



**LA SEDIMENTACION DEL PRECAMBRICO TERMINAL-CAMBRICO BASAL EN LOS ANDES DEL NW DE ARGENTINA: PLUTONISMO ASOCIADO E INTERPRETACION TECTONICA**

**Felipe R. Durand**<sup>1,2</sup>, **Alejandro J. Toselli**<sup>1,2</sup>, **Juana N. Rossi de Toselli**<sup>1</sup>, **Julio Saavedra**<sup>3</sup>

**INTRODUCCION**

En base a observaciones de campo, datos paleontológicos, sedimentológicos y a la interpretación de análisis químicos de los granitoides que, en ambiente de Sierras Pampeanas y Sistema de Famatina, intruyen a las sucesiones metasedimentarias, se analiza la evolución geológica de la cuenca de sedimentación del Neoproterozoico - Cámbrico inferior entre los 26° y 29°20' Sur.

Los estudios se han llevado a cabo principalmente en ambiente de Cumbres Calchaquies, algunas unidades de las Sierras Pampeanas Orientales y en el Sistema de Famatina. Para el estudio de la sedimentación se han tomado aquellas zonas donde las metamorfitas son de muy bajo o bajo grado, de manera que permita la observación de las características sedimentarias primarias.

**CARACTERES DE LA SEDIMENTACION**

La extensión actual de esta cubeta de sedimentación se puede deducir a partir de los afloramientos que se observan desde el Sur de Bolivia hasta la Cuesta de Miranda en el Sistema de Famatina -SF- (29° 20' de LS). En el segmento al N de los 26° de LS las metasedimentitas (Formación Puncoviscana<sup>1</sup>) aparecen con sus caracteres más típicos. En tanto que al Sur de la latitud mencionada, son escasos los lugares donde el basamento metamórfico exhibe los rasgos originales de la sedimentación. Sin embargo, en toda la extensión de la cuenca, se ha podido datar la edad de la sedimentación en base al abundante material paleontológico encontrado en más de 20 localidades<sup>2</sup>.

Los estudios sedimentológicos llevados a cabo en diferentes localidades de la región considerada, han permitido caracterizar a las mismas de la siguiente manera:

A) En el NE de las Cumbres Calchaquies se han distinguido tres litofacies fundamentales: a) de (meta)vaques y (meta)pelitas (la dominante); b) de (meta)pelitas laminadas y c) de (meta)vaques masivas. En base al análisis de su distribución y relaciones se puede caracterizar el paleoambiente de sedimentación como correspondiente a la región intermedia de abanicos submarinos profundos, carentes de zonas canalizadas. La presencia de fósiles permite atribuir la sedimentación al Precámbrico superior-Cámbrico inferior<sup>3</sup>.

B) La Sierra de la Ovejería (Fig.1, B) expone un basamento de bajo grado constituido por (meta)vaques y (meta)pelitas, con fósiles representativos del Cámbrico inferior. La relación entre los distintos tipos litológicos y la presencia de estructuras sedimentarias ha permitido la distinción de varias litofacies; éstas indican sedimentación tanto en zonas proximales como en la parte externa de abanicos submarinos. Afloran también conglomerados polimícticos desorganizados con clastos de volcanitas precámbricas y de rocas metamórficas de bajo grado; han sido atribuidos a flujos de detritos subácueos depositados al

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L. - Univ. Nacional de Tucumán. Miguel Lillo 205 - 4000 S.M.de Tucumán. <sup>2</sup> INSUGEO-CONICET. <sup>3</sup> IRNA-CSIC, Apartado 257, 37071 - Salamanca, España.

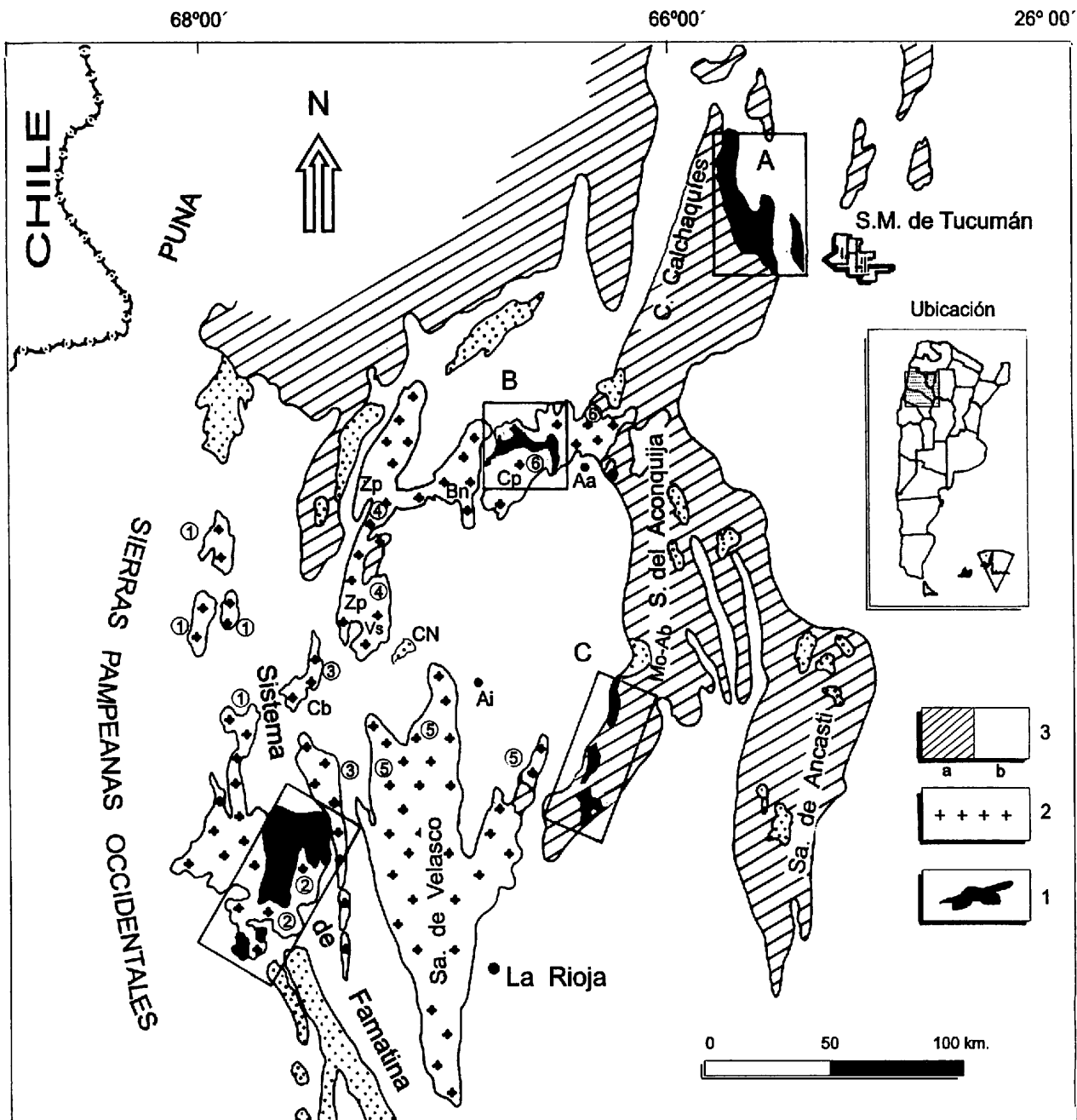


FIGURA 1. Mapa regional esquemático que muestra la distribución del basamento metamórfico (pampeano) e ígneo (famatiniano) entre los 26° y 30° de LS en el Noroeste Argentino.

**Referencias:** 1.- Áreas investigadas con rocas pampeanas de muy bajo y bajo grado de metamorfismo (Formación Puncoviscana s.l.): A, Región NE de las Cumbres Calchaquíes. B, Sierra de la Ovejera. C, Quebrada La Cébila y parte del flanco occidental de la Sierra de Ambato. D, Sistema de Famatina. 2.- Principales plutones graníticos famatinianos investigados: 1 Narvárez; 2 Nuñorco; 3 Paimán-Copacabana; 4 Zapata-Vinquis; 5 Velasco-Mazán; 6 Capillitas. 3.- a) Otras áreas con rocas metamórficas y migmatitas, éstas últimas principalmente en el Sistema del Aconquija y b) Áreas graníticas no consideradas en éste trabajo incluye otros plutones famatinianos y algunos neopaleozoicos.

**Abreviaturas:** Aa, Andalgalá Ai, Aimogasta; Bn, Sierra de Belén; Cb, Copacabana; CN, Cerro Negro; Cp, Capillitas; Mo-Ab, Sierras de Manchao-Ambato; Vs, Sierra de Vinquis; Zp, Sierra de Zapata.

pie de pendientes continentales o en las zonas apicales de los abanicos. La secuencia constituye parte de la roca de caja del Granito Capillitas del Ordovícico-Silúrico. Los fósiles más abundantes corresponden a las trazas *Oldhamia radiata* y *O. flabellata* las que indican una edad cámbrica inferior pre-trilobítica y que se han detectado en 7 localidades <sup>2</sup>.

C) En la Quebrada de la Cébila y flanco occidental de la Sierra de Ambato (Fig. 1, C), como parte de la Formación La Cébila <sup>4</sup>), se encuentran rocas de bajo grado metamórfico que pueden ser homologadas con las de las otras regiones descriptas. Consisten en pizarras, filitas, metapsamitas de grano fino, (meta)pelitas moradas y verdosas en bancos centimétricos, muy lajosas y, en algunos sectores, se observan bancos de (meta)vaques masivas de 40-60 cm de espesor.

No obstante que estos afloramientos carecen de fósiles, las relaciones regionales y las características litológicas, permiten inferir que la sedimentación tuvo lugar en la misma cuenca desarrollada en el margen pasivo del cratón gondwánico pre-pampeano durante el Proterozoico terminal y Cámbrico basal. Las filitas, en localidades del pie occidental de la Sierra de Ambato, se relacionan, mediante una discordancia, con conglomerados cuarzosos interpretados como de origen continental y cuya edad es difícil de discernir con precisión; se infiere que corresponden al Ciclo Famatiniano.

D) En la Sierra de Paimán y en el flanco oriental de la Sierra de Famatina (Fig. 1, D) se han considerado las sucesiones pertenecientes a la Formación La Aguadita, en la cual se han registrado fósiles (*Paliella sp.* y *Planolites isp.*) que son de utilidad para establecer con cierto grado de certeza que su depositación se llevó a cabo en la cuenca cuya evolución aquí se trata. Las principales litofacies reconocidas son: litofacies de vaques y limolitas laminadas, de pelitas laminadas, de pelitas y vaques subordinadas. La granulometría en general variable entre arenisca fina y arcillas, la presencia de secuencias incompletas y la elevada proporción de sedimentos finos indican que la mayor parte corresponde a sedimentación en la región externa de abanicos submarinos profundos.

#### EL MAGMATISMO GRANITICO

Los granitoides del SF (intrusivos de Narvárez-Ñuñorco y Copacabana-Paimán) son en general de emplazamiento somero. El de Narvárez intruye a volcanitas y sedimentitas ordovícicas. Incluye granófiros cuyo emplazamiento no sobrepasa los 0,5 kbar de profundidad, en tanto que el granito podría ser algo más profundo. El Granito Ñuñorco intruye a las metamorfitas del Proterozoico tardío y Cámbrico basal (formaciones Negro Peinado/La Aguadita), produciendo corneanas con cordierita-biotita que permiten establecer condiciones de emplazamiento de 2 a 3,5 kbar. Es notable la deformación con rumbo NNW que los afecta en sectores definidos. Los análisis químicos muestran un tren evolutivo calco-alcalino e índices de Shand (0,8-1,8) que indican su carácter meta a peraluminoso.

Los granitoides de Copacabana y Paimán muestran notable desarrollo de texturas porfíricas definidas por micropertitas y fases equigranulares subordinadas. En distintos sectores se intruyen cuerpos básicos constituyendo zonas de reacción, así como gabroides con cierta concentración de pegmatitas <sup>5</sup>. Intruyen también a las rocas con bajo grado de metamorfismo ya citadas.

Los granitos de Sierras Pampeanas Orientales (SPO) agrupan a los de las sierras de Zapata-Vinquis, Velasco-Mazán y Capillitas (Fig. 1), que se incluyen dentro de la faja de granitos con silicatos de aluminio <sup>6</sup>. El desarrollo de granitos porfíricos de dos micas, pórfiros y granófiros, intrusivos en metamorfitas de bajo grado con volcanitas, son claros indicios de emplazamiento en epizona <sup>7</sup>.

En la Sierra de Velasco los granitos varían desde porfíricos hasta equigranulares con variaciones composicionales y desarrollos pegmatíticos. Los de la sierra de Mazán son predominantemente porfíricos de grano grueso y leucocráticos con sillimanita, andalusita y cordierita.

El batolito de Capillitas es considerado por <sup>6</sup> de tipo postectónico, con tres facies transicionales entre sí; dos de ellas son porfíricas y la tercera equigranular.

Los análisis químicos de los granitos mencionados para SPO, muestran un tren evolutivo calco-alkalino, con índices de Shand entre 1,0 y 1,7 que se proyectan en el campo peraluminoso, que junto a la presencia de cordierita, andalusita y sillimanita, fijan condiciones de formación del orden de 675°C y presiones de agua menores a 4 kbar.

Las dataciones radimétricas de estos granitoides efectuadas por diferentes autores <sup>9</sup>, arrojan edades que claramente ubican al magmatismo en el Ciclo Famatiniano, con una marcada predominancia en el Ordovícico superior-Silúrico inferior. Por tal motivo se los asocia con la Orogenia Oclóyica, la cual involucra a procesos de subducción-colisión con generación de un importante magmatismo.

La baja relación Rb/Sr de los granitos del SF (valor medio 0,88), permite considerar que se trata de granitos de arco volcánico de márgenes continentales activos. En el caso de SP, la relación Rb/Sr, tiene valores medios de 2,8 y se asemejan a los granitos tipo-S de la clasificación de <sup>10</sup>. En el diagrama geotectónico Rb-SiO<sub>2</sub> de <sup>11</sup>, se proyectan en el campo de los granitos sin-colisión (SYN-COLG) y de intraplaca (WPG), excepto los de Mazán que también lo hacen predominantemente en el campo de arco volcánico (VAG). Por su parte en el diagrama Nb-Y, se proyectan generalmente en los campos de intraplaca (WPG) y de arco volcánico (VAG) y sin-colisión (SYN-COLG), a excepción de los granitos de Zapata y Velasco que lo hacen sólo en el campo de intraplaca <sup>12</sup>.

#### CONCLUSIONES

Esta cuenca, en el segmento al N de los 26°, sería parcialmente intracratónica <sup>2,3</sup>, limitada al E y NE por los escudos Río de la Plata-Guaporé y al NW por el Macizo de Arequipa-Antofalla. Mientras que en el segmento al Sur de los 26° aquí descripto, es probable que la cuenca haya estado abierta hacia un océano proto-Pacífico <sup>13</sup>. El final de la sedimentación Pampeana se atribuye a procesos colisionales que caracterizan a la orogenia Tilcárica o Pampeana de fines del Cámbrico inferior.

Como resultado del evento colisional oclóyico (Ordovícico superior - Silúrico inferior) se produce una zona de sutura situada al W-SW del SF, donde se localizan granitos de emplazamiento profundo, en rocas metamórficas catazonales (metamorfitas del Grupo Maz y del borde sur de la Sierra de Paganzo, constituidas por migmatitas, gneises, esquistos y anfibolitas. Este esquema sugiere la existencia de una zona de subducción Ordovícica de dirección NW-SE, buzante al NE <sup>14</sup>.

Hacia el E y en el eje del SF, se disponen los Granitos de Ñuñorco y Narváez, de composición granítica biotítica, filiación calco-alkalina y meta- a peraluminosos. El nivel de emplazamiento somero, es evidenciado por el desarrollo de corneanas con la asociación feldespató potásico-cordierita en la Formación Negro Peinado/La Aguadita.

Como resultado de la colisión Oclóyica se genera hacia el continente (E del SF y SPO) granitos calco-alkalinos y peraluminosos.

La generación del magmatismo básico (en las sierras de Paimán, Copacabana y Fiambalá), su interacción con el magma granítico y el desarrollo de fábricas cataclásticas, se explicaría por la presencia de zonas de cizalla activas durante el Paleozoico inferior, que habrían posibilitado el ascenso hasta niveles corticales superiores de este magmatismo.

Los granitoides de Zapata-Vinquis, Velasco-Mazán y Capillitas, textural y mineralógicamente se asemejan a Paimán-Copacabana, pero sin evidencias de interacción con magmas básicos. Son peraluminosos, altos en potasio y bajos en calcio, tal como lo postula <sup>14</sup>, para los granitos de colisión.

La corteza en la que se produjo la evolución magmática fue siempre delgada, como lo evidencia el metamorfismo regional de baja presión que se observa en forma constante; aunque con incremento de espesor hacia el E, pues se estaría más próximo al Cratón Gondwánico pre-brasiliano. La "línea" o faja

Paganzo-Paimán-Copacabana-Fiambalá, se encontraría en una situación coincidente o próxima al borde cratogénico pampeano oriental.

El fenómeno anatéctico debe haber estado controlado por la deformación plástica que ocurre en los terrenos sedimentarios clásticos reciclados (F. Puncoviscana s.l.), acretados al basamento cratónico pre-Pampeano. Estos fueron deformados durante los eventos colisionales Pampeano y Oclóyico y son composicionalmente fértiles para producir movilizados granitoides.

#### REFERENCIAS

1. TURNER, J. C. M., 1960. Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Boletín 41 (2): 163-196.
2. DURAND, F. R. y F. G. ACEÑOLAZA, 1990. Caracteres biofaunísticos, paleoecológicos y paleogeográficos de la Formación Puncoviscana (Precámbrico superior - Cámbrico inferior) del Noroeste Argentino. In El Ciclo Pampeano en el Noroeste Argentino. F. Aceñolaza et al. (Eds.). Serie Correlación Geológica, 4: 71 - 112.
3. ACEÑOLAZA, F. G. y F. R. DURAND, 1985. Upper Precambrian - Lower Cambrian biota from the Northwest of Argentina. *Geological Magazine*, 123(4): 367 - 375.
4. GONZALEZ BONORINO, F., 1951. Una nueva formación precámbrica en el noroeste argentino. *Com. cient. Museo La Plata*, n° 5. La Plata.
5. DURAND, F. R., J. SAAVEDRA, E. PELLITERO, A. TOSELLI, J. ROSSI DE TOSELLI y M. MEDINA. 1992. The mafic-felsic complex of the southern Paimán Range (La Rioja, Argentina): Its significance in the Andean Lower Paleozoic plutonism. A preliminary study. *Zbl. Geol. Paläont. Teil 1*, 1991 (6): 1581 - 1595; Stuttgart.
6. ROSSI DE TOSELLI, J., A. J. TOSELLI, D. A. INDRI, J. SAAVEDRA y E. PELLITERO, 1985. Petrología y Geoquímica de plutones fuertemente peraluminicos de las Sierras Pampeanas: el problema de los granitos cordieríticos. *AMPS* 16 (1-4):55-64.
7. TOSELLI, G., J. SAAVEDRA, G. CORDOBA y M. E. MEDINA, 1992. Los granitos peraluminosos de las sierras de Viquis, Cerro Negro y Zapata (Sierras Pampeanas), provincia de Catamarca, Argentina. *Estudios Geológicos* 48 (5-6): 247-256. Madrid.
8. GONZALEZ BONORINO, F., 1950. Geología y petrografía de las Hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgalá). *Dir. General. de Industria y Minería*, Bol. 70. Bs. As
9. LINARES, E. y R. R. GONZALEZ, 1990. Catálogo de edades radimétricas de la República Argentina (1957 - 1987). *Publ. Esp. Asoc. Geol. Arg. Serie "B" (Didáctica y Complementaria)*, 19: 628 págs.
10. CHAPPELL, B. H. y A. J. R. WHITE, 1974. Two contrasting granite types. *Pacific Geology*, 8: 173-174.
11. PEARCE, J. A., N. B. HARRIS y A. C. TINDLE, 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of petrology* 25(4): 956-983.
12. TOSELLI, A. J., F. R. DURAND, J. ROSSI DE TOSELLI y J. SAAVEDRA, 1996. Esquema de evolución geotectónica y magmática Eopaleozoica del Sistema de Famatina y sectores de Sierras Pampeanas. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso Argentino de Exploración de Hidrocarburos, Actas 5: 443-462.
13. RAMOS, V. A., 1988. Tectonics of Late Proterozoic - Early Paleozoic of South America: A collisional history. *Episodes* 11 (3): 168 - 175.
14. BARBARIN, B., 1990. Granitoids: main petrogenetic classification in relation to origin and tectonic setting. *Geological Journal*, 25: 227-238.