



FÁBRICA MAGNÉTICA, PALEOMAGNETISMO Y GEOCRONOLOGIA DE LA FORMACIÓN PLAYA HERMOSA, URUGUAY

Ana Lossada^{1*}, Eric Tohver², Leda Sanchez Bettucci³, Augusto E. Rapalini¹

¹ Laboratorio de paleomagnetismo Daniel A. Valencio, Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires (IGEBA), Departamento de Cs. Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. ana_lossada@hotmail.com

² University of Western Australia

³ Laboratorio de Geofísica y Geotectónica, Departamento de Geología, Universidad de la República, Uruguay

Resumen

Se presentan aquí los resultados de un estudio de magnetofábrica, paleomagnetismo y geocronología de la Formación Playa Hermosa. Esta unidad, aflorante en el SE de Uruguay, está compuesta por sedimentitas clásticas de probable origen periglacial y presenta abundantes intercalaciones volcánicas en su sección superior. Se encontró una magnetofábrica de tipo deformacional, gobernada por minerales paramagnéticos, con los ejes de susceptibilidad máxima e intermedia ubicados en un plano subvertical de rumbo N20°E, subparalelo al rumbo de los estratos, y el eje de mínima susceptibilidad subhorizontal con rumbo aproximado ESE. Se analizaron 41 circones detríticos mediante el método U/Pb(SHRIMP), que definen sobre la curva de concordia una clara distribución bimodal. Se observa una contribución de edad paleoproterozoica, interpretada como perteneciente al basamento del Cratón del Río de la Plata, y otra neoproterozoica probablemente relacionada con el magmatismo del Complejo Sierra de Ánimas, contemporáneo a la sedimentación de esta unidad. Esta última permitió acotar la edad de sedimentación como previa a 593 (+11/-18) Ma, pero probablemente muy cercana a dicha edad. El polo paleomagnético calculado se ubica en 57.9°S, 182.3°E ($dp=7.4^\circ, dm=13.5^\circ$), y es consistente con la curva de deriva polar aparente del Cratón del Río de la Plata, sugiriendo una depositación a baja paleolatitud.

Abstract

Results from magnetic fabric, paleomagnetic and geochronologic studies on the Playa Hermosa Formation are presented. This unit, exposed in SE Uruguay, is composed of clastic sedimentary rocks of a likely periglacial origin with abundant volcanic intercalations in the upper part of the succession. A deformational magnetic fabric was found, governed by paramagnetic minerals. The maximum and intermedium axes of susceptibility forming a subvertical plane trending N20°E, subparallel to the strata strike, while the minimum susceptibility axis is subhorizontal and points towards the ESE. U/Pb dating (SHRIMP method) were performed on forty-one detrital zircons. The results define on the Concordia curve a clear bimodal population of zircons. The major mode is of Paleoproterozoic age and is interpreted to reflect provenance from the Rio de la Plata craton basement, the second mode is of Neoproterozoic age and interpreted as supplied by the contemporaneous magmatism of the Sierra de las Animas Complex. This permitted to constrain the age of deposition of the Playa Hermosa sediments as younger than, and probably about, 593 (+11/-18) Ma. A paleomagnetic pole was calculated for this formation that is located at 57.9°S, 182.3°E ($dp=7.4^\circ, dm=13.5^\circ$) and it is consistent with the previously proposed apparent polar wander path for the Rio de la Plata craton, suggesting deposition at low paleolatitudes.



Introducción

La Formación Playa Hermosa se encuentra compuesta por una sucesión de rocas silicoclásticas con intercalaciones de niveles volcánicos en su sección superior, que aflora al NO de la localidad de Piriápolis, en el Departamento de Maldonado, Uruguay (34°50'S, 55°18'O). Esta secuencia sedimentaria es considerada como parte del relleno de la Cuenca Playa Verde, de edad neoproterozoica (Pazos et al., 1998). La presencia, en la sección inferior de ritmitas, diamictitas y cadilitos ha sido interpretada como evidencia de que la sedimentación ocurrió en un ambiente periglacial (Pazos et al. 1998, 2003), correlacionándose este episodio con el pulso glacial Varangeriano. Un estudio paleomagnético preliminar de esta unidad (Sánchez Bettucci y Rapalini, 2002) sugirió una edad de depositación cercana a los 600 Ma, a una paleolatitud baja a intermedia. Sin embargo, el estudio paleomagnético estuvo basado en un número pequeño de muestras y la edad de la unidad estaba pobremente acotada. Recientemente, una datación Ar/Ar sobre un anfíbol proveniente de la sienita del Plutón Pan de Azúcar, perteneciente al Complejo Sierra de Ánimas, arrojó una edad de 579±2 Ma (Oyhantçabal et al., 2007), de forma tal que puede asumirse una edad de depositación previa a los 579Ma, si se toman en cuenta los niveles volcánicos de dicho complejo magmático sedimentario que interdigitan la sucesión silicoclástica de la Formación Playa Hermosa. A fin de aportar a caracterizar mejor la edad de depositación, fuentes de proveniencia de los sedimentos, posición paleogeográfica de la cuenca y evolución tectónica de la región, se llevaron a cabo estudios de fábrica magnética y paleomagnéticos sobre una nueva colección de muestras de esta unidad, así como un estudio geocronológico en circones detríticos mediante el método U-Pb SHRIMP.

Metodología

Para el presente trabajo, se recolectó un total de 16 testigos correspondientes a 4 sitios de muestreo distintos, mediante una perforadora a combustible portátil. Los mismos fueron orientados, con brújula solar, magnética e inclinómetro, y rebanados en especímenes de 2.2cm de altura y 2.54cm de diámetro, alcanzándose un total de 24 especímenes. Se midió la anisotropía de susceptibilidad magnética (ASM) de los mismos empleándose un equipo Multi-Function Kappabridge (MFK1). Para el estudio paleomagnético, en base a los resultados publicados previamente, se sometió a los mismos a una desmagnetización por campo alternos (AF), haciendo uso de un magnetómetro criogénico 2G, empleándose secuencias desmagnetizantes típicas de 0, 3, 6, 9, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 100 y 120nT. Luego, se aislaron las componentes magnéticas mediante el análisis de componentes principales, y se analizaron estadísticamente en conjunto con unas 10 muestras provenientes de 2 sitios de muestreo procesadas con anterioridad, en un estudio paleomagnético preliminar de esta unidad (Sánchez Bettucci y Rapalini, 2002). Finalmente, se calculó el promedio de las direcciones magnéticas definidas y su polo geomagnético virtual (PGV). Complementariamente, con el objeto de caracterizar la fase mineral portadora de la magnetización, se realizaron curvas de adquisición de la magnetización remanente isotérmica (IRM), alcanzándose valores de campo aplicado de 1.2 T. Ambos procedimientos fueron realizados en el Laboratorio de Paleomagnetismo Daniel A. Valencio, perteneciente al Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales (IGEBA) del Departamento de Cs. Geológicas de la Universidad de Buenos Aires.

El estudio geocronológico se realizó mediante el método U-Pb SHRIMP, en base a un total de 41 circones detríticos, y fue llevado a cabo en la Universidad de Western Australia.

Resultados y Análisis

El estudio de la ASM permitió definir una susceptibilidad media para estas rocas de 3.10^{-4} SI, sugiriendo una fábrica magnética dominada por minerales paramagnéticos, y un muy bajo grado de anisotropía,



inferior al 2.5% ($P_j=1.025$). Se encontró una fábrica magnética de tipo deformacional, caracterizada por un elipsoide de anisotropía de susceptibilidad oblado, en el cual los ejes de susceptibilidad máxima (k_1) e intermedia (k_2) se ubican en un plano subvertical de rumbo $N20^\circ E$ subparalelo al rumbo de los estratos, que inclinan moderadamente al oeste, mientras que el eje de mínima susceptibilidad (k_3) se dispone subhorizontal con un rumbo aproximado ESE, sugiriendo que es ésta la dirección de los esfuerzos principales que generaron la fábrica y bascularon la Formación Playa Hermosa. El bajo grado de anisotropía, la ausencia de metamorfismo y la carencia de evidencias macroscópicas de deformación interna en la sucesión sugieren que la fábrica magnética está reflejando una deformación interna incipiente de la pila sedimentaria, tal vez adquirida previamente a la litificación de los sedimentos, así como la depositación en un ambiente tectónicamente activo.

En cuanto al estudio paleomagnético, los especímenes reflejaron una alta estabilidad de magnetización al ser sometidos a la secuencia desmagnetizante, y se identificaron por lo general dos componentes magnéticas por cada muestra; una de baja coercitividad, cuyas direcciones resultaron ser inconsistentes, y otra de alta coercitividad. Se encontró consistencia en las componentes de alta coercitividad de un total de 13 muestras, provenientes de 4 sitios de muestreo distintos. Finalmente, se calculó el promedio de estas direcciones y su polo geomagnético virtual (PGV), el cual se ubica en $57.9^\circ S$, $182.3^\circ E$ ($dp=7.4^\circ$, $dm=13.5^\circ$). Los estudios complementarios de adquisición de la magnetización remanente isotérmica mostraron un claro carácter ferrimagnético, alcanzándose la magnetización de saturación a campos aplicados inferiores a los 300mT, lo que permite inferir que la fase mineral portadora de la magnetización es la magnetita (o titanomagnetita).

La posición del polo paleomagnético de Playa Hermosa (PH) calculado es consistente con la curva de deriva polar aparente (CDPA) del cratón del Río de la Plata para el Neoproterozoico, sugiriendo una paleolatitud baja durante la depositación de estos sedimentos periglaciares ($13^\circ S$ $+9.5^\circ/-5.5^\circ$).

El estudio geocronológico mediante el método U-Pb SHRIMP de 41 circones detríticos arrojó una clara distribución bimodal de edades, definidas con precisión sobre la curva de concordia. Algo más de la mitad de los circones forman un conjunto entre 2050 y 2200 Ma (edad media 2140 Ma) que representa la edad típica del basamento paleoproterozoico del cratón del Río de la Plata (Rapela et al., 2007). El segundo grupo, formado por un 40% de los circones, corresponde a una edad neoproterozoica, alrededor de los 600 Ma. Esta fuente está probablemente relacionada con el importante magmatismo del cinturón Dom Feliciano y podría corresponder a los primeros pulsos magmáticos del complejo Sierra de Ánimas. Es notable la ausencia de circones mesoproterozoicos. El análisis estadístico de las poblaciones de circones permite determinar que el circón más joven tiene una edad de 593 (+11 /-18) Ma. La intercalación de rocas efusivas del Complejo de Sierra de Ánimas en niveles superiores de la Formación sugiere que estos circones corresponden a un vulcanismo contemporáneo con la sedimentación de la Formación Playa Hermosa y estarían datando a la propia unidad sedimentaria. Una edad de ca. 590 Ma para los depósitos basales de esta Formación es consistente con la edad inferida a partir de la ubicación del polo paleomagnético calculado, ajustando con su posición la edad de la curva de deriva polar aparente (CDPA) del cratón del Río de la Plata.

Conclusiones

Se realizó un estudio de ASM, paleomagnético y geocronológico de la Fm. Playa Hermosa, Uruguay.

Los resultados de ASM permitieron identificar una petrofábrica de origen deformacional, que evidencia cierto grado de estructuración interna, no apreciable a escala macroscópica, y que se interpreta como una deformación temprana, probablemente contemporánea a la litificación del sedimento, evidenciando que la sedimentación ocurrió en un ambiente tectónicamente inestable.



El polo paleomagnético calculado se ubica en 57.9°S, 182.3°E ($dp=7.4^\circ$, $dm=13.5^\circ$), es consistente con la CDPA del cratón del Río de la Plata para el Ediacarano y sugiere que la depositación de la unidad ocurrió a una paleolatitud baja. De esta forma, si se acepta el origen periglaciario de la secuencia, se estaría en presencia de un evento glaciario ocurrido a bajas latitudes ($13^\circ\text{S} +9.5^\circ/-5.5^\circ$).

Finalmente, el estudio geocronológico mediante el método U-Pb SHRIMP permitió acotar la edad de la secuencia como previa, pero muy cercana, a 593 (+11 /-18) Ma. Dicha edad resulta consistente con aquella inferida a partir de la ubicación del polo paleomagnético PH calculado en la CDPA del cratón del Río de la Plata.

Referencias

Oyhantçabal, P., Siegesmund, S., Wemmer, K., Frei, R. y Layer, P., 2007. Post collisional transition from calc-alkaline to alkaline magmatism during transcurrent deformation in the southernmost Dom Feliciano Belt (Braziliano–Pan-African, Uruguay). *Lithos* 98 : 141-159.

Pazos, P., Tófaló, O. y Sánchez Betucci, L., 1998. Procesos sedimentarios e indicadores paleoclimáticos en la sección inferior de la Formación Playa Hermosa, Cuenca Playa Verde, Piriápolis, Uruguay. II Cong. Uruguayo de Geología, Punta del Este, Uruguay, Actas: 64-69.

Pazos, P., Sánchez Betucci, L. y Tófaló, O., 2003. The record of the Varanger glaciation at the Río de la Plata craton, Vendian-Cambrian of Uruguay. *Gondwana Research*, 6 : 65–78.

Rapela, C. W., Panhhrust, R., Casquet, C., Fanning, C., Baldo, E., González-Casado, J., Galindo, C. y Dahlquist, J., 2007. The Rio de la Plata craton and the assembly of SW Gondwana. *Earth-Science Reviews* 83, (1-3) : 49-82.

Sánchez Betucci, L. y Rapalini, A., 2002. Paleomagnetism of the Sierra de Las Animas Complex, southern Uruguay: its implications in the assembly of western Gondwana. *Precambrian Res.*:118: 243-265.