzuruz María<sup>1,2</sup>, Sinito Ana<sup>1,2</sup>, Palermo  
Pedro<sup>1</sup>, Fey Michael<sup>3</sup>, Ohlendorf Christian<sup>3</sup> y Zolitschka Bernd<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física Arroyo Seco, UNCPBA, Argentina

<sup>2</sup>CONICET, Argentina

<sup>3</sup>GEOPOLAR, Institute of Geography, University of Bremen, Germany  
cgogorza@exa.unicen.edu.ar

We have performed paleomagnetic and rock magnetic studies on four short sediment cores from Lake Chaltel (Patagonia, Argentina) (49°57'S 71°06'W). Measurements of intensity and directions of Natural Remanent Magnetization (NRM), magnetic susceptibility (k), isothermal remanent magnetization, saturation isothermal remanent magnetization (SIRM), back field and anhysteretic remanent magnetization at 100 mT (ARM100mT) were performed and several associated parameters calculated (ARM100mT/k and SIRM/ ARM100mT). Also, as a first estimate of relative magnetic grain-size variations, the median destructive field of the NRM (MDFNRM), was determined. Stability of the NRM was investigated by alternating-field demagnetization (AF). Most of the samples show no systematic change in the direction of their remanent magnetization during AF demagnetization; few of them have a viscous magnetization, which could easily be removed by AF demagnetization at about 10 mT. Rock magnetic properties document that the main carriers of magnetization are ferrimagnetic minerals, predominantly pseudo-single domain magnetite. A total of nine samples was dated by AMS 14C techniques at the Pozna# Radiocarbon Laboratory, Poland. Radiocarbon ages were calibrated with the southern hemisphere calibration curve (SHCal04, McCormac et al., 2004) using the software CALIB 5.0.1 (Stuiver and Reimer, 1993; Stuiver et al., 2005) and are given as calibrated years before present (cal. BP). A basal age of 4616 cal. BP is obtained for the core CHA-04-4. The NRM as well as declination and inclination logs of the characteristic remanent magnetization for all samples

as function of calibrated ages were obtained. The new paleomagnetic inclination and declination record from Lake Chaltel since 4700 cal. BP is compared with the closest available records, including lacustrine records from further north in Argentina (lakes El Trébol, Moreno and Escondido) and Laguna Potrok Aike.

Our new results represent a step forward in constructing a reference PSV curve for SW of Argentina that can be used to date sedimentary sequences. These results can also be used to improve the reliability and accuracy of global geomagnetic field models.

SE10-7

### CAMPO GEOMAGNÉTICO PROMEDIADO EN EL TIEMPO, VARIACIÓN SECULAR Y CORRELACIÓN MAGNETOESTRATIGRÁFICA EN FLUJOS DE LAVAS DEL PLIOCENO - RECIENTE DEL SUR-OCCIDENTE DE COLOMBIA

Sánchez Duque Alexander<sup>1,2</sup>, Mejía V.<sup>3</sup>, Opdyke  
N. D.<sup>4</sup>, Rosales A.<sup>3</sup>, Torres P.<sup>5</sup> y Pinilla A.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Colombia

<sup>2</sup>LIMNA, UNAM, Campus Morelia

<sup>3</sup>Departamento de Física y Química, Universidad  
Nacional de Colombia, Sede Manizales, Colombia

<sup>4</sup>Department of Geological Sciences, University of Florida, USA

<sup>5</sup>Departamento de Biología, Universidad del Cauca, Colombia

<sup>6</sup>Departamento de Geociencias, Universidad  
Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Colombia

asanchezduq@gmail.com

Cuarenta sitios de edad Plioceno - Reciente, cada uno correspondiente a un flujo de lava, un flujo piroclástico o un domo, pertenecientes a los complejos volcánicos del sur-occidente de los Andes Colombianos (volcanes Puracé, Galeras, Chiles, entre otros), fueron muestreados para realizar estudios del campo geomagnético promediado en el tiempo (TAF por sus siglas en inglés) y de variaciones paleoseculares. Un total de 10 núcleos fueron extraídos por sitio, sometidos en laboratorio a un tratamiento de desmagnetización progresiva por campo alterno (AF) y en algunos casos a un tratamiento adicional de desmagnetización térmica. Se empleó el análisis de componentes principales (PCA) para calcular la dirección (declinación e inclinación) de la magnetización característica (ChRM) de cada núcleo, estadística de Fisher para calcular la dirección media por sitio; 28 sitios (16 con polaridad normal y 12 con inversa), fueron seleccionados para cálculos posteriores según estrictos criterios de calidad de datos. Se encontró que los resultados paleomagnéticos de los sitios en la región sur-occidente de Colombia (D=357.7°; I=7.0°; #95=7.3°, Dispersión de VGPs = 14.0o) coinciden con los modelos más aceptados en la literatura (modelo GAD y modelo G), excepto con el modelo GAD mas pequeña (5%) componente cuadrupolar, modelo con el que se esperaba tener mejor ajuste.

Se tomó la decisión de separar los datos paleomagnéticos obtenidos en dos conjuntos, cada uno correspondiente a un segmento volcánico ubicado en las regiones de Cauca y Nariño -separados geográficamente por la depresión Cauca-Patía y distanciados por lo menos un grado de latitud- para así evaluar el impacto sobre el cálculo de la dirección paleomagnética media regional de las sutiles diferencias entre ambos segmentos y verificar la existencia de algún efecto de la tectónica local. Los resultados paleomagnéticos de los sitios en el área del Cauca (D=1.2°; I=21.0°; #95=9.2°, Dispersión de VGPs = 15.5o) no coinciden con alguno de los modelos (GAD, GAD mas pequeña (5%) componente cuadrupolar y modelo G), mientras que el análisis de los sitios localizados en el área de Nariño (D=355.6°; I=-2.2°; #95=8.5°, Dispersión de VGPs = 13.5o) coincide con dichos modelos. El valor alto de la inclinación calculada en Cauca, sugiere que el área fue afectada por movimientos tectónicos de basculamiento. Para ambas regiones se elaboró una correlación magnetoestratigráfica que incluyó la mayoría de los sitios muestreados, encontrándose coincidencia entre la polaridad magnética de las lavas, obtenida en el laboratorio, y la polaridad esperada de acuerdo a la escala de tiempo de polaridad magnética y las edades reportadas en la literatura.

SE10-8

### ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO INTEGRAL DE LOS FLUJOS DE LAVA ASOCIADOS AL CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN GUANAJUATO

Maciel Peña Rafael<sup>1</sup>, Gogichavishvili Avto<sup>2</sup>, Henry Bernard<sup>3</sup>,  
Sánchez Bettucci Leda<sup>1</sup>, Aguilar Reyes Bertha<sup>2</sup> y Morales Juan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Sede Tacambaro, Departamento de Geociencias, ITST

<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

<sup>3</sup>Laboratoire de Paleomagnetisme, Institut de Physique de Globe de Paris, Francia

<sup>4</sup>Facultad de Ciencias, Instituto de Geología y  
Paleontología, Universidad de la República, Uruguay  
rafaelmaci@hotmmail.com

Detalles de registros paleomagnéticos permiten observar las variaciones remotamente la actividad del centro de la Tierra en diferentes escalas de tiempo. Por otro lado los estudios de variación paleosecular (PSV, por sus siglas en inglés) y campo promediado en tiempo (TAF) están siendo considerados como un factores decisivos para precisar la descripción de las fluctuaciones del campo magnético de la tierra. El TAF evidencia los desvíos del dipolo geocéntrico axial (GAD). La iniciativa del TAF comenzó con crear una base de datos de observaciones geomagnéticas para los últimos 5 Ma. El análisis de esta nueva generación de resultados paleomagnéticos muestra que los datos a bajas latitudes pueden ser más dispersos que los de altas latitudes. Este punto depende de manera crítica sobre un conjunto de datos de latitud cercana a los 20°N. Muchos registros paleomagnéticos de la Faja Volcánica transmexicana muestra una dispersión relativamente alta y evidencia de rotaciones tectónicas (principalmente en sentido contrario a las manecillas del reloj, de 10° a 20°) lo cual hace difícil concluir acerca de la variación de la campo magnético de la Tierra. En este trabajo se presenta nuevos resultados paleomagnéticos de 73 unidades de enfriamiento independientes pertenecientes al Campo Volcánico Michoacán Guanajuato (CVMG) en el oeste de México. La mayoría de los sitios están fechados por el método radiométrico de Ar-Ar y K-Ar y las edades van desde 5 Ma hasta la actualidad.

SE10-9

### IRON MINERALS NEAR THE EARTH'S SURFACE: SOME KNOWN KNOWNS, SOME UNKNOWN UNKNOWNNS!

Banerjee Subir<sup>1</sup>, Lee Penn R.<sup>2</sup> y Berquo Thelma S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute for Rock Magnetism, University of Minnesota, USA

<sup>2</sup>Department of Chemistry, University of Minnesota, USA

<sup>3</sup>Department of Physics, Concordia University, USA

banerjee@umn.edu

In paleo- and rock magnetism the most common iron minerals in the sedimentary carapace are magnetite, maghemite and hematite and their titanium and aluminium substituted compounds. These are the 'known knowns', meaning that both the sources of their magnetization and the explanation of their presence are known to us, with minor qualifications. Therefore, the presence or absence of them can be easily detected by magnetic methods and interpreted with confidence as signatures of past geological events. These can therefore be called 'known knowns', even though recent research has emphasized the complexities introduced by order disorder phenomena in titanium substituted hematites.

In this talk, I will focus on the 'unknown unknowns': certain iron oxides, oxyhydroxides, carbonates, sulfides and even phosphates. They are frequently found in micrometer or nanometer sizes in soils and in sediments from lakes, karst regions, dust deposits and ocean basins. I would claim that not all their magnetizations and their variations with size, doping, crystal structures, and inter-particle interactions need much new research. Only then can we hope to remove the appellation of 'unknown'. Secondly, because these iron minerals often occur in diverse settings, some of them common but others not, we have to admit that their true worth as 'signatures' of environmental and climate changes can be another 'unknown'. Hence the reference to 'unknown unknowns' in the title here.

SE10-10

### DEFECT MOMENT AND MAGNETIC MEMORY IN HEMATITE

Özdemir Özden

Chemical and Physical Sciences, University of Toronto, Canada  
ozdemir@physics.utoronto.ca

Saturation isothermal remanent magnetization has been studied on submicron hematites and natural hematite single crystals before and after zero-field cycling through the Morin transition (TM). SIRM cooling and warming curves for single-domain crystals are similar to those of multidomain hematites. Both have

similar remanence losses at TM, a similar defect moment below TM, and similar memory. Regardless of grain size, higher SIRM memory ratios are associated with higher defect moments below the Morin transition.

In SD and MD hematites alike, room-temperature magnetic memory seems to be an amplification of residual weak ferromagnetism that persists even at very low temperatures, much below TM. Applying a strong field to initially demagnetized SD and MD hematites at 20 K produced a substantial SIRM, which spontaneously increased by a factor 10-28 upon crossing the transition at TM.

These observations imply that some spins do not participate in the general rotation from the ferromagnetic c-plane to the antiferromagnetic c-axis below TM. The defect moment of these spins serves to restore preferred directions of spins and ferromagnetic domains during zero-field warming through the Morin transition and is thus responsible for the memory phenomenon. We propose that the mechanism of memory is clusters of spins pinned magnetoelastically by lattice defects. These spins rotate only partially out of the basal plane during cooling through TM. Some basal-plane anisotropy, also magnetoelastic in origin, must remain below TM in order to explain the existence of low-temperature SIRM and also to guide spin nuclei into preferred orientations above TM on rewarming through the transition.

SE10-11

### HIGH-TEMPERATURE SUSCEPTIBILITY OF SIZED MAGNETITES AND CRYSTALLINE ROCKS

Dunlop David

Physics Dep't, University of Toronto, Canada  
dunlop@physics.utoronto.ca

The dependence of initial weak-field magnetic susceptibility  $k_0$  on temperature  $T$  is important in identifying magnetic minerals by their phase transitions and in interpreting magnetic anomalies because  $k_0$  tends to increase at high  $T$ , e.g., in the deep crust or uppermost mantle. Both applications depend on the Hopkinson peak in  $k_0$  just below the Curie temperature  $T_C$ , caused by nucleation or unpinning of domain walls in multidomain (MD) grains or by rotation of magnetic moments of single-domain (SD) grains. Self-demagnetization restrains any increase of net magnetization in MD grains but is ineffectual in SD grains. Thus one would expect a large Hopkinson peak in SD materials but little or no peak if domain walls are present.

Experimentally, however, well-defined Hopkinson peaks are not limited to the finest grains. For 1  $\mu\text{m}$  magnetites, the peak is 1.5 times  $k_0$  at room temperature and even 14  $\mu\text{m}$  grains have a peak of 1.25.  $T$ -independent susceptibility is observed only for much larger grains, e.g., 110  $\mu\text{m}$ . This pseudo-single-domain (PSD) behaviour of susceptibility extends the realm of PSD phenomena beyond TRM to short-term induced magnetization. Kappabridge measurements of initial susceptibility  $k_0$  as a function of  $T$  for 9 fractions of crushed natural magnetites (median sizes: 0.6, 1, 3, 6, 9, 14, 20, 110 and 135  $\mu\text{m}$ ) show a progressive increase in the size of the Hopkinson peak as grain size decreases. The trend is sufficiently regular to have potential as a granulometric tool.

To reveal the hidden details of intrinsic susceptibility  $k_i(T)$  in grains of all sizes,  $k_i$  values were generated from measured coercive force  $H_c(T)$  data according to the relation  $k_i H_c \approx 45 \text{ kA/m}$  (Stacey and Banerjee, 1974). Synthetic  $k_0(T)$  data calculated from the standard equation  $k_0(T) = k_i(T) [1 + N k_i(T)]^{-1}$  agreed well with  $k_0(T)$  measurements in both heating and cooling branches for the 14, 110 and 135  $\mu\text{m}$  magnetites, but for sizes  $\approx 6 \mu\text{m}$  observed Hopkinson peaks were smaller than predicted. Although the inverse relation between  $k_i$  and  $H_c$  is verified in general terms, the product of the two parameters seems to decrease at high  $T$  in the finer grains, likely because  $H_c$  is reduced by thermal fluctuations.

Two crystalline rocks, a gabbro and a diabase, combine single-domain (SD)-like Hopkinson peaks and MD flat ramps in their  $k_0(T)$  data. In the diabase, a Hopkinson peak is prominent in separated plagioclase grains, which evidently contain SD or small PSD magnetite, but is masked in whole-rock data. The gabbro has a clear superposition of SD and MD  $k_0(T)$  functions in its whole-rock data, with a normalized Hopkinson peak of 1.35. If oceanic layer-3 gabbros have similar susceptibility enhancement at 500°C and above, their role as magnetic anomaly sources could be greater than room-temperature  $k_0$  measurements on dredged or fault-uplifted samples would suggest.

SE10-12

### CONTINUOUS THERMAL DEMAGNETIZATION OF BASALT CONTAINING TITANOMAGHEMITE

Coe Robert<sup>1</sup>, Le Goff Maxime<sup>2</sup> y Petersen Nikolai<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Earth and Planetary Sciences, UCSC

<sup>2</sup>Institut de Physique du Globe de Paris

<sup>3</sup>Earth and Environmental Sciences, LMU, Munich  
rco@pmc.ucsc.edu

Continuous thermal demagnetization of basalt samples containing titanomaghemite sometimes reveals the primary direction of remanence

when conventional demagnetization fails to do so. The reason is that when titanomaghemite inverts to magnetite plus ilmenite during heating, raising its blocking temperature, it may preserve its direction of remanent magnetization while. If low-unblocking temperature natural remanent magnetization is a secondary component and is promoted to higher unblocking temperatures that are comparable with those of the primary remanence, then further thermal demagnetization will not separate the two components. In basalts initiation of inversion is typically detected somewhere between 200 and 400 C and, because titanomaghemite is metastable, inversion cannot be suppressed by heating in an inert atmosphere or vacuum. The rate of inversion, however, depends on time as well as temperature. The advantage of continuous thermal demagnetization is that the sample spends much less time at temperature than in conventional thermal demagnetization, and so may demagnetize the secondary component before its unblocking temperatures intermingle with those of the primary component. We report here results of continuous thermal demagnetization 0.7 cc cylindrical samples of Miocene Lovejoy and Steens basalt samples from the western U.S. using the Triaxe vibrating sample magnetometer system of Le Goff and Gallet, (EPSL 229, 31– 43, 2004). Magnetization was measured at temperature so demagnetization was accomplished very quickly, taking only 10-15 minutes from 200-600 C. Samples with single low Curie temperatures generally yielded similar results in both conventional and continuous thermal demagnetization, but samples with double or a range of Curie temperatures often did not, leading in some cases to dramatically different interpretations of the high-temperature remanence.

SE10-13

**STUDY OF OVERLAPPED DIACHRONOUS DIAGENETIC EVENTS,  
IN A STRATIGRAPHIC SECTION FROM THE LLANOS FORELAND  
BASIN (COLOMBIA), USING A NEURO FUZZY LOGIC ALGORITHM  
APPLIED TO ROCK MAGNETIC AND PETROPHYSICAL DATA**

Vincenzo Costanzo<sup>1</sup>, Aldana Milagrosa<sup>1</sup>, Bayona  
Germán<sup>2</sup>, López Rodríguez Diego<sup>3</sup> y Camacho Victoria<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

<sup>2</sup>Corporación Geológica Ares, Bogotá, Colombia

<sup>3</sup>Laboratorio de Física Teórica de Sólidos, Escuela de Física,  
Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela

vcosta@usb.ve

In order to quantify the contribution of overlapped early and late diagenetic events that might have affected the magnetic signature of a stratigraphic sequence at the Llanos foreland basin (Colombia), we applied a hybrid adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS) to rock magnetic and petrophysical data. For the ANFIS tests we used experimental S-ratios as output variables whereas k, SIRM/k and Vsh (calculated from gamma ray data) were used as input variables. These tests were performed throughout a 512 meters sedimentary section (100 samples) that includes part of the Miocene lower Guayabo and the upper León formations, of the stratigraphic well Saltarin 1A. The interpretation of the ANFIS results was also complemented with rock magnetic evidence derived from the analysis of thermomagnetic and low temperature susceptibility measurements, scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive X-ray (EDX) and isothermal remanent magnetization (IRM) acquisition curves of some selected samples. ANFIS tests that used 50 and 100% of the data available showed that the best inferences are obtained either when a Gaussian membership function is employed with a semilog relationship (logk, SIRM/k, Vsh with 4 fuzzy rules [2,2,1]) or with a direct relationship (k, SIRM/k, Vsh with 4 fuzzy rules [2,3,1]) respectively. The correlation parameters obtained were RMSE = 0.1147, R2 = 0.6778 and RMSE = 0.1626, R2 = 0.54 in each case. These results seem to indicate that, whereas S-ratios are related to the original redox conditions of the sedimentary paleoenvironments, as well as to the lithological contrasts that are accompanied by variations of distinct types of magnetic minerals and the magnetic grain size distributions, they might have also been obliterated, in about a 50%, by other factors such as hydrocarbon-related late diagenesis. Indeed, in samples from the León formation the presence of pyrrhotite, identified in the rock magnetic experiments, could have resulted from an early diagenesis that took place in a lacustrine environment via sulfate reduction. However, traces of crude oil in samples from the Carbonera formation, and the additional occurrence of hematite and magnetite at the bottom of the Guayabo, León and Carbonera, suggests that a hydrocarbon-mediated late diagenesis could have also had an influence upon the lowermost levels of Saltarin 1A. Thermochemical conditions above a proximal accumulation of crude oils with high sulfur content, would allow the reduction of hematite to secondary magnetite and pyrrhotite. From the rock magnetic evidence alone it appears unclear in what extent pyrrhotite is either a late or a stable early diagenesis magnetic phase in these samples though.

SE10-14

**NANOPARTICLE CHARACTERIZATION STUDIES FORMED  
IN EARTH NATURAL SYSTEMS: TEMPERATURE EFFECT  
IN THE PEÑA COLORADA IRON-ORE DEPOSIT, MEXICO**

Alva Valdivia Luis Manuel y Rivas Sánchez María  
Instituto de Geofísica, UNAM  
lalva@geofisica.unam.mx

The main objective of research on nanoparticles and plans for a near future is perform the identification and specifically characterization of mineral nanostructures in rocks, ores, sediments, soils, biomineralization, atmospheric dust, etc. In this specific case, we have been studying the physico-chemical characterization of the rocks and minerals of the iron-ore deposits, to investigate the effect of temperature changes in these nanoparticles during the rock formation processes, as: magma differentiation (crystallization-nucleation of nano-minerals) and metamorphism. It is clear that the identification and study of nano-minerals in mineral deposits (hydrothermal and sedimentary) is a very useful tool for the knowledge of the mechanisms and environment that provoke the formation of them. We show some results of one of the major iron-ore deposits of Mexico: Peña Colorada, Colima.

SE10-15

**QUANTIFICATION OF MAGNETIC MINERALOGIES:  
IMPLICATION IN THE CHARACTERIZATION OF  
AUTHIGENIC HYDROCARBON RELATED PROCESSES**

Aldana Milagrosa<sup>1</sup>, Costanzo Álvarez Vincenzo<sup>1</sup>, Ramírez  
Keyla<sup>2</sup>, Quijano John<sup>2</sup>, Díaz Marisei<sup>3</sup> y Bayona German<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

<sup>2</sup>Coordinación de Ingeniería Geofísica, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

<sup>3</sup>Centro de Física, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Venezuela

<sup>4</sup>Corporación Geológica Ares, Bogotá, Colombia

maldana@usb.ve

In order to identify and discriminate magnetic authigenesis processes related with hydrocarbon migration, we have determine and quantify the main magnetic phases present at shallow samples from wells at different oil fields applying a Direct Signal Analysis (DSA) of the IRM curves. The samples analyzed correspond to the first 1200 m depth of producer wells at eastern and western Venezuelan oil fields (El Furrial and Guafita) and at the Colombian Llanos foreland basin (Saltarin 1A). At these shallow levels, localized magnetic susceptibility (MS) anomalies, related with hydrocarbon migration, have been detected. Applying the DSA, bar plots showing the relative variation of the amounts of the main magnetic minerals along the studied stratigraphic levels were obtained. Logs of extractable organic matter (EOM) and free radicals concentration on the EOM (OMFRC) were also measured for these samples and integrated with the DSA data. The results suggest different diagenetic processes along the whole sedimentary column of the wells. The relative amounts of magnetite, pyrrhotite, hematite and goethite quantified along the studied profiles, reveals the dominant presence of magnetite in the sediments characterized by the anomaly of relatively high magnetic susceptibility associated with hydrocarbon migration. Nevertheless, the relative mineral proportions vary from well to well and even distinct minerals are observed at these anomalous levels (e.g. presence of pyrrhotite in the Colombia well, that is absent in the Venezuelan ones). These results point to distinct authigenic processes, giving rise to the MS anomalies, as was expected due to the different thermochemical conditions observed at the studied fields. Combined with EOM and OMFRC data, the authigenesis mechanisms were described. Also, a clear relationship between lithology and magnetic mineral assemblages can be deduced from the bar plots. As an example, for the Saltarin 1A well, the bottom of the Guayabo (upper) formation shows hematite and goethite and appears to record a thoroughly documented mid Miocene regression. On the other hand, samples of the León (middle) formation coincides with a paleoenvironmental change from oxidized paleosols to alluvial plains accumulated in reducing conditions, and shows only hematite and goethite. Finally, pyrrhotite appears as an important magnetic mineral in the rest of the vertical succession analyzed for the lower Guayabo, León and Carbonera formations (medium to fine-grained lacustrine mudstones and fluvial-deltaic units). Goethite, in nearly all these samples, must be the latest by-product resulting from the weathering of the earliest magnetic minerals such as pyrrhotite.

SE10-16

### ESTUDIOS PALEOMAGNÉTICOS Y DE MAGNETISMO DE ROCAS EN METEORITOS CONDRIÓTICOS E IMPLICACIONES SOBRE LA EVOLUCIÓN TEMPRANA DEL SISTEMA SOLAR

Urrutia Fucugauchi Jaime<sup>1</sup>, Flores Gutiérrez D.<sup>2</sup>, Pérez Cruz L.<sup>1</sup>,  
Díaz Pérez D. P.<sup>3</sup>, Urrutia Odabachian A.<sup>3</sup> y Linares López C.<sup>1</sup>

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

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

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

juf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Los meteoritos constituyen una de las fuentes de información más importantes para comprender el origen y evolución del sistema solar. Los estudios sobre la composición, estructura y propiedades físicas y químicas proveen nuestra única evidencia directa sobre las etapas iniciales en la nebulosa protoplanetaria. Los meteoritos condrióticos están formados por cóndrulos, inclusiones de calcio y aluminio (CAIs), agregados irregulares blancos, inclusiones negras y una matriz de grano fino de coloración negra. La característica distintiva es la ocurrencia de pequeños esferoides de silicatos, que constituyen los cóndrulos y que presentan texturas características que sugieren enfriamiento rápido a partir de material fundido, semejantes a gotas de magma. En los modelos de formación de meteoritos condrióticos, los cóndrulos representan el material condensado después de la formación de las CAIs, a menor temperatura. El registro paleomagnético de estos meteoritos ha sido analizado para investigar los campos magnéticos en las etapas tempranas de formación del sistema solar. Allende es una condrita carbonácea CV3, oxidada y con hierro en los silicatos y óxidos. En este trabajo se presentan los resultados de estudios micromagnéticos y microestructurales en cóndrulos individuales separados del meteorito Allende. Los datos de histéresis magnética, adquisición de magnetización isoterma y desmagnetización de la magnetización de saturación sugieren la presencia de magnetita de grano fino de dominio pseudo-sencillo. Las gráficas de cocientes de los parámetros de histéresis presentan relaciones con la forma y tamaño de los cóndrulos, en particular los cocientes de magnetización y de coercitividad. La morfología, estructura interna y composición elemental investigadas por microscopía electrónica de transmisión y espectrometría correlacionan con los parámetros magnéticos. Los cóndrulos muestran valores bajos de cocientes de magnetización, entre 0 y 0.22, y de coercitividad, entre 3 y 24 mT. Los valores bajos sugieren que los cóndrulos fueron afectados por alteración y remagnetización, lo cual limita los estudios de paleointensidad para la determinación de campos magnéticos en la nebulosa. Una relación lineal es observada entre los cocientes de magnetización y la coercitividad, para el rango entre 0.17 y 17 mT. Esta relación muestra correlación con los datos microestructurales y la composición, con cóndrulos compuestos mostrando valores altos de histéresis. Los cóndrulos cuyos parámetros salen fuera de la tendencia presentan estructuras y texturas que indican cóndrulos compuestos, fragmentación y alteración. Los análisis de microscopía electrónica y espectrométricos muestran arreglos mineralógicos relacionados al tamaño de cóndrulo, forma y microestructura. Los resultados se analizan en término de sus implicaciones para la evolución de protoplanetesimales y la posible generación de campos magnéticos internos como origen del registro paleomagnético de las condritas carbonáceas.

SE10-17

### MAGNETIC PROPERTIES OF ATMOSPHERIC DUST: REVIEW OF PRESENT STATE OF THE ART

Petrovsky Eduard, Kapicka Ales y Grison Hana  
Department of Geomagnetism, IG ASCR  
edp@ig.cas.cz

Magnetic properties of environmental samples can serve as fast and relatively cheap proxy method to investigate occurrence of iron oxides. These methods are very sensitive in detecting strongly magnetic compounds such as magnetite and maghemite and can reveal concentration and assess grain-size distribution of these minerals. This information can be significant in estimating e.g. the source of pollutants, monitoring pollution load, or investigating seasonal and climatic effects. Recent progress in rock-magnetic instrumentation enabled measurements of samples containing minute amount of iron oxides, such as atmospheric dust. Many studies have focused on dust deposited on bio-carriers, such as tree leaves and needles. These studies could benefit from instrumentation fitted for standard paleomagnetic samples, usually 2x2x2 cm cubes. However, extremely small concentration of ferrimagnets practically limited the studies to saturation remanence. Another limitation is the bio-carrier, which requires certain time to accumulate sufficient amount of dust. Finally, the dust material could not be sorted and grain-size related studies could not be performed. At present, further development facilitates measurements of dust deposited on snow or measurements of PMx collected using high-volume samplers - routine procedure for the air quality assessment. In our contribution we will review typical examples of the past and recent studies of magnetic properties of atmospheric dust, showing different environmental interpretation, ranging from the assessment of air pollution through climatic events to estimates

of source markers. We will discuss some considerations necessary in these studies, such as minute concentration of ferrimagnetic iron oxides and resulting significant contribution of diamagnetic effect of sample holder and/or dust carrier. In conclusions, this contribution should provide an evidence of the value of rock-magnetic methods in environmentally motivated studies of atmospheric dust.

SE10-18

### PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE HOJAS DE ÁRBOLES Y POLVO URBANO EN LA CIUDAD DE BILBAO, ESPAÑA

Bógalo Román María Felicidad<sup>1</sup>, Calvo Rathert M.<sup>1</sup>, Aguilar Reyes Bertha<sup>2</sup> y Vegas N.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España

<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

<sup>3</sup>Departamento de Geodinámica, Universidad del País Vasco, España

mbogalo@ubu.es

En este trabajo se presentan los resultados del estudio de magnetismo ambiental llevado a cabo en la ciudad de Bilbao (España). Para ello se han medido las propiedades magnéticas de hojas de dos tipos de árboles caducifolios: tilo plateado (*Tilia tomentosa*) y arce negundo (*Acer negundo*) y de polvo urbano. El muestreo se realizó durante una semana a finales del mes de septiembre de 2011 y se muestrearon un total de 52 sitios entre los que se incluyeron calles con diferente intensidad de tráfico, parques y plazas. En todas las muestras se han realizado medidas de la susceptibilidad magnética a baja frecuencia, curvas de adquisición de la magnetización remanente isoterma (IRM) y de backfield, y curvas de histéresis. En las muestras de polvo se realizaron, además, curvas termomagnéticas y de susceptibilidad con la temperatura. Estos análisis muestran diferencias de comportamiento magnético entre las muestras de hojas de árboles y de polvo. En todos los casos (hojas y polvo), la señal magnética está dominada por minerales ferrimagnéticos, siendo la magnetita el mineral magnético predominante en las muestras de polvo con mezcla de tamaños de grano SD + MD en distinta proporción, además de SP. En algunas muestras de polvo se ha observado, además, la presencia de hematites. Los experimentos de microscopio electrónico realizados en las hojas muestran la presencia de esférulas magnéticas, producto de la combustión de hidrocarburos. Por otra parte, no se observa correlación entre la intensidad de tráfico y la concentración de minerales magnéticos, indicando, probablemente que la contaminación en la ciudad de Bilbao se debe no sólo al tráfico, sino también a la actividad industrial.

SE10-19

### LÍQUENES COMO BIOMONITORES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EMPLEANDO MÉTODOS MAGNÉTICOS

Aguilar Reyes Bertha<sup>1</sup>, Sánchez Bertucci Leda<sup>2</sup>,  
Gogichashvili Avto<sup>3</sup>, Morales Juan<sup>3</sup> y Bautista Francisco<sup>4</sup> y<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural y Laboratorio  
Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>2</sup>Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay

<sup>3</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>4</sup>Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>5</sup>Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM  
baguilar@geofisica.unam.mx

Los líquenes son organismos que resultan de una asociación simbiótica estable entre un hongo, o micobionte, y al menos un acompañante fotosintético, o ficobionte, que puede ser un alga, una cianobacteria o ambos. Siendo organismos muy sensibles a los efectos nocivos de la contaminación atmosférica, la presencia o ausencia de líquenes en una región es un elemento natural significativo que brinda información del estado de contaminación de la atmósfera. Por ello, los líquenes son usados como bioindicadores o biomonitores. Es justamente el objetivo de este trabajo, el presentar un estudio de la eficacia de los líquenes para "almacenar" partículas magnéticas contaminantes, independientemente de la especie.

Se estudiaron las propiedades magnéticas de 15 muestras de líquenes de 9 especies, a lo largo de 13 puntos de muestreo en la ciudad de Montevideo, Uruguay. Se determinó la susceptibilidad magnética y se realizaron experimentos de adquisición de magnetización remanente isotérmica (MRI) hasta la saturación (MRIS). Los resultados muestran un aumento en la concentración magnética en los puntos con mayor afectación por el tráfico vehicular; esto fue comparado con parámetros medidos para polvos urbanos muestreados en los mismos puntos. Los valores más bajos corresponden a dos sitios de control ubicados fuera de la zona urbanizada, y estas diferencias son independientes de la especie de líquen.

SE10-20

**TOWARD A BETTER UNDERSTANDING OF PALEOINTENSITY:  
WHY DOES NOT THE HAWAIIAN 1960 LAVA FLOW WORK?**Zhao Xixi<sup>1</sup>, Morales Juan<sup>2</sup>, Coe Robert<sup>3</sup>, Aguilar Reyes Bertha<sup>2</sup> y Gogichaishvili Avto<sup>2</sup><sup>1</sup>Earth Science, UCSC, USA<sup>2</sup>LIMNA, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia<sup>3</sup>Earth and Planetary Science, University of California Santa Cruz, USA

xzhaoh@ucsc.edu

Retrieving the ancient intensity, the paleointensity, of the Earth's magnetic field from lavas constitutes a major challenge. The anomalous paleointensity results from the Hawaiian 1960 lava flow have led to serious questioning of techniques for paleointensity determination, even whether or not lava flows are suitable for Thellier-type paleointensity experiments. To test the hypotheses whether the anomalous paleointensity results from the Hawaiian 1960 lava flow was due to local magnetic anomalies, magnetic terrain effect, thick lava pile underneath or within-flow variability, we conduct a detailed field investigation with in-situ fluxgate magnetometer measurements on lava that was emplaced close to the lighthouse at Kapoho on the Big Island of Hawaii, coupled with laboratory magnetic measurements on samples from some oriented blocks from the same outcrop. We found that the Hawaiian 1960 lava is strongly magnetized, with sample NRM intensity ranging from 7 to 12 A/m! There are significant variations in both in-situ field intensity and inclinations (up to 18° shallower or steeper than the expected inclination for Hawaii at the sampled sections). The anomalous inclinations values are also confirmed by measuring corresponding lava samples in the lab. Our preliminary finding indicates that there are strong magnetic field anomalies due to the thick lava pile underneath and suggests that significant sample variability within a single flow is perhaps the most likely source for the anomalous paleointensity results from the Hawaiian 1960 flow. Our results also emphasize that performing paleomagnetic and rock magnetic analyses on only one representative sample per flow is not appropriate. It is important to measure multiple samples from each cooling unit to obtain consistency and confidence in the paleointensity results.

SE10-21

**POSIBLE EXPLICACIÓN DEL ENIGMA  
MAGNÉTICO DEL VOLCÁN PARICUTIN**Morales Juan<sup>1</sup>, Zhao Xixi<sup>2</sup>, Aguilar Reyes Bertha<sup>1</sup>, Carvallo Claire<sup>3</sup>,  
Hugo Garduño Victor<sup>4</sup>, Camps Pierre<sup>5</sup> y Gogichaishvili Avto<sup>1</sup><sup>1</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia<sup>2</sup>Earth and Planetary Science, University of California Santa Cruz, USA<sup>3</sup>Institut de minéralogie et de physique des milieux condensés, Paris, Francia<sup>4</sup>Departamento de Geología y Mineralogía,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo<sup>5</sup>Geoscience Montpellier, Université de Montpellier 2, Francia

jmorales@geofisica.unam.mx

El paleomagnetismo se basa en la capacidad que poseen ciertos minerales magnéticos de registrar fielmente la dirección y magnitud del campo magnético terrestre existente al momento de la formación de las rocas. Pareciera, sin embargo, que esta premisa no se cumple del todo para los flujos de lava de ciertos volcanes; específicamente para aquellos asociados al volcán Parícutin, emplazadas en el periodo de 1943-1946. Múltiples estudios paleomagnéticos previos y recientes han tratado de explicar por qué se obtienen direcciones paleomagnéticas desviadas y paleointensidades absolutas sobre y subestimadas, con respecto a los valores esperados, de acuerdo a los datos directos provenientes de observatorios geomagnéticos y a los modelos globales de referencia. En este estudio se han realizado experimentos detallados de magnetismo de rocas y microscopía, a saber: curvas termomagnéticas continuas, ciclos de histéresis en función de temperatura, ciclos FORC, microscopía con luz reflectada y transmitida.

Las determinaciones de la paleointensidad absoluta fueron realizadas aplicando varias metodologías, desde el método clásico de Thellier hasta el de microondas y el de múltiple-especímenes, sin lograr explicar las direcciones anómalas de las lavas de este volcán. Debido a lo anterior se procedió a estudiar la variación de los elementos de campo magnético terrestre in situ, por medio de un magnetómetro fluxgate. Los primeros resultados indican una notable variación de la inclinación, declinación e intensidad medidas directamente en los afloramientos. La influencia de una anomalía magnética, principalmente producida por el terreno y acumulación de lavas, podría explicar parcialmente el fenómeno observado.

SE10-22

**PALEOMAGNETIC ANALYSIS (DIRECTION, INTENSITY) OF THE UPPER  
VOLCANIC SUPERGROUP, SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MEXICO**Perrin Mireille<sup>1</sup>, Alva Valdivia Luis<sup>2</sup>, Benammi Mouloud<sup>3</sup>, Rosas Elguera  
José<sup>4</sup>, López M.<sup>5</sup>, Rivas Sánchez María de la Luz<sup>2</sup> y Camps Pierre<sup>6</sup><sup>1</sup>CNRS, CEREGE, France<sup>2</sup>UNAM<sup>3</sup>IPHEP, Poitiers, France<sup>4</sup>Universidad de Guadalajara<sup>5</sup>CICESE<sup>6</sup>Géosciences Montpellier, France

perrin@cerge.fr

The Sierra Madre Occidental SMO results from Cretaceous to Cenozoic magmatic and tectonic activity related to the subduction of the Farallon plate beneath North America and the opening of the Gulf of California. A paleomagnetic study was conducted mainly on the silicic ignimbrites emplaced during two pulses in the Oligocene (ca. 32–28 Ma) and Early Miocene (ca. 24–20 Ma). Two new <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar age determinations for these ignimbrites are reported, respectively at 20.4 ± 0.2 Ma and 29.2 ± 0.5 Ma. A total of 97 samples were drilled from 12 sites in the southern part of the SMO from Huejuquilla to Jesus Maria. Characteristic remanent magnetizations could be defined by thermal and/or alternating field demagnetizations for 8 out of the 12 sites. Individual directions of magnetization were averaged per site and statistical parameters calculated assuming a Fisherian distribution. Both normal and reversed directions were independently averaged and passed the reversal test of McFadden and MacEhinnery (1990), with an angle of 3.6° between mean normal and reversed directions. A mean 28-31Ma paleomagnetic direction and pole were then calculated for the SMO. Timing of magnetic acquisition was further constrained by comparison with the geomagnetic polarity timescale GPTS and the chronology of emplacement could be estimated. Finally a comparison between the SMO VPG and the North America Synthetic Apparent Polar Path indicates that the Sierra Madre Occidental has been shifted compared to stable North America by an angle on the order of 10-15°. From a rock magnetic point of view, these samples are characterized by a mixture of (titano)magnetite and titanohematite with varying ratio depending on the samples, and no real differences as a function of lithology. The grain size is also variable and a mixture of SD and MD grains is likely present in all samples. All sites presenting a well-defined ChRM were subjected to Thellier & Thellier paleointensity experiments. Results are extremely scattered, ranging from 7.5 to 93.9 μT and their reliability questionable. This study does not support Gee et al (2010) suggestion that ignimbrites can constitute a viable material for reliable paleointensity determinations.

SE10-23

**NEW PALEOMAGNETIC AND PALEOINTENSITY DATA FROM  
PLIOCENE LAVA FLOWS FROM THE LESSER CAUCASUS**Calvo Rathert Manuel<sup>1</sup>, Bógalo María Felicidad<sup>1</sup>,  
Gogichaishvili Avto<sup>2</sup>, Sologashvili Jemal<sup>3</sup> y Vashakidze Goga<sup>4</sup><sup>1</sup>Departamento de Física, EPS, Universidad de Burgos, España<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia<sup>3</sup>Caucasus International University, Georgia<sup>4</sup>Alexandre Janelidze Institute of Geology, I. Javakishvili Tbilisi State University, Georgia  
mcalvo@ubu.es

A paleomagnetic, rock-magnetic and paleointensity study has been carried out on 14 basaltic lava flows from two Pliocene (K-Ar age between 3.09 ± 0.10 Ma and 4.00 ± 0.15 Ma) sequences (Apnia and Korxi) from the eastern Djhavakheti Highland in southern Georgia (Caucasus).

Measurement of magnetisation versus temperature curves allows distinguishing three types of thermomagnetic curves: (i) Reversible curves with magnetite as only carrier of remanence (type H); (ii) irreversible curves with magnetite as only carrier of remanence (type H-) and (iii) irreversible curves showing a low Curie-temperature phase and magnetite. Analysis of hysteresis curves showed the presence of magnetic grains characterised by pseudo-single domain structure, which was interpreted in terms of a mixture of single-domain and multi-domain grains.

Paleomagnetic experiments allowed determining characteristic components for all flows. In six flows a normal-polarity magnetisation could be recognised, in other six flows a reversed polarity was found, one site unmistakably showed an intermediate polarity while in another one interpretation of the magnetisation direction was ambiguous, as it could be considered either reversed or transitional. Paleomagnetic poles were calculated using only those sites unequivocally showing normal or reversed polarities. The paleomagnetic pole obtained for both combined sequences (latitude  $f = 80.4^\circ\text{N}$ , longitude  $l = 157.9^\circ\text{E}$ ,  $n=12$ ,  $A95 = 11.6^\circ$ ,  $k = 14.9$ ) showed a good agreement with the 5

Ma window of the European synthetic polar wander path of Besse and Courtillot (2002).

Paleointensity experiments with the Coe method were performed on 31 specimens from 10 flows. After application of specific selection criteria, 19 samples from 8 flows were observed to provide successful determinations, with mean flow values showing a wide scatter. If only flows with more than one successful paleointensity determination are taken into account, virtual dipole moments (VDM) vary between  $3.5 \times 10^{22}$  Am<sup>2</sup> and  $8.3 \times 10^{22}$  Am<sup>2</sup>. In both sites showing intermediate polarity no weak transitional paleostrength values were observed.

SE10-26

### LONG-TERM TRENDS IN ABSOLUTE PALEOINTENSITY AS A PROXY FOR THE DEEP EARTH'S PROCESSES

Aleksey V. Smirnov

Dept of Geological and Mining Engineering and Sciences, Michigan Tech, USA  
asmirnov@mtu.edu

Data on the behavior of the geomagnetic field are crucial for understanding the origin and nature of Earth's early geodynamo. Identification of long-term trends in geomagnetic field intensity may also provide the insight necessary for determining the timing of important transitions within the Earth's interior, such as the formation and growth of the solid inner core. Precambrian paleointensity data may also be useful for investigating potential causative links between the long-term behavior of the geomagnetic field and the evolution of atmosphere and biosphere. However, our current knowledge of the field history in the Precambrian remains very limited. Most notably, the database on the field strength (paleointensity) contains only a handful of reliable data points. Notwithstanding the database limitations,

some authors have proposed far-reaching conclusions about characteristics of the Precambrian field. In the author's view, these conclusions are rather premature; a great caution should be exercised when using the database to infer on the long-term behavior of Precambrian field and its implications for the Earth system evolution. Instead, our efforts should be focused on obtaining robust paleointensity determinations using modern paleointensity techniques that have shown great promise for obtaining reliable paleointensity determinations even from the oldest rocks. The new paleointensity data from several collections of Paleoproterozoic and Neoproterozoic rocks will be presented and discussed in the context of current models of the long-term geomagnetic and thermal evolution of our planet.

SE10-27

### INTER-LABORATORY AND MULTI-APPROACH 'PALEOINTENSITY' EXERCISE ON CERAMIC ARTIFACTS AND BRICKS BAKED UNDER CONTROLLED TEMPERATURE AND FIELD CONDITIONS

Morales Juan<sup>1</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>2</sup>, Calvo Rathert Manuel<sup>3</sup>,  
Camps Pierre<sup>4</sup>, Carrancho Alonso Ángel<sup>5</sup> y Aguilar Reyes Bertha<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

<sup>3</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Departamento de Física,  
Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España

<sup>4</sup>Geoscience Montpellier, Laboratoire de  
Paleomagnetisme, Université de Montpellier 2, France  
jmorales@geofisica.unam.mx

Inter laboratory testing enables a laboratory to compare its analytical results on an assigned sample with similar other laboratories. This program is self-regulatory and enables the laboratory to monitor the quality of 'its' results and make corrective actions, if required. On the other hand, the yet live debate on the reliability of the different paleointensity (PI) methods has motivated the design of more laborious variations of the pioneer PI protocols, as well as the proposition of new alternative methodologies based on sophisticated technology for the investigation of the ancient geomagnetic field intensity; yielding sometimes significantly different results.

Possible inter-laboratory differences combined with potential inherent method's drawbacks could result in erroneous paleomagnetic conclusions.

We'll present the results of an Inter-laboratory (LIMNA, Universidad de Burgos and University of Montpellier paleomagnetic laboratories) and multi-approach (Thellier Classic, Thellier-Coe, microwave and multispecimen methods) simulated archeointensity study carried out on ceramic artifacts and bricks baked under continuously monitored temperature and precisely determined ambient magnetic field strength. A detailed set of rock magnetic experiments will be also presented.

Such an inter-laboratory and multi-approach comparison of PI data, as the one presented here, has never been conducted previously.

SE10-24

### RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE UNA TRANSICIÓN DE POLARIDAD REGISTRADAS EN SECUENCIAS DE LAVA EN LA ISLA DE LA GOMERA, ISLAS CANARIAS, ESPAÑA

Caccavari Garza Ana<sup>1</sup>, Calvo Rathert Manuel, Gogichaishvili  
Avto<sup>1</sup>, Soler Vicente<sup>2</sup>, Vegas Nestor<sup>3</sup> y Aguilar Reyes Bertha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

<sup>2</sup>Estación Volcanológica de Canarias, CSIC, España

<sup>3</sup>Universidad del País Vasco, España  
anavari@gmail.com

Con el objeto de estudiar las transiciones de polaridad del Campo Magnético Terrestre, se realiza el estudio de una secuencia de coladas basálticas ubicada en la Isla Gomera, en las Islas Canarias en España. Teniendo antecedentes en trabajos previos (Glen et al., 2003) de la presencia de una transición de polaridad en esta secuencia. Cabe mencionar que en este estudio realizado antes no se cubre por completo la transición. Actualmente se tienen un total de 33 coladas basálticas muestreadas, con alrededor de 7 muestras por sitio. Se presentan los resultados de magnetismo de rocas realizados para identificar los minerales portadores de remanencia y su estabilidad paleomagnética: determinación de los parámetros de la curva de histéresis, adquisición de magnetización remanente isoterma (IRM) y medida de curvas termomagnéticas (magnetización inducida y susceptibilidad en función de la temperatura). Teniendo titanomagnetita con diferente contenidos de Titanio como principal portador de la remanencia y un comportamiento multidominio y de dominio simple. Se han desmagnetizado 192 muestras, un promedio de 6 por sitio (salvo algunos donde se cuenta únicamente con 2 especímenes), 114 por campos alternos y 78 por desmagnetización térmica. Las primeras 26 coladas presentan direcciones normales, y el resto claramente transicionales con paleolatitudes menores. El muestreo adicional de lavas superiores ayudara a definir si se trata de una excursión o inversión completa del campo geomagnético.

SE10-25

### THERMAL DEMAGNETIZATION TAILS: A RELEVANT CRITERION TO SELECT SAMPLES FOR ABSOLUTE PALEOINTENSITY EXPERIMENTS?

Camps Pierre<sup>1</sup>, Poidras Thierry<sup>1</sup>, Fanjat Grégory<sup>1</sup>, Carvallo Claire<sup>2</sup> y Nicol Patrick<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Géosciences Montpellier, France

<sup>2</sup>IMPMC Paris, France  
pcamps@univ-montp2.fr

Paleointensity determinations from volcanic rocks by means of the conventional Thellier and Thellier (1959)'s method are frequently characterized by a high failure rate, commonly of the order of 70 to 90%. Failure is mainly caused either by alteration of the magnetic minerals and consequently of their magnetic properties during laboratory heatings or by the unwanted presence of multi-domain grains since they display a non-ideal magnetic behavior in Thellier's experiments.

This high failure rate imposes a stringent sample selection prior to any determinations. Extensive preliminary magnetic studies are generally carried out. Paleomagnetic cleanings by means of Alternating Fields or thermal treatments are performed on sister samples to avoid samples carrying significant secondary magnetizations, while K-T (or Js-T) curves allow to avoid samples showing obvious thermal instability. Several experiments have been proposed to estimate the domain state behavior of a sample rock. Some of them have been directly confronted with paleointensity determinations. The aim of this study is to discuss the use of thermal demagnetization tails of viscous remanence (VRM) (Dunlop and Ozdemir, 2000) as a selective procedure for absolute paleointensity. We have selected samples from both contemporaneous and ancient flows for which sister samples have already been subjected to paleointensity analysis. The relevance of the use of VRM thermal demagnetization tails as selective criterion will be assessed against three alternative approaches: (i) the thermomagnetic criterion of Shcherbakova et al. (2001), (ii) the Forcs diagrams analysis by Carvallo et al. (2006), and (iii) the analysis of thermal demagnetization spectra as proposed by Valet et al. (2010).

SE10-28

**NORTHERN HEMISPHERE GEOMAGNETIC  
FIELD MODEL FOR THE HOLOCENE**Pavón Carrasco Francisco Javier<sup>1</sup>, Osete María  
Luisa<sup>2</sup>, Torta J. Miquel<sup>3</sup> y De Santis Angelo<sup>4</sup><sup>1</sup>Geomanetismo, Aeronomía e Geofísica Ambiental, INGV, España<sup>2</sup>Universidad Complutense de Madrid, España<sup>3</sup>Observatori de l'Ebre, CSIC, Universitat Ramon Llull, España<sup>4</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italia

fjpavon@fis.ucm.es

In this work, we propose the first regional geomagnetic field model for the Northern Hemisphere based on archaeomagnetic and lava flow data. The regional model, called *scha.dif.14k*, allows us to analyze the low degree of the secular variation of the geomagnetic field for the last 14000 years: from 12000 BC to 1900 AD. Several strategies have been developed for the inversion process of the palaeomagnetic data by applying a bootstrap algorithm. In space, we have used the spherical cap harmonic analysis (SCHA) and penalized B-splines in time. An initial dipolar model has been obtained using directly the components of the palaeofield, i.e., declination, inclination and intensity. We have perturbed this dipolar field in order to obtain a regional model with a high spatial variability, up to the quadrupolar and/or octupolar geomagnetic field contributions. We have also compared the model with the recent published palaeosecular variation curves and with the global model for the Holocene: *cals10k.1b* (Korte et al., 2011). The model fits pretty well with the different palaeosecular variation curves and improves, in terms of amplitude, the prediction of the *cals10k.1b* global model.

SE10-29

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS MUESTRAS EMPLEADAS  
EN LAS DATACIONES ARQUEOMAGNÉTICAS MEXICANAS**Soler Arechalde Ana María  
Instituto de Geofísica, UNAM  
anesoler@geofisica.unam.mx

Se presentará un análisis estadístico detallado de los sitios y muestras colectadas para obtener dataciones arqueomagnéticas. Las muestras serán analizadas de acuerdo a su tipo: piso, muro, talud, pintura y si fueron o no expuestas al fuego.

La inclusión de las muestras de estuco sin haber sido expuestas al fuego debido a la inclusión de ceniza y escoria volcánicas permitió su empleo para datación como un tipo de magnetización detrítica, por lo que su análisis es importante para poder ser incluidas en la curva de variación secular para el Centro de México.

Se emplearán para el análisis no únicamente los parámetros estadísticos de la determinación de direcciones características sino también propiedades magnéticas de rocas.

SE10-30

**GEOMAGNETIC FIELD INTENSITY IN GEORGIA DURING THE PAST 6  
MILLENNIA: EVIDENCE FOR REMARKABLE TEMPORAL VARIABILITY**Shaar Ron<sup>1</sup>, Tauxe Lisa<sup>1</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>2</sup>,  
Calvo Manuel<sup>3</sup>, Devizde Marina<sup>4</sup> y Licheli Vakhtang<sup>5</sup><sup>1</sup>Scripps Institution of Oceanography, UCSD, USA<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia<sup>3</sup>Departamento de Física, EPS, Universidad de Burgos, España<sup>4</sup>M. Nodia Institute of Geophysics, Georgia<sup>5</sup>Institute of Archaeology, Tbilisi State University, Georgia  
ronshaar@yahoo.com

Information on the temporal and spatial evolution of the geomagnetic field is essential for understanding Earth's geodynamo. Thus, obtaining records of the past geomagnetic field is one of the key challenges in the geomagnetic research. Archaeomagnetism, the study of magnetized archaeological objects, is a main source of information for field behavior on time scales of decades to millennia. Recent archaeomagnetic data from Europe and Middle East demonstrated dramatic changes in field intensity over relatively short time span. Yet, there is a clear need for high quality data to better understand these secular variation features. Here we present archaeomagnetic data from Georgia that describes extraordinary variations in field intensity during the past six millennia. The new compilation includes previous studies, which were published during the soviet times, as well new data obtained from well-dated pottery. While previous publications contain a large amount of data, it is difficult to evaluate the quality of the measurements and to estimate the uncertainties in the dating. Thus, we designed a new survey aimed at verifying the previous data using modern

techniques and data analysis methodologies. Our preliminary results combined with the previous data indicate two lows in geomagnetic field intensity, each correspond to a virtual geomagnetic dipole (VADM) of 40-60 ZAm<sup>2</sup>. The earliest low was around 2000-1700BC and the recent low was around 0 BP. Between the two lows the field intensity rapidly increased to VADM values of more than 160 ZAm<sup>2</sup> at around 900 BC, and then rapidly decayed again. This behavior is different during the past 2000 years in Georgia, which was characterized by a steady increase in VADM values to ~120 ZAm<sup>2</sup> followed by a steady decay to today's field (VADM of ~80 ZAm<sup>2</sup>). Also, the period between the lows is different than the period before 2000 BP, which is characterized by a relatively steady field. We suggest the occurrence of an unusual period with highly variable secular variation between ~2000 BP to ~0 BP.

SE10-31

**AN INTEGRATED ARCHEOMAGNETIC AND C14 STUDY ON  
PRE-COLUMBIAN POSTHERDS AND ASSOCIATED CHARCOALS  
INTERCALATED BETWEEN THE HOLOCENE LACUSTRINE  
SEDIMENTS (WESTERN MEXICO): GEOMAGNETIC IMPLICATIONS**Aguilar Reyes Bertha<sup>1</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>1</sup>, Morales Contreras  
Juan<sup>1</sup>, Garduño Víctor Hugo<sup>2</sup>, Pineda Duran Modesto<sup>3</sup>, Carvallo  
Claire<sup>4</sup>, González Morán Tomas<sup>1</sup> y Calvo Rathert Manuel<sup>5</sup><sup>1</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH<sup>3</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Sede Tacámbaro, Michoacán<sup>4</sup>Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux  
Condensés, Université Pierre et Marie Curie, Paris, France<sup>5</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Departamento de Física,  
Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España

baguilar@geofisica.unam.mx

Burned archaeological artifacts, such as ceramics, kilns, bricks and ancient fireplaces carrying a thermoremanent magnetizations may be used (similar to volcanic rocks) to retrieve the directions and absolute intensity of Earth's magnetic field. While archaeodirections (inclination and declination) may be directly obtained in situ, oriented objects, intensity determination requires a complex and laborious experiments. In other hand, un-oriented potteries are most abundant material in any archaeological excavation and thus should be considered as potentially unlimited source to define the variation of geomagnetic field strength during the last three millennia. The great problem in any archaeomagnetic study is the relationship between the samples and absolute ages which are usually determined or estimated using alternative methods (archaeological context, thermoluminescence, C14 etc.). In this paper we report new archaeointensity determinations on potsherds which are unambiguously correlated with the charcoal samples since they were found together in three thin lacustrine sedimentary layers in western Mexico. New radiometric ages are obtained from all charcoal samples (Beta Analytics) while double heating Thellier experiments yielded 21 technically high quality determinations.

SE10-32

**EL LABORATORIO INTERINSTITUCIONAL DE MAGNETISMO  
NATURAL – SUS INICIOS, PRESENTE Y PERSPECTIVAS**Gogichaishvili Avto<sup>1</sup>, Aguilar Reyes Bertha<sup>1</sup>, Morales Contreras Juan<sup>1</sup>, Rosas Elguera  
José<sup>2</sup>, Israde Isabel<sup>3</sup>, Garduño Víctor Hugo<sup>3</sup>, Maciel Peña Rafael<sup>4</sup> y Pineda Duran Modesto<sup>4</sup><sup>1</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Sede  
Guadalajara, CUVALLES, Universidad de Guadalajara<sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH<sup>4</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Sede Tacámbaro, Michoacán

avto@geofisica.unam.mx

El Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (LIMNA) se estableció en junio de 2006 en Coeneo, Michoacán, en las instalaciones del MEXART y es un proyecto en el cual participan investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y de la Universidad de Guadalajara (U de G). Fue formalmente inaugurado el 7 de Noviembre de 2007 por el Dr. Juan Ramón de la Fuente – rector de la UNAM – en presencia de los gobernadores constitucionales de Michoacán de Ocampo y Jalisco. El LIMNA está constituido por cuatro ejes principales: el Geomagnetismo, el Paleomagnetismo, el Arqueomagnetismo y el Magnetismo Ambiental. El Laboratorio esta dedicado principalmente a temas regionales como la paleotectónica de la porción oeste de la Faja Volcánica Mexicana, la estratigrafía magnética de alta resolución de las unidades volcánicas y sedimentarias, el estudio de volcanes recientes del estado de Michoacán, el Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG) y el Arqueomagnetismo de los sitios arqueológicos del estado de Michoacán y Jalisco. La nueva línea de investigación, Magnetismo Ambiental, se enfoca principalmente al estudio de la contaminación por metales pesados

en materiales ambientales como suelos y plantas en áreas urbanas y rurales con el objetivo de ofrecer una herramienta confiable, rápida y de bajo costo para el monitoreo de la contaminación ambiental.

El LIMNA posee un espíritu claramente internacional, pero sobre todo Latinoamericano. Las áreas de estudio se extienden a lo largo y ancho del continente americano, pero también de Europa, Asia y África del norte. Estos últimos 5 años se han publicado 52 artículos en revistas de SCI y se han defendido 4 tesis de Doctorado, 5 de Maestría y 4 de Licenciatura. Dentro de los planes inmediatos del LIMNA se encuentra la apertura de sedes en Guadalajara, Jalisco y Tacámbaro, Michoacán con el fin de convertirse en un laboratorio de referencia nacional.

SE10-33 CARTEL

**ABSOLUTE GEOMAGNETIC INTENSITY DETERMINATIONS  
ON FORMATIVE POTSDHERDS FROM THE OAXACA VALLEY  
(SOUTHWESTERN MEXICO) BETWEEN 1400 AND 700 BC**

Petronille Marie<sup>1</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>1</sup>, Morales  
Juan<sup>1</sup>, Carvallo Claire<sup>2</sup> y Hueda Tanabe Yuki<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

<sup>2</sup>Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux  
Condensés, Université Pierre et Marie Curie, Paris, France

<sup>3</sup>WWF Programa Oaxaca  
marie.petronille@wanadoo.fr

Despite recent archeomagnetic studies in Mesoamerica, variations of the Earth's magnetic field over the past few millennia in this region remain poorly constrained. To provide new data, an archeomagnetic study was carried out on 15 Formative potsherds from the Oaxaca Valley (southwestern Mexico), archeologically dated between 1400 and 700 BC. Rock-magnetic experiments suggest the predominance of mixtures of PSD and SP Ti-poor titanomagnetite and/or magnetite as remanence carriers. Thellier-Coe archeointensity determinations were performed on 7 reliable potsherds out of 15 analyzed. The mean archeointensities obtained for the 3 Formative phases involved, around 30  $\mu$ T, agree with both predicted absolute intensities global models and some other reliable data close in age. This suggests that, between 1500 and 700 BC, the geomagnetic field intensity, representing 75% of the actual field value, was relatively stable at the location of Oaxaca. Finally, the establishment of a local master curve over the last 3500 years using selected results is not possible yet because of the few data available for Mesoamerica and of their dispersion. However, the construction of such a curve is very useful, first as a dating tool, but also to be compared with other data, like climatic events and civilization evolutions, in order to try to understand their possible correlations. Mesoamerica, with its archeological and geological potential, is a particularly good candidate.

SE10-34 CARTEL

**NEW ARCHAEOINTENSITY RESULTS FROM ITALIAN  
KILNS AND ARCHAEOMAGNETIC DATING BASED  
ON THE FULL GEOMAGNETIC FIELD VECTOR**

Tema Evdokia<sup>1</sup>, Morales Juan<sup>2</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>2</sup> y Camps Pierre<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, University of Torino, Italy

<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

<sup>3</sup>Géosciences Montpellier, CNRS, France

<sup>4</sup>Université Montpellier 2, France

evdokia.tema@unito.it

Archaeomagnetic dating is based on the comparison of the geomagnetic field vector registered on baked archaeological material during their last firing and the reference secular variation curves that describe the changes of the geomagnetic field in the past at a certain region. However, in most of the up to now published studies, only two of the geomagnetic field elements (declination and inclination) are used. In this study we present the archaeomagnetic dating results of three Italian kilns based on the full geomagnetic field vector (declination, inclination and intensity). The three kilns (Ascoli Satriano, Vagnari and Fontanetto Po kiln) have been studied for archeointensity determination using the Thellier modified by Coe method. Rock magnetic studies identify magnetite and Ti-magnetite as the main magnetic minerals, with some minor hematite only in few cases. Magnetic susceptibility versus temperature shows a good thermal stability of the samples. The intensity results have been corrected for anisotropy of the thermoremanent magnetization and cooling rate effects. The archaeodirections of the Ascoli Satriano and Vagnari kilns have previously studied and published by Tema et al., 2006. For the Fontanetto Po kiln only the archaeomagnetic inclination has been defined because the presence of methane metallic tubes in a depth around 1 m below the kiln, and the bad weather conditions during sampling, prevented the use of magnetic compass and the sun orientation of the samples, respectively (Tema et al., 2010). The directional results of the three kilns together with the new intensity determinations have

been used for comparison with the reference secular variation curves. The archaeomagnetic ages of the kilns have been obtained using the Matlab Tool developed for archaeomagnetic dating by Pavón-Carrasco et al., 2011 and the reference secular variation curves calculated directly at the sampling sites by the SCHA.DIF.3K regional geomagnetic field model. The final dating intervals have been calculated after combination of temporal probability density functions of the three geomagnetic field elements, with only exception the Fontanetto Po kiln for which only inclination and intensity values were available. The ages obtained are in good agreement with the archaeological evidence of the sites and suggest that, when it is possible, the full geomagnetic field vector must be used for archaeomagnetic dating.

SE10-35 CARTEL

**ARCHAEOMAGNETIC STUDY OF A BRICK KILN EXCAVATED  
AT FONTANETTO PO (VERCELLI, NORTHERN ITALY)**

Tema Evdokia<sup>1</sup>, Morales Juan<sup>2</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>2</sup>, Ferrara E.<sup>3</sup> y Camps Pierre<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, University of Torino, Italy

<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

<sup>3</sup>Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, INRM, Torino, Italy

<sup>4</sup>Géosciences Montpellier, CNRS, France

<sup>5</sup>Université Montpellier 2, France

evdokia.tema@unito.it

A complete archaeomagnetic study was carried out as part of a rescue archaeological excavation on a kiln discovered during the installation of methane gas pipelines beneath a rice field, along the southern border of Fontanetto Po village (Vercelli province, Italy). Hierarchical sampling process has been followed collecting 23 independent brick samples oriented in situ with an inclinometer; the use of magnetic compass was not possible due to the existence of the metallic methane pipelines already situated at a depth of around one meter below the structure while the wooden and plastic protection coverage mounted to protect the kiln from adverse weather conditions made impossible the use of sun compass. Standard archaeomagnetic procedures have been used for the determination of the archaeomagnetic inclination and absolute geomagnetic intensity. Isothermal remanent magnetization (IRM) experiments pointed to Ti-magnetite as the main magnetic carrier in most of the samples; high coercivity mineral, most probably Ti-poor (titano) hematite, is also present in some cases. Stepwise thermal and AF demagnetization shows a stable characteristic remanent magnetization (ChRM) and no or negligible secondary magnetization (probably of viscous origin) components. The calculated mean inclination of the 23 samples is  $I = 65.30$  with  $\#95 = 2.40$  and  $k = 156$ . Archeointensity experiments have been done on 22 specimens obtained from 15 independent bricks. The classical Thellier method as modified by Coe with regular partial thermoremanent magnetization (pTRM) checks has been used. The cooling rate and remanence anisotropy effects upon thermoremanent magnetization (TRM) have been investigated in all the specimens. A total of 15 archeointensity determinations (at specimen level) that correspond to linear NRM-TRM plots and satisfy several acceptance criteria were used for the calculation of the site mean archeointensity that is  $45.9 \pm 2.6 \mu$ T. The archaeomagnetic age has been obtained after comparison of the kiln's archaeomagnetic parameters with the inclination and intensity reference curves produced by the SHA.DIF.3K European regional geomagnetic field model. Two possible dating intervals result for the last 1000 years calculated at 95 % confidence interval: a first one from 1515 to 1606 AD, and a second one from 1768 to 1872 AD. According to thermoluminescence (TL) dating results available from two bricks of the same kiln, the second dating interval seems more probable and suggest that the last firing of the kiln could have occurred as late as the 19th century AD.

SE10-36 CARTEL

**ROCK-MAGNETIC AND MACROSCOPIC INDICATORS  
OF HEAT TREATMENT IN PALAEO-LITHIC  
ARTEFACTS. AN EXPERIMENTAL APPROACH**

Carrancho Angel<sup>1,2</sup>, Alonso Rodrigo<sup>3</sup>, Terradillos  
Bernal Marcos<sup>4</sup>, Morales Juan<sup>5</sup> y Gogichaishvili Avto<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España

<sup>2</sup>Centro Nacional de Investigación en Evolución Humana, España

<sup>3</sup>Museo de la Evolución Humana, Burgos, España

<sup>4</sup>Área de Prehistoria, Universidad de Burgos, España

<sup>5</sup>Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

acarrancho@ubu.es

La identificación de estructuras de combustión o artefactos quemados en yacimientos arqueológicos, además de tener gran interés como potencial interpretativo del comportamiento humano es una valiosa fuente de información para estudios arqueomagnéticos. Identificar procesos de alteración térmica en yacimientos prehistóricos, principalmente paleolíticos, es problemática porque las evidencias suelen ser pocas, ambiguas y generalmente, mal conservadas.

Entre estas evidencias, no es extraño identificar artefactos líticos que por sus rasgos macroscópicos, sugieren haber sido calentados para mejorar sus propiedades de talla.

Presentamos aquí un estudio sobre las variaciones en las propiedades magnéticas y macroscópicas generadas por el calentamiento experimental de artefactos líticos de diversas litologías (caliza, sílex, obsidiana y dos tipos de cuarcita). A partir de las variaciones magneto-mineralógicas observadas, el objetivo principal es establecer criterios magnéticos que permitan identificar procesos de calentamiento en yacimientos arqueológicos, con especial aplicación a las litologías estudiadas. Mediante un sistema de termopares para controlar la temperatura, realizamos una quema experimental bajo condiciones controladas. Los experimentos magnéticos realizados comprendieron la medida de la susceptibilidad magnética, curvas de adquisición progresiva de la magnetización remanente isoterma (IRM), ciclos de histéresis y curvas termomagnéticas. Todos ellos se realizaron tanto en clastos originales de cada litología sin quemar como en muestras quemadas. Se estudian y comparan las variaciones en la composición, concentración y granulometría de los minerales ferromagnéticos presentes para cada litología.

El calentamiento a altas temperaturas (~ 700 °C) genera un incremento de los parámetros dependientes de la concentración mineral y variaciones macroscópicas notables. Aunque todas las litologías presentan como mineral magnético dominante la magnetita, se aprecian diferencias notables entre ellas. El sílex y la caliza son magnéticamente débiles, mientras que la obsidiana y un tipo de cuarcita (Río Arlanzón) son más intensas, porque presentan mayor concentración de minerales magnéticos. Las alteraciones macroscópicas observadas (cambios en la coloración, cúpulas térmicas, rubefacción, fisuras, fracturas o microretoscos) son especialmente visibles en el sílex que por el contrario es una litología que apenas varía sus propiedades magnéticas. Actualmente se están realizando experimentos de paleointensidad con el fin de estudiar la capacidad de estas litologías para registrar el módulo del campo geomagnético y evaluar su aplicación a materiales arqueológicos similares. Finalmente, se discuten los resultados obtenidos y sus implicaciones tanto geofísicas como arqueológicas.

SE10-37 CARTEL

#### DETERMINACIÓN DE LA ARQUEOINTENSIDAD GEOMAGNÉTICA ABSOLUTA SOBRE CERÁMICAS PRECOLOMBINAS DEL OCCIDENTE DE MÉXICO

Pineda Durán Modesto<sup>1</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>2</sup>, Morales  
Contreras Juan Julio<sup>2</sup> y Aguilar Reyes Bertha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería en Geociencias, ITST

<sup>2</sup>UNAM

mpinedad@hotmail.com

En el presente trabajo se reportan los resultados de mediciones sistemáticas de arqueointensidad efectuadas en 35 fragmentos (245 muestras) de cerámica de los sitios: El Opeño, Araró, Tzintzuntzan y Capacha. Todos ellos ubicados en el occidente de México, dentro de la zona geográfica conocida como Occidente de Mesoamérica.

Análisis estándares de magnetismo de roca fueron aplicados a estos fragmentos a fin de identificar la mineralogía magnética así como el estado de dominio magnético de los portadores de la magnetización presentes en las muestras, y de esta forma seleccionar aquellas muestras potencialmente más adecuadas para determinaciones de arqueointensidad.

Los valores promedios de arqueointensidad encontrados fueron de  $36.41 \pm 1.1$   $\mu\text{T}$  para Araró,  $51.0 \pm 3.5$   $\mu\text{T}$  para Tzintzuntzan y  $33.6 \pm 1.2$   $\mu\text{T}$  para Capacha; para El Opeño los valores promedio varían entre  $(27.6 \pm 5.7)$   $\mu\text{T}$  a  $(38.7 \pm 1.6)$   $\mu\text{T}$  y utilizando un valor de corte de 10% se puede identificar cinco grupos principales; El grupo principal y los dos grupos secundarios reflejarían probablemente tres diferentes períodos de fabricación dentro de la ocupación de El Opeño alrededor del siglo XVI a.C.

Se encontraron similitudes en los valores de magnetismo de rocas entre fragmentos de cerámica de El Opeño y Capacha que parecen estar relacionados por las fuentes de arcilla compatibles. Valores comparables de arqueointensidad entre la cerámica de El Opeño y Capacha podría sugerir: (1) un autóctono e independiente origen de las piezas correspondientes, o por el contrario, (2) un activo comercio entre estas culturas, que también es apoyado por similitudes estilísticas.

Además de estudiar el magnetismo de rocas de los fragmentos arqueológicos, también se diseñó una estrategia de evaluación experimental para aplicarla en un horno abierto original, con el objetivo de conocer mejor el comportamiento térmico de los hornos usados para cocer los artefactos arqueológicos y medir la adquisición de magnetización termorremanente en condiciones actuales.

SE10-38 CARTEL

#### PROPIEDADES MAGNÉTICAS Y ARQUEOINTENSIDAD DE CERÁMICAS PREHISPÁNICAS DEL OCCIDENTE DE MÉXICO Y COLOMBIA

Berkovich Cesar, Morales Juan, Gogichaishvili Avto y Aguilar Reyes Bertha

Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

c\_berkovich\_geologia@yahoo.com.mx

Se reportan los resultados preliminares de propiedades magnéticas y arqueointensidad de cerámicas arqueológicas de México y Sudamérica. Los fragmentos cerámicos mexicanos provienen de sitios arqueológicos del Occidente de Mesoamérica (Michoacán: Ihuatzio y Loma Santa María; Guanajuato: Cerrito de Jerez y Peralta), con fechamientos radiométricos que van desde el Preclásico (1000 años aEC) hasta la época colonial, mientras que los restantes corresponden a la región andina (La Sonrisa I, ubicado en Honda, Tolima, Colombia;  $850 \pm 80$  y  $282 \pm 51$  años AP). La caracterización magnética de las muestras se realizó con base en la medición de la susceptibilidad magnética a baja frecuencia y en función de la intensidad de campo. Se obtuvieron asimismo curvas continuas de  $\#$  vs. Temperatura y de desmagnetización por campos alternos. A partir de las curvas  $\# -T$  se aprecia (1) que el principal mineral magnético es la titanio-magnetita pobre en titanio, evidenciada por el decrecimiento progresivo de la susceptibilidad magnética a partir de los 420-450°C, y (2) que mientras en las curvas de enfriamiento la susceptibilidad magnética es mayor que en la curva de calentamiento para las muestras mexicanas, en las muestras colombianas la curva de enfriamiento corre por debajo de la de calentamiento. Esto se interpreta, tentativamente, como la existencia de diferencias significativas en las condiciones de cocimiento para ambos tipos de muestras. Los resultados obtenidos son un reflejo tanto de la cantidad y cualidad de los minerales magnéticos presentes en las cerámicas, cuanto a su grado de cocción y al tipo de decoración. La determinación de arqueointensidades se realiza en fragmentos cerámicos, embebidos en pastillas de sal, mediante el método Thellier-Coe en aquellas muestras con componentes univectoriales tendientes al origen y con curvas  $\# -T$  con alto grado de reversibilidad.

SE10-39 CARTEL

#### INTENSIDAD GEOMAGNÉTICA HISTÓRICA DE BUENOS AIRES (SIGLOS XVI- XX): UN ESTUDIO EN EDIFICACIONES ARQUITECTÓNICAS URBANAS

Morales Juan<sup>1</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>2</sup>, Schávelzon  
Daniel<sup>3</sup>, Vazquez Carlos<sup>4</sup> y Aguilar Reyes Bertha<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,  
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

<sup>3</sup>Centro de Arqueología Urbana, Buenos Aires, Argentina

<sup>4</sup>Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y  
Ambientales de Buenos Aires, IGEBA, Argentina

jmorales@geofisica.unam.mx

Buenos Aires es una ciudad con más de 10 millones de habitantes; es decir, es una de las grandes concentraciones urbanas del continente. La dinámica de crecimiento acelerado ha significado una destrucción enorme de riqueza, especialmente de la arquitectura urbana; pero debido a factores ideológicos y de una arraigada concepción de progreso, prácticamente nada ha perdurado del siglo XVI a la primera mitad del siglo XIX. Este hecho es considerado ya es una verdadera tragedia urbana irreparable. En este trabajo presentamos los resultados de experimentos típicos de 'magnetismo de roca' y arqueointensidad magnética realizados en fragmentos de ladrillo de muros, de un bloque obtenido de un fogón, de una vasija cerámica y de una teja del techo de una de las dos casas estudiadas, para investigar la Intensidad Geomagnética Histórica de Buenos Aires del lapso en cuestión a partir de edificaciones urbanas.

Los fechamientos arqueomagnéticos obtenidos para las piezas analizadas varían entre 1739 y 1900 AD, en excelente concordancia con las evidencias cronológicas e históricas de la ciudad.

SE10-40 CARTEL

#### NEW PALEOINTENSITY AND AR-AR GEOCHRONOLOGIC RESULTS FROM THE COLUMBIA RIVER BASALTS

Zhao Xixi<sup>1</sup>, Zheng Zhong<sup>2</sup>, Perrin Mireille<sup>3</sup> y Lo Ching-Hua<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Earth Science, UCSC, USA

<sup>2</sup>Geoscience Division, Sogokaihatsu Co. Ltd., Tokyo, Japan

<sup>3</sup>CEREGE UMR 6635 Europole de l'Arbois BP80 13545 Aix en Provence Cedex 4, France

<sup>4</sup>National Taiwan University, College of Science, Taiwan

xzhao@ucsc.edu

The Columbia River basalts (CMB) are the smallest and youngest (17-5 Ma) large igneous province in the world, characterized by large individual flow

volumes with both normal and reversed polarities. We have collected basaltic samples at sites distributed in large areas of the Columbia River Basalt province and applied our new paleointensity method on these samples for paleointensity determination. Results from our experiments show that the inert atmosphere (provided by a vacuum oven) can avoid the relative low temperature oxidation. Only specimens with higher coercivity (>15mT) were possible for paleointensity experiment. Samples with lower coercivity (<15mT) were mostly contaminated by viscous remanent magnetization (VRM). Completely removing of this VRM need 15mT AF demagnetization or 230°C thermal demagnetization. Thus 15mT AF demagnetization pretreatment was conducted during every paleointensity experiment step. Paleointensity results from the Columbia River basalt formations range from 8.0±1.7 uT (~5 Ma) to 6.9±1.1 uT (~17 Ma). Our Ar-Ar geochronologic study on selected samples from the Mesa formation of the Columbia River Basalt province, parallel to our paleointensity investigation yielded 40Ar/39Ar ages (10.4-14.6 Ma) for these rocks; not only confirming that the eruption ages at the sampling sites, but also providing constraints for correlation the observed polarity with the geomagnetic polarity time scale (Chron C5n.2n).

SE10-41 CARTEL

### ESTUDIO PRELIMINAR DE LA ASM EN LA FORMACIÓN SIERRA DE RÍOS, URUGUAY

Sánchez Bettucci Leda<sup>1</sup>, Pérez Cecilia<sup>1</sup> y Rapalini Augusto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Geológicas, Laboratorio de Geofísica-Geotectónica, Facultad de Ciencias, UDELAR

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Geológicas, Instituto de Geociencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina  
ledasbettucci@gmail.com

Un rasgo típico en el cinturón orogénico Dom Feliciano es el desarrollo de cuencas extensionales y de antepaís periférico. Estas cuencas desarrollan importantes episodios volcánicos bimodales, uno de estos está representado por la Formación Sierra de Ríos. La edad de estas secuencias es de ca.580 Ma. Se realizó un estudio de la fábrica magnética en la Formación Sierra de Ríos la cual se encuentra constituida por riolitas, flujos riolíticos e ignimbritas. Se tomaron muestras de 14 sitios diferentes en las proximidades de la ciudad de Melo. Según su ubicación geográfica, los 14 sitios fueron divididos en dos zonas, denominadas Zona A (SR1 a SR7) y Zona B (SR8 a SR14). En la zona A, en tres de los siete sitios, el parámetro de forma es prolado y en los otros cuatro el mismo es oblado. En los siete sitios el grado de anisotropía es bajo, en los sitios SR6 y SR7 es moderado a bajo. En cuanto a la lineación magnética es subvertical y en algunos sitios es subhorizontal con dirección NE-SW. La foliación magnética es subvertical a vertical con dirección NE. En la zona B, todos los sitios muestreados presentan parámetro de forma oblado. El grado de anisotropía es en general bajo y moderado a bajo. La lineación magnética es subhorizontal con dirección al E y WSW en algunos sitios. La foliación magnética es de alto ángulo con dirección E-W y al ENE.

Se puede decir que estas rocas presentan fábrica planar, la cual está representada por la foliación magnética interpretada en este trabajo. La foliación magnética es subvertical, con dirección NE en la zona A y dirección E-W en la zona B. La lineación magnética es predominantemente subhorizontal con dirección NE en la zona A y dirección al E y WSW en la zona B.

SE10-42 CARTEL

### OCCURRENCE OF PSEUDOPEPERITES AND PSEUDOAMYGDULES IN PARANA BASALTS (SOUTH AMERICA): EVIDENCE OF SIMULTANEOUS VOLCANIC AND SEDIMENTARY PROCESSES

Sánchez Bettucci Leda<sup>1</sup>, Koukharsky Magdalena<sup>2</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>3</sup> y Trindade Ricardo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Área Geofísica-Geotectónica, Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

<sup>2</sup>CONICET, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina

<sup>3</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

<sup>4</sup>Departamento de Geofísica, Instituto de Astronomía, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, Brazil  
ledasbettucci@gmail.com

The Large Igneous Provinces are well preserved in Cretaceous where they occur as continental flood basalts as in case of Paraná Magmatic Province (PMP). While numerous paleomagnetic studies are devoted to the Brazilian part of PMP, similar investigations in Paraguay are still very scarce and of dissimilar qualities. The Early-Cretaceous Paraguayan alkaline magmas are silica-under-saturated, enriched in incompatible-trace elements (Gibson et al. 2006). The late phase (127.5 Ma) of Paraguayan alkaline magmatism is concentrated in an intra-cratonic rift zone and melt generation appears to have been triggered by lithospheric extension. At some localities, active interactions of basalts with simultaneous sedimentary processes are observed and evidenced peculiar structures. One of them was the presence of physical

mixtures of the two lithologies as long as 3m from the contact line. Sedimentary fragments are present in the basalt and some "drops" of basalt are included in the sedimentary rock, considered a type of "pseudopeperites". Other peculiar textural feature was the recognition of cavities in the sedimentary rocks, which were filled with well crystallized phyllosilicates. They have some similarities to amygdules contained in the basalts, and for that reason they were considered as "pseudomygdules". The magnetic properties of such rocks are different from the typical Parana Basalts showing the remagnetization at relatively low/moderate temperatures.

SE10-43 CARTEL

### ESTUDIO DE MAGNETISMO AMBIENTAL EN EL RELLENO KÁRSTICO DE GALERÍA (ATAPUERCA, BURGOS, ESPAÑA)

Bógallo Román María Felicidad<sup>1</sup>, Calvo Rathert M.<sup>1</sup>, Villalain Santamaría J. J.<sup>1</sup> y Pérez González A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España

<sup>2</sup>Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana, Burgos, España  
mbogal@ubu.es

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio de magnetismo ambiental llevado a cabo en el relleno kárstico de la cueva de Galería, en el yacimiento paleo-antropológico de Atapuerca (Burgos, España), con el fin de analizar la correlación de las propiedades magnéticas de los sedimentos con la secuencia de las fases de relleno así como obtener información acerca de las condiciones paleoambientales en dicha área.

De las cinco fases de colmatación que pueden diferenciarse en la cueva de Galería, se han tomado muestras de cuatro de ellas (GI a GIV). La edad de la unidad más antigua (GI) está establecida en más de 780 ka, mientras que la datación de GIV, la de menor edad de las estudiadas, la sitúa entre 185 y 211 ka. La unidad GI, de carácter autóctono, está constituida por depósitos laminares de texturas muy finas, espeleotemas y fases arcillosas masivas. Las unidades GII a GIV, de carácter alóctono, están compuestas, principalmente, por flujos de materiales detríticos, de clastos calizos en matrices arcillosas y gravillas calizas homométricas, organizadas por corrientes hídricas.

Se ha realizado un muestreo de alta resolución (cada 4-8 cm.). Las muestras han sido sometidas a diversos experimentos magnéticos: medida de la susceptibilidad magnética; análisis de ciclos de histéresis y determinación de parámetros de la curva de histéresis; registro de curvas de susceptibilidad magnética en función de la temperatura; medida de la susceptibilidad a diferentes frecuencias y temperaturas y estudio de la magnetización remanente isoterma a temperatura ambiente y baja temperatura (77 K). Los experimentos realizados ponen de manifiesto que las propiedades magnéticas están influenciadas, principalmente, por la concentración de fases ferrimagnéticas, las cuales muestran importantes variaciones a lo largo del perfil, aunque también se han detectado fases de alta coercitividad, como goethita. La unidad inferior GI, autóctona, presenta un comportamiento más homogéneo y una menor concentración de minerales magnéticos (valores de susceptibilidad por unidad de masa 10-7 m3kg-1) que los niveles superiores (10-6 m3kg-1), observándose una zonación de las propiedades magnéticas consistente con la secuencia de fases de colmatación y las condiciones sedimentarias correspondientes a ambientes de cueva abierta o cerrada.

SE10-44 CARTEL

### NEW ROCK-MAGNETIC AND PALEOMAGNETIC RESULTS FROM THE TEPIC-ZACOALCO RIFT REGION (WESTERN MEXICO)

Calvo Rathert Manuel<sup>1</sup>, Aguilar Reyes Bertha<sup>2</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>2</sup>, Franco Garces Hector<sup>2</sup>, Morales Juan<sup>2</sup>, Rosas Eleguera José<sup>3</sup>, Soto Ruth<sup>4</sup>, Carrancho Angel<sup>1</sup> y Delgado Hugo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España

<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

<sup>3</sup>LIMNA, Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara

<sup>4</sup>Instituto Geológico y Minero de España, España

<sup>5</sup>Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM  
mcalvo@ubu.es

A rock-magnetic and paleomagnetic investigation was carried out on Pleistocene and Pliocene 40Ar/39Ar dated lava flows from the Tepic-Zacoalco rift region in the western sector of the Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB).

Thermomagnetic curves displayed a single ferromagnetic phase (magnetite) and nearly reversible curves in a few cases, but in most samples more phases and an irreversible behaviour were observed. Analysis of hysteresis parameters showed a mixture of single domain and multidomain particles, the fraction of the latter varying between 40% and 80%.

Paleomagnetic results were obtained in all sites, but in 7 sites characteristic remanence directions and remagnetisation circles were combined in order to calculate site means. The six Pliocene sites not showing intermediate polarity

yielded a paleomagnetic pole (latitude = 81.1°; longitude = 94.3°; A95 = 7.3°, k = 74.9) which roughly agrees with the synthetic North American polar wander path from Besse and Courtillot (2002). Paleomagnetic directions do not indicate significant vertical-axis block rotations in the western TMVB area.

Reversed polarities observed can be correlated to the Gilbert chron (sites TEP3, TEP9 and TEP1), normal polarities to the Gauss chron (TEP11, TEP10 and TEP7) or the Brunhes chron (TEP5) and intermediate polarities to the Cochiti-Gilbert (TEP2) or the Gilbert-Gauss (TEP8) transition. The reversed or intermediate polarity magnetisation recorded in site TEP4 (542±24 ka) corresponds either to the West Eifel 4 or the West Eifel 5 excursion, while the reversed polarity observed in TEP6 (220 ± 36 ka) very likely provides new evidence for the Pringle Falls excursion or the event recorded in the Mamaku ignimbrite.

SE10-45 CARTEL

### ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO Y MICROSCOPIA BAJO LUZ REFLEJADA DE LOS FLUJOS DE LAVA ASOCIADAS AL CAMPO VOLCÁNICO LOS AZUFRES (MICHOCÁN, MÉXICO)

Escutia Saucedo Noemí<sup>1</sup>, Gogichashvili Avto<sup>2</sup>, Garduño Monroy Victor Hugo<sup>1</sup>, Calvo Rathert Manuel<sup>3</sup>, Sánchez Bettucci Leda<sup>4</sup>, Macías Vázquez José Luis<sup>5</sup>, Aguilar Reyes Bertha<sup>2</sup> y Morales Contreras Juan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

<sup>3</sup>Universidad de Burgos, España

<sup>4</sup>Universidad de la República, Uruguay

<sup>5</sup>Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia  
escutian@gmail.com

Se reportan los resultados paleomagnéticos detallados de 23 unidades ígneas que pertenecen mayormente al Campo Volcánico Los Azufres. Se recolectaron 204 muestras orientadas, fechadas previamente por el método geocronológico 40Ar-39Ar abarcando los últimos 5 Ma; Los experimentos magnéticos obtenidos por medio de balanza de traslación a campo variable (VFTB por sus siglas en inglés) incluyen mediciones de susceptibilidad en función de temperatura y ciclos de histéresis indicando en la mayoría de los casos que la remanencia magnética es portada por titanomagnetita pobre en titanio de estructura de dominio pseudo-simple resultado de la oxi-exsolución de la titanomagnetita original durante el enfriamiento del flujo inicial, lo cual indica que la magnetización primaria es de origen termoremanente a pesar de alteraciones hidrotermales visibles en algunos flujos de lava. Las observaciones en el Microscopio de Luz Reflejada mostraron que se encontraron minerales metálicos en las muestras como: cromita, hematita, ilmenita y magnetita. Tres sitios dieron polaridad magnética invertida (AZ-01, AZ-10 y AZ-15), tres más dieron polaridad intermedia (AZ-02, AZ-09 y AZ-18), y los restantes polaridad normal como se esperaba para las unidades correspondientes al Cron de Brunhes. Dos sitios presentaron inconsistencias al calcular la dirección media por lo que se desecharon (AZ-05 y AZ-12). La paleodirección principal, obtenida de 18 flujos es Inc = 38.2°, Dec = 353.7° con #95 = 6.9° y k = 26, la cual es prácticamente indistinguible de la paleodirección esperada para el Cratón Norteamericano. Se detectó una clara evidencia del cambio de polaridad Matuyama-Brunhes en rocas fechadas cerca de 0.79 Ma mostrando sin ambigüedad las paleodirecciones intermedias lo cual ayuda a establecer las principales características del campo magnético terrestre durante las transiciones de polaridad.

SE10-46 CARTEL

### ESTUDIO DE LA VARIACIÓN PALEOSECULAR DE CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE EN UNA SECUENCIA VOLCÁNICA EN LA MESETA DE DJAVAKHETI (SUR DE GEORGIA – CAUCASO MENOR)

Caccavari Garza Ana<sup>1</sup>, Vegas Nestor<sup>2</sup>, Aguilar Reyes Bertha<sup>1</sup>, Calvo Rathert Manuel<sup>3</sup>, Gogichashvili Avto<sup>1</sup> y Vashakidze Goga<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

<sup>2</sup>Universidad del País Vasco, España

<sup>3</sup>Universidad de Burgos, España

<sup>4</sup>Alexandre Janelidze Institute of Geology of I. Javakishvili Tbilisi State University  
anavari@gmail.com

La variación secular es una de las dos variaciones notables que presenta el Campo Magnético Terrestre, se presenta tanto en la intensidad como en la dirección y de manera continua con periodicidades del orden de 102 a 104 años, razón por la cual el estudio de este cambio se realiza a través de datos paleomagnéticos, principalmente en rocas volcánicas debido a que presentan un registro casi continuo con buena señal. En este trabajo se analizan los datos paleomagnéticos y de magnetismo de rocas para estudiar la variación secular de una secuencia de 39 coladas de lava basáltica de edad Neógena (2.2 Ma

(Lebedev et al., 2008)) ubicadas en la meseta de Dzavakheti, en el sur de Georgia, Se

analizaron los minerales portadores de remanencia obteniendo del análisis de las curvas termomagnéticas titanomagnetita con diferentes contenidos de Ti como el principal portador. Y el análisis de la curva de histéresis sugiere un dominio pseudo simple para la mayoría de las muestras. Se desmagnetizaron 239 muestras de las 39 coladas, un promedio de 7 muestras por sitio: 216 por campos alternos y 77 por desmagnetización térmica. La mayor parte de los sitios (22/39) muestra una sola componente paleomagnética, mientras que el resto (17/39) muestra una componente viscosa (D=347°, I=38°) que fue fácilmente removida con un campo débil (alrededor de 0-10 mT). En la desmagnetización térmica las muestras se encontraban totalmente desmagnetizadas a 480° aproximadamente. La totalidad de los flujos muestra una polaridad inversa con dirección media de D = 205.6°, I = -60.7°, # (95%) = 2.0, yk = 129.6° y un polo paleomagnético # = 123.1°, # = 71.1°, # (95%) = 2.8°, k = 72.07. Se comparó el paleopolo obtenido en este trabajo con la curva de deriva polar aparente sintética, APWP (Aparent Polar Wander

Path) para Europa calculada para ventanas de cada 5 Ma obteniendo una distancia angular de 16.7°. Esta diferencia puede estar asociada a rotaciones sobre ejes verticales en la secuencia. Igualmente se calculó la dispersión angular del VGP, obteniendo como valores: SB = 12.9 con un límite de confianza superior de Su=14.28 y un límite de confianza inferior de Si= 10.45 para la secuencia con una latitud de 41°, este resultado fue comparado con los modelos de variación latitudinal de la dispersión de VGP, Modelo G(McFadden et al., 1988) y con el modelos TK03 (Tauxe y Kent, 2004). Notando que es ligeramente menor que el valor obtenido en estos modelos para los últimos 5 millones de años.

SE10-47 CARTEL

### PRIMEROS RESULTADOS PALEOMAGNÉTICOS DEL ARCO VOLCÁNICO CHIAPANECO, CHIAPAS MÉXICO: IMPORTANCIA GEOMAGNÉTICA Y GEODINÁMICA

Maciel Peña Rafael<sup>1</sup>, Mora Juan Carlos<sup>2</sup>, Gogichashvili Avto<sup>3</sup>, Sánchez Leda<sup>1</sup>, Henry Bernard<sup>4</sup>, Aguilar Reyes Bertha<sup>3</sup> y Morales Juan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, ITST

<sup>2</sup>UNAM

<sup>3</sup>LIMNA, UNAM

<sup>4</sup>Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

<sup>5</sup>Institut de Physique du Globe de Paris, Francia  
rafaelmaci@hotm.com

Se presentan resultados preliminares del estudio paleomagnético efectuado sobre 13 coladas independientes pertenecientes al arco volcánico Chiapaneco (ChVA) al sureste de México. Seis sitios fueron fechados por el método radiométrico Ar-Ar o K-Ar; con un intervalo de edades que va de 2.14 Ma a 0.23 Ma. Se aisló la paleodirección característica para 11 lavas. Este estudio produjo como principal dirección de inclinación magnética I=30.7°, declinación, D=4.1° y con parámetros de precisión de estadística de Fisher, k=63 y #95=5.8°. Con su respectiva posición del paleopolo de Plat=83.3°, Plong=203.8°, K=227, A95=5.1°.

La inclinación esta en concordancia con la esperada para el mioceno tardío, como lo establecido por el polo de referencia norte americano por Besse and Courtillot (2002). Sin embargo la declinación es diferente a la esperada (D = 355.9°) lo que sugiere una rotación horaria de 9° del ChVA. Se determinó que la variación paleosecular de la dispersión del polo virtual geomagnético, dado por, Sb=14.5°, =19.6° and =11.7° (parámetros de variación paleosecular con los límites superior e inferior respectivamente), los cuales coinciden razonablemente con el modelo G de McFadden et al. (1988, 1991) y con el modelo de Johnson et al. (2008) para los últimos 5 Ma. En general la polaridad obtenida de los flujos estudiados es consistente con la posición estratigráfica y con la edad absoluta determinada, excepto el sitio Huitepec, que presenta una paleodirección (I=-21.8°, D=16.2°, #95=2.3°, k=342, n=12) correspondiente al polo virtual geomagnético de latitud 58.1°N.

SE10-48 CARTEL

### PALEOMAGNETISM OF THE EASTERN ALKALINE PROVINCE (MEXICO)

Alva Valdivia Luis Manuel<sup>1</sup>, Camps Pierre<sup>2</sup> y González Rangel Antonio<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Universidad de Montpellier, Francia  
lalva@geofisica.unam.mx

The Mexican Volcanic Belt (MVB) is a Neogene volcanic arc built on the southern edge of the North American plate showing a wide range of chemical composition resulting from the Neogene Cocos-Rivera subduction system. We performed a comprehensive paleomagnetic survey (direction and intensity) of 35 lava flows located in the Eastern MVB. Most of the sites correspond with previously radiometrically-dated studies. Rock-magnetic experiments point

to simple magnetic mineralogy. In most cases, the remanence is carried by primary titanomagnetite showing different degrees of high temperature oxidation. Hysteresis parameters and FORC diagrams show in most of the cases a pseudo-single-domain magnetic behavior, such domain state being usually favorable for paleointensity determinations. However, a high failure rate (around 70%) is encountered in this study, which is partly explained by induced changes of the magnetic properties during the laboratory heatings.

These new data (paleodirection and paleointensity) are combined with selected data from the Eastern MVB gathered in the literature. This study is an opportunity to make an objective appraisal of the knowledge of the behavior of the Earth's magnetic field as recorded by the Late Miocene and Quaternary basalts from the Eastern Alkaline Province.

SE10-49 CARTEL

#### MULTIPLE-SPECIMEN ABSOLUTE PALEOINTENSITY DETERMINATION WITH THE MSP-DSC PROTOCOL: ADVANTAGES AND DRAWBACKS

Camps Pierre<sup>1</sup>, Fanjat Grégory<sup>1</sup>, Poidras Thierry<sup>1</sup>, Carvallo Claire<sup>2</sup> y Nicol Patrick<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Géosciences Montpellier, France

<sup>2</sup>IPMC, Paris, France

pcamps@univ-montp2.fr

The MSP-DSC protocol (Dekkers & Bohnel, 2006, EPSL; Fabian & Leonhardt, 2010, EPSL) is a recent development in the methodology for documenting the intensity of the ancient Earth magnetic field. Applicable both on rocks or archaeological artifacts it allows us to use samples that until now were not measured because their magnetic properties do not meet selection criteria required by conventional methods. However, this new experimental protocol requires that samples be heated and cooled under a field parallel to its natural remanent magnetization (NRM). Currently, standard paleointensity furnaces do not match precisely this constraint. Yet, such new measurement protocol seems very promising since it would possibly double the number of available data.

We are developing in Montpellier (France), a very fast-heating oven with infrared dedicated to this protocol. Two key points determine its characteristics. The first is to heat uniformly a rock sample of a 10-cc-standard volume as fast as possible. The second is to apply to the sample during the heating (and the cooling) a precise magnetic induction field, perfectly controlled in 3D. We tested and calibrated this oven along with the MSP-DSC protocol with 3 historical lava flows, 2 from Reunion Island (erupted in 2002 and 2007) and one from Etna (erupted in 1983). These lava flows were selected because they have different magnetic behaviors. Reunion 2002 is rather SD-PSD-like, while Reunion 2007 is PSD-MD-like, and Etna 1983 is MD-like. The paleointensity determinations obtained with the original protocol of Dekkers and Bohnel (2006, EPSL) are within  $\pm 1 \mu\text{T}$  of the known field for the three lava flows. The same precision is obtained when we applied the fraction correction (MSP-FC protocol). However, we systematically observed a loss in the linearity of the MSP-FC plots. In addition, like Muxworthy and Taylor (2011, GJI), we found that the Domain State Correction is difficult to apply since  $\alpha = 0$  is always found whatever we use an ordinary least square regression or a robust regression. We will present and discuss in this talk some modifications of the MSP-DSC protocol which are currently tested in our laboratory.

SE10-50 CARTEL

#### EVOLUCIÓN PALEOAMBIENTAL DEL PLEISTOCENO-Holoceno EN EL VALLE DE LOS ESPEJOS

Carranza Ana Gabriela<sup>1</sup>, Israde Alcántara Isabel<sup>1</sup>, Aguilar Reyes Bertha<sup>2</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>2</sup> y Domínguez Vázquez Gabriela<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>3</sup>Facultad de Biología, UMSNH

gabs\_any@hotmail.com

Se reporta el estudio de un núcleo sedimentario de 21.48 m de largo, extraído del depocentro de la cuenca lacustre del Valle de los Espejos. Este se ubica en el límite Sur del Graben de Acambay, ocupa la porción septentrional de la falla Acambay-Tixmadeje; presenta una estructura circular de más de 90 km<sup>2</sup>, y su planicie denota haber alojado un extenso lago. Se analizaron distintos indicadores paleoambientales: contenido de carbono orgánico e inorgánico, espectrometría de masas y diatomeas, así como algunos parámetros magnéticos en un muestreo continuo cada 10 cm, o más cerrado cuando se le observaban cambios en la sedimentación.

El núcleo está caracterizado por un dominio de facies arcillosas, limosas y limoarenosas. Se individuaron 7 zonas en base a la litología. Niveles de Turba se presentan a los 1.14 y 3.85 metros, mientras que el registro de vulcanismo se observa en 4 niveles hacia los 8.70, 8.90, 10.50 y 10.60 metros. Además, de que se observaron 6 principales indicios de aporte detrítico. Esta sedimentación detrítica está muy bien diferenciada por los valores de la susceptibilidad magnética. La mayor parte del núcleo contiene diatomeas

siendo las especies que predominan: Navicula, Aulacoseira, Stephanodiscus, Campylo-discus, Denticula, Eunotia, Epithemia, Fragilaria, Rhopalodia, Surirella y Nitzschia. El contenido de carbono orgánico e inorgánico en conjunto con la espectrometría de masas y la susceptibilidad magnética, permiten diferenciar una fase seca con cortos intervalos de humedad de la base del núcleo (21.48 m) hasta los 7.5 m de profundidad, mientras que de los 7.5 hacia la cima dominan condiciones húmedas con pequeñas intercalaciones de sequías.

SE10-51 CARTEL

#### APORTACIONES DEL LABORATORIO INTERINSTITUCIONAL DE MAGNETISMO NATURAL AL CONOCIMIENTO DE LA TECTÓNICA DEL OCCIDENTE DE MÉXICO DURANTE EL PERIODO 10-35 MA

Rosas Elguera José<sup>1 y 2</sup>, Gogichaishvili Avto<sup>1</sup>, Alva Valdivia Luis<sup>3</sup>, Aguilar Reyes Bertha<sup>1</sup>, Morales Juan<sup>1</sup>, Israde Isabel<sup>1</sup>, Peña Rafael<sup>1</sup> y Pineda Modesto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>2</sup>División de Estudios Científicos y Tecnológicos, CUVALLÉS, UDG

<sup>3</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM

jrzaselguera@yahoo.com

En un esfuerzo entre la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Michoacana el 7 de Noviembre de 2007 fue formalmente inaugurado el Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (LIMNA) aunque sus actividades académicas y de investigación se venían realizando desde el 2002.

Entre otras actividades el LIMNA ha estudiado temas regionales como la tectónica de la porción occidental de México. En la Faja Volcánica Mexicana (FVM) hemos reportado rotaciones regionales contrarias al sentido de las manecillas del reloj que no exceden los 25 grados para las rocas miocénicas de la FVM (aprox. 10 Ma) que se han interpretado en términos de la interacción entre las placa de Norteamérica y las placas oceánicas involucradas. El estudio paleomagnético relativo a los diques (aprox. 35 Ma) del bloque Michoacán sugieren también rotaciones anti-horarias de 24 grados.