

TRABAJO 42

SEDIMENTOLOGIA, PROVENIENCIA Y DESARROLLO GEOTECTONICO DEL SISTEMA DE FAMATINA EN EL NOROESTE DE ARGENTINA DURANTE EL PALEOZOICO INFERIOR

K. Clemens*

* Wolfratshauser Str. 206, 81479 München, Alemania, Tel. (0054 - 89) 7 91 32 33

ABSTRACT. The Famatina system shows sedimentary rocks of Cambrian to Middle Ordovician age. The sedimentary units of its central zone (Negro Peinado - and Volcancito - formation) represent a middle to outer submarine fan and basin plain deposits. By contrast the northern outcrops (Portezuelo de las Minutas -, Suri - and Molles - formation) present an evident volcanic influence. They represent parts of an 'platform / slope apron - system'.

Results of sedimentological investigations allow to interpret the sedimentary rocks of the Famatina - system as being deposited in a back - arc - basin.

EL SISTEMA DE FAMATINA

El Sistema de Famatina es una unidad morfoestructural ubicada en el noroeste argentino con dirección NNO / SSE. Esta conforma una provincia geológica independiente entre las Sierras Pampeanas que la rodean por el borde sur y este, y la Precordillera Septentrional por el oeste (Fig. 1, Fig. 2).

El Sistema de Famatina se compone de unidades volcano - sedimentarias de edad cámbrica hasta ordovícica media que posteriormente fueron intruidas por granitos en el Ordovícico Tardío (Ciclo Famatiniano) (Tab. 1).

Estas características lo convierten en un cuerpo extraño que contrasta con las Sierras Pampeanas, donde también existen intrusivos ordovícicos pero faltan los sedimentos paleozoicos y la Precordillera donde son escasas las rocas ígneas paleozoicas.

OBJETIVOS, METODOS

Los objetivos de la presente contribución son la caracterización litológica y el ordenamiento estratigráfico de las sedimentitas del Paleozoico Inferior, su proveniencia y situación geotectónica.

La circunstancia de que dichas sedimentitas formen afloramientos discontinuos separados por los granitos ordovícicos, así como la falta de investigaciones sedimentológicas que abarquen el contexto regional, generó la necesidad de investigar dichas rocas bajo un punto de vista no tradicional.

Para concretar esto se llevo a cabo un análisis de facies en la medida en que la condición de los afloramientos lo permitieron.

Los resultados del trabajo de campo se complementaron con un análisis de proveniencia, estudio de minerales pesados, caracterización geoquímica de las rocas y estudio morfológico de circones.

SECUENCIA CAMBRICO - TREMADOCIANO

La sedimentación desde el Cámbrico hasta el Tremadociano inferior se encuentra representada por una secuencia alternante de grauvacas y pizarras correspondientes a la Formación Negro Peinado, así también como por sus equivalentes metamórficos de bajo grado. Dichas rocas en algunas localidades se hallan afectados por un metamorfismo de contacto de alto grado. Estas rocas, dados sus caracteres, corresponden a depósitos turbidíticos (CLEMENS 1992).

ACEÑOLAZA & TOSELLI (1988b) y DURAND *et al.* (1990) asignaron una edad precámbrica a la Formación Negro Peinado. Esto se fundamenta en el hallazgo de fósiles e icnofósiles (*Planolites*, *Sekwia*). Según CHAMBERLAIN (1978), SEILACHER (1978) y LEHMANN y HILLMER (1980) dichos fósiles no pueden ser tomados como indicadores de una edad determinada.

Numerosos hallazgos de fósiles tuvieron lugar en niveles interpretados como turbiditas calcáreas (CLEMENS 1992) que antes fueron asignadas a la Formación Volcancito (TOSELLI, G.A. 1975) pero que en realidad forman partes del espectro de facies de la Formación Negro Peinado (CLEMENS 1992), de este modo el límite superior de esta formación llegaría por lo menos hasta el Tremadociano inferior.

En contacto tectónico con la formación Negro Peinado se encuentran pizarras oscuras ricas en contenido fosilífero (*graptolites*) correspondientes a la Formación Volcancito del Tremadociano inferior, que representan el sector más profundo de la cuenca (región hemipelágica - pelágica).

El análisis de facies de las unidades mencionadas (CLEMENS 1992) demuestra que corresponden a asociaciones de un abanico submarino intermedio a distal (F. Negro Peinado) y planicie submarina (F. Volcancito).

Si bien los caracteres de las rocas analizadas no posibilitan la reconstrucción de un patrón de paleocorrientes, la distribución geográfica de las asociaciones de facies permite inferir una evolución del sistema sedimentario desde el NE hacia el SO.

Al oeste de los miembros más distales de la Formación

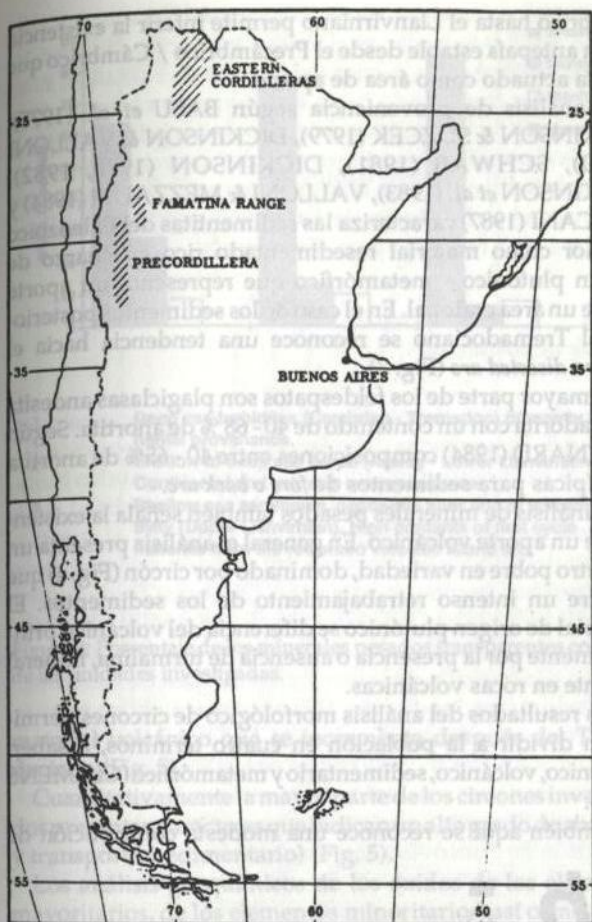


Figura 1: Situación geográfica del Sistema de Famatina (Famatina Range) en Argentina. (según HARRINGTON y LEANZA 1957).

Negro Peinado se encuentran olistostromas con una gran cantidad de volcanoclastos acompañados de modo muy subordinado por otros de mármol, areniscas y granitoides alternando con grauvacas, pizarras y vulcanitas, secuencia ésta que forma parte de la Formación Suri (ver más adelante).

Estos depósitos presentan caracteres típicos de *slope apron*. La existencia de esta facies de talud sobre el extremo occidental (coordenadas actuales) de la cuenca indica la presencia de un área positiva en ese sector que habría generado estos depósitos. Dada la abundancia de clastos volcánicos se interpreta a éste como un arco magmático que limitaba a la cuenca por ese lado.

SECUENCIA ARENIGIANO - LLANVIRNIANO INFERIOR

Las sedimentitas de la Formación Portezuelo de las Minitas (Arenigiano) y la Formación Suri se componen de material piroclástico (tobas, tufitas ignimbríticas y brechas piroclásticas) y vulcanitas que son producto de un arco volcánico (MANNHEIM 1992) con intercalaciones de pizarras y grauvacas de grano fino.

En una localidad se encuentra una secuencia puramente

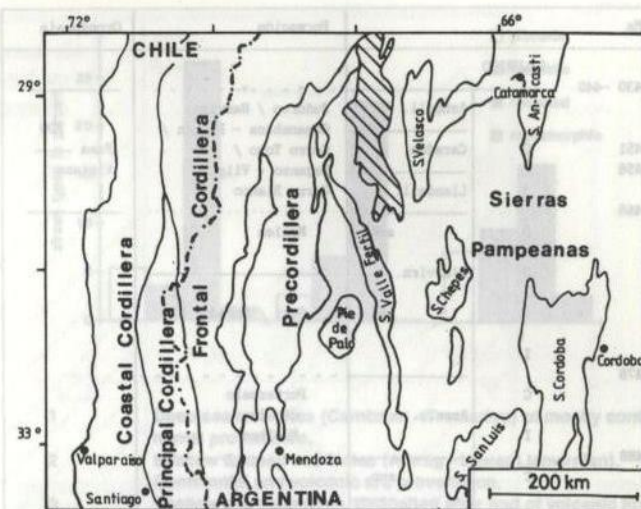


Figura 2: Bosquejo geográfico del sector sudoeste de Sudamérica entre los 29 y 33 grados Lat.S. (según RAMOS et al. 1986).

vulcanítica (Formación Morado), cuya edad aún no se ha podido determinar. Las intercalaciones volcánicas de la Formación Suri presentan caracteres químicos idénticos a los de la Formación Morado (MANNHEIM com. verb.), la cual se compone de riolitas hasta riolitas. Por este argumento se asigna a la Formación Morado una edad equivalente a la de la Formación Suri.

La edad de estas unidades se basa en el contenido de fósiles e icnofósiles. Estos además indican un ambiente de sedimentación batial hasta abisal para el Arenigiano (LAVANDAIO 1973) y sublitoral hasta batial en el Llanvirniano.

SECUENCIA LLANVIRNIANO SUPERIOR

La Formación Molles del Llanvirniano superior consiste en areniscas pardas amarillentas a rojas fosilíferas y grauvacas. En esta unidad desaparecen los componentes volcánicos. De acuerdo al color (oxidación) las rocas corresponden a ambiente marino poco profundo que se confirma por el contenido fosilífero TURNER (1967), ACEÑOLAZA & TOSELLI (1988b) y MANGANO & BUATOIS (1990).

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LOS ANALISIS PETROGRAFICOS Y QUIMICOS

La composición petrográfica de las sedimentitas investigadas muestra una madurez relativamente alta. No se observan variaciones composicionales en todas las unidades analizadas y es evidente una pobreza de clastos volcánicos (con excepción de las tufitas). Esto se puede explicar suponiendo un aporte principal desde el continente durante todo el ciclo sedimentario. Cabe destacar que no se puede descartar un aporte desde el arco volcánico, pero en este caso está claro que los detritos provendrían mayormente del zócalo cristalino bajo de este arco.

La monotonía composicional de las sedimentitas desde el

Ma		Formación	Orogénesis
SILURICO			
430 - 440		--- ? --- ? --- ? ---	
		Ashgill.	Rufo / Narváez
451	O	Caradoc.	Copacabana - Paimán / Cerro Toro /
458			Paganzo - Vilgo -
	R	Llandeill.	Cerro Blanco
468			
	D	sup.	Molles
	O	Llanvirn.	
	V	inf.	Suri / Morado
	I		
478	C		Portezuelo de las Minitas
	I	Arenig.	
488			
	C	sup.	
	O	Tremadoc. m.	
		inf.	Volcancito / Negro Peinado
505			
CÁMBRICO			
570			
PRECÁMBRICO			
			Pampeano

Tabla 1: Tabla estratigráfica propuesta para el Sistema de Famatina.
 --?--?-- = falta de contacto --- = contacto intrusivo
 --- = contacto concordante - - - - = contacto por falla
 FDO = Fase Diastrófica Oclógica

Cámbrico hasta el Llanvirniano permite inferir la existencia de un antepaís estable desde el Precámbrico / Cámbrico que habría actuado como área de aporte.

El análisis de proveniencia según BASU *et al.* (1975), DICKINSON & SUZCEK (1979), DICKINSON & VALLONI (1980), SCHWAB (1981), DICKINSON (1970, 1982), DICKINSON *et al.* (1983), VALLONI & MEZZADRI (1984) y SACCANI (1987) caracteriza las sedimentitas del Paleozoico Inferior como material resedimentado rico en cuarzo de origen plutónico - metamórfico que representa un aporte desde un área cratonal. En el caso de los sedimentos posteriores al Tremadociano se reconoce una tendencia hacia el campo *dissected arc* (Fig. 3).

La mayor parte de los feldespatos son plagiclasas andesita - labradorita con un contenido de 40 - 68 % de anortita. Según MAYNARD (1984) composiciones entre 40 - 65 % de anortita son típicas para sedimentos de *fore o back arc*.

El análisis de minerales pesados también señala la existencia de un aporte volcánico. En general el análisis presenta un espectro pobre en variedad, dominado por circón (Fig. 4) que sugiere un intenso retrabajamiento de los sedimentos. El material de origen plutónico se diferencia del volcánico principalmente por la presencia o ausencia de turmalina, mineral ausente en rocas volcánicas.

Los resultados del análisis morfológico de circones permitieron dividir a la población en cuatro términos, a saber: plutónico, volcánico, sedimentario y metamórfico (CLEMENS 1992).

También aquí se reconoce una modesta contribución de

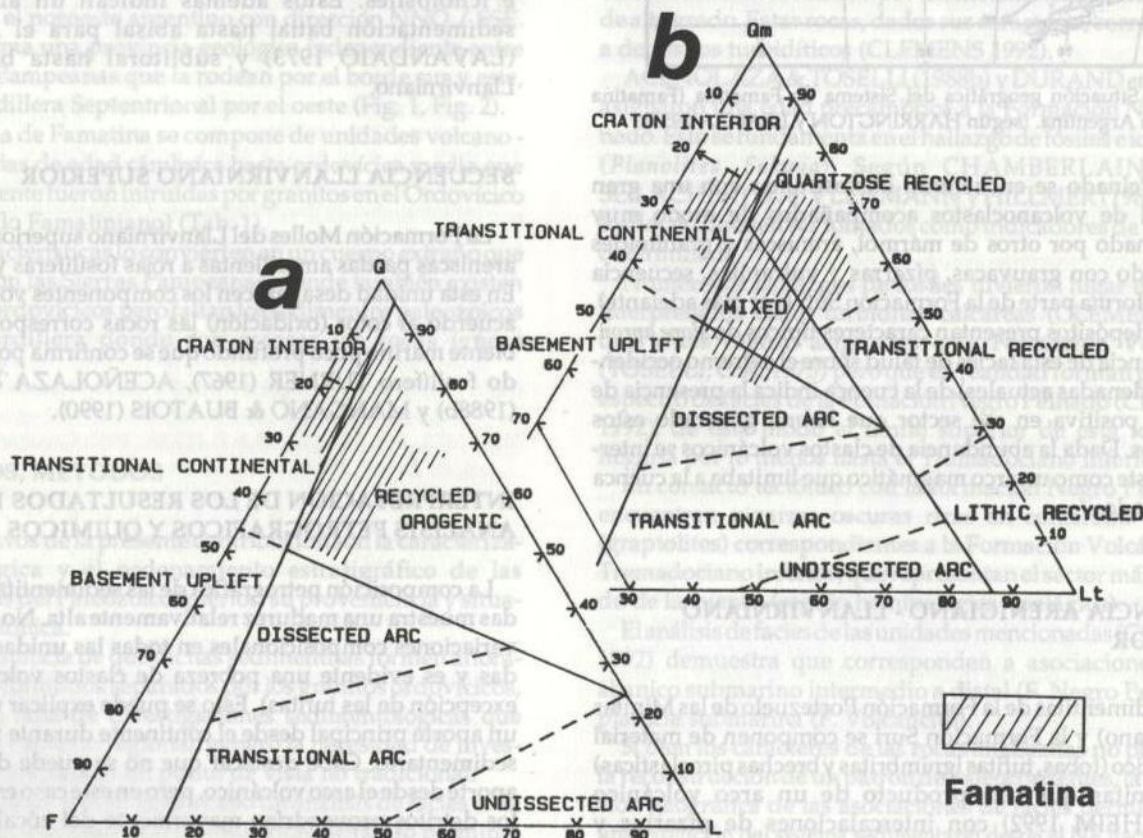
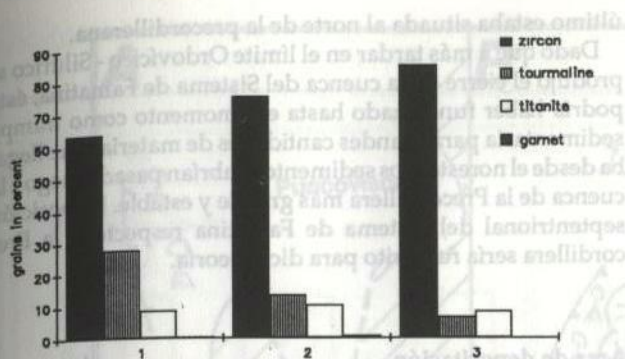


Figura 3a: Diagrama ternario QFL (según DICKINSON y SUCZEK 1979). 3b Diagrama ternario QmFLt (según DICKINSON y SUCZEK 1979).



- 1 Deep sea turbidites (Cambrian - Tremadoc) of mostly continental provenance.
- 2 Shallow to deep sea facies (Arenig - Lower Llanvirnian). Continental and volcanic arc provenance.
- 3 Shallow sea sediments, deposited after end of volcanic activity (Upper Llanvirnian). High contents of first cycle minerals from the reworked volcanic island arc.

Figura 4: Porcentaje de los minerales pesados transparentes contados de las unidades investigadas.

material volcánico que se incrementa después del Tremadociano (Fig. 5).

Cuantitativamente la mayor parte de los circones investigados presentan caracteres que indican un alto grado de abrasión y transporte (sedimentario) (Fig. 5).

Los análisis geoquímicos de los óxidos de los elementos mayoritarios, de los elementos minoritarios, así como los de los trazas y tierras raras también presentan un carácter homogéneo en las muestras analizadas.

De acuerdo a estos resultados la roca madre de estos sedimentos tendría una composición granítica a tonalítica.

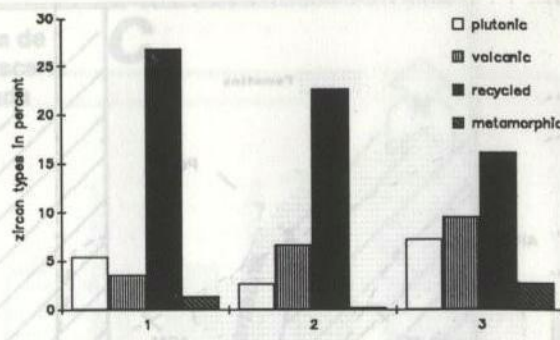
BHATIA (1983) y Mc LENNAN *et al.* (1990) presentan una extensa lista de análisis geoquímicos correspondientes a sedimentos de diversos ambientes geotectónicos. La comparación de los resultados geoquímicos de este trabajo con aquellos pone en evidencia que la posición geotectónica de las sedimentitas analizadas corresponde a la de un margen continental activo o cuenca de back arc.

Los resultados de los análisis de elementos mayoritarios indican en el diagrama $K_2O/Na_2O - SiO_2$ una posición en margen continental activo (Fig. 6). Los análisis de tierras raras indican por otra parte que se trata de una cuenca de back arc (CLEMENS *et al.* 1992) (Fig. 7).

ESTRATIGRAFIA Y MAPA GEOLOGICO

Los resultados de esta investigación muestran la necesidad de una corrección en la estratigrafía del Precámbrico / Paleozoico en el Sistema de Famatina (Tab. 1).

El estado de conocimiento actual de la región se resume en el mapa geológico adjunto (Fig 8).



- 1 Deep sea turbidites (Cambrian - Tremadoc) of mostly continental provenance.
- 2 Shallow to deep sea facies (Arenig - Lower Llanvirnian). Continental and volcanic arc provenance.
- 3 Shallow sea sediments, deposited after end of volcanic activity (Upper Llanvirnian). High contents of first cycle minerals from the reworked volcanic island arc.

Figura 5: Diferenciación de las unidades sedimentarias del Sistema de Famatina por medio del análisis morfológico de circones.

DISCUSION

Los resultados expuestos señalan que la cuenca sedimentaria presenta caracteres que la vinculan a un arco volcánico y al continente de modo simultáneo. La presencia de numerosas vulcanitas (andesitas, dioritas, riolitas, sinsedimentarias y discordantes y brechas piroclásticas así como tobas y tufitas) confirma en el campo la vinculación de las Formaciones Portezuelo de las Minutas, Suri, Morado y Molles con un arco volcánico.

Según TURNER (1967), ACEÑOLAZA & TOSELLI (1988b) y MANGANO & BUATOIS (1990) la fauna de braquiópodos de las formaciones Suri y Molles se asociaría con facies marinas en un ambiente de arco volcánico.

Los argumentos expuestos sustentan la interpretación del Sistema de Famatina como un sistema de arc y back arc basin.

Area de aporte

De acuerdo a los resultados obtenidos el área de aporte corresponde a un bloque estable, consolidado en el Precámbrico a Cámbrico, cratonal y compuesto principalmente por granitoides.

Las potenciales áreas de aporte que cumplen con estos requisitos y que presentaban una situación geográfica favorable son:

(1) Las Sierras Pampeanas

Estas presentan un basamento ígneo - metamórfico de edad precámbrica (MILLER 1983, TOSELLI *et al.* 1986, LOTTNER 1986, RAMOS *et al.* 1986, SPALLETTI *et al.* 1989).

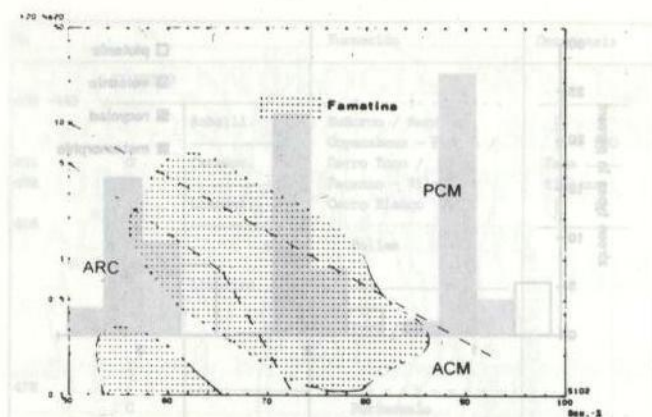


Figura 6: Diagrama $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ para la diferenciación de margen continental pasivo (PCM), activo (ACM) y arco magmático (ARC) como área de deposición de sedimentos (según ROSER y KORSCH 1986).

(2) El Macizo de Arequipa

Es un bloque de rocas cristalinas de edad precámbrica (edad radiométrica 600 - 1900 Ma; ACENOLAZA y TOSELLI 1988). Dichas rocas se encuentran hoy entre Paracas (Perú) y el norte de Chile. También se lo identificó en el subsuelo de Bolivia.

Las dos regiones mencionadas habrían servido como áreas de aporte para las sedimentitas devónicas de la Precordillera (LOSKE 1991).

La actual relación geográfica de la Precordillera y el Sistema de Famatina hace suponer que la cuenca sedimentaria de éste

último estaba situada al norte de la precordillerana.

Dado que a más tardar en el límite Ordovícico - Silúrico se produjo el cierre de la cuenca del Sistema de Famatina, ésta podría haber funcionado hasta ese momento como trampa sedimentaria para grandes cantidades de material que llegaba desde el noreste. Los sedimentos habrían pasado luego a la cuenca de la Precordillera más grande y estable. La posición septentrional del Sistema de Famatina respecto a la Precordillera sería requisito para dicha teoría.

Área de deposición

Para determinar la posición del Sistema de Famatina en el Paleozoico Temprano se debe tener en cuenta la posición de la cuenca de la Formación Puncoviscana (Precámbrico hasta Cámbrico inferior según ACENOLAZA *et al.* 1990a). Los afloramientos de esta última unidad se ubican al norte y noroeste del Sistema de Famatina y el cierre de esta cuenca se habría producido como máximo en el Cámbrico Tardío (entre otros MILLER 1983, LOTTNER 1986, JEZEK y MILLER 1986).

De acuerdo a lo expuesto se presentan dos posibilidades respecto a la posición de la cuenca del Sistema de Famatina:

(1) Dado el carácter dudoso de la edad precámbrica asignada a la Formación Negro Peinado (ACENOLAZA y TOSELLI 1988b, DURAND *et al.* 1990) sólo se puede asegurar una edad tremadociana para esta unidad. De este modo la cuenca del Sistema de Famatina se habría desarrollado después del cierre de la de Puncoviscana y su acreción al nuevo margen occidental (posición actual) del continente (Fig. 9B). Esto concuerda con la tesis sostenida por MILLER (1983), quien une el final del ciclo sedimentario famatiniano con el fin del

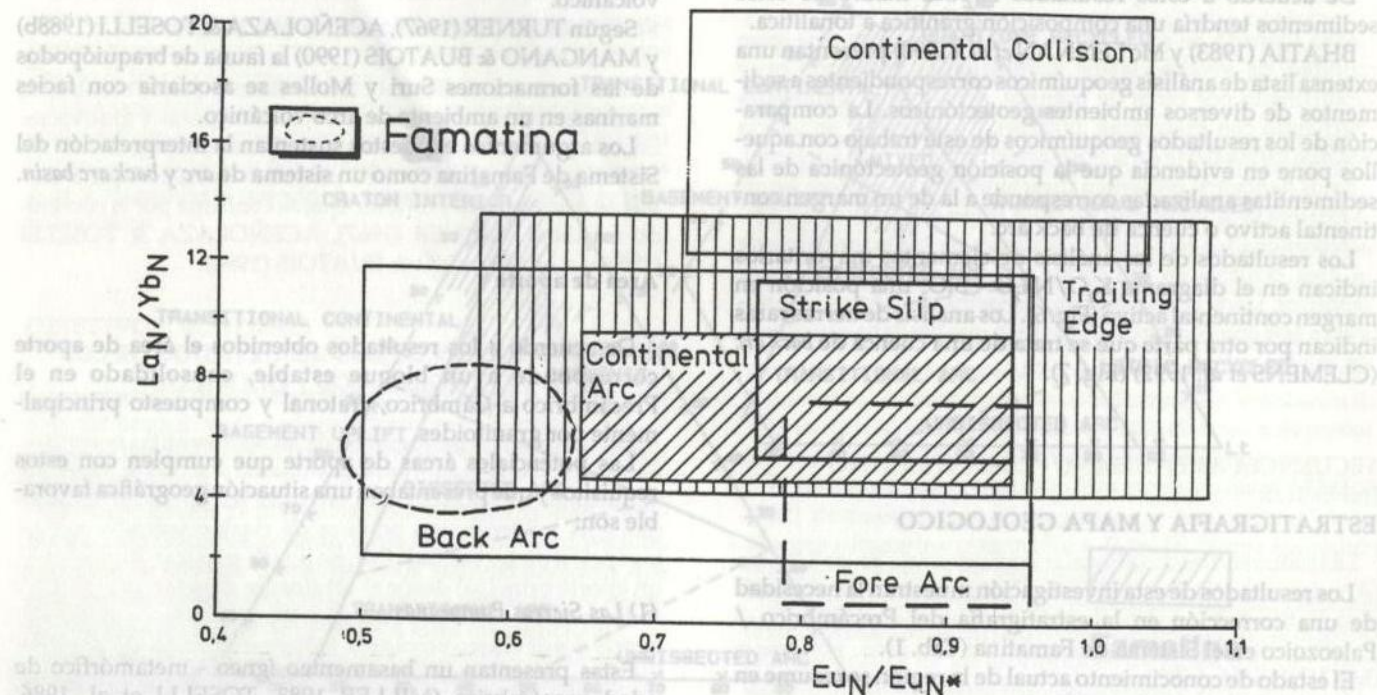


Figura 7: Diagrama La_N/Yb_N vs. $\text{Eu}_N/\text{Eu}_N^*$ para la caracterización geoquímica de ambientes de deposición (según LOSKE 1991).

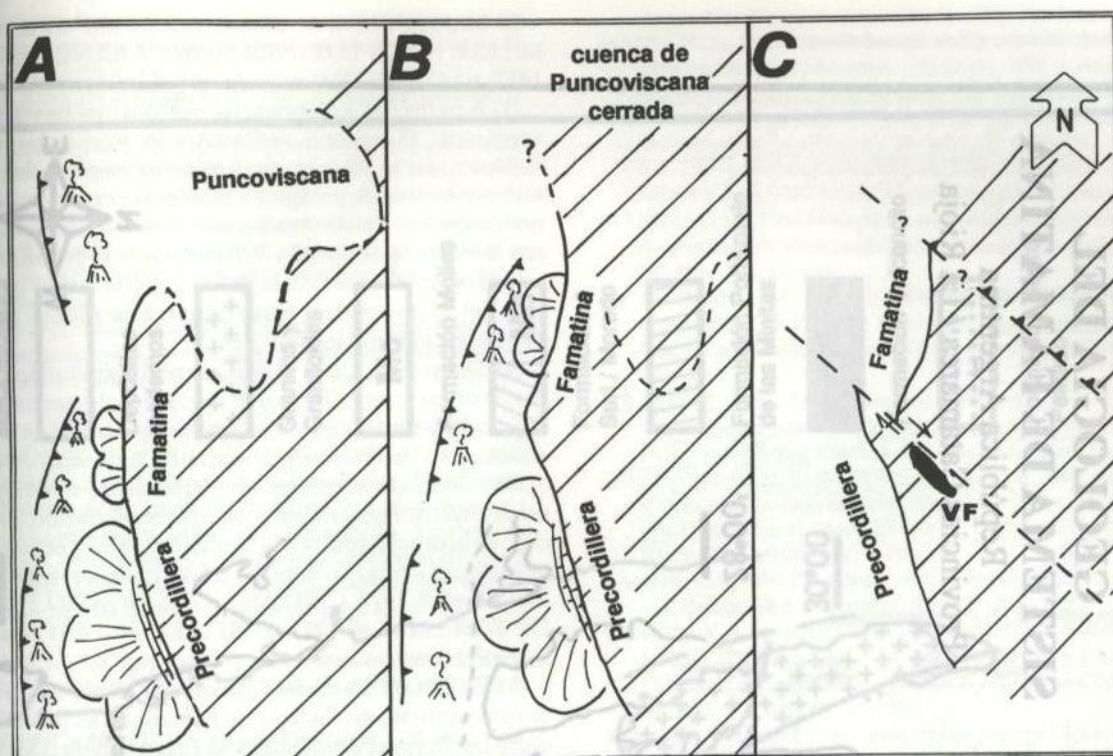


Figura 9 A: Posición relativa de las cuencas de Sistema de Famatina, Precordillera y Puncoviscana en el Paleozoico Temprano en caso de que la cuenca del Sistema de Famatina se halla desarrollado a partir del Precámbrico. La ubicación de la cuenca de la Formación Puncoviscana de acuerdo a los trabajos de WILLNER et al. (1985), JEZEK (1986) y JEZEK y MILLER (1986). 9 B. Posición relativa de las cuencas de Sistema de Famatina, Precordillera y Puncoviscana en el Paleozoico Temprano en caso de que la cuenca del Sistema de Famatina se halla desarrollado a partir del Cámbrico. (modificado de LOSKE 1991). 9 C. Posición relativa actual del Sistema de Famatina y la Precordillera (modificado de LOSKE 1991). VF - Valle Fértil.

de Puncoviscana.

(2) Se acepta la edad precámbrica de la Formación Negro Peinado. Si esto fuese así, la cuenca de Famatina debió situarse mucho más al sur que en (1) para no haber sido afectada por el cierre de la cuenca de Puncoviscana (Fig. 9A).

De acuerdo a los caracteres geoquímicos y estratigráficos que presenta la Formación Puncoviscana, CLEMENS (1992) descarta la posibilidad de que las sedimentitas cámbricas y ordovícicas del Sistema de Famatina fuesen equivalentes a las de la Formación Puncoviscana.

La situación geográfica

La relación geográfica actual de la Precordillera y el Sistema de Famatina no coinciden con la del presente modelo, pues el arco volcánico del Sistema de Famatina y el propuesto para la Precordillera se sobrepondrían (LOSKE 1991). Esta situación se explica por el efecto de una falla dextral con rumbo SE-NO conocida como Lineamiento de Valle Fértil (RAMOS 1984, ACEÑOLAZA y TOSELLI 1988, BALDIS et al. 1990, ACEÑOLAZA et al. 1990a). Este habría desplazado la Precordillera aproximadamente 200 km hacia el norte (LOSKE 1991) (Fig. 9C).

Paralela a este lineamiento existe una extensa faja milonítica en las Sierras Copacabana, Paimán y Paganzo al este del Sistema de Famatina así como en el sector oeste de la Sierra

Fiambalá - Velasco (Fig. 9C). El sentido de desplazamiento de esta zona indica un sobrecorrimiento de éste hacia el oeste (MILLER com. verb.), lo que sostiene la propuesta de ACEÑOLAZA et al. (1990b) respecto a un corrimiento de las Sierras Pampeanas sobre el Sistema de Famatina relacionado al cierre de la cuenca.

Esta interpretación explicaría la ausencia de una plataforma carbonática así como sectores proximales del abanico submarino de la formación Negro Peinado los cuales habrían desaparecido bajo el mencionado corrimiento.

PEREZ et al. (1991) proponen una edad de 437 - 451 Ma para la milonitización, lo cual correspondería con la "fase diastrófica oclóyica" (TURNER y MENDEZ 1975), la última fase dinámica del Ciclo Famatiniano.

Desarrollo de la cuenca

El desarrollo de una cuenca con las características que presenta el Sistema de Famatina requiere la existencia de un ámbito que posibilite el desarrollo de un sistema sedimentario desde el noreste hacia el suroeste y que paralelamente presente un área positiva sobre su borde occidental donde se habrían desarrollado los citados olistostromas. Estos depósitos se caracterizan por su riqueza en volcanoclastos y la presencia de modo subordinado de clastos de mármoles y areniscas. Estos dos últimos tipos litológicos, así como las facies en las

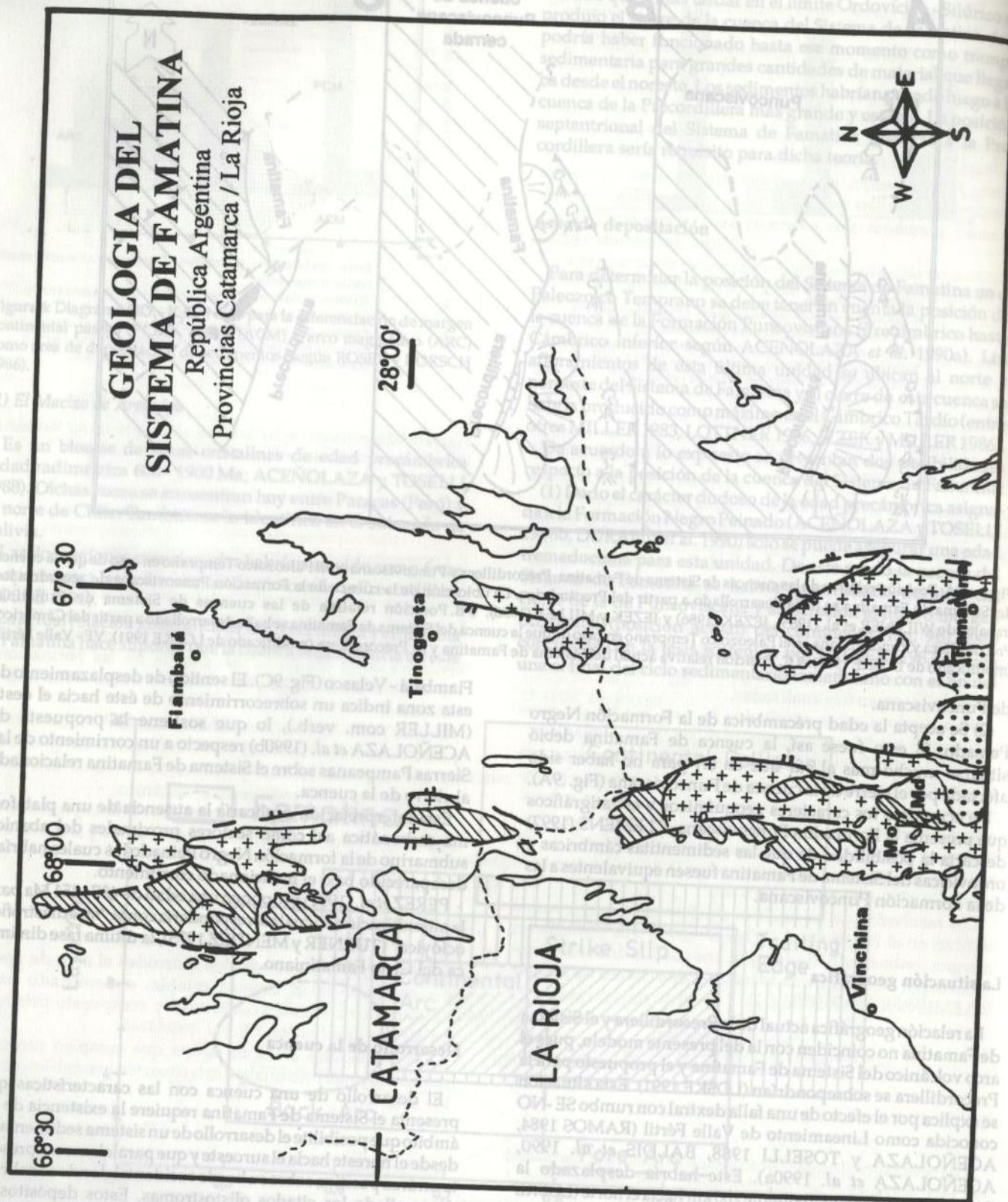
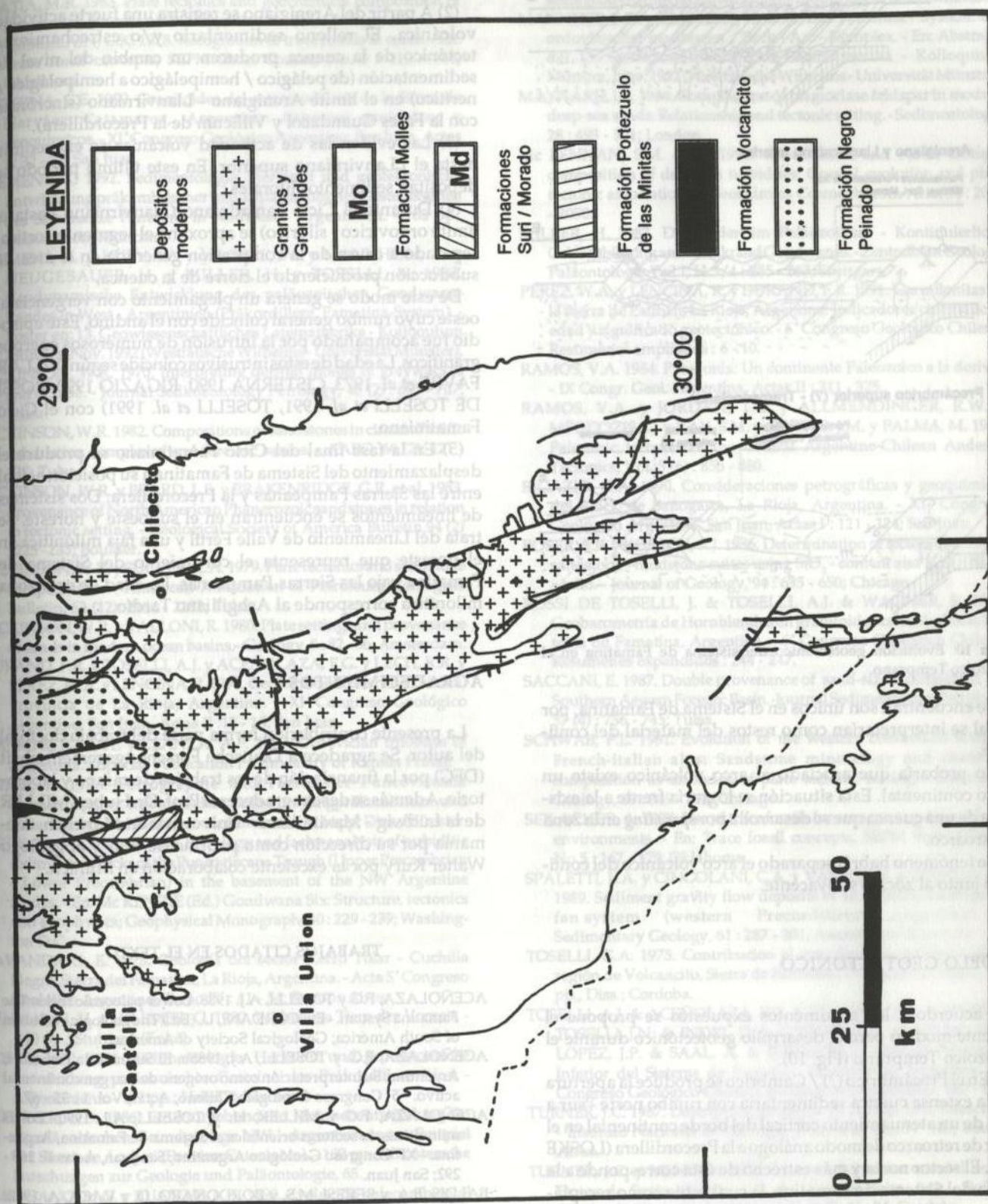


Figura 8: Mapa geológico del Sistema de Famatina.



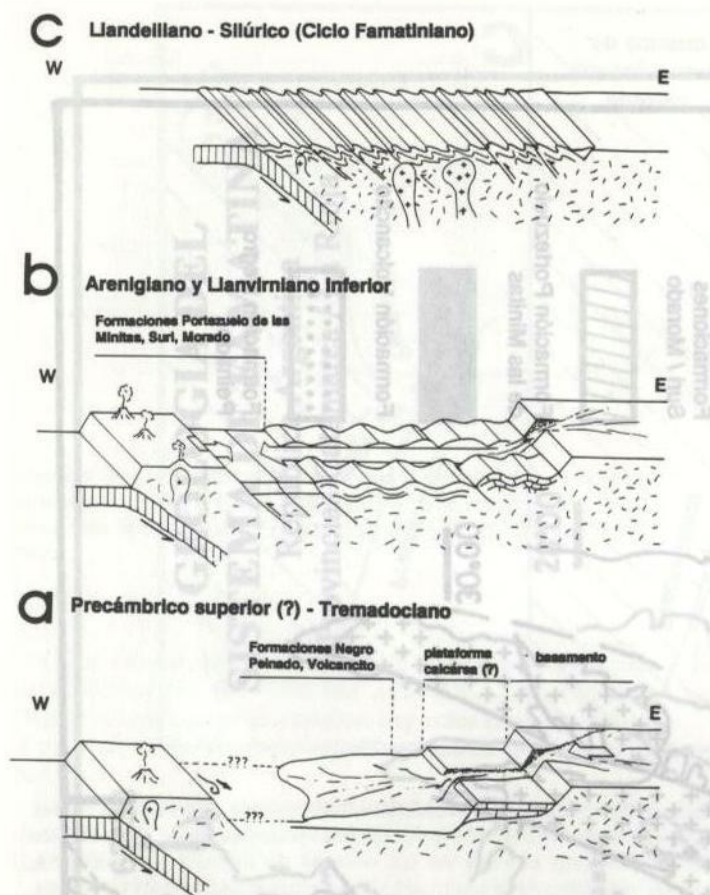


Figura 10: Evolución geotectónica del sistema de Famatina en el Paleozoico Temprano.

que se encuentran son únicos en el Sistema de Famatina, por lo cual se interpretarían como restos del material del continente.

Esto probaría que asociado al arco volcánico existe un zócalo continental. Esta situación se lograría frente a la existencia de una cuenca que se desarrolla por *spreading* en la zona de retroarco.

Este fenómeno habría separado el arco volcánico del continente junto al zócalo subyacente.

MODELO GEOTECTÓNICO

De acuerdo a los argumentos expuestos se propone el siguiente modelo para el desarrollo geotectónico durante el Paleozoico Temprano (Fig. 10).

(1) En el Precámbrico (?) / Cámbrico se produce la apertura de una extensa cuenca sedimentaria con rumbo norte - sur a causa de un atenuamiento cortical del borde continental en el sector de retroarco de modo análogo a la Precordillera (LOSKE 1991). El sector norte y más estrecho de ésta corresponde a la cuenca del Sistema de Famatina, la cual actúa como receptáculo para sedimentos provenientes de un área cratónal consolidada.

El margen activo se habría establecido según JEZEK y MILLER (1986), LOTTNER (1986), WILLNER *et al.* (1985, 1987) y LOSKE (1991) no antes del Cámbrico.

(2) A partir del Arenigiano se registra una fuerte actividad volcánica. El relleno sedimentario y/o estrechamiento tectónico de la cuenca producen un cambio del nivel de sedimentación (de pelágico / hemipelágico a hemipelágico / nerítico) en el límite Arenigiano - Llanvirniano (sincrónico con la Fases Guandacol y Villicum de la Precordillera).

(3) Las evidencias de actividad volcánica se encuentran hasta el Llanvirniano superior. En este último período se depositan sedimentos litorales.

(4) Durante el Ciclo Famatiniano (Llanvirniano hasta el límite ordovícico - silúrico) se aproxima el segmento cortical separado a causa de la compresión generada en el área de subducción produciendo el cierre de la cuenca.

De este modo se genera un plegamiento con vergencia al oeste cuyo rumbo general coincide con el andino. Este episodio fue acompañado por la intrusión de numerosos cuerpos graníticos. La edad de estos intrusivos coincide según (VILLAR FAVRE *et al.* 1973, CISTERNA 1990, RIGAZIO 1990, ROSSI DE TOSELLI *et al.* 1991, TOSELLI *et al.* 1991) con el Ciclo Famatiniano.

(5) En la fase final del Ciclo Famatiniano se produce el desplazamiento del Sistema de Famatina a su posición actual entre las Sierras Pampeanas y la Precordillera. Dos sistemas de lineamientos se encuentran en el sudoeste y noreste. Se trata del Lineamiento de Valle Fértil y una faja milonítica en el noreste que representa el corrimiento del Sistema de Famatina bajo las Sierras Pampeanas. La edad de esta zona milonítica corresponde al Ashgilliano Tardío.

AGRADECIMIENTOS

La presente contribución forma parte del trabajo doctoral del autor. Se agradece a Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) por la financiación de los trabajos de campo y laboratorio. Además se desea agradecer al Prof. Dr. Hubert MILLER de la Ludwig - Maximilians - Universität en München, Alemania por su dirección como padrino de tesis y al geólogo Walter Kury por la excelente colaboración en Munich.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ACEÑOLAZA, F.G y TOSELLI, A.J. 1988. Lower paleozoic rocks: The Famatina System. - En: CORDANI, U. (Ed.) The geologic evolution of South America; Geological Society of America.
- ACEÑOLAZA, F.G. y TOSELLI, A.J. 1988b. El Sistema de Famatina, Argentina: Su interpretación como orógeno de margen continental activo. - 5° Congreso Geológico Chileno, Actas, Vol. 1 : 55 - 67.
- ACEÑOLAZA, F.G y MILLER, H. y TOSELLI, A.J. 1990. Zonas miloníticas de sectores orientales al Sistema de Famatina, Argentina. - XI° Congreso Geológico Argentino, San Juan, Actas II: 289 - 292; San Juan.
- BALDIS, B.A. y BERESI, M.S. y BORDONARO, O. y VACA, A. 1982. Síntesis evolutiva de la Precordillera Argentina. - V° Congreso Latinoamericano de Geología, Actas IV : 399 - 445; BsAs.
- BASU, A. y YOUNG, S.W. *et al.* 1975. Re-evaluation of the use of

- undulatory extinction and polycrystallinity in detrital quartz for provenance interpretation. - *Journal Sedimentology Petrology* 45 (4): 873 - 882; Tulsa.
- BHATIA, M.R. 1983. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. - *Journal of Geology*, 91: 611 - 627; Chicago.
- CHAMBERLAIN, C.K. 1978. Recognition of trace fossils in cores. - En: Trace fossil concepts; SEPM Short Course, No. 5: 119 - 166, Oklahoma.
- CISTERNA, C.E. 1990. Granitoides del extremo Norte de la Sierra de Narváez, Catamarca, Argentina: Aspectos geológicos y geoquímicos. - XI Congreso Geológico Argentino, San Juan, Actas I: 32 - 35; San Juan.
- CLEMENS, K. 1992. Sedimentologie, Herkunft und geotektonische Entwicklung präkambrischer und altpaläozoischer Gesteinsserien des Sistema de Famatina in Nordwest - Argentinien. - 163 pp., Dissertation; München.
- CLEMENS, K. y KURY, W. y LOSKE, W. y MANNHEIM, R. y NEUGEBAUER, H. y MILLER, H. y TOSELLI, A. 1992. Geodynamische Entwicklung des paläozoischen Gondwanarandes in West - Argentinien (Präkordillere, Famatina-System). - Poster en: 13. Geowissenschaftliches Lateinamerika - Kolloquium Münster, Nov. 1992 (Westfälische Wilhelms - Universität Münster).
- DICKINSON, W.R. 1970. Interpreting detrital modes of greywackes and arkose. - *Journal Sedimentology Petrology*, 40 (2): 695 - 707; Tulsa.
- DICKINSON, W.R. 1982. Compositions of sandstones in circum Pacific subduction complexes and fore-arc basins. - *AAPG*, 66 (2): 121 - 137; Tulsa.
- DICKINSON, W.R. y BEARD, L.S. y BRAKENRIDGE, G.R. et al. 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. - *Geological Society of America Bulletin*, 94 (2): 225 - 235; Boulder.
- DICKINSON, W.R. y SUCZEK, C.A. 1979. Plate tectonics and sandstone compositions. - *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 63 (12): 2164 - 2182; Tulsa.
- DICKINSON, W.R. y VALLONI, R. 1980. Plate settings and provenance of sands in modern ocean basins. - *Geology*, 8: 82 - 86; Amsterdam.
- DURAND, F.R. y TOSELLI, A.J. y ACEÑOLAZA, F.G. y LECH, R.R. y PEREZ, W.A. y LENCINA, R. 1990. Geología de la Sierra de Paimán, Provincia de La Rioja, Argentina. - XI Congreso Geológico Argentino, San Juan, Actas II: 15 - 18; San Juan.
- HARRINGTON, H. y LEANZA, A.F. 1957. Ordovician trilobites of Argentina. - Special Publication I (University of Kansas Press).
- JEZEK, P. 1986. Petrographie und Fazies der Puncoviscana Formation, einer turbiditischen Folge im Jungpräkambrum und Unterkambrium Nordwest - Argentinien. - 144 pp.; Diss.; Münster.
- JEZEK, P. y MILLER, H. 1986. Petrology and facies analysis of turbiditic sedimentary rocks of the Puncoviscana Trough (Upper Precambrian - Lower Precambrian) in the basement of the NW Argentine Andes. - En: Mc KENZIE (Ed.) Gondwana Six: Structure, tectonics and geophysics; Geophysical Monograph, 40: 229 - 239; Washington D.C.
- LAVANDAIO, E. 1973. Geología del sector Cerro Tolar - Cuchilla Negra, Sierra del Famatina, La Rioja, Argentina. - Acta 5º Congreso Geológico Argentino, Tomo IV: 41 - 54; Buenos Aires.
- LEHMANN, U. y HILLMER, G. 1980. Wirbellose Tiere der Vorzeit. - 340 pp.; Stuttgart (Enke).
- LOSKE, W.P. 1991. Sedimentologie, Herkunft und geotektonische Entwicklung paläozoischer Gesteine der Präkordillere West - Argentinien. - 139 pp.; Habil.; München.
- LOTTNER, U.S. 1986. Strukturgebundene Magmenentwicklung im altpaläozoischen Grundgebirge NW - Argentinien am Beispiel der Sierra de Ancasti (Provincia Catamarca). - 180 pp., Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie, 65.
- MANGANO, M.G. y BUATOIS, L.A. 1990. Evolución paleoambiental del Ordovícico al sur del Río Chaschuil, Noroeste de la Sierra de Narváez, Sistema del Famatina, La Rioja. - XI Congreso Geológico Argentino, San Juan, Actas II: 227 - 231; San Juan.
- MANNHEIM, R. 1992. Genese der Vulkanite und Subvulkanite des altpaläozoischen Famatina - Systems, NW - Argentinien, und seine geodynamische Entwicklung. - 130 pp. Dissertation; München.
- MANNHEIM, R. y CLEMENS, K. 1992. Das Famatina - System: Ein ordovizischer Inselbogen / Back - Arc - Komplex. - En: Abstracts del 13. Geowissenschaftliches Lateinamerika - Kolloquium Münster, Nov. 1992 (Westfälische Wilhelms - Universität Münster).
- MAYNARD, J.B. 1984. Composition of plagioclase feldspar in modern deep-sea sands: Relationship and tectonic setting. - *Sedimentology*, 28: 493 - 501; London.
- Mc LENNAN, S.M. et al. 1990. Geochemical and Nd-Sr isotopic composition of deep-sea turbidites: Crustal evolution and plate tectonic associations. - *Geochimica Cosmochimica Acta*; 54: 2015 - 2050.
- MILLER, H. 1983. Die Anden im Paläozoikum - Kontinuierliche Gebirgsbildung am Pazifikrand Gondwanas. - Zentralblatt Geologie Paläontologie Teil I, H.3/4: 255 - 263; Stuttgart.
- PEREZ, W.A. y LENCINA, R. y DURAND, F.R. 1991. Las milonitas de la Sierra de Paimán, La Rioja, Argentina: Indicadores cinemáticos, edad y significado geotectónico. - 6º Congreso Geológico Chileno, Resúmenes ampliados: 6 - 10.
- RAMOS, V.A. 1984. Patagonia: Un continente Paleozoico a la deriva? - IX Congr. Geol. Argentina, Actas II: 311 - 325.
- RAMOS, V.A. y JORDAN, T.E. y ALLMENDINGER, R.W. y MPODOZIS, C. y KAY, S.M. y CORTES, J.M. y PALMA, M. 1986. Paleozoic terranes of the Central Argentine-Chilean Andes. - *Tectonics*, Vol. 5 (6): 855 - 880.
- RIGAZIO, G.A. 1990. Consideraciones petrográficas y geoquímicas del Stock de Sañogasta, La Rioja, Argentina. - XI Congreso Geológico Argentino, San Juan, Actas I: 121 - 124; San Juan.
- ROSER, B.P. y KORSCH, R.J. 1986. Determination of tectonic setting of sandstone - mudstone suites using SiO_2 - content and $\text{K}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{O}$ - ratio. - *Journal of Geology*, 94: 635 - 650; Chicago.
- ROSSI DE TOSELLI, J. & TOSELLI, A.J. & WAGNER, S. 1991. Geobarometría de Hornblendas en granitoides calcoalcalinos: Sistema de Famatina, Argentina. - 6º Congreso Geológico Chileno, Resúmenes ampliados: 244 - 247.
- SACCANI, E. 1987. Double provenance of sand-size sediments in the Southern Aegean Forearc Basin. - *Journal Sedimentology Petrology*, 57 (4): 736 - 745; Tulsa.
- SCHWAB, F.L. 1981. Evolution of the western continental margin, French-Italian alps: Sandstone mineralogy and chemical composition as an index of plate tectonic setting. - *Journal of Geology*, 89: 349 - 368; Chicago.
- SEILACHER, A. 1978. Use of trace fossils for recognizing depositional environments. - En: Trace fossil concepts; SEPM Short Course, No.5: 167 - 179; Oklahoma.
- SPALETTI, L.A. y CINGOLANI, C.A. y VARELA, R. y CUERDA, A.J. 1989. Sediment gravity flow deposits of an Ordovician deep-sea fan system (western Precordillera, Argentina). - *Sedimentary Geology*, 61: 287 - 301; Amsterdam (Elsevier).
- TOSELLI, G.A. 1975. Contribución al conocimiento geológico de la región de Volcancito, Sierra de Famatina, Provincia La Rioja. - 170 pp., Diss.; Córdoba.
- TOSELLI, A.J. & ACEÑOLAZA, F.G. & DURAND, F.R. & ROSSI DE TOSELLI, J.N. & INDRI, D. & CISTERNA, C. & LISIAK, H. & LOPEZ, J.P. & SAAL, A. & ESTEBAN, S. 1991. El Paleozoico Inferior del Sistema de Famatina, Noroeste de Argentina. - 6º Congreso Geológico Chileno, Resúmenes ampliados: 867 - 871.
- TURNER, J.C. 1967. Descripción geológica de la Hoja 13 b, Chaschuil. - Instituto Nacional de Geología y Minería, Bol. N° 106; Buenos Aires.
- TURNER, J.C. y MENDEZ 1975. Geología del sector oriental de los Dptos de Santa Victoria e Irruya, Pcia de Salta, Arg. - Boletín Academia Nacional de Ciencias 51 (1-2): 11-24; Córdoba.
- VALLONI, R. y MEZZADRI, G. 1984. Compositional suites of

