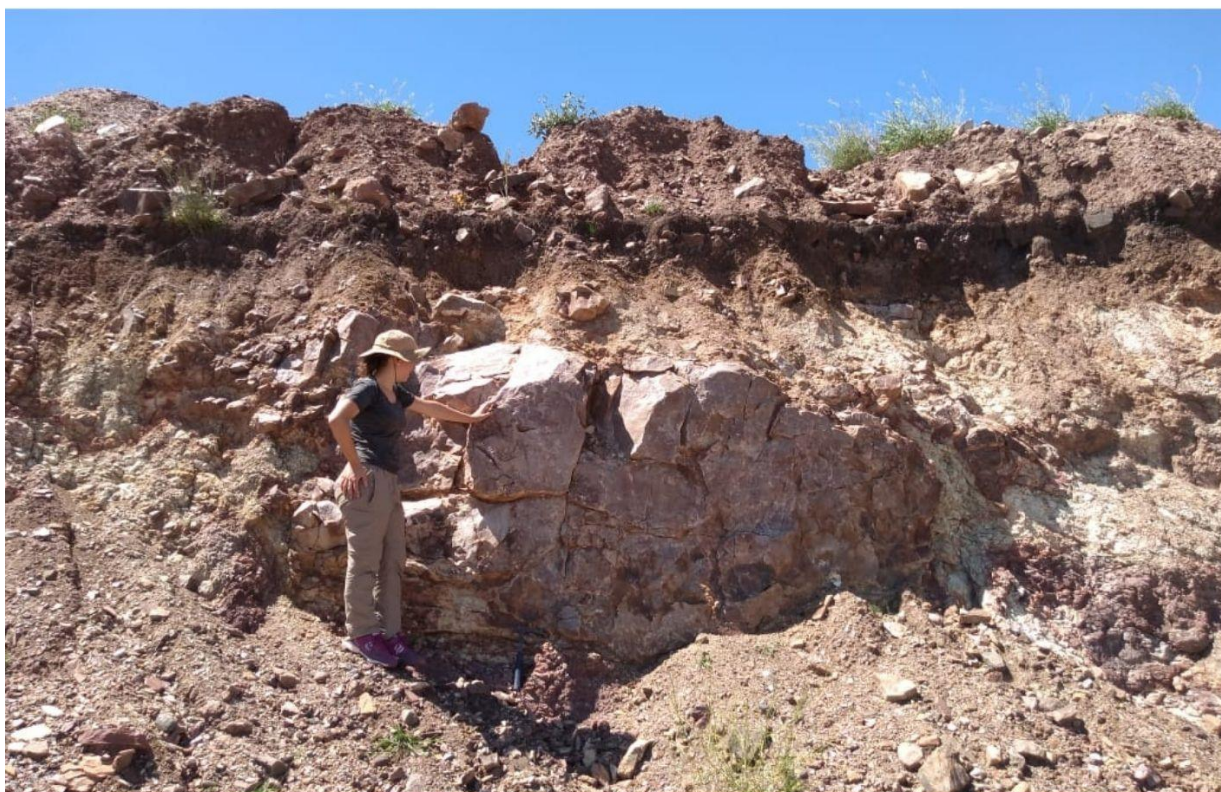


*Trabajo Final de Licenciatura en Geología de la Facultad
de Ciencias Naturales y Museo Universidad de La Plata,
Argentina*



SEDIMENTOLOGÍA Y
MINERALOGÍA DE LA
FORMACIÓN COLOMBO.
SIERRAS BAYAS, SISTEMA
DE TANDILIA, ARGENTINA

Director: Daniel Poiré

Co-directora: María Julia Arrouy

CAMILA AILÉN GREGORINI

2020

Índice

- I.** Agradecimientos
- II.** Resumen
- III.** Abstract
- IV.** Introducción
- V.** Zona de estudio
- VI.** Estratigrafía
- VII.** Materiales y métodos
- VIII.** Resultados
 - a. Representación gráfica del perfil
 - b. Descripción de muestras de mano
 - c. Petrografía
 - d. Difracción de rayos x
 - e. Análisis de facies
 - f. Asociaciones de facies
- IX.** Consideraciones finales
- X.** Discusión y Conclusiones
- XI.** Anexos
- XII.** Bibliografía

I. Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mis directores Daniel Poiré y Julia Arrouy, por brindarme su conocimiento y por contribuir a mi formación como futura profesional. A Daniel por confiar en mí desde el principio y por proponerme el tema de trabajo. A Julia por las detalladas correcciones de cada borrador y por recibirme siempre en su lugar de trabajo. Aprendí mucho de ustedes.

A Rubén de Cantera Piedra Amarilla, que me permitió llevar a cabo las tareas de campo. Al Centro de Investigaciones Geológicas por brindarme el espacio y los instrumentos para generar este trabajo. A Germán del laboratorio de rayos x y a Marcelo de cortes, gracias por la ayuda con mis muestras.

A mis compañeros y amigos de la facultad por su acompañamiento durante el trabajo y la toda la carrera.

Y por último a mi familia, y sobre todo a mis padres, por el apoyo y la contención. Sin ellos no hubiera sido posible llegar hasta donde llegué. A mi mamá, que en cada etapa estuvo para leer y opinar sobre el trabajo.

II. Resumen

La Formación Colombo pertenece al Grupo Sierras Bayas, integrante de la cubierta sedimentaria del Sistema de Tandilia. A pesar que este sistema ha sido intensamente estudiado, la génesis de las Diamictitas Colombo es aún materia de debate. Por ese motivo el presente trabajo propone ampliar el conocimiento de la sucesión, mediante el análisis mineralógico y sedimentológico detallado. Se llevaron a cabo tareas de gabinete inicial, con la recopilación y lectura bibliográfica; trabajo de campo y toma de muestras; y tareas de gabinete final, que implicaron la confección de perfiles sedimentológicos, selección de muestras para el análisis petrográfico y por Difracción de Rayos X, para su posterior análisis de facies, asociación de facies e interpretación paleoambiental.

Por el amplio rango granulométrico presente, desde granulometrías muy finas hasta bloques angulosos, y de la disposición caótica del paquete de la facies de parabrecha, se puede concluir que la Diamictita Colombo no presenta signos de origen glacial claros, hipótesis planteada por varios autores. Por lo cual se propone que la formación bajo estudio podría haberse depositado, en primer lugar, por decantación (facies de pelitas laminadas) y en segundo lugar por un flujo hiperconcentrado muy lubricado (facies parabrecha). El contacto neto entre las dos facies presentes en la asociación planteada, la presencia de deformación sinsedimentaria, la abundancia de bloques angulosos de gran tamaño y los amplios rangos granulométricos presentes en la facies de parabrecha, podrían haber sido generados por una depositación abrupta de un flujo hiperconcentrado (alta concentración de sedimentos) con material provenientes de las formaciones subyacente. Finalmente, la Formación Colombo, se interpreta como el producto de un flujo gravitatorio, posiblemente en un ambiente subácueo que deposita el material por un cambio en la pendiente.

III. Abstract

The Colombo formation belongs to the Sierras Bayas Group, has been intensively studied. The genesis of “Diamictita Colombo” is still a subject of debate. The present contribution proposes to enlarge the knowledge of this succession, by means of the detailed mineralogical and sedimentological analyses. Firstly, the bibliographic analysis and compilation were carried out, subsequently the field work and sampling were done,

and finally the sedimentologic profiles were performed. In addition, selected samples were submitted to petrographic and X-ray diffraction analyses, in order to understand the facies analysis, facies associations and paleoenvironmental interpretation.

Due to the large granulometric range present, between fine grain and sharp blocks, along with a chaotic disposition of the « parabrecha » facies is possible to conclude that the “Diamictita Colombo” does not exhibit any clear sign of glacier origin. In this way, the studied unit could had been deposited, in first place, by decantation (laminated pelites facies), followed by a hyperconcentrated lubricated flux (parabrecha facies). The net contact between the two facies, the abundance of sharp big size blocks and the granulometric distribution, could have been generated by the abrupt deposition of the hyperconcentrated flux carrying materials from the subjacent units. Finally, the Colombo Formation is interpreted as deposited a subaqueous environment in which the material by a change of slope.

IV. Introducción

La cobertura neoproterozoica del Cratón del Río de la Plata es el relleno sedimentario, no metamorfizado ni deformado, más antiguo del territorio argentino. Su estudio ha sido de gran interés durante varias décadas por su importancia geológica y minera. Este trabajo final de licenciatura hace foco en una de las formaciones que integra el Grupo Sierras Bayas, la Formación Colombo, expuesta en la cantera Piedra Amarilla en la localidad de Sierras Bayas.

La cubierta sedimentaria del Sistema de Tandilia está integrada por el Grupo Sierras Bayas, con las formaciones, desde la más antigua a la más joven, Villa Mónica, Colombo, Cerro Largo, Olavarría y Loma Negra, y por el Grupo La Providencia, con las formaciones Avellaneda, Alicia y Cerro Negro. Esta cobertura ha sido estudiada por varios autores que han contribuido al conocimiento de los aspectos geológicos de estas sucesiones sedimentaria, entre ellos se destacan los trabajos realizados por Nágera (1919), González Bonorino (1956), Teruggi y Kilmurray (1975, 1980), Andreis et al. (1992, 2003), Barrio et al. (1991), Cingolani et al. (1991; 2011), Iñiguez (1999), Poiré (1987), Poiré y Spalletti (2005), Poiré et al. (2005), Gaucher et al. (2005), Gómez-Peral (2008),

Poiré y Gaucher (2009), Gómez-Peral et al. (2014; 2017; 2018; 2019), Arrouy (2015) y Arrouy et al. (2015; 2016; 2019), entre otros.

La Formación Colombo (Poiré, 1993, Poiré y Gaucher, 2009) ha sido considerada anteriormente como la base de la Formación Cerro Largo (Poiré e Iñiguez, 1983), pero luego fue posible su separación y así fue definida como una unidad sedimentaria independiente. Estudios previos indican que se trata de un nivel diamictítico con facies de fangolitas amarillentas y blanquecinas, cuarzo-illíticas, con lentes de brechas de ftanita y bloques cuarcíticos dispersos, con deformación sinsedimentaria y una matriz arenofangosa (Gómez-Peral et al., 2011).

Otros estudios han demostrado que la Formación Colombo se encuentra sobre una superficie cárstica, la superficie Piedra Amarilla, producto de un cambio en el nivel del mar debido a las glaciaciones que se estaban produciendo en otras latitudes del planeta (Poiré et al., 2018). Rapalini et al. (2013) asignaron una edad relativa para la superficie Piedra Amarilla de 590 Ma, sobre la base a datos paleomagnéticos.

En el sector suroriental del Sistema de Tandilia, en las cercanías de Balcarce, se hallaron también diamictitas, que desde el punto de vista genético se reconocen como glaciares. Las mismas, denominadas “Diamictitas Sierra del Volcán”, se tratan de un depósito macizo que incluye bloques de baja redondez de ortocuarcitas, que hacia el techo se torna estratificado y con aparición de granulometría menores (Spalletti y Del Valle, 1982). Estas diamictitas han sido atribuidas al Ordovícico Tardío e interpretadas como producto de la glaciación del Hirnantiano (Van Staden et al., 2010).

Se propone a partir de estudios sedimentológicos de detalle, ampliar el conocimiento que se tiene sobre la Formación Colombo. Se pretende evaluar las características sedimentológicas (yacencia de los depósitos, estructuras sedimentarias, texturas y composición), con el fin de realizar un análisis de facies y de asociaciones de facies detallado, para poder llegar a interpretaciones depositacionales y paleoambientales de la sucesión sedimentológica de estudio. Para lograrlo, se plantean los siguientes objetivos de trabajo:

- Describir y caracterizar sedimentológicamente la Formación Colombo, utilizando tanto información bibliográfica como datos obtenidos del campo.

- Investigar sobre depósitos de textura gruesa (diamictíticos) con características similares con el fin de realizar una analogía con la sucesión de estudio,
- Correlacionar a la Formación Colombo con otros registros neoproterozoicos del sudoeste de Gondwana.

V. Zona de estudio

Las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires (Harrington, 1956), o Tandilia (Nágera, 1940), se extienden con rumbo noroeste-sureste por más de 300 km desde Olavarría hasta Mar del Plata. Este cordón se ubica entre las latitudes $36^{\circ} 30'$ y $38^{\circ} 10'$ sur y una longitud de $57^{\circ} 30'$ y 61° este (Iñiguez et al, 1987), en la figura 1 se muestra el mapa geológico de la zona. Los afloramientos, junto con la Isla Martín García y el oeste de Uruguay, forman parte del Cratón del Río de la Plata (Almeida et al., 1973, 1976, 2000; Cingolani et al., 2000), los que a su vez formaron parte de la zona sudoccidental de Gondwana (Bossi, y Cingolani, 2009).

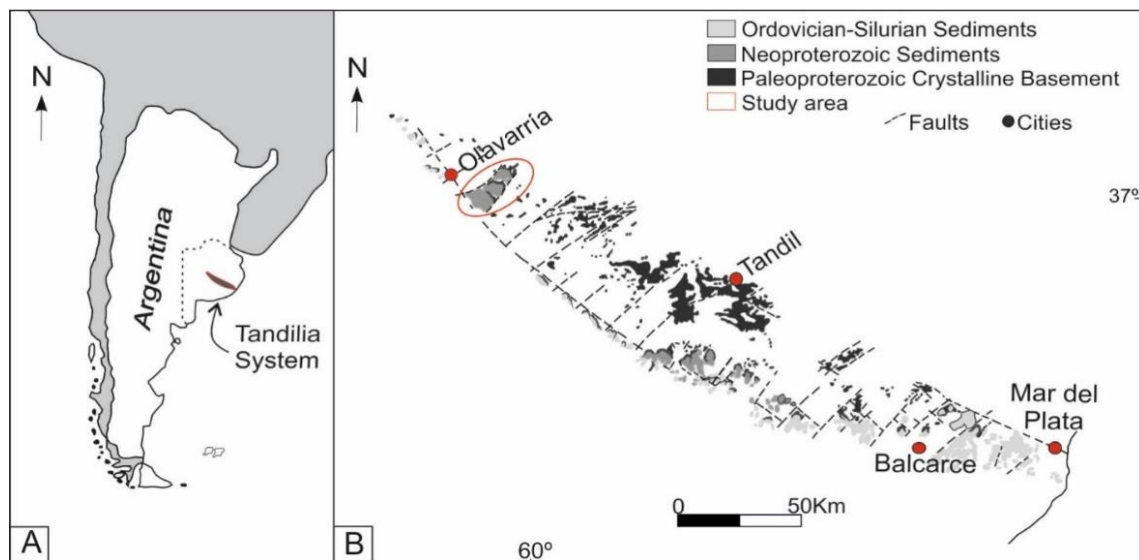


Figura 1: A) B) Mapa geológico del Sistema de Tandilia (Modificado de Iñiguez et al, 1987; Poiré 2003; Gómez Peral et al 2007; Arrouy et al., 2019)

En la cantera Piedra Amarilla (Fig. 2), localidad de Sierras Bayas, partido de Olavarría, se realizaron los trabajos de campo, donde la Formación Colombo se encuentra bien expuesta en los frentes de cantera. A la localidad de Sierras Bayas, ubicada a 15 km

al sudeste de Olavarría, se accede por la Ruta 226, en tanto que la cantera se encuentra a 3 km desde el acceso principal.



Figura 2: Mapa de ubicación del área de estudio. En el recuadro negro se ubica la Cantera Piedra Amarilla en las cercanías de Sierras Bayas. Imagen tomada de Google Earth.

VI. Estratigrafía del sistema de Tandilia

La sucesión sedimentaria (Fig. 3) se compone de un conjunto sedimentario de edad neoproterozoica, en las áreas de Olavarría y Barker-San Manuel y de otro conjunto sedimentario paleozoico inferior que afloran fundamentalmente en los extremos SE y NO del sistema. Las unidades litoestratigráficas constituyen las rocas no deformadas más antiguas del territorio argentino. Estos depósitos se encuentran sobre un basamento ígneo-metamórfico, el Complejo Buenos Aires (Marchese y Di Paola, 1975).

Al basamento se le asignó una edad paleoproterozoica (K-Ar, Rb-Sr y U-Pb SHRIMP en circones) con un rango de edad 2,26 y 2,07 Ga para los granitos, gneis, migmatitas y anfibolitas. Sobre el mismo se observa un nivel de alteración, una arcosa residual o saprolito (Poiré, 1987; Zalba et al., 1993; Martinez et al., 2013). Por encima y de forma discordante, se apoya el Grupo Sierras Bayas y Grupo La Providencia con unos 400 metros aproximados de espesor.

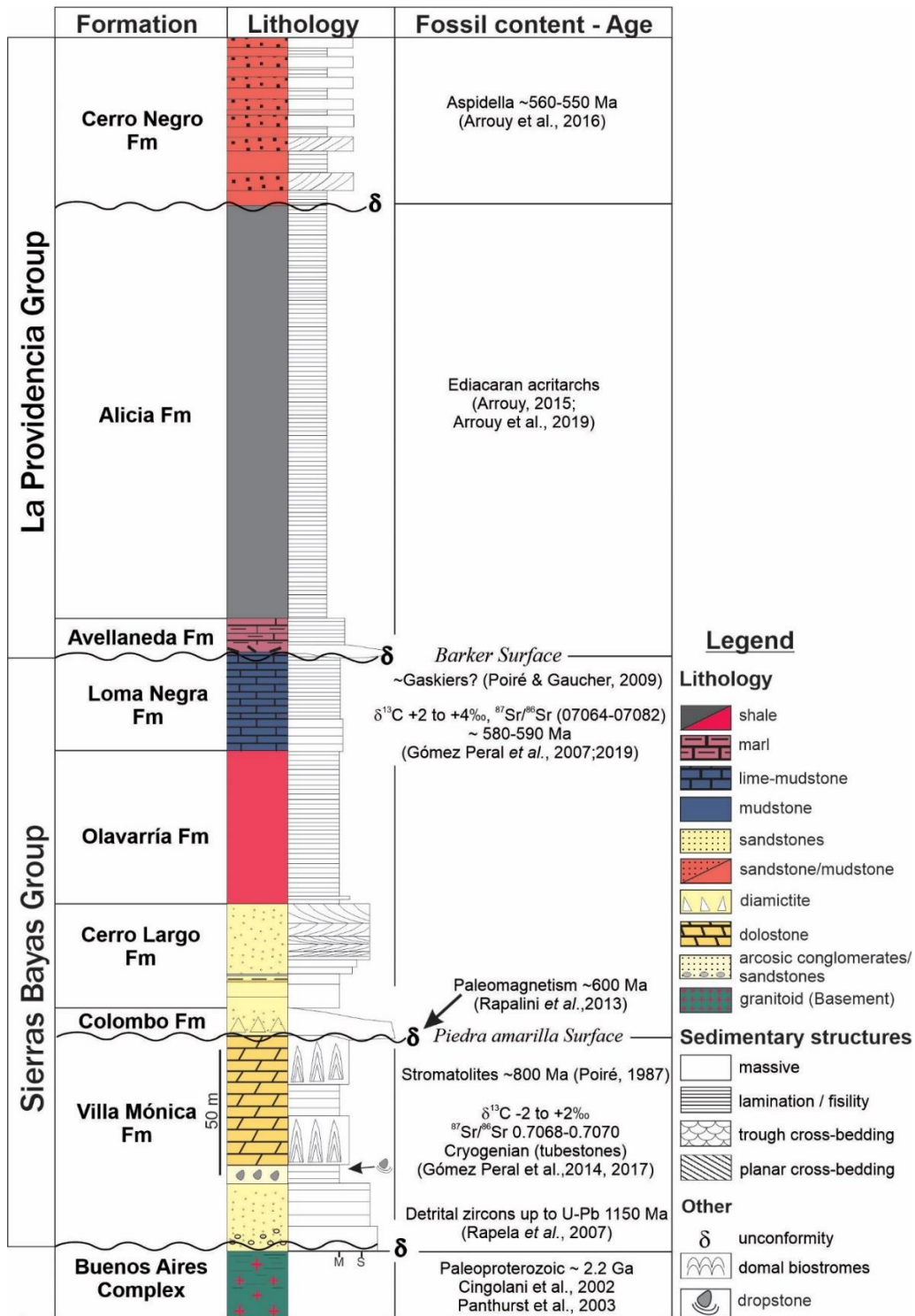


Figura 3: Columna estratigráfica de la cubierta sedimentaria del Sistema de Tandilia.

(Arrouy et al., 2019, Gómez-Peral et al., 2019)

Al perfil total del Grupo Sierras Bayas se le asigna un espesor aproximado de 185 metros. Se integra de base a techo por las formaciones Villa Mónica (Poiré, 1993), compuesta por una secuencia basal psefítica (ortoconglomerádica) a psamítica y una

sección superior dolomítica y/o pelíticas, la Formación Colombo (Poiré, 1993 y Gaucher, 2009) que es materia de estudio en este trabajo, la Formación Cerro Largo (Poiré, 1993) con una sección inferior pelítica a heterolítica y una superior psamítica, la Formación Olavarría (Andreis et al., 1996) con limolitas, arcillas, facies heterolíticas y niveles cuarcíticos con el techo, y por último la Formación Loma Negra (Borrello, 1966) que se trata de una sucesión carbonática.

El Grupo La Providencia conformado por un paquete de aproximadamente 215 metros, está integrada por las formaciones Avellaneda, Alicia y Cerro Negro (Arrouy et al., 2015, 2016, 2019). La primera compuesta por margas y arcilitas rojas y la segunda por lutitas negras a grises con intercalaciones de limolitas e intervalos heterolíticos. La Formación Cerro Negro (Iñiguez y Zalba, 1974), se trata de una sucesión heterolítica y arenosa.

VII. Materiales y métodos

La metodología de trabajo consta de tres etapas. La primera de las tareas es la de gabinete inicial, que cuenta con la recopilación, lectura y análisis de la bibliografía referida a la zona de estudio e información de interés. La bibliografía fue obtenida mediante la búsqueda de artículos científicos y tesis doctorales, por vía web, biblioteca de la FCNyM, y también información bibliográfica provista por los directores.

La segunda etapa fue la de trabajo de campo. Se realizaron dos campañas, una en el mes de enero del 2019 y otra en enero 2020. La primera campaña consistió en el reconocimiento del área de trabajo, se hizo un recorrido general de todo el Sistema de Tandilia y luego se hizo foco en el área de estudio ubicado en la cantera Piedra Amarilla (Fig. 4, A y B).

El primer día de trabajo de campo se observaron los afloramientos. Se tomaron fotografías de los mismos y se determinó donde se llevarían adelante los perfiles sedimentarios dependiendo de la posibilidad del acceso a los frentes de cantera (Fig. 5), ya sea por la logística del acceso a los frentes casi verticales, como por la actividad propia de la cantera. Al día siguiente se realizó el relevamiento de dos perfiles sedimentológicos en los cuales se reconocieron las distintas litologías y estructuras sedimentarias presentes, variaciones de coloración e identificación de las discontinuidades entre los niveles

observados, se midieron con cinta métrica los tamaños de clastos psefíticos. Así mismo se observó y describió la geometría y grado de redondez de los mismos. Se realizó el muestreo sistemático de base a techo de las rocas de estudio (Psefitas, Psamitas y Pelitas), con un total de 9 muestras.

La segunda salida de campo, enero 2020, consistió en volver a observar los perfiles sedimentológicos relevados, corroborando y aumentando el volumen de información obtenida en la primera campaña.

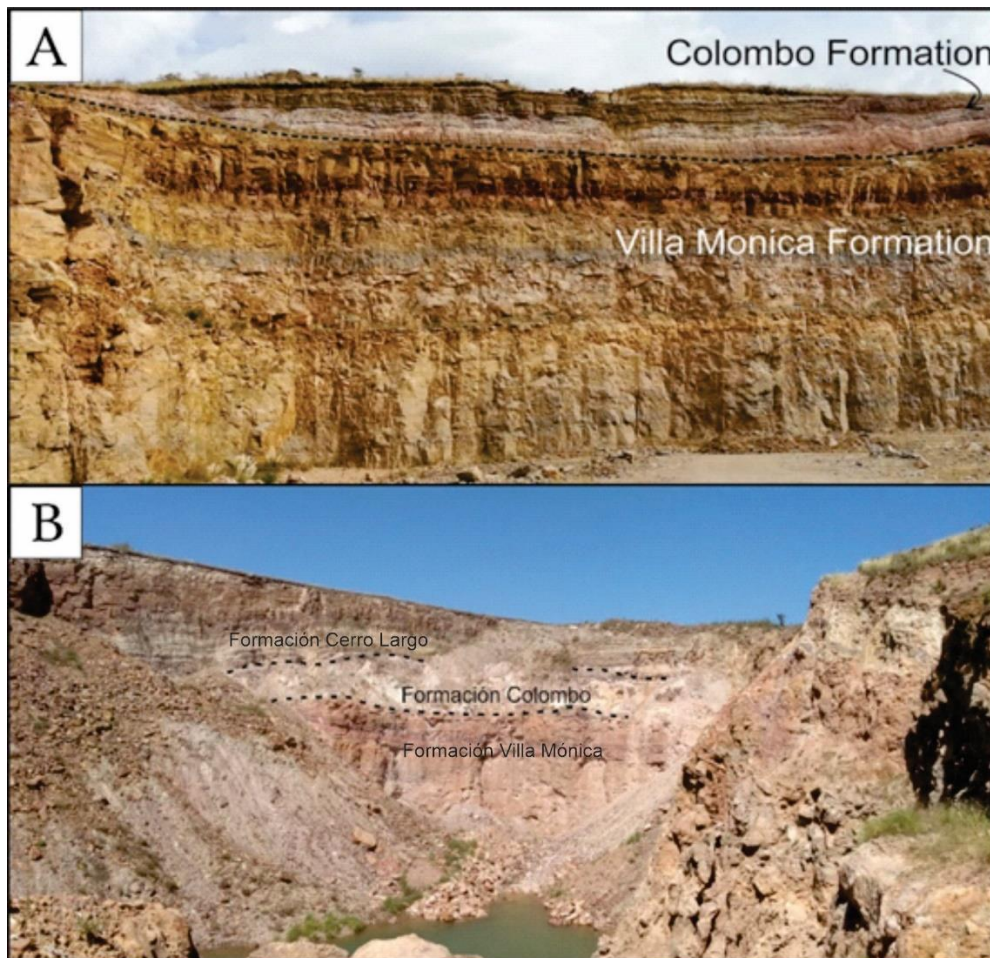


Figura 4: Cantera Piedra Amarilla A) Vista del frente de cantera de NO B) Vista del frente de cantera NE. En ambas fotos se observa expuesta la Formación Colombo.



Figura 5: Ubicación de los dos perfiles sedimentológicos relevados.

Las tareas de gabinete se realizaron en el Centro de Investigaciones Geológicas (CIG) donde en primer lugar se dibujaron en *CorelDRAW X8*, los dos perfiles sedimentológicos obtenidos en el campo. La elaboración de los perfiles se realizó en una escala de detalle (1:20). Otra de las tareas fue la descripción de muestras de mano, donde se determinó la textura, estructura y composición (en las texturas psamitas y psefitas) de las mismas. En dicha etapa se seleccionaron las muestras en base a su textura para ser analizadas por petrografía y por Difracción de rayos X (DRX).

Teniendo en cuenta que las texturas del depósito en estudio son muy variables, se eligieron tres muestras, dos de textura arena y una de textura limo para su estudio petrográfico. Se realizaron tres cortes delgados convencionales de $30\mu\text{m}$ de espesor, con el objetivo de realizar un análisis textural y composicional detallado. Se utilizó un microscopio Nikon Eclipse E20 y una cámara Leica DFC29HD, y para la captura de imágenes el software *Leica Application Suite* versión 4.40.

Las nueve muestras obtenidas en el campo, se prepararon para la realización de Difracción de rayos X (DRX) en roca total y en la fracción fina. Las muestras se molieron con mortero de cerámica en la sala de molienda hasta alcanzar la granulometría deseada. De la totalidad del polvo obtenido, una fracción se analiza por roca total y a la otra se le efectuó el procesamiento de muestra orientada, que es a partir de la decantación del material de la fracción menor a $4\mu\text{m}$ mediante de la ley de Stokes y por el método del

pipeteo. De estas se obtuvieron muestras glicoladas por exposición a vapores de etilenglicol durante 24 horas y muestras calcinadas por calentamiento de los preparados a 500° durante dos horas.

Una vez obtenido los resultados se analizaron e interpretaron los difractogramas resultantes, donde se identificó cada especie mineral a partir de la lectura de los picos y también la ponderación semicuantitativa de la participación de cada mineral. Para la ponderación semicuantitativa en roca total, se considera la altura del pico principal, que indica la intensidad de la refracción. A su vez para el cálculo de proporción de la fracción arcilla, se calculan las áreas definidas por los picos de máxima intensidad de la muestra natural. El Centro de Investigaciones Geológicas cuenta con el equipo necesario para este estudio, un *PANalytical*, modelo *X'PertPRO* de óptica pre-alineada de alta resolución y tubo de rayos X metal-cerámico con ánodo de Cu.

Por último, luego de la realización de todos los estudios propuestos y posterior interpretación de los resultados, se lleva a cabo un análisis de facies el cual permitió proponer una asociación de facies y llegar a una interpretación paleoambiental para la Formación Colombo. Con todo, se realizó la elaboración del escrito final.

VIII. Resultados

a. Representación gráfica de los perfiles sedimentológicos.

Se relevaron dos perfiles sedimentarios de detalle a escala 1:20, realizados sobre dos frentes de cantera (Fig. 6 y 7). Es importante remarcar la dificultad del acceso a dichos frentes, no solo por la actividad propia de la cantera sino también por lo empinados de los mismos (pendientes cercanas a los 90°).

El perfil PCCA_1, de 4,32 m de espesor total (Fig. 8) comienza con un nivel de pelitas laminadas de diferente coloración de menos de un metro de espesor, 0,94 m. Por encima de este nivel pelítico, subyace 3,38 metros de un depósito de características caóticas en cuanto a su textura y estructura.

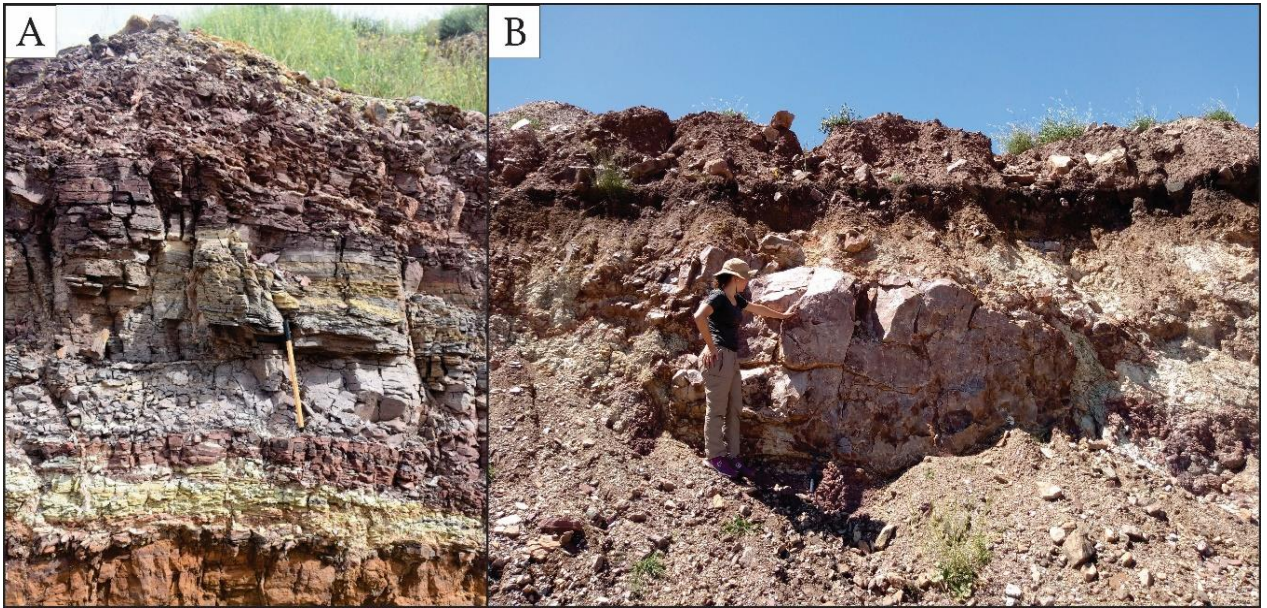


Figura 6: Frentes de cantera donde se levantó el perfil PCCA_1. A) Parte inferior del perfil donde se observan pelitas laminadas. B) Parte superior del perfil donde se observa un clasto de cuarcita dimensiones aproximadas de 1,5 m de alto y 3 m de ancho.

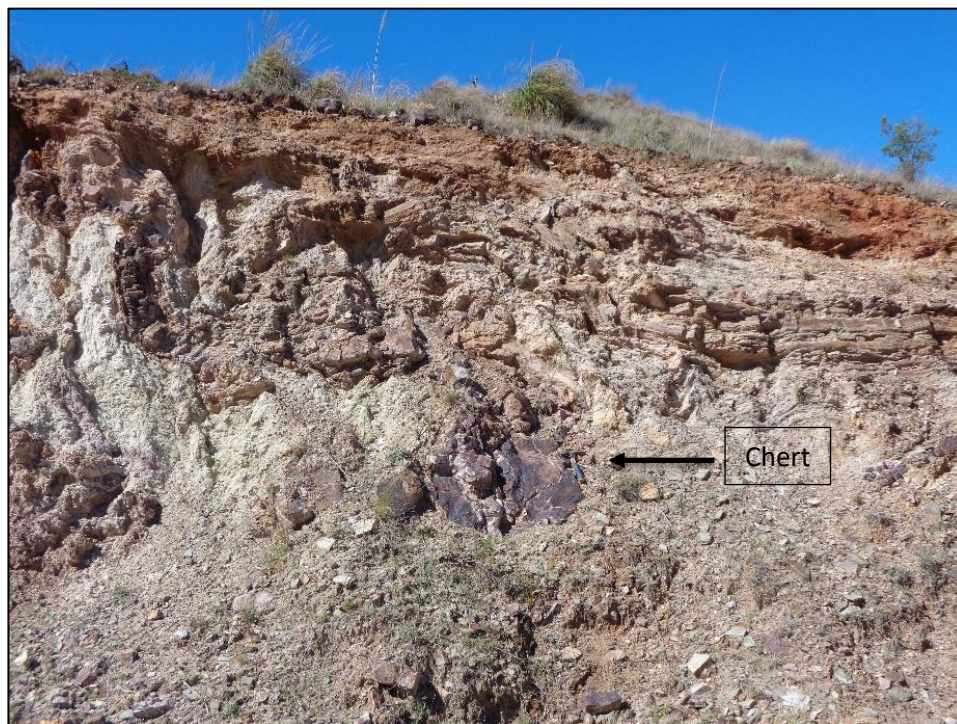


Figura 7: Frente de cantera donde se levantó el perfil PCCA_2. Se observan clastos de chert en una matriz areno-limosa.

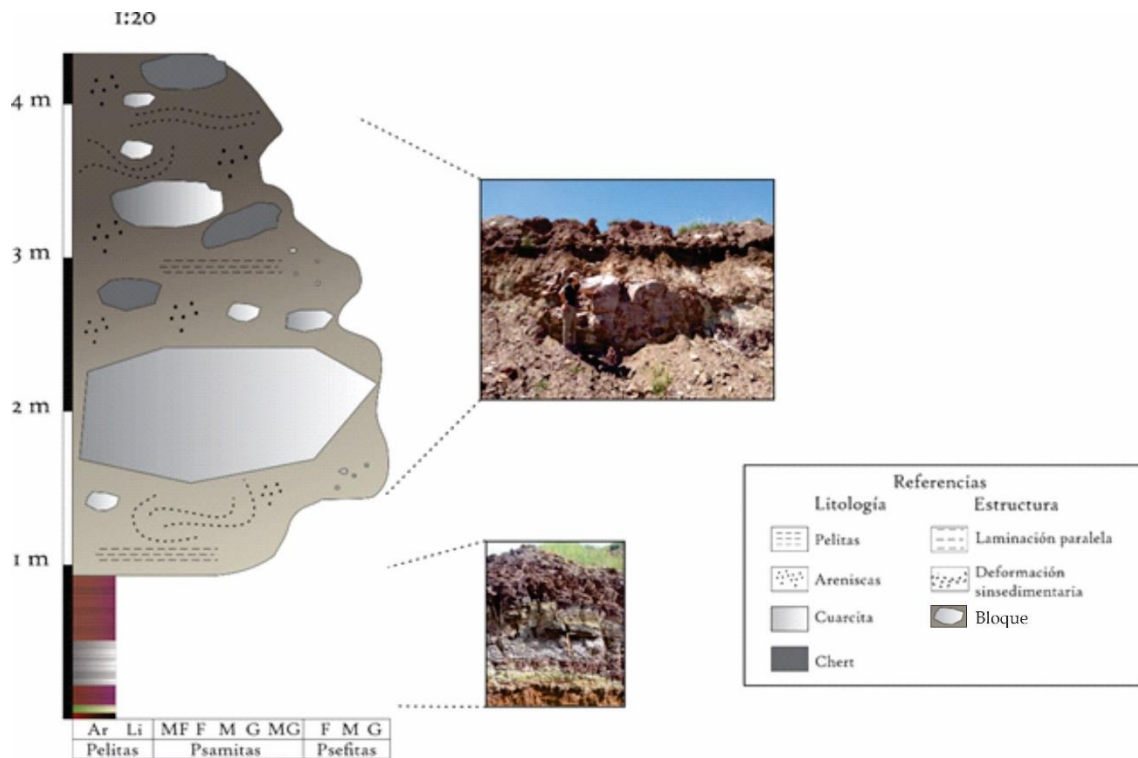


Figura 8: Perfil sedimentológico PCCA_1

En el perfil PCCA_2 (Fig. 9) con características similares al PCCA_1 se observan 4 metros de un depósito de características caóticas, con una mezcla de texturas que varían entre pelitas, psamitas y psefitas. Se distinguen clastos de hasta 1,2 metros de alto y 1,5 metros de ancho, rodeados por un material de textura que varían entre los tamaños arena y arcilla.

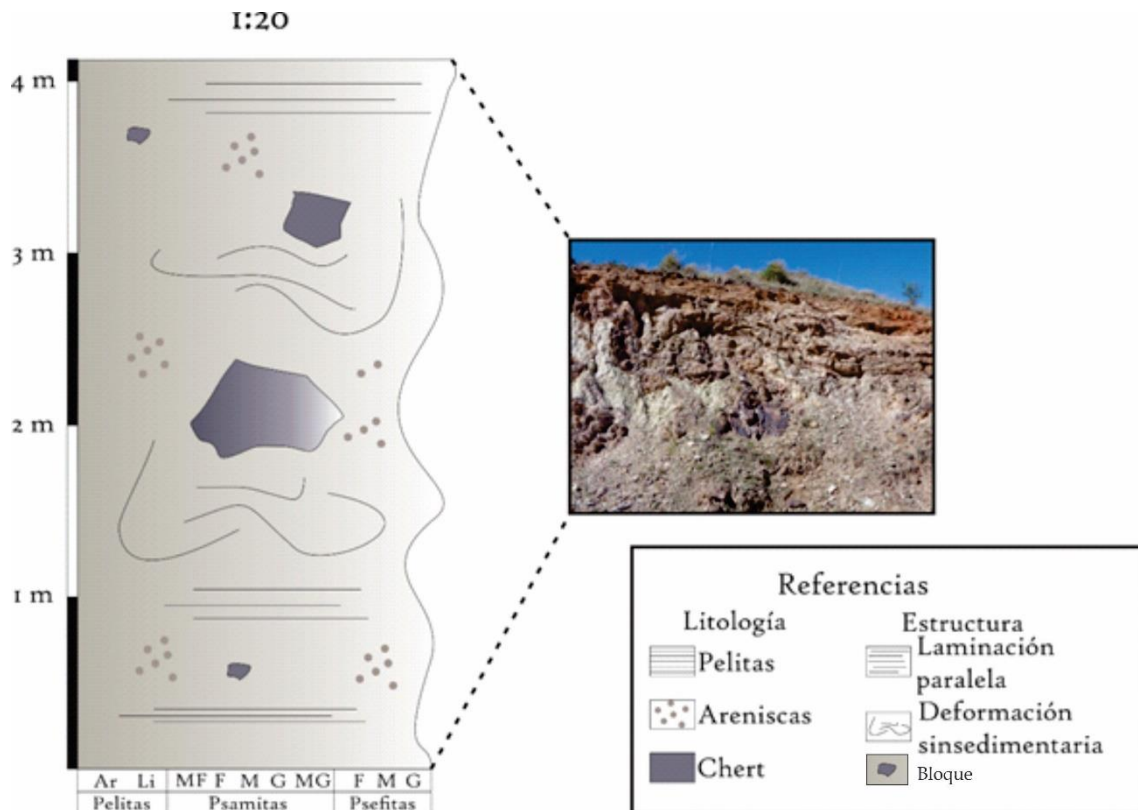


Figura9: Perfil sedimentológico PCCA_2.

b. Descripción muestra de mano en el campo y en el laboratorio

Teniendo en cuenta que el depósito en estudio abarca texturas que varían entre tamaño pelítico y tamaño psefítico, la descripción se hizo tanto en campo como en laboratorio.

En el campo se identificaron clastos angulosos de hasta 1,50 metros de alto y 3 metros de ancho de cuarcitas (Fig. 10A) y clastos de chert de 0,75 metros de largo y 0,45 metros de ancho. También se pueden observar lentes de chert de unos 0,20 m de alto (Fig. 10B). Los mismos se encontraban a partir de la parte media hacia el techo de la sucesión de estudio.

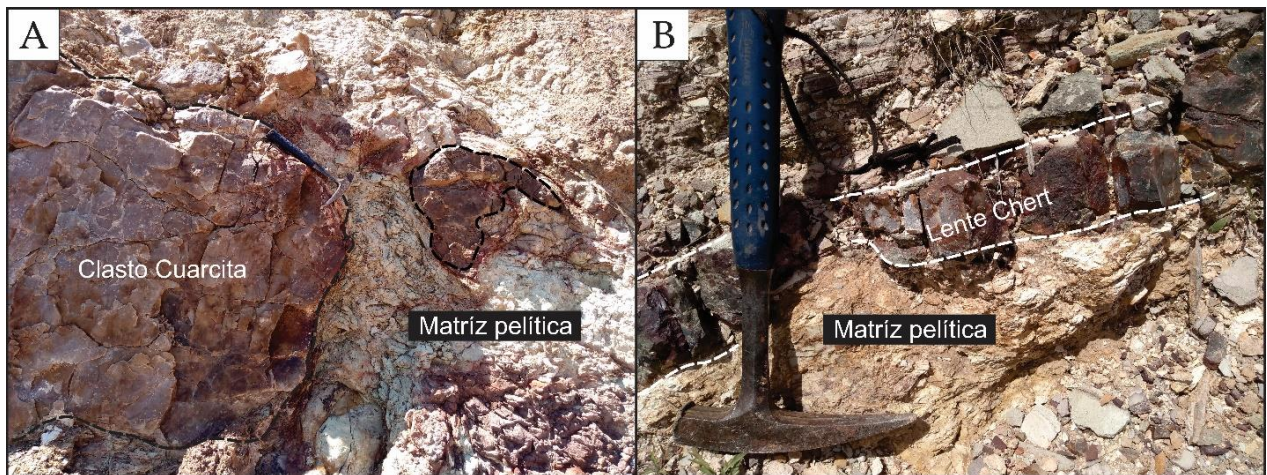


Figura 9: A) clastos de cuarcita sumergidos en una matriz arcillosa, B) Lente de chert sumergido en una matriz pelítica.

El material que se muestreó para el análisis en laboratorio representa texturas que varían entre tamaño arena y pelita y pertenecen al perfil PCCA_1, por tener mejor acceso para el muestreo. A lo largo del perfil se tomaron 9 muestras (Fig. 10), de base a techo, las cuales fueron descritas a escala mesoscópica con el fin de determinar su textura y estructura. Esta tarea se realizó con la ayuda de herramientas como la lupa y comparadores texturales visuales. También se utilizó ácido clorhídrico, para confirmar presencia de carbonatos.

De base a techo, las rocas presentan las siguientes características:

- PCCA_1 – 1: Roca de grano muy fino (tamaño limo), de tonalidades rojizas y ocre, evidente presencia de óxidos de hierro. Se observa laminación paralela.
- PCCA_1 – 2: Roca de grano muy fino (tamaño arcilla), de coloración verde – amarillenta, muy suave al tacto. Presenta una laminación paralela difusa. En sectores aparecen pátinas de óxidos.
- PCCA_1 – 3: Roca de grano muy fino (tamaño arcilla), de coloración rojiza. Marcada laminación paralela. Delgadas capas de coloraciones grises. Suave al tacto.
- PCCA_1 – 4: Roca de grano fino (tamaño arcilla), de coloración gris, suave al tacto. Presenta laminación paralela.
- PCCA_1 – 5: Roca de grano muy fino (tamaño arcilla), de coloración rojiza. Marcada laminación paralela. Delgadas capas de coloraciones grises. Suave al tacto.

- PCCA_1- 6: Roca de grano muy fino (tamaño arcilla), de aspecto masivo. Con coloraciones verdes y ocre. Friable.
- PCCA_1 - 7: Roca friable compuesta por clastos de arena media de composición cuarzosa, de tonalidades ocre y verdes. Los clastos mayormente subredondeados. Abundante matriz de tamaño limosa y arcillosa.
- PCCA_1 – 8: Roca friable compuesta por clastos de arena media de composición cuarzosa, de tonalidades ocre y verdes. Los clastos mayormente subredondeados. Abundante matriz de tamaño limosa y arcillosa.
- PCCA_1 - 9: Roca de grano fino (tamaño limo), muy dura. De tonalidades ocre. Se observa un bandeamiento marcado.

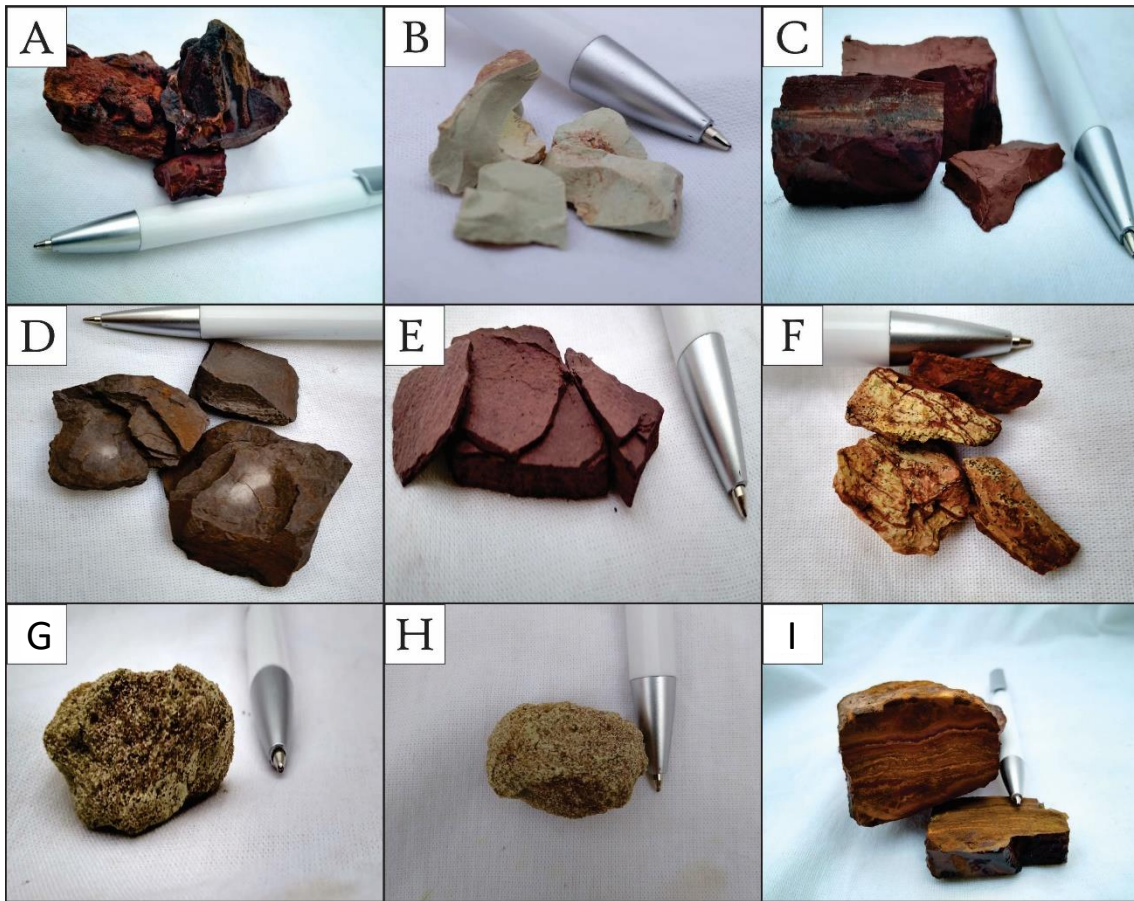


Figura 10: Fotos de las muestras de mano. A) PCCA_1-1. B) PCCA_1-2. C) PCCA_1-3. D) PCCA_1-4. E) PCCA_1-5. F) PCCA_1-6. I) PCCA_1-7. H) PCCA_1-8. G) PCCA_1-9.

c. Petrografía

El análisis petrográfico es una herramienta fundamental para determinar la composición y textura de una roca sedimentaria. En este trabajo y teniendo en cuenta que el depósito en general tiene texturas muy gruesas, se realizaron 3 cortes delgados, correspondientes a las areniscas PCCA_1-7 y PCCA_1-8, y a la limolita PCCA_1-9, todas extraídas del perfil PCC_1 (Fig. 11).

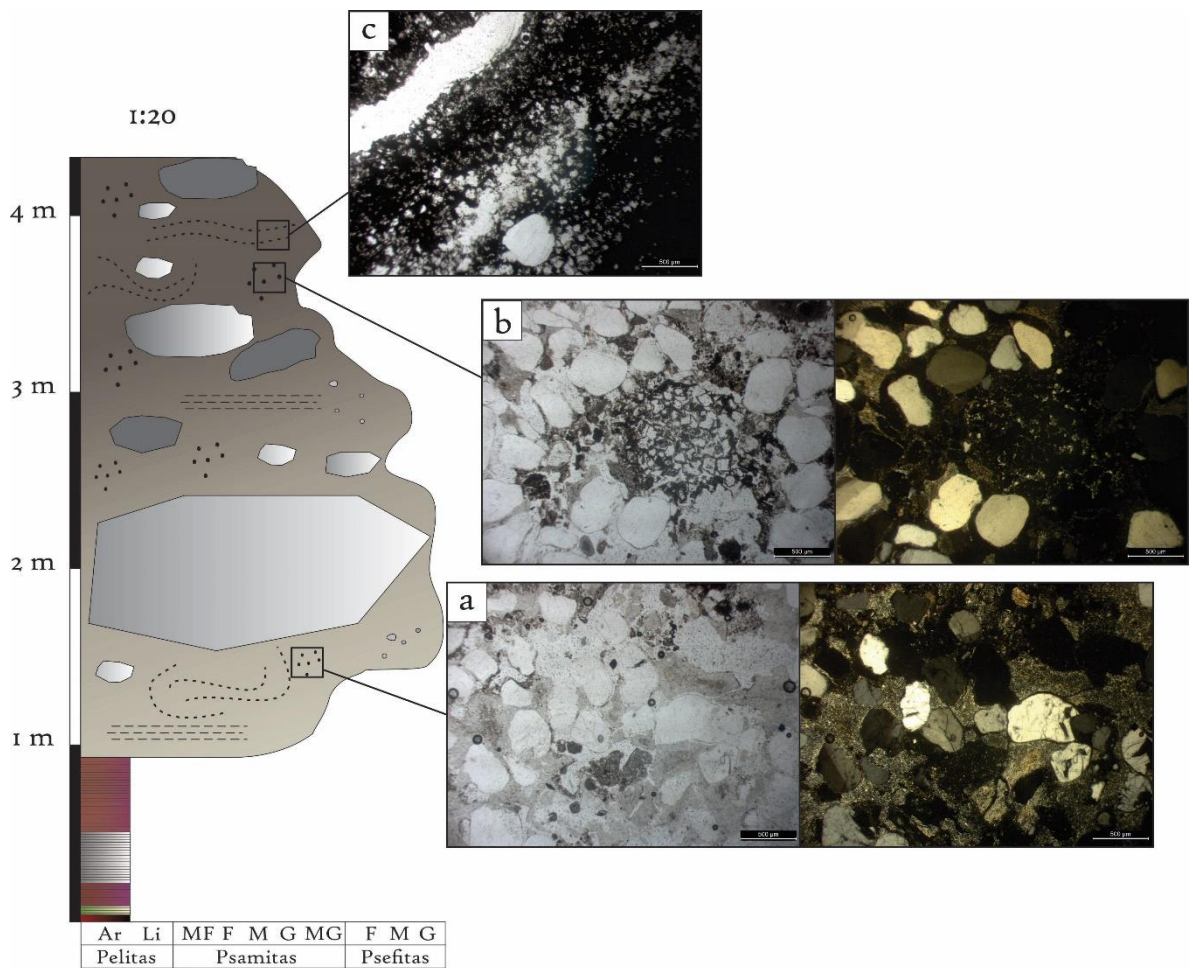


Figura 11: Lugar del perfil de donde se tomaron las muestras. a) PCCA_1-7. b) PCCA_1-8. c) PCCA_1-9. Microfotografías de la izquierda: sin nicoles cruzados; microfotografías de la derecha: con nicoles cruzados.

Muestra PCCA_1 – 7

La muestra presenta clastos de tamaño arena que varían de muy fina a gruesa (70 a 1000 micrones). Sus principales componentes identificados son el cuarzo, feldespato y líticos (Fig. 12).

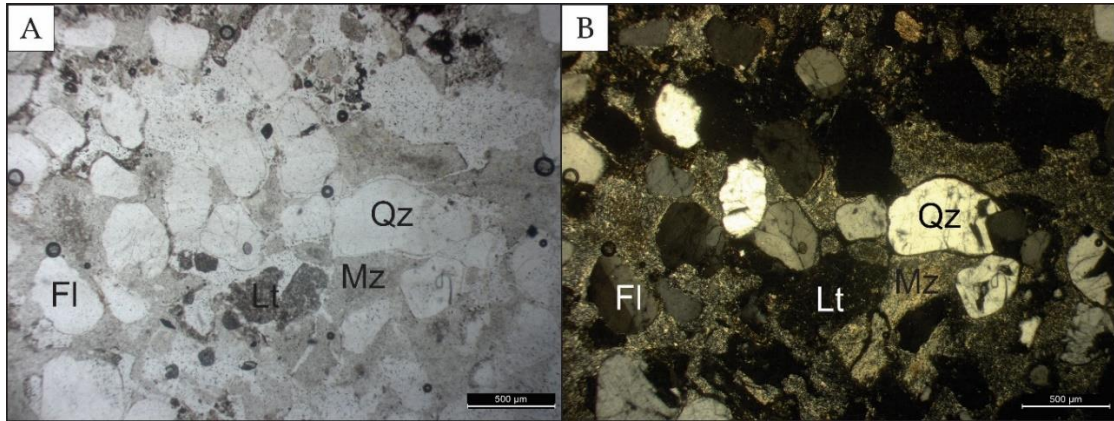


Figura 12: Microfotografía donde se observan los componentes principales de la roca PCCA_1 – 7.

A) Sin nicoles cruzados, B) con nicoles cruzados.

El cuarzo (Qz), de tipo monocristalino, es el componente más abundante de la roca (80%), son redondeados a subredondeado y algunos de ellos presentan microfracturas. Frecuentemente presenta extinción recta y menos frecuentemente ondulosa. Los fragmentos líticos (Lt) son el segundo componente más abundante de la arenisca (15%), siendo subredondeados y de tonalidades oscuras. Estos últimos son líticos ígneos. Además, se observan escasos cristales de feldespato potásico (Fl) subredondeados (5%), con macla de Carlsbad característica.

Los componentes, en algunas zonas del corte, se encuentran sumergidos en una matriz limosa (Mz) de composición mayormente cuarzo-feldespática (Fig.12 A y B). También se observa un material arcilloso en corte no reconocible (ver apartado DRX). Asimismo, se observa escaso cemento silíceo interactuando con los clastos. La roca es descrita como una arenisca cuarzosa mayormente clasto sostén. Se clasifica según Dott (1964) como ARENITA SUBLITICA y según Folk et al. (1970) se clasifica como SUBLITO ARENITA (Figura 14).

Muestra PCCA_1 – 8

Como se describió anteriormente en la muestra de mano, esta roca es similar a la PCC_1-7. El cuarzo es el componente más abundante (85%), y en menos proporción se observan clastos líticos ígneos (10%) y de feldespato potásico (5%). Los cristales son redondeados a subredondeados, sumergidos en una matriz limosa (Fig. 13 A y B). A diferencia de la muestra PCCA1_7 la proporción de matriz es superior y mayor a 15%, por lo cual la muestra se podría describir como una arenisca cuarzosa matriz sostén. Se clasifica según Dott (1964) como VAQUE SUBLITICA y según Folk et al. (1970) como SUBLITO ARENITA (Figura 14).

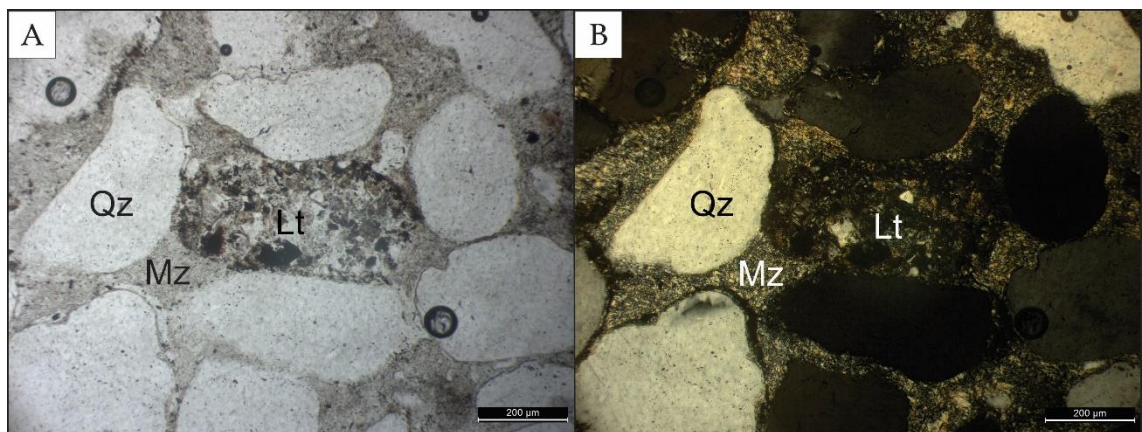


Figura 13: Microfotografía donde se observan los componentes principales de la roca PCCA_1 – 8.

A) Sin nicols cruzados, B) con nicols cruzados.

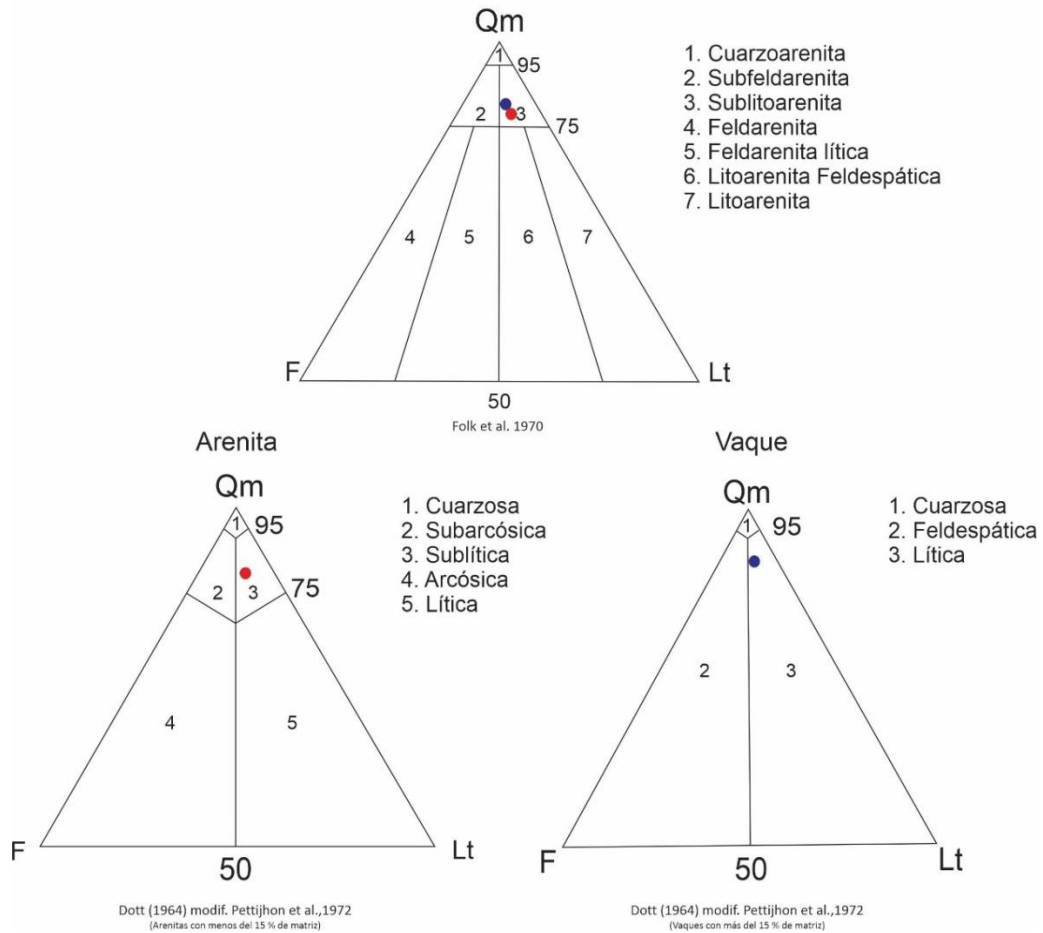


Figura 14: Triángulos de clasificación propuesto por Folk (1970) y Dott (1964). El punto rojo corresponde a la muestra PCCA_1-7 y el punto azul a la muestra PCCA_1-8.

Muestra PCCA_1 – 9

En este corte no se pudieron identificar componentes ya que la roca está completamente alterada por óxidos de hierro, pero lo que se puede observar es una estructura en bandas paralelas, también distinguibles en muestra de mano (Fig. 15).

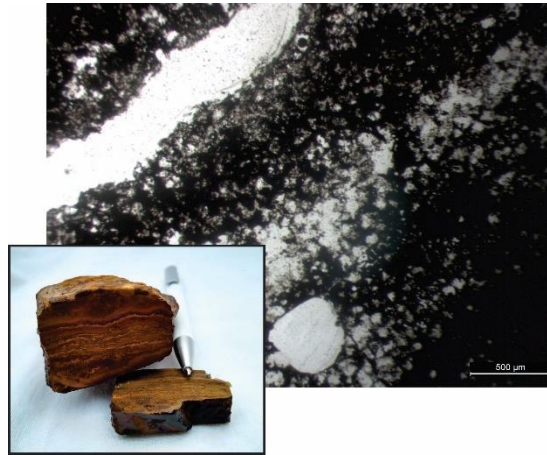


Figura 15: Imagen donde se observan bandas paralelas.

Conclusiones preliminares

- I. Las areniscas presentan heterogeneidad en la textura, presentando partículas de tamaño arena muy fina a gruesa.
- II. El componente principal es el cuarzo monocristalino con extinción recta.
- III. Los componentes minoritarios son los líticos ígneos y feldespato potásico.
- IV. Las areniscas son variables, ya que se presentan tanto clasto-sostén, aunque presente abundante matriz limosa en algunos sectores, como matriz-sostén.
- V. En ocasiones el depósito presenta litologías, como las de la muestra PCCA_1- 9, donde se pueden reconocer fuerte alteración de óxidos de hierro.

d. Difracción de rayos X

Se analizaron por DRX las nueve muestras del perfil PCCA_1, de las cuales se obtuvieron los resultados de base a techo, sintetizados en la tabla 1 y 2, y observables en los gráficos adjuntos (Figs. 16 y 17) y anexos.

En el análisis de roca total, se puede observar un fuerte predominio del cuarzo en todas las muestras, con contenidos de arcillas en segunda medida. Solo en las muestras PCCA_1 – 1 y 9 se identifican, además, goethita y hematita. Las muestras PCCA_1 –3, 4, 5 y 6 contienen escaso porcentaje de hematita. Para el análisis semicuantitativo de la

fracción fina, se registra una fuerte predominancia de la illita, a lo largo de casi todas las muestras, menos en la PCCA_1 – 1. En menor medida se identifican argilominerales como la caolinita y la esmectita, estando ésta última solamente presente y en muy baja proporción, en la muestra PCCA – 2 y 9. La caolinita se encuentra con escaso porcentaje en las muestras de la 2 a la 5, y en la muestra PCCA_1 - 9. Los difractogramas faltantes se exhiben en el anexo 1.

Muestra	Roca Total				
	Q	Goe	Hem	Arc	Ca
PCCA_1-1	MA	M	M	ME	
PCCA_1-2	MA			A	
PCCA_1-3	EA		E	E	
PCCA_1-4	EA		E	E	
PCCA_1-5	EA		E	E	
PCCA_1-6	MA		ME	E	ME
PCCA_1-7	EA			ME	
PCCA_1-8	EA			ME	
PCCA_1-9	EA	E	E	ME	

Tabla 1: Datos composicionales de las muestras en roca total, a partir de la difracción de rayos x. Siendo los porcentajes: T (traza)=<1%, ME (muy escaso) =1 a 5%, E (escaso)= 5 a 15%, M (moderada)= 15 a 25%, A (abundante)= 25 a 50%, MA (muy abundante) = 50 a 85% y EA (extremadamente abundante) = 85 a 100%. Referencias: Q: Cuarzo; Goe: Goethita; Hem: Hematita; Arc: arcilla; Ca: calcita.

Muestra	Arcilla		
	I	Sm	K
PCCA_1-1	Insuficiente cantidad de arcilla para semicuantificar		
PCCA_1-2	85	T	15
PCCA_1-3	100		T
PCCA_1-4	100		T
PCCA_1-5	100		T
PCCA_1-6	100		
PCCA_1-7	100		
PCCA_1-8	100		
PCCA_1-9	90	T	5

Tabla 2: Datos composicionales de las muestras en la fracción fina, a partir de la difracción de rayos x.

I: Illita; Sm: Esmectita; K: Caolinita.

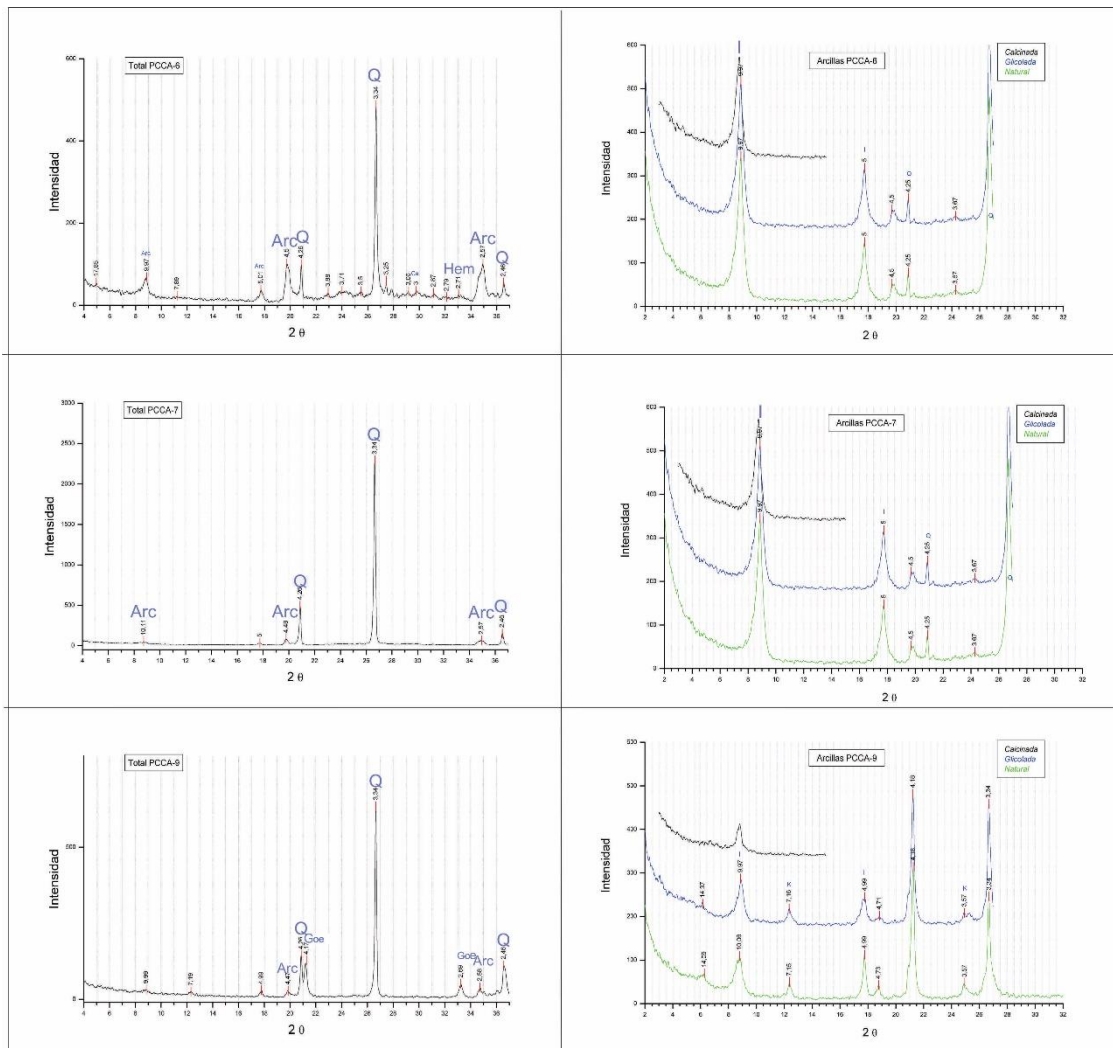


Figura 17: Difractograma de rayos x para la muestra PCCA_1– 6,7 y 9. Izquierda: Análisis en roca total; Derecha: Análisis en fracción arcilla.

Conclusiones preliminares

- I. Las elevadas proporciones de cuarzo se mantienen a lo largo de la sucesión, así como también el dominio del argilomineral illita.
- II. Las arcillas son un componente permanente en toda la sucesión, pero en bajas cantidades, a excepción de la PCCA-2 que alcanza valores abundantes.
- III. Los minerales de goethita y hematita son recurrentes y en bajas cantidades.
- IV. Hay ocasionales apariciones de caolinita, esmectita y calcita, en bajas proporciones.

e. Descripción de Facies sedimentarias

De los resultados obtenidos previamente se definieron dos facies sedimentarias: una facies de pelitas laminadas (Fl) y otra facies de Parabrecha con abundantes estructuras deformacionales (PBd), donde los principales atributos descriptos de las mismas son la textura, la estructura y composición. Las facies serán luego interpretadas en función de los procesos sedimentarios asociados y agrupados en asociaciones de facies.

La primera facies de pelitas laminadas (Fl), es la correspondiente a los primeros 94 cm de la sucesión del perfil PCCA_1 (muestras PCCA_1 – 1 hasta la PCCA_1 – 5). La textura de las rocas es de grano muy fino (arcilla) en las cuales se observa laminación paralela. En cuanto a su composición contiene grandes cantidades de cuarzo y en segunda medida illita, caolinita y esmectita, con contenidos subordinados de goethita y hematita.

La facies de Parabrecha deformada (PBd), correspondiente a los 3,38 metros de la parte superior de la sucesión PCCA_1 y la totalidad del perfil PCCA_2, consta de sedimentos de un amplio rango granulométrico (muestras PCCA_1 – 6 a la PCCA_1 – 9). Una matriz mayormente de pelitas y psamitas cuarzosas rodeando clastos angulosos de cuarcita de 1,50 m de alto y 3 m de ancho, chert de 0,75 m de alto y 0,45 m de ancho y estos últimos encontrándose también en lentes de hasta 20 cm de espesor. El cuarzo continúa en abundancia y con contenidos de illita en segundo lugar. Porcentajes subordinados de caolinita, esmectita, goethita y hematita.

A continuación, se presenta un cuadro las facies descriptas:

FACIES	LITOLOGÍA	INTERPRETACIÓN DINÁMICA
<i>Fl</i>	Pelitas – arcillas laminadas, verdes, grises y marrones	Decantación por suspensión de material silicoclástico de grano fino, ambiente de baja energía.
<i>PBd</i>	Matriz pelítica-psamítica laminada, con deformación sinsedimentaria, con clastos dispersos de chert de 0,75 m de alto y 0,45 m de ancho y de cuarcita de 1,50 m de alto y 3 m de ancho. Los clastos en algunos casos deforman la matriz. Además, contiene lentes de chert de 20 cm de espesor.	Agente acuoso de alta densidad, de mucha energía, poco selectivo.

f. Asociación de facies y consideraciones preliminares

Sobre la base de los estudios realizados, se han determinado dos litofacies de características sumamente diferentes. En primera instancia una facies de textura muy fina con una laminación muy marcada, lo que podría asociarse a un ambiente tranquilo, de baja energía, que permitió que el material fino decantara y formara láminas delgadas.

En cambio, la facies de parabrecha que se encuentra por encima, muestra un arreglo caótico donde clastos de grandes dimensiones (cuarcita y chert) se encuentran sumergidos en una matriz areno-fangosa, masiva, eventualmente laminada, y deformada. Esto se asocia a un agente de transporte caracterizado por procesos caóticos, poco selectivos y de alta energía, evidenciado por la extremadamente pobre selección, y la angularidad y tamaño máximo de los clastos.

Por lo cual queda definida una sola asociación de facies denominada “AF de Diamictitas”, compuesta por las facies Fl y PBd. El empleo de esta nomenclatura tiene un sentido meramente descriptivo y se aplica a sedimentitas clásticas que presentan mezcla de componentes finos y gruesos (Teruggi, 1981) y reflejan una falta total de selección. El término diamictita no tiene connotaciones genéticas, por lo tanto, si se reconoce un origen glacial se denominan tilitas (Spalletti y Del Valle, 1984).

IX. Consideraciones finales

Del análisis de los resultados obtenidos, se extraen las siguientes conclusiones finales para la Formación Colombo en el ámbito de la cantera Piedra Amarilla:

- La sucesión de estudio es una secuencia silicoclástica de poco espesor desarrollado, en promedio 4,33 metros de potencia.
- Presenta un amplio rango de granulometrías, desde arcillas, pasando por arenas muy finas a gruesas, con clastos inmersos de tamaños de hasta un metro y medio de alto y tres metros de ancho (bloques).
- Presenta una parte basal laminada de menos de un metro de espesor, seguida de un potente depósito de características caóticas. El pasaje entre ambos es abrupto.
- En los análisis petrográficos de las muestras correspondientes a rocas de granulometría arena y limo, muestra clastos redondeados a subredondeados,

evidenciando un ciclo de sedimentario previo. La abundancia de cuarzo monocristalino y presencia de líticos denota madurez composicional moderada a alta. Los líticos ígneos podrían ser una incorporación del basamento (Complejo Buenos Aires).

- Con la difracción de rayos x se pudo ver que el cuarzo monocristalino es el componente más abundante a lo largo de toda la sucesión. Así como también, la illita es el argilomineral que se encuentra en mayores porcentajes. Se infiere por los resultados obtenidos de los cortes delgados y DRX que la illita es de origen autigénico. La presencia de la mismo refuerza la idea de madurez composicional.
- En el techo de la Formación Villa Mónica hay contenidos de goethita y chert (Gómez Peral, 2008), componentes también presentes en la sucesión de estudio.
- En el campo, la fracción fina correspondiente al depósito caótico, se encuentra en algunos sectores con deformación sinsedimentaria y en otra masiva. Los clastos de cuarcita y chert, son angulosos y de gran tamaño, no muestran estriación ni facetamiento y están dispuestos al azar.
- La facies de pelitas laminadas (Fl), desarrollada en un espesor de menos de un metro, denota un ambiente de baja energía y se las interpreta como el producto de procesos de decantación.
- La facies de parabrechas (PBd), desarrollada en un espesor de un poco más de tres metros, es matriz soportada, aunque en zonas localizadas clasto soportadas. En el mismo se encuentran los clastos subredondeados de cuarcita y chert, los cuales podrían provenir de la sección basal psefítica/psamítica y de la sección superior dolomítica de la Formación Villa Mónica respectivamente. Esta facies denota un agente de alta energía, denso y poco selectivo.
- Las dos facies fueron agrupadas en la “Asociación de Facies de Diamictitas” (término sin implicancia genética). La misma está compuesta en un 80 % por la facies de parabrecha.

X. Discusión y Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo final de licenciatura, así como también de la lectura bibliográfica, se pudo discutir y plantear interpretaciones acerca de la génesis de la Formación Colombo.

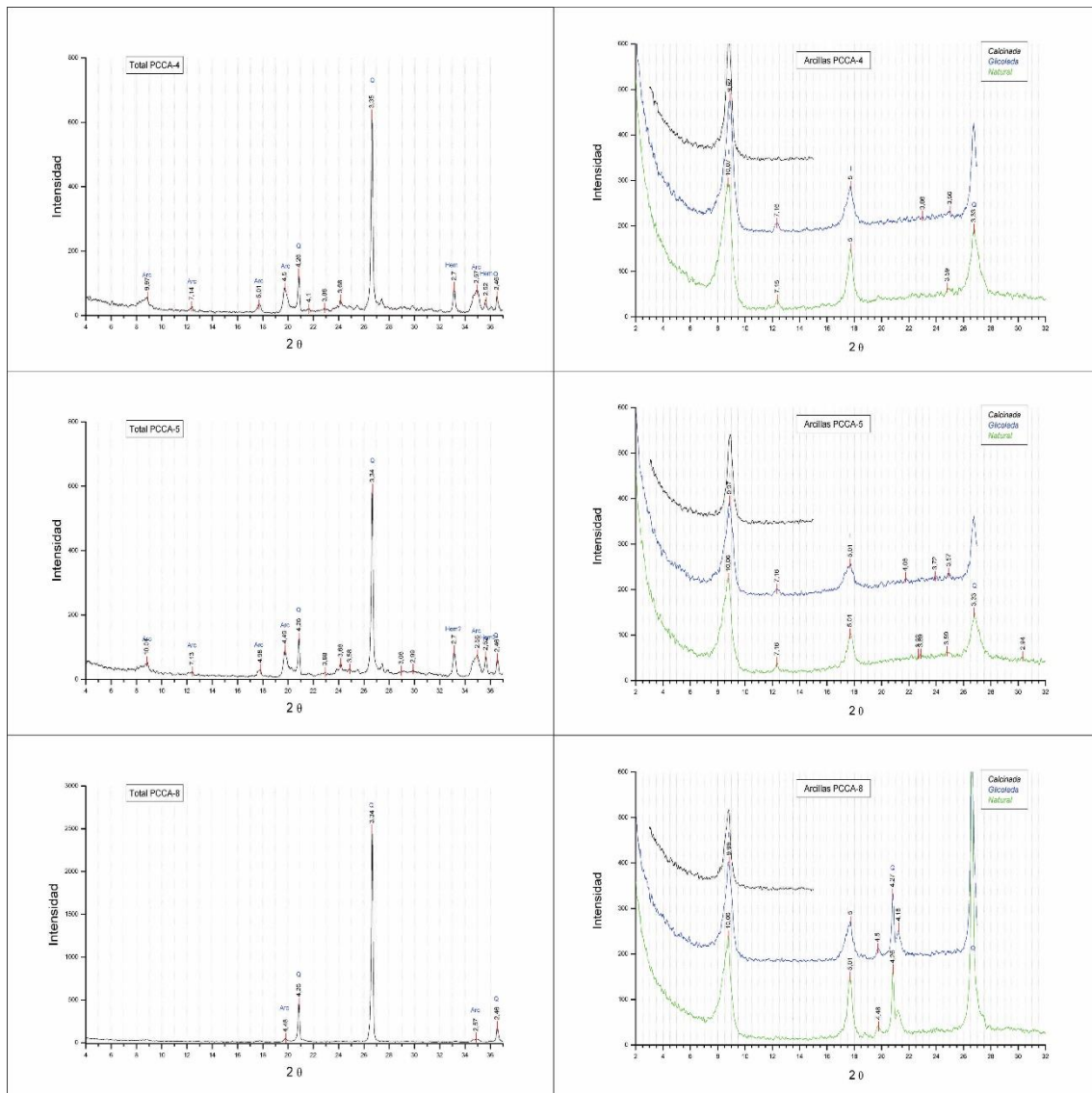
A pesar del amplio rango granulométrico presente, desde granulometrías muy finas hasta bloques angulosos, y de la disposición caótica del paquete de la facies de parabrecha, se puede concluir que la Diamictita Colombo no presenta signos de origen glacial claros.

Si comparamos la formación en discusión con otros registros sudamericanos de indiscutido origen glacial, vemos que se observa cierta disparidad en las características. El depósito de tillitas de la Formación Puga (Maciel 1959), en el Cinturón Norte de Paraguay (Brasil) donde se encuentra mejor representada, de aproximadamente 100 metros de espesor, está correlacionada con la glaciación Marinoana del Neoproterozoico. Esta formación comprende guijarros (“pebbly tillite”) y clastos de granito estriados y facetados, acompañados por conglomerados, arenas y pelitas. Sobre este depósito glaciario yacen rocas carbonáticas (Alvarenga et al. 2004). Hay consenso de que los depósitos de origen glacial de finales del Neoproterozoico están cubiertos por depósitos carbonáticos (cap carbonates), producto de transgresiones post-glaciares durante la cual el nivel del mar habría ascendido varios metros. Por encima de la Formación Colombo no se encuentra este nivel de carbonatos, además de no poseer clastos estriados, ni facetados.

Por lo cual se propone que la formación de estudio podría haberse depositado, en primer lugar, por decantación y en segundo lugar por un flujo hiperconcentrado muy lubricado (Brea et al., 2005; Colombo, 2010). El contacto neto entre las dos facies presentes en la asociación planteada, la presencia de deformación sinsedimentaria, la abundancia de bloques angulosos de gran tamaño y los amplios rangos granulométricos presentes en la facies de parabrecha, podrían haber sido generados por una depositación abrupta de un flujo hiperconcentrado (alta concentración de sedimentos) con material provenientes de las formaciones subyacente, es decir, de la Formación Villa Mónica y del Complejo Buenos Aires.

En conclusión, la Formación Colombo, se interpreta como el producto de un flujo gravitatorio, posiblemente en un ambiente subácueo que deposita el material por un cambio en la pendiente. Si tenemos en cuenta que por debajo de la Formación Colombo se encuentran las dolomitas de la Formación Villa Mónica, podemos inferir que este flujo gravitatorio se deposita en un ambiente marino somero de baja energía, típicos de los mares epíricos del Precámbrico.

XI. Anexos



Anexo 1: Difractograma de rayos x para las muestras PCCA _1-4, 5 y 8. Izquierda: Análisis en roca total; Derecha: Análisis en fracción arcilla.

XII. Bibliografía

- Almeida, F.F.M.DE, Amaral, G., Cordania, U.G and Kawashita, K., 1973. The precambrian evolution of South American cratonic margin south of the Amazon River. In: Nairn, A.E.M. and Stehli, F.G. (Eds.). The ocean basins and margins. Vol. 1: The South Atlantic. Plenum, New York, pp. 411-446.
- Almeida, Almeida, F.F.M.DE, Hasui, Y. y Brito Neves, B.B.DE, 1976. The Upper Precambrian of South America. Boletim Instituto Geociencias, Universidade de Sao Paulo, 7: 45-80.
- Almeida, Almeida, F.F.M.DE, Brito Neves, B.B.DE and Carneido, C.D.R., 2000. The origin and evolution of the South American Platform. Earth Sciences Review, 50: 77-111.

- Alvarenga, C. J. S., Santos, R. V. & Dantas, E. L. 2004. C-O-Sr isotopic stratigraphy of cap carbonates overlying Marinoan-age glacial diamictites in the Paraguay Belt, Brazil. *Precambrian Research*, 131, 1–21.
- Alvarenga, C.J.S. et al., 2011. Glacially influenced sedimentation of the Puga Formation, Cuiabá Group and Jacadigo Group, and associated carbonates of the Araras and Corumbá groups, Paraguay Belt, Brazil. *Geological Society, London, Memoirs* 2011; v. 36; p. 487-497.
- Andreis, R.R., Zalba, P.E. y Iñiguez Rodríguez, A.M., 1992. Paleosuperficies y sistemas depositacionales en el Proterozoico superior de Sierras Bayas, Sistema de Tandilia, Provincia de Buenos Aires, Argentina. 4 Reunión Argentina de Sedimentología, *Actas* 1: 283-290.
- Andreis, R. R., 2003. The Tandilia System, Province of Buenos Aires, Argentina: its sedimentary successions. En E.A. Domínguez, G.R. Mas y F. Cravero (Eds.): 2001-A Clay Odyssey, pp. 15-22.
- Arrouy, M.J., 2015. Sedimentología y estratigrafía de los depósitos ediacaranos-paleozoicos, suprayacentes a las calizas del precámbrico del Sistema de Tandilia. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- Arrouy, M.J., Poiré, D.G., Gómez-Peral, L.E., Canalicchio, J.M., 2015. Sedimentología y estratigrafía del Grupo La Providencia (Nom. Nov.): Cubierta Neoproterozoica, Sistema de Tandilia, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, 22(2), 1–38.
- Arrouy, M.J., Warren, L.V., Quaglio, F., Poiré, D.G., Guimarães Simões, M., Boselli, M.R., Gómez Peral, L.E., 2016. Ediacaran discs from South America: probable soft-bodied macrofossils unlock the paleogeography of the Clymene Ocean. *Sci. Rep.* 6 (30590), 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep30590>.
- Arrouy, M.J., Gaucher, C., Poiré, D.G., Xiao, S., Gómez Peral, L.E., Warren, L.V., Bykova, N., Quaglio, F., 2019. A new record of late Ediacaran acritarchs from La providencia group (Tandilia System, Argentina) and its biostratigraphical significance. *J. S. Am. Earth Sci.* <https://doi.org/10.1016/j.sames.2019.05.015>.
- Barrio, C.A., D.G. Poiré y A.M. Iñiguez Rodríguez, 1991. El contacto entre la Formación Loma Negra (Grupo Sierras Bayas) y la Formación Cerro Negro: un ejemplo de paleokarst, Olavarría, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 46:69-76.
- Borrello, A.V., 1966. Trazas, restos tubiformes y cuerpos fósiles problemáticos de la Formación La Tinta, Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. *Paleontografía Bonaerense*, Fasc. 5, Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires, La Plata.
- Bossi, J., Cingolani, C., 2009. Extension and general evolution of the Río de la Plata Craton. In: Gaucher, C., sial, A.N., Halverson, G.P., Frimmel, H.E. (Eds): *Neoproterozoic-Cambrian Tectonic, global change and evolution: a focus on southwester Gondwana*. *Developments in Precambrian Geology*, 16, Elsevier, pp. 73-83.
- Brea, J.D. et al., 2005. Conceptos y aplicaciones sobre flujos densos en la hidráulica de ríos. *Ingeniería del agua*, Vol. 12, N°3, septiembre 2005.
- Burzynski, G., et al., 2019. Cryogenian *Aspidella* from northwestern Canada. *Precambrian Research* 336 (2020) 105507.
- Cingolani C (2011) The Tandilia System of Argentina as a southern extension of the Río de la Plata craton: An overview. *Int J EarthSci* 100:221–242.
- Colombo, F. 2010. Abanicos aluviales: procesos de transporte y acumulación de materiales detríticos. Departamento de Estratigrafía, Paleontología y Geociencias Marinas. Facultad de Geología. Universidad de Barcelona.
- Dott, Robert, H. JR. (1964). Wacke, greywacke and matrix-what approach to immature sandstone classification? *Jour. Sed. Petrol.*, v.34, pp.625-632
- Folk, R. L., Andrews, P.B. & Lewis, D. W. 1970. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 13, 937– 968.

- Gómez Peral, L.E., D.G. Poiré, H. Strauss y U. Zimmermann, 2007. Chemostratigraphy and diagenetic constraints of the Neoproterozoic carbonate successions from Sierras Bayas Group, Tandilia System, Argentina. *Chemical Geology* 237: 127-146.
- Gómez-Peral, L.E., 2008. Petrología y diagénesis de las unidades sedimentarias precámbricas de Olavarría, Provincia de Buenos Aires. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata Tomo I: 327pp y tomo II: 292pp (online SEDICI-UNLP). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/4392>.
- Gómez-Peral, L.E., Kaufman, A.J., Poiré, D.G., 2014. Paleoenvironmental implications of two phosphogenic events in Neoproterozoic sedimentary successions of the Tandilia System, Argentina. *Precamb. Res.* 252, 88–106.
- Gómez-Peral, L.E., Sial, A.N., Arrouy, M.J., Richiano, S., Ferreira, V.P., Kaufman, A.J., Poiré, D.G., 2017. Paleoclimatic and paleoenvironmental evolution of the Early Neoproterozoic basal dolomitic platform, Río de La Plata Craton, Argentina: insights from the $\delta^{13}\text{C}$ chemostratigraphy. *Sedimentary Geology* 353, 139–157.
- Gómez-Peral, L.E., Kaufman, A.J., Arrouy, M.J., Richiano, S., Sial, A.N., Poiré, D.G., Ferreira, V.P., 2018. Preglacial palaeoenvironmental evolution of the ediacaran Loma Negra Formation, far southwestern Gondwana, Argentina. *Precambrian Research* 315, 120–137.
- González Bonorino, R. Zardini, M. Figueroa y T. Limousin, 1956. Estudio geológico de las Sierras de Olavarría y Azul (provincia de Buenos Aires). Serie 2, 63: 1-22. LEMIT.
- Hofmann, M., et al., The four Neoproterozoic glaciations of southern Namibia and their detrital zircon record: The fingerprints of four crustal growth events during two supercontinent cycles. *Precambrian Res.* (2014).
- Iñiguez Rodríguez, A. M., 1999. La Cobertura Sedimentaria de Tandilia. En: Caminos R. (Ed): *Geología Argentina.*, p.101-106, SEGEMAR, Anales 29, Buenos Aires.
- Iñiguez, A.M. y P.E. Zalba, 1974. Nuevo nivel de arcilitas en la zona de Cerro Negro, Partido de Olavarría, Provincia de Buenos Aires. *Anales del LEMIT Serie 2*:95-100.
- Iñiguez Rodríguez, A.M.; Zalba, P.E.; Maggi, J.H. 1987. Clinoptilolita y analcima en miembros del Grupo Chubut entre Paso de Indios y Las Plumas, Provincia de Chubut, Argentina. In *Congreso Geológico Argentino*, No. 10, Actas, Vol. 1, p. 75-78.
- Limarino, C.; Gutiérrez, P. 1990. Diamictites in the Agua Colorada Formation. New evidence of Carboniferous glaciation in South America. *Journal of South American Earth Sciences* 3: 9-20.
- Limarino, C.; Spalleti, L.A.; Piñol, F.C.; Evolución paleoambiental de la transición glaciario-postglaciario en la Formación Agua Colorada (Grupo Paganzo), Carbonífero, Sierra de Narvéez, NO argentino. *Andean Geology* 37 (1): 121-143. 2010.
- Maciel, P. 1959. Tilito Cambriano no Estado de Mato Grosso. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 8, 31–39.
- Marchesse, H.G. y Di Pola, E., 1975., Miogeosinclinal Tandil. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 30 (2): 161-179.
- Martínez, J.C., J.A. Dristas, A.M. Van Den Kerkhof, K. Wemmer, H.-J. Massonne, T. Theye y M.C. Frisciale, 2013. Late- Neoproterozoic hidrothermal fluid activity in the Tandilia Belt, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 70:410-426.
- Nágera, J.J., 1919. La Sierra Baya (Prov. de Buenos Aires). Estudio geológico y económico. *Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería* 14 (1): 1-66.
- Nágera, J.J., 1940. Historia física de la Provincia de Buenos Aires, 1. Tandilia. Univ. Nac. La Plata, Fac. Human. Cienc. Educ, Biblioteca Humanidades, La Plata, 24.
- Nogueira, A. C. R., 2019. The Cryogenian-Ediacaran Boundary in the Southern Amazon Craton. *Chemostratigraphy Across Major Chronological Boundaries*, Geophysical Monograph 240, First Edition.
- Pazos, P.J., Sánchez-Bettucci, L. and Tofalo, R.O. (2002). The Record of the Varanger Glaciation at the Río De La Plata Craton, Vendian-Cambrian of Uruguay. *Gondwana Research*, V. 6, No. 1, pp. 65-77.
- Poiré, D.G., 1987. Tesis Doctoral 494, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (inédito).

- Poiré, D. G., 1993. Estratigrafía del Precámbrico Sedimentario de Olavarría, Sierras Bayas, provincia de Buenos Aires, Argentina. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos Actas T II: (1-11).
- Poiré, D.G., 2003. The Cambrian-Ordovician siliciclastic platform of the Balcarce Formation (Tandilia System, Argentina): facies, trace fossils, palaeoenvironments and sequence stratigraphy. *Geologica Acta* 1 (1): 41-60.
- Poiré, D., Gaucher, C., 2009. Lithostratigraphy. Neoproterozoic-Cambrian evolution of the Río de la Plata Palaeocontinent. In: Gaucher, C., Sial, A.N., Halverson, G.P., Frimmel, H.E. (Eds.): Neoproterozoic-Cambrian tectonics, global change and evolution: a focus on southwestern Gondwana. *Developments in Precambrian Geology*, 16, Elsevier, pp. 872-101.
- Poiré, D.G. e Iñiguez Rodríguez, A.M., 1983. Miembro Psamopelitas de la Formación Sierras Bayas, partido de Olavarría, Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 39 (3-4): 276-283.
- Poiré, D.G., Spalletti, L.A., 2005 La cubierta sedimentaria precámbrica/paleozoica inferior del Sistema de Tandilia. En R.E. De Barrio, R.O. Etcheverry, M.F. Caballé y E.J. Llambías (Eds.), *Geología y Recursos Minerales de la provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino*, 51–68. La Plata.
- Poiré, D.G., Gómez Peral, L.E., Arrouy, M.J., 2018. Glaciations in South America. En: Siegesmund, S., Basei, M.A.S., Oyhançabal, P., Oriolo, S. (Eds.), *Geology of SouthWestGondwana. SpecialPublication of SpringerNature*, pp. 527–541
- Rapalini, A., R.I. Trindade y D.G. Poiré, 2013. The La Tinta pole revisited: Paleo-magnetism of the Neoproterozoic Sierras Bayas Group (Argentina) and its implications for Gondwana and Rodinia. *Precambrian Research* 224:51-70.
- Rapela, C.W., Fanning, C.M., Casquet, C., Pankhurst, R.J., Spalletti, L., Poiré, D., Baldo, E.G., 2011. The Rio de la Plata craton and the adjoining Pan-African/brasilianoterranes: Their origins and incorporation into south-west Gondwana. *Gondwana Research* 20, 673–690.
- Rapela, C.W., R.J. Pankhurst, C. Casquet, C.M. Fanning, E.G. Baldo, J.M. González-Casado, C. Galindo y J. Teruggi, M.E., Kilmurray, J.O., 1980. Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. En: J. Turner (Ed.): *Geología Regional Argentina*, 2, pp 919-965, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
- Schonian, F. Ambiente sedimentario de las diamictitas de la Formación Cañari en el área de Sella, sur de Bolivia. *Revista técnica de YPF*, 21: 131-146. 2003.
- Sovetov, J.K., 2014. Tillites at the base of the Vendian Taseeva Group in the stratotype section (Siberian craton). *Russian Geology and Geophysics* 56. 1522-1530.
- Spalletti, L.A. y del Valle, A., 1984. Las diamictitas del sector oriental de Tandilia: caracteres sedimentológicos y origen. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 39 (3-4): 188-206.
- Teruggi, M.E., Iñiguez Rodríguez, A.M., Spalletti, L.A. & Mazzoni, M.M. 1981. Tipos litológicos del Grupo Bahía Laura, Gran Bajo de San Julián. Provincia de Santa Cruz. VIII Congreso Geológico Argentino, Actas III: 509-531, San Luis.
- Teruggi, M.E y Kilmurray, J.O., 1975. Tandilia. 6 Congreso Geológico Argentino, Relatorio 57-77.
- Teruggi, M.E. y J.O. Kilmurray, 1980. Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. En J. Turner (Ed.), *Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias* 2:919-965.
- Van Staden et al., 2010. Correlation of Ordovician diamictites from Argentina and south africa using detrital zircon dating. *Journal of the Geological Society, London*, Vol. 167, 2010, pp. 217–220.
- Warren L.V. et al., 2015. Underneath the Pantanal Wetland: A deep-Time History of Gondwana Assembly, Climate Change, and Dawn of Metazoan Life. Springer International Publishing Switzerland.
- Zalba, P.E., D.G. Poiré, R. Andreis y A.M. Iñiguez, 1993. Precambrian paleoweathering records and paleosurfaces of Tandilia System, Buenos Aires Province, Argentina. En J. Schmit y

Q. Gall. (Eds.), Mineralogical and Geochemical Records of Paleoweathering. ENSMP
Memories des Sciences de la Terre 18:153-161.