

## Reconocimiento preliminar de diamictitas aflorantes en la localidad de Takuruty, Villeta

### Recognizance preliminary of diamictic outcropping in the locality of Takuruty, Villeta

Nestor D. Salinas<sup>1,\*</sup>, Gabriel Rotela<sup>2</sup> & Narciso Cubas<sup>1,\*\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Geología. E-mail: \*nestorsalinasgeologo@gmail.com, \*\*ncubas@facen.una.py

<sup>2</sup>Industria Nacional del Cemento.

**Resumen:** Se presentan los resultados de observaciones y descripciones de las características sedimentológicas y posicionamiento estratigráficos, de las ocurrencias de rocas sedimentarias diamictíticas aflorante en dos canteras contiguas de la localidad de Takuruty, Villeta, Región Central del Paraguay Oriental; estas manifestaciones de depósitos glaciógenos, pertenecen la Formación Boquerón, que se ubica en el intervalo Ordovícico-Silúrico constituyéndose como un *hiatus* entre los Grupos Caacupé e Itacurubí. Las características texturales y de estructuras sedimentarias identificadas indican un ambiente variable en los estadios glaciales durante el límite Ordovícico-Silúrico, que afectó al nivel regional en la porción occidental del Gondwana.

**Palabras clave:** *diamictita, glaciación Ordovícico-Silúrica, Formación Boquerón, hiatus.*

**Abstract:** We present the results of observations and descriptions of the sedimentological characteristics and stratigraphic positioning of the occurrences of diamictitic sedimentary rocks outcropping in two adjacent quarries of the locality of Takuruty, Villeta, Central Eastern Paraguay; These manifestations of glaciogenic deposits, belong the Boquerón Formation, that is located in the Ordovician-Silurian interval constituting like a hiatus between the Groups Caacupé and Itacurubí. The textural characteristics and identified sedimentary structures indicate a variable environment in the glacial stages during the Ordovician-Silurian limit, which affected the regional level in the western portion of Gondwana.

**Keywords:** *diamictite, Ordovician-Silurian glaciation, Boquerón Formation, hiatus.*

### Introducción

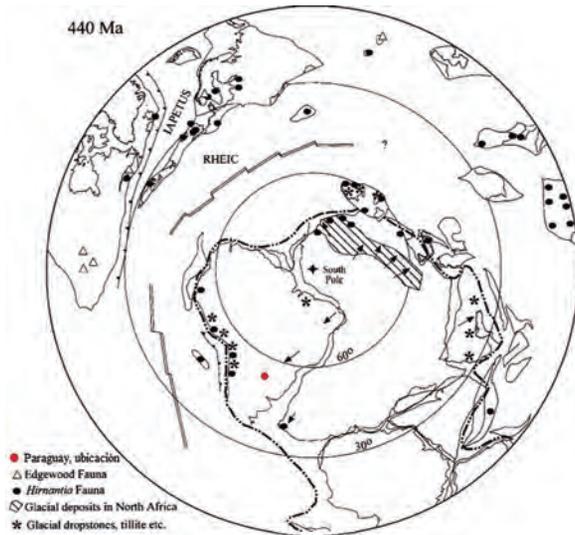
Las evidencias de un evento glacial regional entre el límite de los periodos Ordovícico-Silúrico está bien documentado en el norte de África (EL-Ghali, 2005), donde paleogeográficamente el supercontinente Gondwana estaba localizado en Polo Sur (Figura 1) (Cocks. & Torsvik, 2002), situación que habría causado una glaciación en la zona, y afectando a Sudamérica. Existen afloramientos que registra la presencia de este evento en la zona Andina, como la Formación Cancañiri en Bolivia y la Formación Zapla en el lado Argentino (Koeberling, 1919, mencionado en Schonian, 2003); que son descritos como ambientes mayormente glacio-terrestres, debido a su contacto basal fuertemente erosivo, por la abrasión glacial de clastos con predominancia de diamictitas polimícticos conformando estratos de areniscas y conglomerados de geometrías lenticulares, procedente del Macizo

Pampeano y atribuidas a una edad *Ashgiliense* Superior (Ordovícico Tardío). La unidad también fue reconocida en Perú y es denominada como Formación San Gabán (Laubacher, 1972, citado en Díaz-Martínez, *et al.* 1999), que presentan alternancia de diamictitas, lutitas y areniscas, con clastos estriados y facetados por acción glacial, cuyo tamaño puede llegar de hasta 50 cm de diámetro; estos clastos han sido producidos por transporte gravitacional, y resedimentación en un contexto de depositación marina, indicado como de edad *Ashgiliense-Llandoveriense* (Ordovícico-Silúrico).

En la pre-cordillera al oeste de Argentina la secuencia glaciogénica, fue descrita para el Miembro Inferior de la Formación Don Braulio, que presenta predominantemente depósitos glacio-terrestres y superficies estriadas, que indican que estuvo sometido a la acción directa del hielo,

Recibido: 28/08/2019 Aceptado: 27/09/2019





**Figura 1.** Reconstrucción paleogeográfica de Gondwana en el límite Ordovícico-Silúrico (440 Ma) con capas de hielo y otras características glaciares, junto con la distribución de las faunas braquiópodos del Hirnantiano. El punto rojo indica la ubicación de Paraguay. Modificado de Cocks. & Torsvik, 2002.

con influencia costera, y un retroceso definitivo de la transgresión marina, definida en base a fósiles como de edad *Hirnantense*/*Ashgillense* Superior (Astini, 2001).

En la Cuenca del Paraná, las formaciones glaciogénicas a finales del Ordovícico y principios del Silúrico son conocidas como Formación Iapó, en Brasil (Assine, *et al.*, 1994; Assine, *et al.*, 1998) y lo describen como secuencias diamictíticas estratificadas, con areniscas masivas y pelitas con clastos caídos (*dropstone*), de pocos espesores, atribuyéndola a varias facies en el avance y retroceso de un escudo glaciar, sobre sistemas marinos epicontinentales, en sus diferentes estadios, pre-glacial, glacial y pos-glacial, recubiertos por sedimentos marinos de la Formación Vila María en el *Eollandoveriense* (Silúrico Inferior).

Los principales trabajos que citan o hacen referencia a sedimentos del Paleozoico Inferior (Cámbrico, Ordovícico y Silúrico) en la Región Oriental del Paraguay fueron Harrington (1950, 1956 y 1972), Eckel, *et al.* (1959), Wolfart (1961) y Putzer (1962). Estos autores, no mencionan la existencia de una secuencia glaciogénica a finales

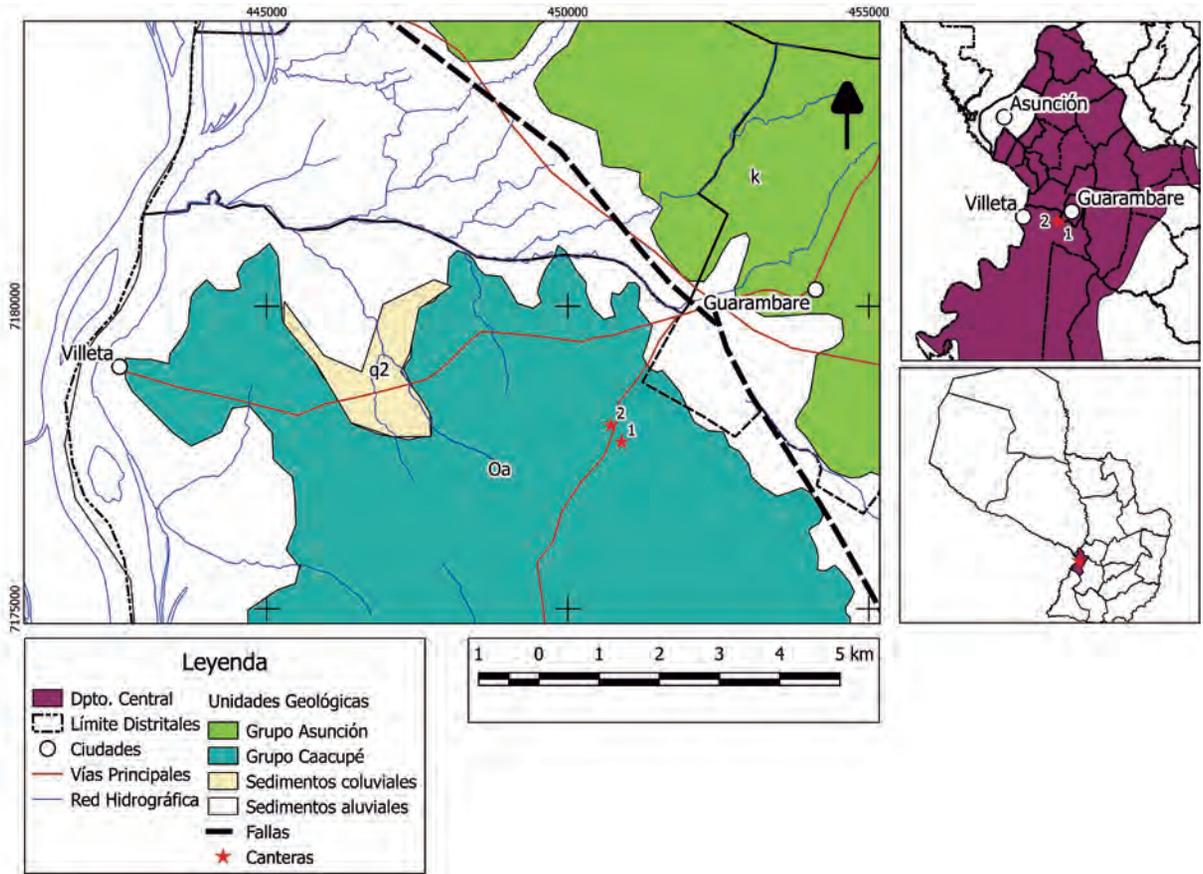
del Ordovícico y a principios del Silúrico; uno de los pocos autores en mencionar la presencia de estos sedimentos glaciares fue Orué (1996, 1999). Este autor resalta el escaso espesor y afloramiento de esta unidad que se encuentra principalmente en la compañía Boquerón del distrito de Eusebio Ayala hacia el este y menciona que también aflora en las zonas aledañas a la ciudad de Guarambaré, hacia el oeste de la región central del Paraguay Oriental; a la primera ocurrencia lo denominé como Formación Boquerón (esta formación pertenecería sincrónicamente a la misma secuencia que la Formación Iapó en Brasil, al pertenecer a la misma cuenca sedimentaria) y atribuyendo a esta secuencia como de edad Silúrico Inferior, las diamictitas de la Formación Boquerón, se encuentra reposando discordantemente sobre areniscas de la Formación Tobati y en contacto concordante superior con la Formación Eusebio Ayala.

En su localidad tipo la Formación Boquerón presenta dos secuencias litoestratigráficas, una inferior constituida de areniscas de granulación media a gruesa con matriz arcillosa conteniendo cantos de cuarzo y otra superior compuesta por areniscas de granulación gruesa, mal seleccionadas con matriz siltítica, arcillosa y arenosa, caracterizando a las dos secuencias como diamictíticas de origen glacial.

## Materiales y métodos

### Area de estudio

En la compañía de Takuruty, Distrito de Villeta, en el ramal que conecta la ciudad de Nueva Italia con la Av. Emiliano R. Fernández, a 27 km aproximadamente al sur de Asunción, al costado del camino se encuentra aflorando en varias canteras, donde se exponen las rocas sedimentarias con características diamictíticas (Figura 2). En el Mapa Geológico a escala 1:100.000 de las Hojas Caacupé (Dionisi, *et al.* 1998) y Paraguari (Bartel *et al.* 1996) estos afloramientos fueron mapeados como unidades pertenecientes al Grupo Caacupé; esto posiblemente debido a la poca exposición y por tratarse de grandes áreas mapeadas no fueron caracterizados en detalle en estos mapas.



**Figura 2.** Mapa geológico del área de estudio. Modificado de los mapas geológicos Caacupé (Dionisi, *et al.* 1999) y Paraguari (Bartel, *et al.* 1996).

Fueron estudiados dos canteras denominándolas N°1 y N°2 (Figura 3), cuyas coordenadas son: Este 450894 m y Norte 7177752 m; Este 450714 m y Norte 7178031 m respectivamente;

la cantera N°1 es activa aún en su explotación de donde se extraen las diamictitas para uso como materiales de construcción; presenta una forma rectangular y una dimensión de 10 hectáreas de los cuales 1/3 está cubierto por agua estancada. La cantera N°2 es una cantera cuya explotación fue abandonada, presenta una forma cuadrangular y una dimensión de 6 hectáreas de los cuales menos de 0,5 hectáreas se encuentran ocupadas por agua estancada.



**Figura 3.** Canteras N°1 y N° 2 en estudio.

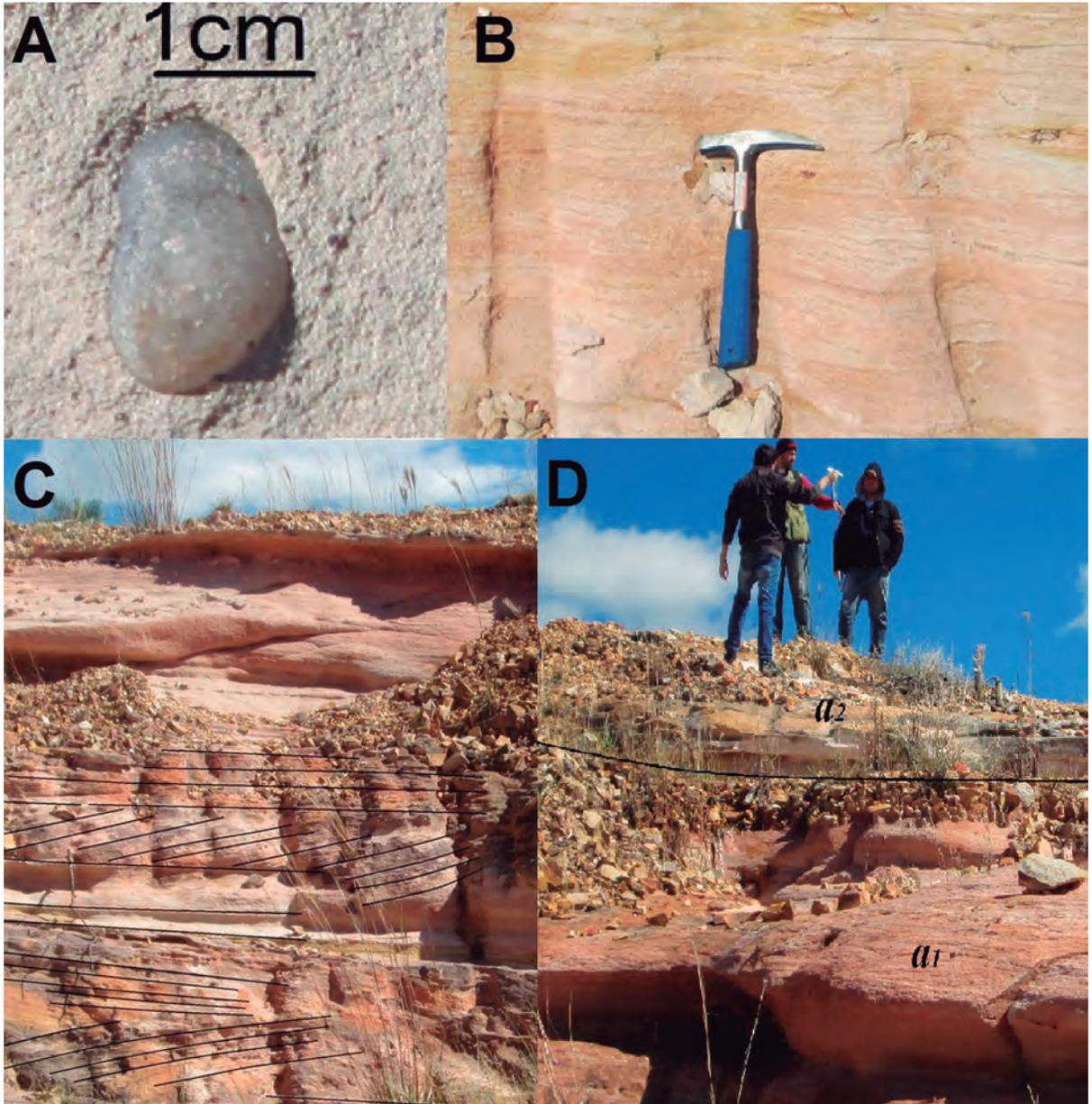
**Descripción de las facies litológicas de la cantera N°1**

Las secuencias identificadas en la cantera N° 1 se pueden dividir principalmente en tres litofacies bien marcados: a) una parte basal constituidas por areniscas gruesas a medias sacaroidales a com-

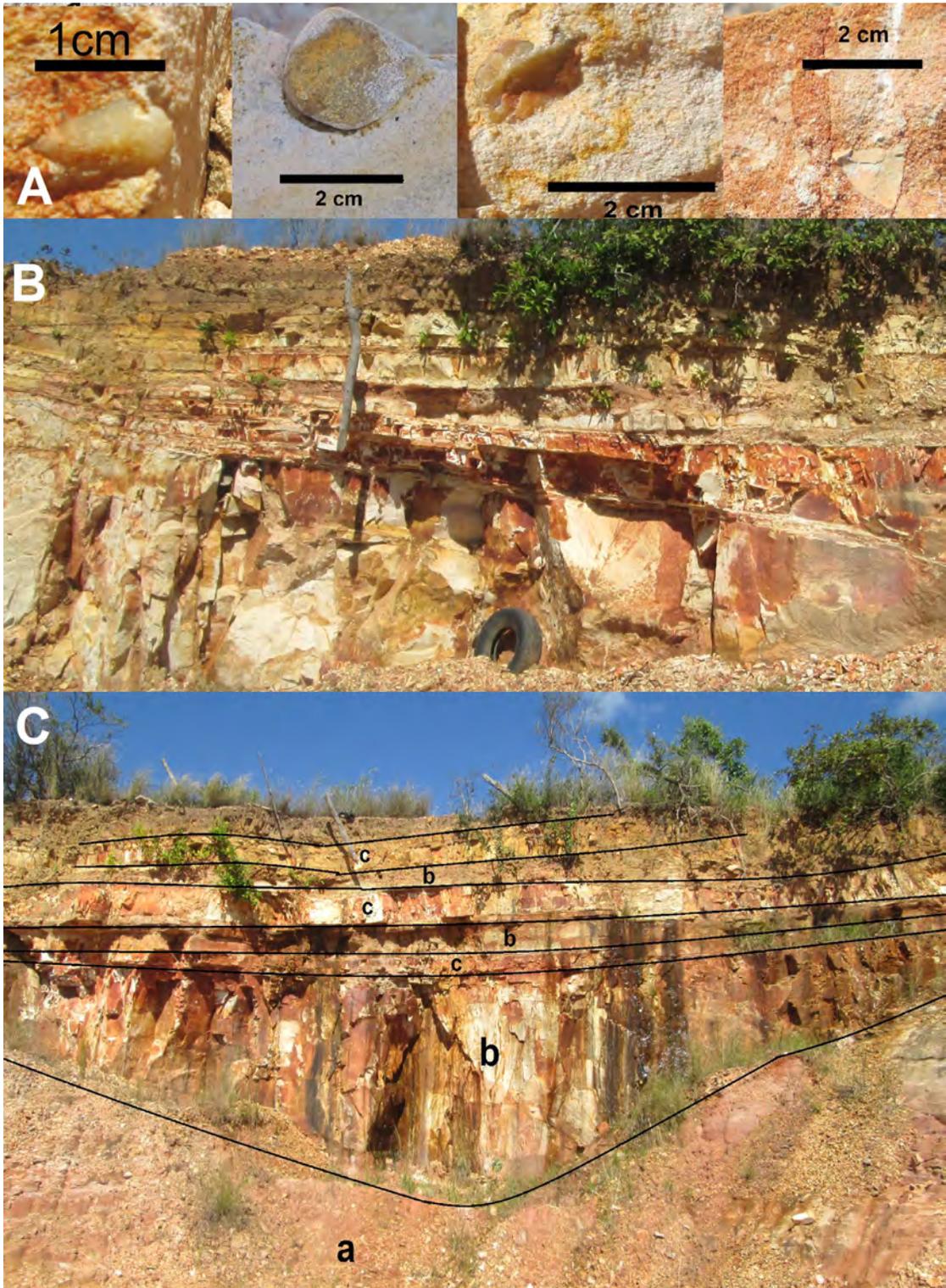
pactas, *b*) otras por areniscas medias mayormente silicificadas con matriz arcillosa con guijarros de carácter diamictítico, *c*) y por capas de siltitas arenosas silicificadas.

*a*) Esta litofacie puede subdividirse en dos secuencias, la primera ( $a_1$ ) presenta areniscas medias a finas rosáceas con fina

estratificación cruzada tipo *hummocky*, la presencia de estratos esto es indicativo de sedimentación en ambientes de tormentas (Figura 4) en zonas marinas epicontinentales. La segunda ( $a_2$ ) presenta areniscas cuarzosas gruesas a medias blanquecinas friables sacaroi-



**Figura 4.** Litofacie *a* basal, **A)** guijarro contenido en la secuencia  $a_2$ ; **B)** Areniscas medias con finas estratificaciones plano-paralelas en  $a_1$ ; **C)** Estratificación cruzada *hummocky* en  $a_1$ ; **D)** Limite de las subdivisiones  $a_1$  y  $a_2$ .



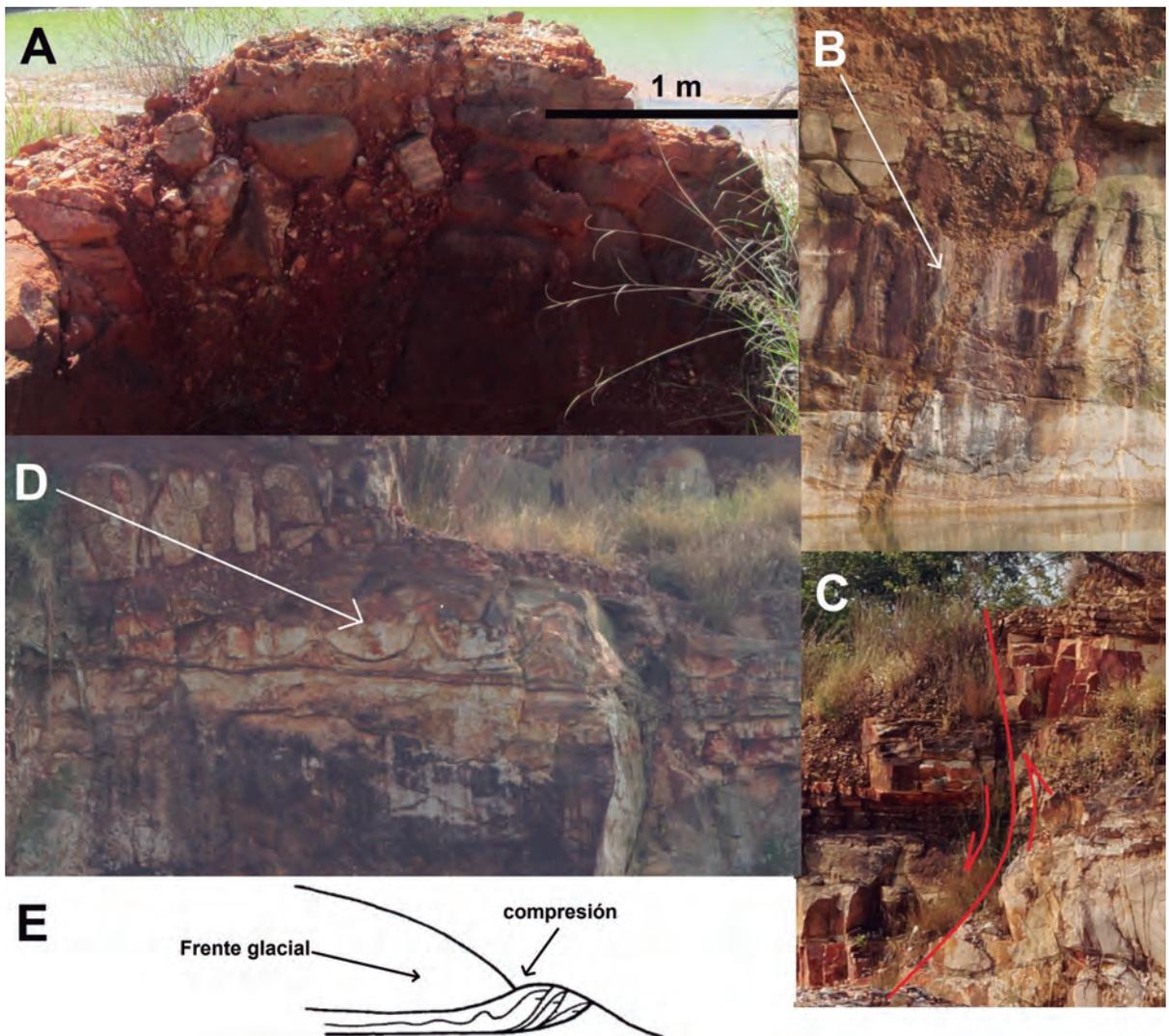
**Figura 5.** Litofacies *b* y *c*, reposando discordantemente sobre la secuencia *a*; A) guijarros de distintas dimensiones en la litofacies *b*; B) capas intercaladas *b* y *c*, y adelgazamiento en los extremos del canal; C) Paleocanal *outwash* en “V”.

Reconocimiento preliminar de diamictitas aflorantes en la localidad de Takurutu, Villeta

dales en partes macizas con fracturas subverticales con matriz caolínica, presentan clastos de guijarros de cuarzo >1 cm, y la presencia de estos clastos es indicativo del grado creciente en tamaños de grano desde la parte inferior de este paquete sedimentario.

- b) Esta litofacies reposa discordantemente sobre las capas antes descritas, presentan areniscas blancas a rosáceas de

granulación media a gruesa con matriz arcillosa caolínica maciza a silicificadas con clastos de grava (granulo y guijarro) estas capas están intercaladas con la litofacies superior, también se observan capas engrosadas en el centro y adelgazados en los extremos formando canales en “v”, indicarían paleocanales fluviales en planicies de lavados de flujos de detritos (*outwash*) provenientes de la fusión del glacial



**Figura 6.** Estructuras presentes en la cantera N° 1. **A)** Brechas de relleno de fracturas, aparente origen tectónico; **B)** Dique clástico en el frente de cantera norte; **C)** Falla normal con importante desplazamiento de capas; **D)** Pliegues de deformación formadas en condiciones sinsedimentarias; **E)** Modelo de deformación glacial, modificado de Hart & Boulton. (1991).

(Figura 5 A, B, C).

- c) Presentan capas estratificadas de siltitas arenosas blancas con matriz arcillosa muy silicificadas (porcelanita?), intercaladas con la capa anterior; de esto se presume un cambio importante en el ambiente de formación de estas secuencias en zonas distales y de bajas energías en ambientes marinos someros o lagunares. (Figura 5 B, C)

Descripción aparte merece la identificación de brechas de relleno de fracturas de direcciones NE especialmente (Figura 6 A) y fallas normales

(Figura 6 C), esto obedece al carácter limítrofe del afloramiento en condiciones de dislocaciones principales ocurridas en la formación del graben principal del Rift de Asunción (Degraff, *et al.* 1981).

Todas las anteriores descripciones de la cantera N°1 pertenece al frente de cantera sur, en el frente de cantera norte se pueden observar algunas estructuras como diques clásticos (Figura 6 B) pliegues deformacionales (*convolute lamination*) (Le Heron, *et al.* 2005), posiblemente producida por tracción del frente glacial en una condición blanda del sedimento (*syn-depositional*) (Figura 6 D, E).



**Figura 7.** Afloramiento denominado Cantera N° 2. **A)** Arenisca con finas estratificaciones de la litofacie *a*<sub>7</sub>; **B)** Arenisca bioturbada conteniendo dique clástico; **C)** Fractura N-S; **D)** Exposición de brecha de relleno de fractura. **E), F)** y **G)** Guijarros de tamaños variados en la litofacie *b* de carácter diamictítico.



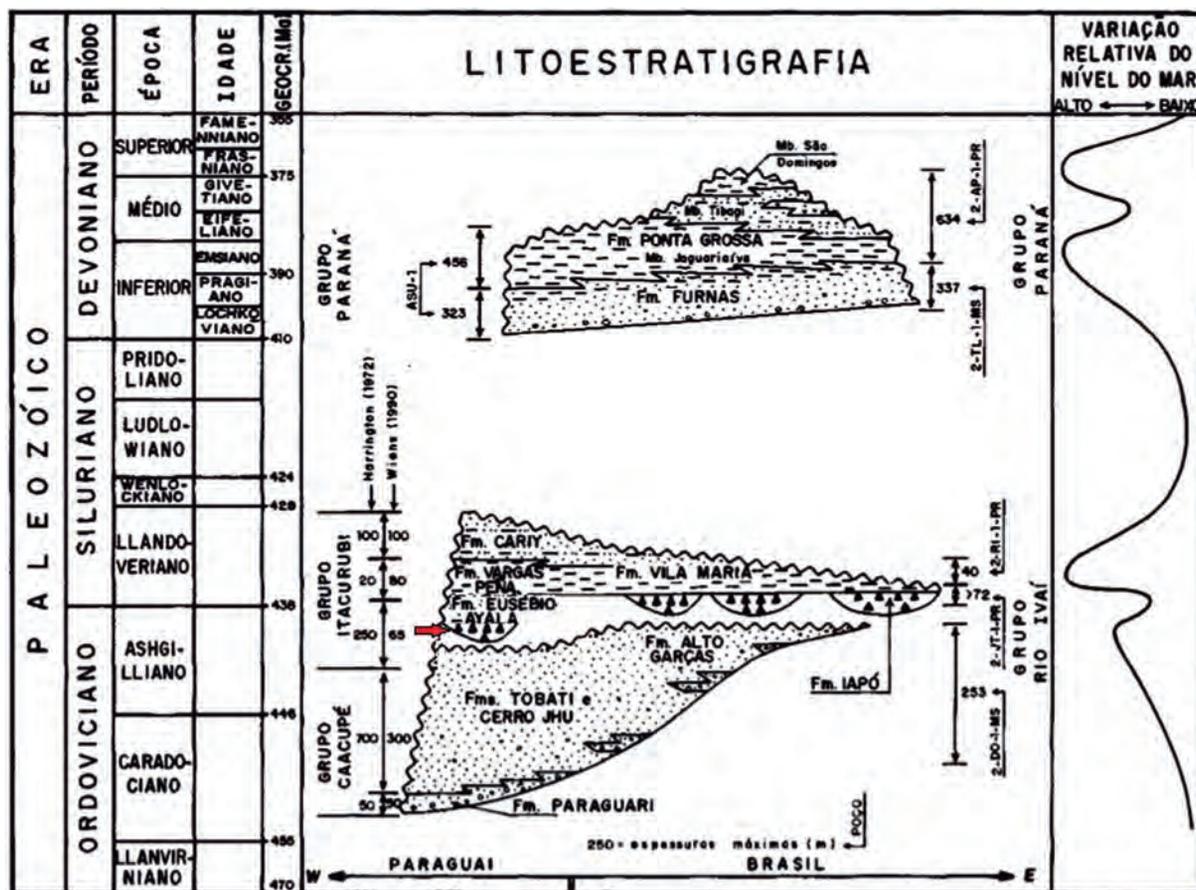


Figura 9. Secuencias ordovícico-silúricas y devónicas. La flecha roja indica la Formación Boquerón equivalente a la Formación Iapó en Brasil en el borde oriental de la Cuenca del Paraná. Modificado de Assine, *et al.*, (1994).

como sedimentos de origen fluvio-glacial por la presencia de paleocanales *outwash* y por la amplia presencia de gravas principalmente guijarros subredondeados confiriendo a estas areniscas un carácter diamictítico observado en ambos afloramientos (secuencia *b*) coincidiendo en parte con las observaciones de Orué (1994,1999) en las descripciones de los afloramientos en Eusebio Ayala (Figura 9), no obstante no se observó sedimentitas depositados directamente por el deshielo del frente glacial, pero algunas estructuras observadas como los pliegues de deformación sinsedimentar, podrían ser de carácter glaciotectónica.

Por lo expuesto es evidente la ocurrencia de sedimentitas de influencia glacial de los límites de los periodos Ordovícico-Silúrico, reforzado esta por la presencia de las misma al extremo Oriental de

la cuenca del Paraná que se denomina Formación Iapó, en Brasil, que presentan condiciones similares de yacencia y de pocos afloramientos localizados, debido a la poca permanencia del estadio glacial reportado para estos periodos, terminando en una rápida trasgresión marina ocurrida a principio del Llandoveriano.

### Literatura citada

- Assine, M.L., Alvarenga, C.J. & Perinotto, J.A. (1998). Formação Iapó: glaciação continental no limite Ordoviciano/Siluriano da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 28(1): 51-60.
- Assine, M.L.; Soares, P.C. & Milani, É.J. (1994). Sequências tectono-sedimentares mesopaleozóicas da Bacia do Paraná, Sul do Brasil.

- Revista Brasileira de Geociências*, 24(2): 77-89.
- Astini, R.A. (2001). Pavimentos estriados en la Formación Don Braulio y naturaleza de la glaciación hirnantiana (Ordovícico Tardío) en la región andina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, 8(1): 1-25.
- Bartel, W., González, M., Muff, R., Lahner, L. & Wiens, F. (1996). Mapa Geológico de la República del Paraguay. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, MOPC e Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales, BGR, Alemania. Esc. 1:100.000, Color. Hoja: Paraguari 5459
- Cocks, L.R.M., & Torsvik, T.H. (2002). Earth geography from 500 to 400 million years ago: a faunal and palaeomagnetic review. *Journal of the Geological Society*, 159(6): 631-644.
- Degraff, J.M., Franco, R. & Orué, D. (1981). Interpretación geofísica y geológica del valle de Ypacaraí (Paraguay) y su formación. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 36(3): 240-256.
- Díaz-Martínez, E. D., Acosta, H., Rodríguez, R. & Carlotto, V. (1999). La Glaciación del límite Ordovícico-Silurico en el Altiplano de Perú: evidencias e implicancias tectónicas. *GEOGACETA*, Sociedad Geológica de España, 26: 23-25.
- Dionisi, A., Franco, R., González, M.E., Lahner, L. & Meinhold, K.D. (1998). Mapa Geológico de la República del Paraguay. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, MOPC e Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales, BGR, Alemania. Esc. 1:100.000, Color. Hoja: Caacupé 5470
- Eckel, E.B., Milton, C. & Sulsona, P.T. (1959). Geology and mineral resources of Paraguay—a reconnaissance, with sections on Igneous and metamorphic rocks and soils. *Geological Survey Professional Paper*, 327: 110 pp.
- El-Ghali, M.A.K. (2005). Depositional environments and sequence stratigraphy of paralic glacial, paraglacial and postglacial Upper Ordovician siliciclastic deposits in the Murzuq Basin, SW Libya. *Sedimentary Geology*, 177(3-4): 145-173.
- Harrington, H.J. (1950). Geología del Paraguay oriental. Universidad de Buenos Aires, Fac. Cs. Exactas y Naturales, *Contribuciones Científicas, Serie E, Geología*, 1: 1-88.
- Harrington, H.J. (1956). Paraguay. *Geological Society of America Memoirs*, 65: 99-115.
- Harrington, H.J. (1972). Silurian of Paraguay. Correlation of the South American Silurian Rocks. *Geological Society of America Special Paper*, 133: 41-50.
- Hart, J.K., & Boulton, G.S. (1991). The interrelation of glaciectonic and glaciodepositional processes within the glacial environment. *Quaternary Science Reviews*, 10(4): 335-350.
- Le Heron, D.P., Sutcliffe, O.E., Whittington, R.J. & Craig, J. (2005). The origins of glacially related soft-sediment deformation structures in Upper Ordovician glaciogenic rocks: implication for ice-sheet dynamics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 218(1-2): 75-103.
- Orue, D. (1996). *Síntese da Geologia do Paraguai Oriental, com Ênfase para o Magmatismo Alcalino associado*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências.
- Orue, D (1999) Discordancia entre las unidades ordovícicas-silurianas del Grupo Caacupe e Itacurubi. *Jornadas Científicas sobre Geología del Paraguay*, Dpto. Geología/FACEN/UNA & Dirc. Recursos Minerales/SME/MOPC.
- Putzer, H. (1962). Die Geologie von Paraguay: Gebriider Borntrager, Berlin. *Beitrag zur Regionale Geologie der Erde*, 2: 184 pp.
- Schonian, F., (2003). Ambiente sedimentario de las diamictitas de la Formación Cancañiri en el área de Sella, sur de Bolivia. *Revista Técnica de YPF*, 21: 131-145.
- Wolfart, R. (1961). Stratigraphie und fauna des älteren Paläozoikums (Silur, Devon) in Paraguay. *Geologische Jahrbuch*, 78: 29-102.