

## **CARACTERIZACION GEOQUIMICA DE LA FORMACION CUSHAMEN (Volkheimer, 1964) EN EL AREA DE RIO CHICO, PROVINCIA DE RIO NEGRO, ARGENTINA. PROVENIENCIA Y MARCO TECTONICO.**

**Mariana C. Cagnoni\*, Enrique Linares\*, Miguel J. Haller <sup>▲</sup> y Héctor A. Ostera\* <sup>^</sup>.**

\*Instituto de Geocronología y Geología Isotópica. Pabellón INGEIS. Ciudad Universitaria. 1428 Buenos Aires. Argentina.

<sup>^</sup>Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, (UBA)

<sup>▲</sup> Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco-- CENPAT. 28 de Julio 28. Puerto Madryn. Chubut. Argentina

Contribución N°157 del Instituto de Geocronología y Geología Isotópica.

### **I. INTRODUCCION**

La Formación Cushamen [1] es una secuencia metamórfica de grado medio que aflora en el sector central-norte de la Provincia del Chubut. En su localidad tipo, la secuencia está compuesta por una alternancia de metarenitas y metapelitas intercaladas, cuyo grado metamórfico es medio[1],[2].

El objetivo del trabajo es presentar una caracterización geoquímica de elementos mayoritarios y minoritarios; establecer comparaciones entre distintos afloramientos de la misma unidad e intentar, a partir de diagramas discriminarios, echar luz sobre el marco de depositación de la unidad. Por otra parte, se establece la comparación con unidades metamórficas de bajo grado aflorantes hacia el NE asignados a la Formación Nahuel Niyeu y previamente caracterizados[3].

Este tipo de análisis a reportado interesantes resultados en secuencias metamórficas de bajo grado y su extensión al metamorfismo de mediano y alto grado es aun objeto de estudio[4],[5],[6],[7],[8].

Cuando la mineralogía original ha sido oscurecida por la diagénesis y el metamorfismo, o bien cuando el tamaño de grano es muy pequeño, es cuando se demuestra la utilidad de este tipo de enfoque. Esto no invalida la información petrográfica, que debe considerarse única sobre todo con respecto a la proveniencia de los fragmentos líticos [9].

### **II. ANTECEDENTES**

Las rocas metamórficas y migmatíticas que afloran en el sector en estudio del Macizo Norpatagónico han sido asimiladas a la F. Cushamen. Esta presenta un Miembro Ectinitas (metamorfitas sin inyección) y un Miembro Migmatitas[10]. Se ha sugerido [2] limitar la denominación de Formación Cushamen a los términos metamórficos cuyo porcentaje de neosoma no exceda el 20%, reservando para la Formación Mamil Choique aquellos términos mas invadidos y una serie de episodios graníticos s. l. posteriores.

Recientemente, han sido acuñadas nuevas terminologías (; Metamorfitas Cushamen[11],[12]). Los autores precedentemente señalados anotan la existencia de un episodio migmatizante de edad Ordovícica [11], asociado al pico del metamorfismo. Dentro de la unidad se han reconocido tres direcciones principales en las estructuras[11],[12]: S1: E-O/30°S; S2: N30°O/70°SO; S3: N-S 20°E/50-70°SO, asociados a diferentes episodios de deformación.

La asignación temporal de la unidad ha sido usualmente al Precámbrico- Paleozoico inferior. Recientes determinaciones por el método Rb-Sr, han establecido una edad máxima Precámbrica superior para la misma, con la sobreimposición de episodios asociados a eventos tectomagmáticos durante el Carbónico inferior-medio[13].

En el presente trabajo se ha limitado la caracterización geoquímica a aquellas asomos de rocas metamórficas sin evidencias de invasión y metasomatismo (Miembro Ectinitas) en el área de Rio Chico, dado que lógicamente estos aportes modifican la impronta original de las mismas.

### **III. UBICACION Y METODOLOGIA**

Las muestras analizadas corresponden a metapelitas y metarenitas que asoman en el cañadón la Angostura y en el puente del ferrocarril sobre el río Chico, en el sector centro-sur de la provincia de Rio Negro (Fig. 1).

Los análisis geoquímicos de elementos mayoritarios, minoritarios y traza fueron realizados por fluorescencia de rayos-X dispersiva en longitud de onda en los laboratorios de ALUAR en Puerto Madryn.

Las determinaciones se realizaron utilizando un equipo Phillips PW 1410 con tubo de Mo y cristales analizadores de FLi 200, TLAP, Pet y Ge. Los elementos mayoritarios y minoritarios se analizaron sobre perlas o discos fundidos de rocas; los elementos traza sobre polvos de roca compactados y pastillas de material prensado.

#### IV. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos pueden verse en la Tabla 1.

Puede apreciarse que la unidad muestra características de una asociación psammo-pelítica. Los contenidos de SiO<sub>2</sub> oscilan entre 59% y 72%; el K<sub>2</sub>O lo hace entre 1,79% y 5,63% y el Na<sub>2</sub>O entre 0,64% y 4,26%. Dentro de los esquemas de clasificación química de rocas sedimentarias, se ubican en el campo de las grauvacas y arenitas líticas (Fig.2). La conservación del patrón geoquímico psammo-pelítico permite justificar el empleo de diagramas discriminantes con las reservas del caso. Globalmente, no se encuentran sustanciales diferencias entre aquellos asomos correspondientes a La Angostura del río Chico y los correspondientes al puente de ferrocarril sobre el mismo río, con excepción de las muestras 82,104 y 106 que corresponden a términos originalmente más básicos. La similitud encontrada era esperable, pero queda así comprobada y demuestra la validez de la correlación utilizada previamente [13] en la datación por el método Rb-Sr de la unidad.

Para tratar de establecer inferencias sobre las rocas-fuente y el marco tectónico original de depositación, se procedió a utilizar los diagramas discriminantes de Bathia [14] y Roser y Korsch [6],[7]. Los mismos han sido utilizados en secuencias metamórficas de grado bajo a medio, con resultados no siempre coincidentes, pero en un buen número de casos han permitido aportar valiosa información. La fortaleza intrínseca de estos diagramas es que están basados en el análisis discriminante y utilizan la mayoría o todos los elementos mayoritarios y minoritarios. Esto los hace más refractarios a cambios post-depositacionales. Para el cálculo de los factores discriminantes se utilizaron programas de computación desarrollados al efecto.

##### a) Proveniencia:

La secuencia se ubica, en la Fig.3, predominantemente dentro del marco de una proveniencia de rocas ígneas félsicas. Aquellas muestras que se ubican en el campo de las rocas intermedias sugieren la participación de material ligeramente más básico (andesítico-dacítico). Unas pocas muestras lo hacen también en el campo de los orógenos reciclados, pero esta también es una participación minoritaria y se debe a las dificultades que presentan estos diagramas con aquellas rocas con altos contenidos de Fe y Mg [7]. Las evidencias petrográficas obtenidas para aquellas muestras con menor grado metamórfico, con un predominio de componentes graníticos, llevan a sugerir que la proveniencia más probable, acorde con los diagramas discriminantes, es la de rocas ígneas félsicas. El hallazgo de rodados de granito en la secuencia de la localidad tipo, (Puesto Merino, 20 km al NE de la localidad de Cushamen), refuerza esta hipótesis.

Como elemento adicional, puede mencionarse que las relaciones K/Rb son cercanas o superiores a 200, comparables con el valor estándar de la corteza continental. Los valores absolutos son próximos a aquellos de sedimentos derivados de precursores ígneos ácidos e intermedios.

Roser y Korsch [7] señalan que esta clasificación es probable para sedimentos de márgenes continentales maduros y márgenes continentales transformantes (cuencas "pull-apart").

##### b) Marco de depositación

Para tratar de establecer el marco de depositación, se han utilizado tres diagramas discriminantes sugeridos por Bathia [14] y Roser y Korsch [6],[7]. De aquellos propuestos por Bathia [14], se ha seleccionado aquel producido a partir del análisis discriminante (Fig.4), cuyos resultados han demostrado ser coincidentes y más determinantes que los diagramas bivariantes del mismo autor. En este diagrama, las muestras se ubican en el campo de un margen continental activo, con excepción de aquellas muestras que son más básicas a las cuales se hizo referencia. Lo mismo sucede cuando se utiliza el diagrama de Roser y Korsch [6], Fig.5. Si se emplea el diagrama que emplea relaciones SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O [7] (Fig.6), las muestras se ubican mayoritariamente en el campo A2. Este campo indica una proveniencia de rocas ígneas y plutónicas félsicas, coincidente con lo deducido previamente.

En este punto, es interesante comparar estos resultados con los obtenidos por los autores mencionados y es conveniente señalar que un comportamiento similar registran las psammitas del Grupo Taringatura (Triásico), en el terreno Murihiku de Nueva Zelanda [6],[7]. La impronta es en apariencia, similar a las psammitas y pelitas que guardan una ubicación de antearco [15], con un aporte principal de rocas ígneas félsicas. Las mismas pueden ser depositadas en una fosa o abanico submarino ubicado en un margen de subducción-transcurrencia.

Este marco, que podría ser inferido a partir de otras interpretaciones [2], sugiere la existencia en el Precámbrico superior de un arco volcánico relativamente maduro que habría aportado material proveniente de rocas ígneas félsicas. Este tipo de marco tectónico puede estar relacionado con cuencas "pull-apart", generadas por fallas transformantes. Sería interesante verificar si se encuentra asociado a las estructuras transcurrentes registradas postuladas para la región [16], reflejando un rasgo cortical mayor que ha controlado la evolución tectomagmática de la región desde el Proterozoico superior-Paleozoico inferior.

## **V. COMPARACION CON LAS UNIDADES DE BAJO GRADO DEL SECTOR ORIENTAL DEL MACIZO NORPATAGONICO.**

La Formación Nahuel Niyeu es una secuencias metamórfica de bajo grado que aflora en el sector oriental del Macizo Norpatagónico. La misma ha sido caracterizada previamente [3], y se intenta en esta ocasión su comparación con el Miembro Ectinitas de la F.Cushamen. La tabla de datos puede ser consultada en el mismo trabajo.

Este tipo de comparaciones como elemento de correlación entre unidades de diferente grado metamórfico ya ha demostrado su utilidad previamente. Esto se debe a que la impronta geoquímica y las relaciones de elementos no sufren modificaciones sustanciales [6].

Podemos observar que en los diagramas previamente utilizados, las muestras correspondientes a la F.Nahuel Niyeu se ubican predominantemente dentro de una proveniencia de rocas ígneas félsicas (Fig.7), con una participación minoritaria de elementos proveniente de orógenos reciclados. En el diagrama de Bathia (Fig.8), las muestras se ubican en el campo de un arco de islas continental tal como se señalara oportunamente[3]. El desplazamiento en su ubicación respecto a la F. Cushamen en este diagrama puede deberse a la relación  $Fe_2O_3/FeO$ , sustancialmente mayor. La utilización de los diagramas de Roser y Korsch [6] indican un margen continental activo y similar marco tectónico que el obtenido para la F.Cushamen (Figs. 9 y 10). Se puede observar también la marcada similitud que guardan ambas unidades. Se hace notar que en esta unidad, la proveniencia ha podido ser contrastada con la evidencia petrográfica, lo que fortalece el valor de los resultados.

La geoquímica está mostrando un grado de homogeneidad importante entre muestras que poseen distinto grado de metamorfismo, implicando un sistema cerrado para las transformaciones mineralógicas. Los cambios post- depositacionales son poco importantes en aquellas cuencas donde ha predominado un intenso ritmo de acumulación detrítica como parece haber sido el caso.

A criterio de los autores, la existencia de una probable fuente de origen común y marco de depositación para ambas unidades queda preliminarmente indicada. Asimismo, esta vinculación sería acorde con la propuesta de Varela et al.[17], acerca de la característica sinorogénica flyschoides de la Formación Nahuel Niyeu.

Por último, se considera conveniente contar con mayor número de datos geoquímicos e isotópicos (en curso) para ratificar la aseveración.

## **VI. CONCLUSIONES**

A) La geoquímica de la Formación Cushamen (Miembro Ectinitas) en el área de Rio Chico refleja un origen psammopelítico.

B) Se sugiere que las rocas-fuente han sido predominantemente rocas ígneas félsicas.

C) Se propone como marco tectónico original una fosa o abanico submarino ubicado en un margen de subducción-transcurrencia, en una probable posición de antearco.

d) De la comparación con la geoquímica de las unidades metamórficas de bajo grado del borde oriental del Macizo Norpatagónico (Formación Nahuel Niyeu), surge en principio similitud en las rocas fuente y marco de depositación. Esto sugiere que estas unidades podrían ser correlacionables, constituyendo la Formación Cushamen una expresión de mayor grado metamórfico en el área considerada.

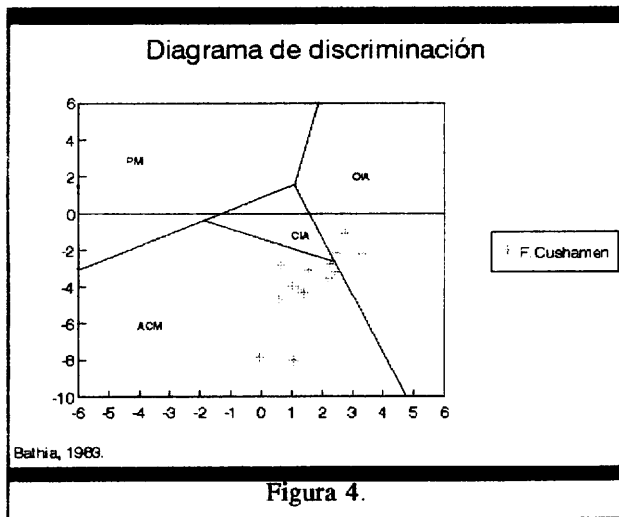
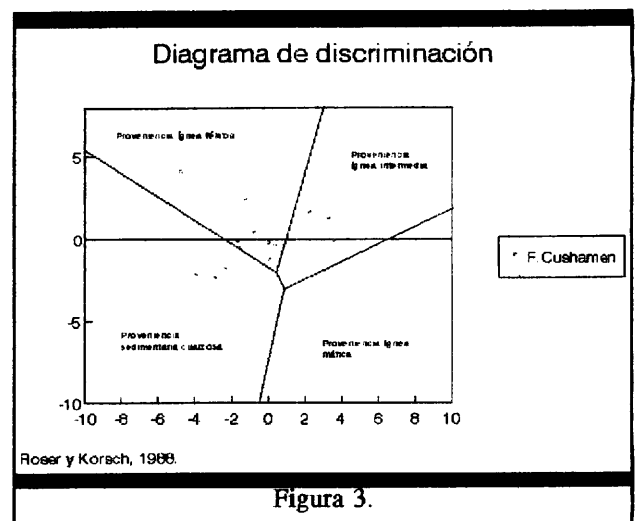
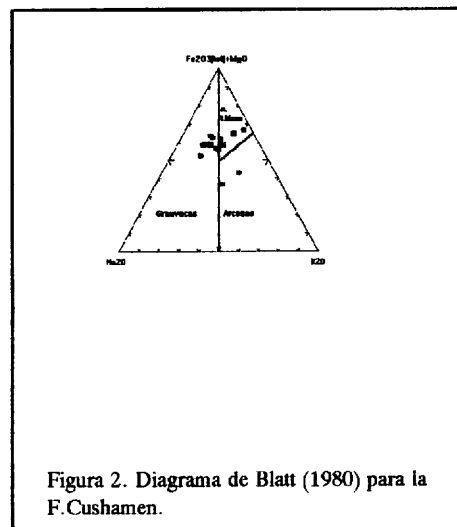
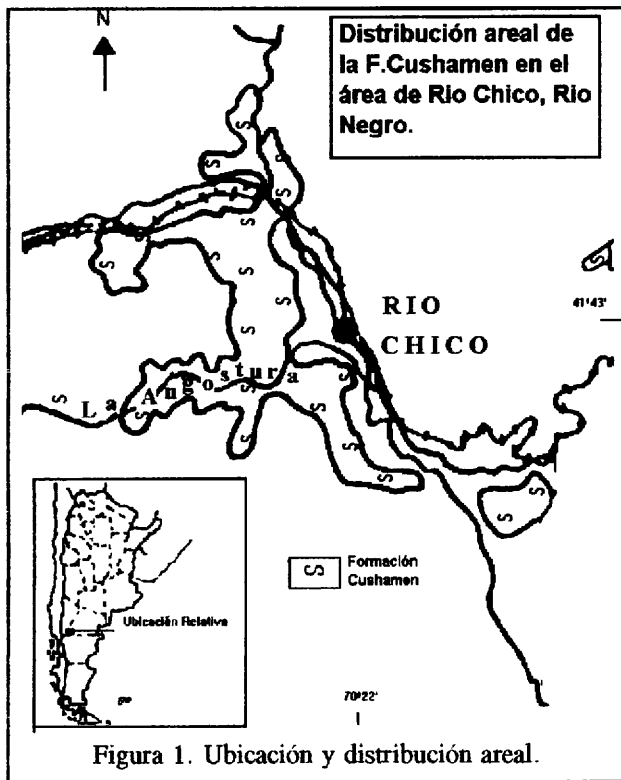
## **VII. BIBLIOGRAFIA**

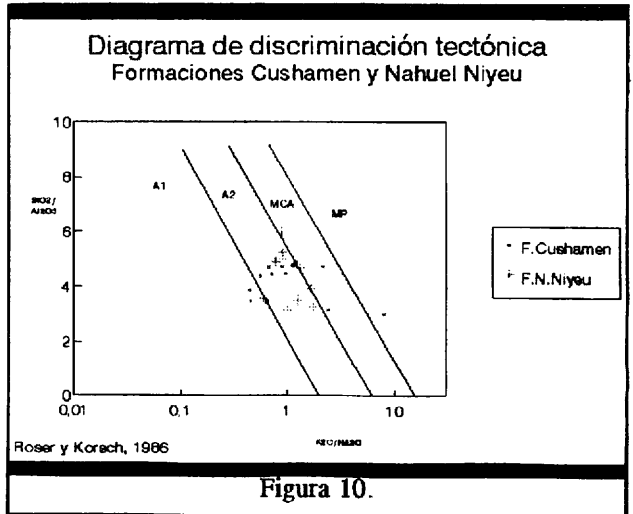
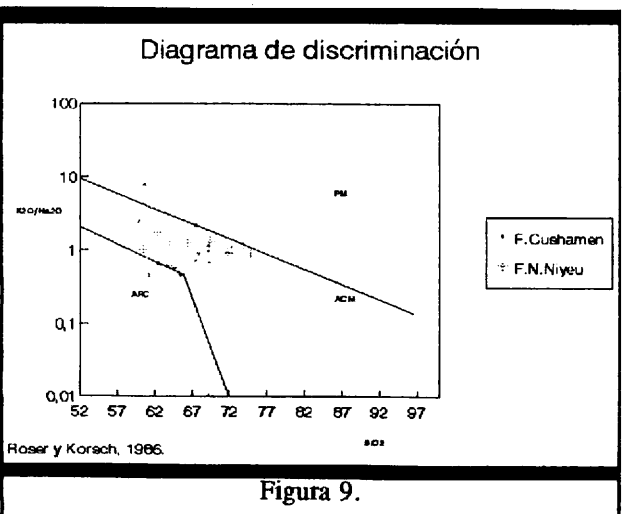
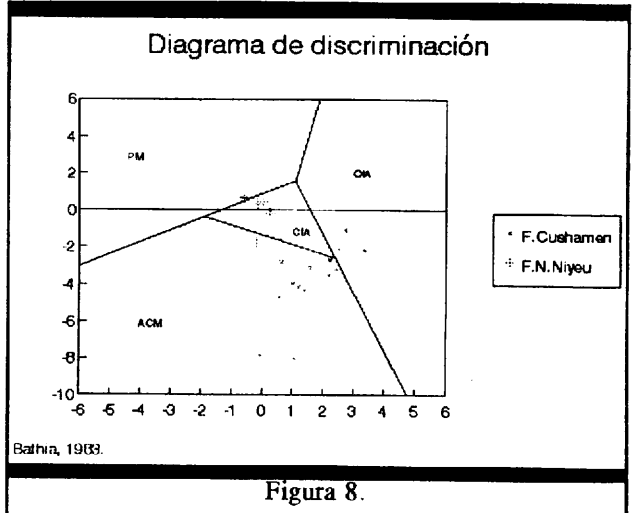
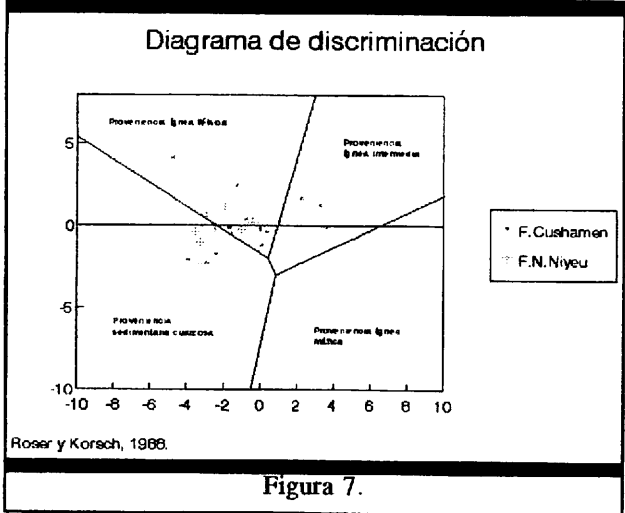
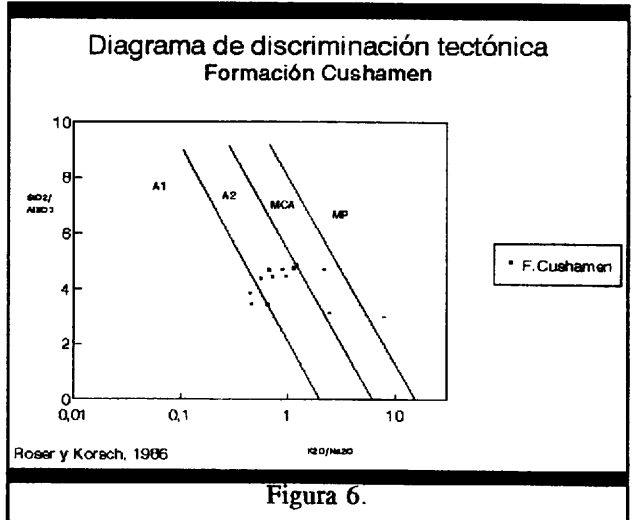
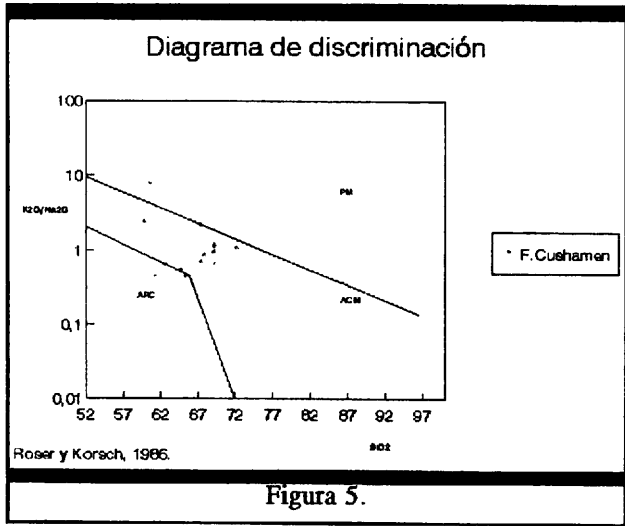
1. Volkheimer, W. 1964. Estratigrafía de la zona extraandina del Departamento Cushamen (Chubut) entre los paralelos  $42^{\circ}$  y  $42^{\circ}30'$  y los meridianos  $70^{\circ}$  y  $71^{\circ}$ . *Revista Asociación Geológica Argentina*. XIX(2):85-107.
2. Caminos, R. y E. Llambías. 1984. Basamento Cristalino. En: Ramos, V. (Editor). *Geología y Recursos Naturales de la provincia de Rio Negro*. Relatorio IX Congreso Geológico Argentino. 37-53.
3. Cagnoni, M.C., E. Linares; H.A. Osters, C.A. Parica y M.B. Remesal. 1993. Caracterización geoquímica de los metasedimentos de la Formación Nahuel Niyeu: implicancias sobre su proveniencia y marco tectónico. *Actas XII Congreso Geológico Argentino*. I:281-288. Mendoza.
4. Condie, K.C. and J.P. Malas. 1985. The Pinal Schist: an Early Proterozoic quartz wacke association in southeastern Arizona. *Precambrian Research*. 27:337-356.

5. Floyd, P.A.; J.A. Winchester and R.G. Park. 1989. Geochemistry and Tectonic setting of Lewisian clastic metasediments from the Early Proterozoic Loch Maree Group of Gairloch, NW Scotland. **Precambrian Research**. 45: 203 - 214.
6. Roser, B.P. and R.J. Korsch. 1988. Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data. **Chemical Geology**. 67:119-139.
7. Roser, B.P. and R.J. Korsch. 1986. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO<sub>2</sub> content and K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O ratio. **Journal of Geology**. 94:635-650.
8. Winchester, J.A. and M.D. Max. 1989. Tectonic setting discrimination in clastic sequences: an example from the Late Proterozoic Erris Group, NW Ireland. **Precambrian Research**. 45:191-201.
9. Dickinson, W.R., L.S. Beard, G.R. Brakenridge, J.L. Erjavec, R. C. Ferguson, K.F. Inman, R.A. Knepp, F.A. Lindberg and P.T. Ryberg. 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. **Geological Society of America Bulletin**. 94:222-235
10. Ravazzoli, I. y F.L. Sesana. 1977. Descripción geológica de la hoja 41c, Rio Chico, Provincia de Rio Negro. **Servicio Geológico nacional. Boletín 148**. 80 pp. Buenos Aires.
11. Dalla Salda, L.; R. Varela; C. Cingolani & E. Aragón. The Rio Chico Paleozoic crystalline complex and the evolution of Northern Patagonia. **Journal of South American Earth Sciences**. 7(3-4):377-386.
12. Lopez de Lucchi, M.G. 1994. Geología de las unidades plutónicas del Macizo Norpatagónico en la zona de Rio Chico-Mamil Choique, Provincia de Rio Negro, República Argentina. **Actas VII Congreso Geológico Chileno**. I:91-95.
13. Linares, E., M.J. Haller, H.A. Osters, M.C. Cagnoni y G. Galante. 1997. Radiometric ages of the crystalline basement of the Rio Chico region, Norquinco department, Rio Negro Province, Argentina. **Simposio Sul-Americano de Geología Isotópica**. Campos da Jordao, Brasil. (En prensa)
14. Bathia, M.R. 1983. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. **Journal of Geology**. 91:611-627.
15. Maynard, J.B., R. Valloni and S.S. Yu. 1982. Composition of modern deep-sea sands from arc related basins. In: J.K. Legget (Editor). **Trench-Forearc Geology: Sedimentation and Tectonics on Modern and Ancient Active Plate Margins**. Geological Society of London. **Special Publication 10**:551-561.
16. Rapela, C.W.; R.J. Pankhurst and E. Oviedo. 1991. The Gastre Fault System: an intraplate boundary during the initial rifting of Gondwana?. V International Circumpacific Terrane Conference. **Comunicaciones**. 42: 186-193
17. Varela, R., C. Cingolani, A. Sato, L. Dalla Salda, B.B. de Brito Neves, M.A. Stip Basei, O. Siga Jr. and W. Teixeira. 1997. Proterozoic and Paleozoic evolution of Atlantic Area of North Patagonian Massif, Argentina. **Simposio Sul-Americano de Geología Isotópica**. Campos da Jordao, Brasil. (en prensa)

#### **VIII. AGRADECIMIENTOS**

La presente es una contribución al Simposio Final IGCP 345 "Evolución Litosférica de Los Andes".





ANALISIS QUIMICOS PARA LA FORMACION CUSHAMEN (AREA RIO CHICO)

File Name	Cushamen					
Muestra	CM93/73	CM93/74	CM93/75	CM93/75	CM93/77	CM93/78
Anhyd Calc	1.00312	0.99051	0.99252	1.01643	0.99252	0.99775
SiO2	69.26	67.40	67.86	69.13	67.45	69.27
TiO2	0.71	0.73	0.69	0.57	0.57	0.66
Al2O3	14.73	15.14	14.38	15.45	14.33	14.22
Fe2O3	0.87	0.98	0.89	0.75	0.73	0.87
FeO	4.43	5.00	4.52	3.80	3.71	4.43
MnO	0.04	0.03	0.06	0.04	0.03	0.04
MgO	1.95	2.57	2.29	1.96	1.96	2.22
CaO	2.68	2.75	3.19	3.11	2.83	2.74
Na2O	3.08	2.99	3.10	2.56	2.61	2.40
K2O	2.08	2.16	2.78	2.48	5.63	2.93
P2O5	0.19	0.25	0.25	0.15	0.16	0.20
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

K	17238	17925	23070	20588	46716	24351
Ti	4269	4394	4166	3412	3391	3948
Rb	75	94	112	99		113
K/Rb	229	190	205	207		215
SiO2/Al2O3	4.70	4.45	4.72	4.47	4.71	4.87
K2O/Na2O	0.67	0.72	0.90	0.97	2.16	1.22

Muestra	CM93/79	CM93/104	CM93/106	CM93/123	CM93/001	CM93/100
Anhyd Calc	1.00866	0.96441	1.04452	1.00423	1.04242	0.98693
SiO2	72.22	61.24	65.44	62.48	60.59	59.87
TiO2	0.31	0.95	0.87	0.93	1.15	1.03
Al2O3	15.16	17.75	16.98	18.16	20.22	19.12
Fe2O3	0.42	0.87	0.80	0.89	1.36	1.17
FeO	2.16	4.41	4.06	4.52	6.92	5.99
MnO	0.02	0.08	0.06	0.07	0.02	0.06
MgO	1.10	2.79	2.04	2.38	3.25	4.46
CaO	2.28	5.94	3.41	5.78	0.63	1.82
Na2O	2.93	3.93	4.26	2.76	0.64	1.82
K2O	3.29	1.79	1.90	1.79	5.05	4.45
P2O5	0.11	0.24	0.19	0.24	0.19	0.23
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

K	27296	14690	15761	14030	41002	36950
Ti	1874	5724	5198	5599	6875	6153
Rb	108	58	64	124	191	188
K/Rb	252	257	247	120	219	197