

Procedencia de areniscas del Grupo Chubut en el área central de la Sierra de San Bernardo. Análisis preliminar

Maísa A. TUNIK^{1,2}, María E. VIETTO¹, Juan C. SCIUTTO¹ y Enrique ESTRADA¹

¹Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia «San Juan Bosco».

²Laboratorio de Tectónica Andina, Universidad de Buenos Aires, CONICET. Actualmente en UNPSJB
E-mail: buhler@uolsinectis.com.ar

RESUMEN. Se llevaron a cabo análisis petrográficos de detalle que permitieron determinar las modas detríticas en areniscas del Grupo Chubut con el fin de inferir el marco tectónico del área de aporte de las mismas. Sobre la base de las muestras estudiadas, se observan características petrográficas distintivas entre areniscas de las Formaciones Matasiete, Castillo y Bajo Barreal. La presencia de trizas dentro de las areniscas de las Formaciones Castillo y Bajo Barreal sugeriría una depositación concomitante con volcanismo de arco activo. El ploteo de las modas detríticas en diagramas de discriminación de ambiente de procedencia mostró una diferenciación entre las unidades del Grupo Chubut. La Formación Matasiete presenta una procedencia de arco magmático no disectado, mientras que las muestras correspondientes a las Formaciones Castillo y Bajo Barreal sugieren una procedencia de arco magmático transicional o disectado. Esto último sumado a la presencia de trizas de caída directa podría explicarse por la migración del arco volcánico hacia el oeste y a la exposición de las raíces del arco volcánico del Cretácico inferior por deformación en la faja plegada concomitante con un volcanismo activo ubicado hacia el oeste de la zona de estudio.

Palabras clave: *Modas detríticas, Análisis de procedencia, Migración del arco, Grupo Chubut, Argentina*

ABSTRACT. *Provenance of the Chubut Group Sandstones in the central area of the Sierra de San Bernardo. Preliminary analysis.* Petrographic studies were performed in order to characterize the detrital modes of the Chubut Group sandstones. Matasiete, Castillo and Bajo Barreal Formation showed distinctive petrographic characteristics. The presence of shards on the Castillo and Bajo Barreal Formations suggests that the deposition took place on an active volcanic setting. The detrital modes indicates derivation from three different environments among the Chubut Group. The Matasiete Formation shows a provenance from a non-dissected magmatic arc. Meanwhile, the detrital modes of the Castillo and Bajo Barreal Formations suggest derivation from a transitional to dissected arc. A westward migration of the volcanic arc and the exposition of the volcanic roots of the Early Cretaceous arc by deformation in the fold and thrust belt to the west as suggested by previous works are reinforced with these results.

Key words: *Detrital modes, Provenance analyses, Arc migration, Chubut Group, Argentina*

Introducción

Las sedimentitas del Cretácico aflorantes en el área de la sierra de San Bernardo, en el centro oeste de la provincia de Chubut (Fig. 1a), han sido motivo de estudio de numerosos investigadores desde fines del siglo XIX y lo continúan siendo hasta el presente. Sin embargo, existen escasos trabajos de detalle acerca de la petrografía de estas unidades y no se han encontrado trabajos específicos de procedencia del Grupo Chubut en la zona.

La zona de estudio se encuentra ubicada en la zona central de la Sierra de San Bernardo (Fig. 1a) al norte y oeste del lago Musters. Los muestreos se realizaron en el cañadón Matasiete y en el área de los cerros Colorado y Colorado de Galveniz.

El objetivo de este trabajo es hacer un primer análisis de la procedencia de las sedimentitas que componen el Grupo Chubut.

Antecedentes

Los primeros trabajos publicados con carácter netamente petrográfico, corresponden a los de Teruggi (1962) y Teruggi y Rossetto (1963) del anticlinal del codo del Senguerr (Fig. 1a), mientras que en el trabajo de Sciutto (1999) se citan varios informes inéditos realizados para YPF en el área de La Confluencia (Fig. 1a). Galeazzi (1989), Kroll (1996) y Austrup (1996) en sendas Tesis de Licenciatura refieren brevemente la petrografía de algunas

unidades del Grupo Chubut. Recientemente, González *et al.* (2002), Salomone *et al.* (2002) y Sanagua *et al.* (2002), presentan breves descripciones petrográficas de las Formaciones Castillo y Bajo Barreal y sus equivalentes en el flanco sur de la cuenca.

Estratigrafía

El Grupo Chubut (Lesta y Ferello 1972) está compuesto por las Formaciones Matasiete, Castillo, Bajo Barreal y Laguna Palacios (Fig. 1b). Es de naturaleza piroclástica y epiclástica y en el área de la Sierra de San Bernardo alcanza más de 2000 metros de espesor (Feruglio 1949). La edad del Grupo Chubut abarca desde el Hauteriviano hasta el Maastrichtiano, según datos de Bonaparte y Gasparini (1978), Fitzgerald *et al.* (1990), Archangelsky *et al.* (1994), Bridge *et al.* (2000) y Genise *et al.* (2002) entre otros (Fig. 1b).

En el área del Cañadón Matasiete (Sciutto 1981), el Grupo Chubut se inicia con la Formación Matasiete, compuesta por conglomerados, areniscas, fangolitas e intercalaciones tobáceas y ha sido interpretada por este autor como depositada en un ambiente fluvio-lacustre. La Formación Castillo, se dispone por encima en contacto neto. En esta unidad los componentes piroclásticos predominan sobre los epiclásticos. Está constituida por tobas con delgadas intercalaciones de lapillitas que ocasionalmente presentan estructuras biogénicas y areniscas.

En el área del Cerro Colorado de Galveniz se reconocieron las Formaciones Bajo Barreal y Laguna Palacios. La Formación Bajo Barreal suprayace a la Formación Castillo desde la que grada y está constituida por dos miembros bien diferenciados, el miembro inferior, conformado por areniscas y conglomerados y el miembro superior más pelítico. Ambos miembros están asociados con rocas piroclásticas.

La Formación Laguna Palacios está integrada por areniscas, tufitas y tobas; presenta numerosos niveles con paleosuelos y estructuras biogénicas (Genise *et al.* 2002) y ha sido interpretado como depositado en un ambiente fluvial entrelazado que evolucionó hasta un sistema meandriforme con una alta influencia piroclástica durante todo el desarrollo del mismo (Sciutto 1981).

Un mayor detalle de las características de sedimentación del Grupo Chubut puede ser hallado en Figari *et al.* (1990), Hechem *et al.* (1990), Rodríguez, (1992); Peroni *et al.* (1995), Rodríguez y Littke (2001) y Paredes *et al.* (2003) entre otros. En estos trabajos, se propone una dirección principal de transporte de los sedimentos desde el oeste con el desarrollo de eventuales sistemas fluviales longitudinales secundarios.

Metodología de estudio

Se realizó un muestreo sobre la base de una columna estratigráfica integrada. En el área del Cañadón Matasiete se muestrearon las Formaciones Matasiete (JCS1, JCS2,

JCS3, JCS4, JCS5 y JCS6) y Castillo (JCS7 y JCS7a); en el área del cerro Colorado de Galveniz se muestreó la Formación Castillo (JCS7b y JCS8) y en el cerro Colorado las Formaciones Bajo Barreal (JCS9, JCS10, JCS10a) y Laguna Palacios (JCS11), en todos los casos se buscaron las secciones más arenosas.

Los trabajos de gabinete consistieron en la descripción de las muestras de mano, la preparación de las láminas delgadas impregnadas con resina epoxy azul y en la descripción petrográfica de las mismas. Las areniscas fueron clasificadas según Folk *et al.* (1970) (Fig. 1c). Para el análisis de procedencia se tuvieron en cuenta únicamente las arenitas y fueron descartadas las tobas (JCS8 y JCS11), tufitas (JCS7a), arenisca muy fina (JCS2) y la arenisca (JCS10), esta última por no cumplir con las condiciones necesarias para realizar el conteo. Se realizó un conteo de clastos de entre 300 y 350 puntos por muestra. El mismo se llevó a cabo siguiendo las técnicas sugeridas por Gazzi-Dickinson (Gazzi 1966, Dickinson 1970, Ingersoll *et al.* 1984 y Zuffa 1985) y fue realizado en la Cátedra de Petrografía de la Universidad de Buenos Aires.

Modas detríticas

Las areniscas de la Formación Matasiete (Cuadro 1) corresponden a litoarenitas (en promedio $Q_5F_{23}L_{72}$) y litoarenitas feldespáticas (en promedio $Q_5F_{33}L_{62}$) con porcentajes de matriz de composición arcillosa que no supera el 10% de la roca. En todos los casos, los líticos ampliamente predominantes son los de volcanitas con pasta pilotáxica (hasta 52%) sobre los líticos de volcanitas con pasta felsítica (hasta 25%). Se observa una mayor proporción de plagioclasa sobre el feldespato alcalino y una cantidad subordinada el cuarzo que no supera el 6%. Como minerales accesorios han sido identificados: biotita, anfíbol, piroxeno y minerales opacos. Los tipos de cementos son: arcilloso, carbonático y ceolítico en diferentes proporciones. Se observaron dos tipos de cemento arcilloso. El cemento arcilloso de tipo clorítico forma *coating* alrededor de los clastos y el caolinitico rellena poros. El cemento carbonático, se presenta en mosaico o en parches aislados, raramente poiquilítico. El cemento ceolítico más abundante es laumontita(?), el cual ocluye completamente los poros. En bajos porcentajes y ya en muestras correspondientes a la sección superior de la Formación Matasiete, se han identificado bajos porcentajes de analcima asociada con cemento calcítico como parches.

Las areniscas de la Formación Castillo (Cuadro 1) son feldarenitas líticas (en promedio $Q_{18}F_{47}L_{35}$) con porcentajes de matriz de composición arcillosa que no supera el 10% de la roca. Estas rocas están integradas por: una fracción epiclástica representada por cuarzo, feldespatos y líticos y que conforma el 85% de la roca; una fracción piroclástica subordinada, que no supera el 15% de la roca, formada por trizas cuspatas y pumíceas de caída directa y cemento. Se destaca un porcentaje de cuarzo relativamente elevado con respecto a las rocas de la Formación Matasiete (hasta 25%) y una predominancia de la

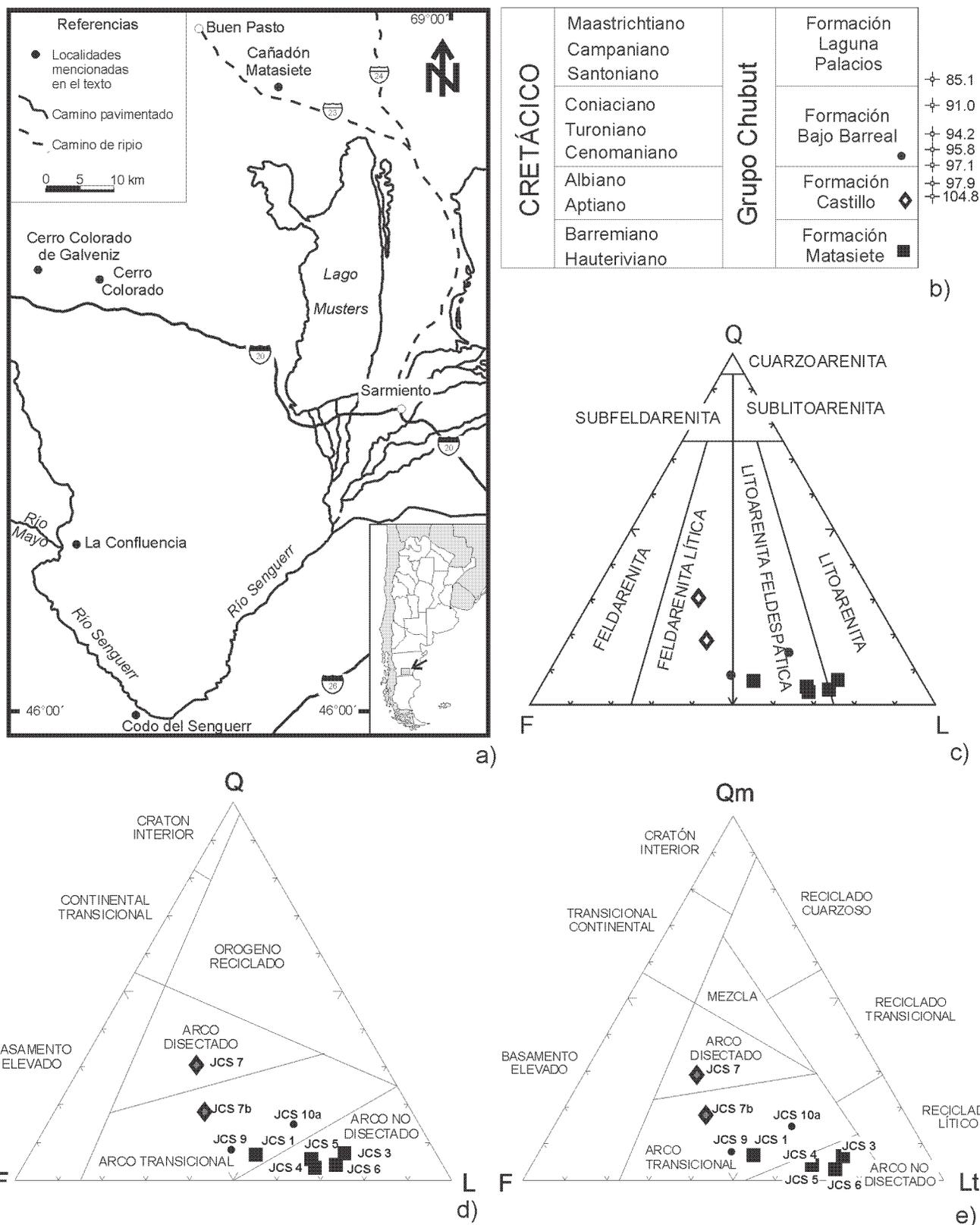


Figura 1: a) Mapa de ubicación del área de estudio. b) Cuadro estratigráfico del Grupo Chubut en la Sierra de San Bernardo. Las edades radiométricas (Ar/Ar) en millones de años, de bancos piroclásticos, fueron tomadas de Bridge *et al.* (2000). c) Diagrama de Folk *et al.* (1970) para clasificación de areniscas. d) Diagrama QFL de Dickinson *et al.* (1983) para discriminación de marco tectónico de áreas de procedencia. e) Diagrama QmFLt de Dickinson *et al.* (1983) para discriminación de marco tectónico de áreas de procedencia.

Cuadro 1: Resultados de los estudios de las modas detríticas de las Formaciones Matasiete, Castillo y Bajo Barreal.

	Muestra	% Qm	% Qp	% P	% Fk	% Lvf	% Lvp	% Lpir	% Lp	% Lcal	% Lsed	% Acc.	% Cem
Formación Matasiete	JCS 1	5,1		25,5	5,7	9,4	25,2			0,2	4,0	8,2	16,6
	JCS 3	5,4	0,2	13,2	3,7	24,9	31,3	2,5	0,5			1,4	16,7
	JCS 4	2,8		16,2	8,1	12,3	42,2				0,2	5,8	12,2
	JCS 5	3,1	1,1	20,6	3,4	10,0	41,8				1,7	4,5	13,7
	JCS 6	2,0	1,7	17,2	4,8	11,7	51,9				1,1	3,0	6,5
	Media d.e.	3,5	0,7	18,1	4,9	12,8	37,3	2,5	0,5	0,2	1,1	3,9	
		1,5	0,8	4,7	1,9	6,4	10,4				1,6	2,6	
Formación Castillo	JCS 7	23,2	2,0	25,4	10,3	4,8	12,6	2,8			1,7	3,1	14,0
	JCS 7b	14,0	0,2	23,7	13,4	13,8	7,2	2,4			3,6	6,2	15,4
Formación Bajo Barreal	JCS 9	6,5	0,2	21,2	17,9	15,4	18,9	3,9				5,7	10,2
	JCS 10a	12,7		14,0	11,7	22,5	27,6	4,3			2,1	1,4	3,6

		CEMENTOS					Folk et al. (1970)			Dickinson et al. (1983)			Dickinson et al. (1983)		
		% Car	% Can	% Cla	% Cca	% Ch/c	% Q	% F	% L	% Q	% F	% L	% Qm	% F	% Lt
Formación Matasiete	JCS 1	15,5			1,1		6,81	41,52	51,67	6,81	41,52	51,67	6,81	41,52	51,67
	JCS 3	0,9		15,6	0,2		6,89	20,66	72,45	6,89	20,66	72,45	6,64	20,66	72,69
	JCS 4	3,4		8,8			3,46	29,67	66,87	3,46	29,67	66,87	3,46	29,67	66,87
	JCS 5	2,5	1,2		10,0		5,15	29,33	65,52	5,15	29,33	65,52	3,80	29,33	66,87
	JCS 6		2,2		4,3		4,11	24,31	71,59	4,11	24,31	71,59	2,22	24,31	73,47
Formación Castillo	JCS 7	4,2	9,8				30,42	43,15	26,42	30,42	43,15	26,42	28,00	43,15	28,85
	JCS 7b	9,7	5,7				18,14	47,38	34,48	18,14	47,38	34,48	17,88	47,38	34,74
Formación Bajo Barreal	JCS 9	5,4			4,8		8,01	46,41	45,57	8,01	46,41	45,57	7,78	46,41	45,81
	JCS 10a	2,3			1,3		13,40	27,11	59,49	13,40	27,11	59,49	13,40	27,11	59,49

Qm: cuarzo monocristalino, Qp: cuarzo policristalino, P: plagioclasa, FK: feldespato alcalino, Lvf: líticos volcánicos felsíticos, Lvp: líticos volcánicos pilotácicos, Lvpir: líticos volcánicos piroclásticos, Lp: líticos plutónicos, Lcal: líticos calcáreos, Lsed: líticos sedimentarios, Acc: minerales accesorios, Cem: cementos, Car: cemento arcilloso, Can: analcima, Cla: laumontita, Cca: calcita, Ch/c: heulandita/clinoptilolita.

plagioclasa sobre el feldespato alcalino. Como minerales accesorios han sido identificados: circón, biotita, anfíbol, piroxeno y opacos. Los tipos de cementos presentes son: el arcilloso y ceolítico. El cemento arcilloso de tipo clorítico forma *coating* alrededor de los clastos y delinea las trizas y el caolinítico rellena poros. La ceolita, de tipo analcima se encuentra reemplazando trizas y relleno de poros en forma de parches.

Las areniscas de la Formación Bajo Barreal (Cuadro 1) han sido clasificadas como feldarenitas líticas y litarenitas feldespáticas (en promedio $Q_{11}F_{37}L_{52}$) con porcentajes de matriz de composición arcillosa que no supera el 10% de la roca. Estas rocas están formadas por: una fracción epiclástica representada por cuarzo, feldespatos y líticos y que conforma hasta el 85% de la roca; una fracción piroclástica subordinada, que no supera el 15%, formada por trizas cuspatas y pumíceas de caída directa y cemento. En esta unidad se ha identificado el desarrollo de pseudomatriz producto de la desintegración de material tobáceo y piroclástico. Estos líticos piroclásticos que dan origen a la pseudomatriz han sido contabilizados como líticos ya que aún se identifican como tales y son de suma

importancia ya que aumentan notablemente la porosidad en la roca. En esta unidad se nota una leve predominancia de líticos de volcanitas con pasta pilotácica sobre los líticos de volcanitas con pasta felsítica. Como líticos piroclásticos se han identificado algunos fragmentos que pueden ser asignados a tobas procedentes del Macizo del Deseado. Los porcentajes de cuarzo alcanzan el 13% y es predominante la plagioclasa sobre el feldespato alcalino. Como minerales accesorios han sido identificados: minerales opacos y anfíbol. Los tipos de cementos presentes son: arcilloso y ceolítico. El cemento arcilloso de tipo clorítico forma *coating* alrededor de los clastos y delinea las trizas y el caolinítico, en bajas proporciones, rellena los poros. Las ceolitas, corresponden a heulandita/clinoptilolita y han sido reconocidas reemplazando trizas y relleno de los interiores de las cavidades porales.

Análisis de procedencia

Debido a que el tipo de matriz y de cementos presentes en las areniscas están condicionados por la diagénesis,

los análisis de procedencia se basan únicamente en la composición de la fracción clástica de las mismas (Dickinson 1970). Sin embargo, hay que tener presente que el clima, el relieve, la abrasión y el retrabajo de partículas son otros factores que controlan la composición de las areniscas (Dickinson y Suczek 1979). En el presente trabajo, de carácter preliminar, se tomará únicamente, el análisis modal de las areniscas para caracterizar su área de aporte (Dickinson y Suczek 1979 y Dickinson *et al.* 1983)

Los componentes modales se han agrupado, según la propuesta de Scasso y Limarino (1997), en constituyentes de segundo orden en el caso de cuarzo y feldespatos y de tercer orden en el caso de los fragmentos líticos (Tabla 1). Los granos de cuarzo (Q) han sido diferenciados en cuarzo monocristalino (Qm) y policristalino (Qp). Los feldespatos (F) han sido separados sobre la base de su alteración diferencial y su índice de refracción en feldespatos alcalinos (Fk) y plagioclasas (P). Dentro de los fragmentos líticos (L) se han reconocido volcánicos (Lv), sedimentarios (Ls) y plutónicos (Lp). Dentro de los líticos volcánicos se han diferenciado líticos con afinidades ácida y mesosilícica, siendo la participación de líticos básicos muy escasa a nula. Los líticos de composición intermedia corresponden a líticos volcánicos con textura pilotáxica (Lvp), los líticos de composición ácida corresponden a líticos con pasta felsítica (Lvf) en los que se han incluido las texturas de desvitrificación y las esferulitas, mientras que los líticos que corresponden a fragmentos de tobas e ignimbritas han sido contabilizados como líticos piroclásticos (Lvpir).

La composición modal obtenida para las areniscas del Grupo Chubut (Cuadro 1) fue volcada en los gráficos de procedencia de Dickinson *et al.* (1983). Ambos gráficos (Figs. 1d y e) indican que todas las muestras analizadas tienen procedencia de arco magmático. Sin embargo se ha podido observar distintos agrupamientos de las muestras correspondientes a cada formación.

Las areniscas de la Formación Matasiete se ubican en el campo de arco no disectado. Son areniscas líticas con predominancia de líticos volcánicos de composición intermedia. Las areniscas de la Formación Castillo y de la Formación Bajo Barreal lo hacen dentro de los campos de arco disectado y arco transicional. En este cambio se observa claramente un aumento de la proporción de feldespatos, tanto de plagioclasa como de feldespato alcalino y cuarzo, por la desintegración de los fragmentos volcánicos o plutónicos.

Análisis de los resultados

La variación en el área de procedencia observado entre la Formación Matasiete y las Formaciones Castillo y Barreal, indicarían un alejamiento del arco volcánico, localizado en el oeste, durante el Cretácico tardío o una estabilización y levantamiento del mismo y por lo tanto una erosión de la cubierta volcánica, pudiendo en algunos casos exhumar los plutones relacionados con el arco volcánico.

La presencia de trizas cuspatas y pumíceas en las areniscas de la Formación Castillo y Bajo Barreal, junto con los niveles de tobas de caída descritos en los trabajos clásicos del Grupo Chubut, indican que el arco volcánico continuaba siendo activo cuando se estaban depositando las areniscas. De esta manera, una posible explicación al cambio en el área de procedencia dentro del Grupo Chubut podría ser una migración del arco volcánico hacia el oeste, dejando hacia el este el antiguo arco volcánico, el cual fue parcialmente erosionado y levantado mientras que el nuevo arco volcánico aportaba el material piroclástico. Esta migración del arco volcánico durante el Cretácico tardío ya fue establecida por Mpodozis y Ramos (1989) sobre la base del análisis del magmatismo y volcanismo relacionado con la intrusión del Batolito Patagónico.

La presencia de clastos de tobas desvitrificadas en las areniscas de la Formación Bajo Barreal, procedentes del Macizo del Deseado, sugeriría paleocorrientes S-N relacionados con abanicos aluviales marginales o sistemas fluviales axiales, tal como lo propusieron Figari *et al.* (1990), siendo estas áreas de procedencia subordinadas a las de procedencia del arco magmático.

Conclusiones

El análisis de las modas detríticas de muestras representativas de las Formaciones Matasiete, Castillo y Bajo Barreal en el área central de la sierra de San Bernardo indican una diferenciación en las áreas de aporte de las mismas.

Las sedimentitas de la Formación Matasiete reflejan un área de aporte de un arco volcánico, mientras que las sedimentitas de las Formaciones Castillo y Bajo Barreal muestran un cambio significativo en la composición y procedencia de los sedimentos, indicando que los mismos provenían de un arco volcánico disectado o de transición, pero al mismo tiempo conteniendo trizas de caída directa sugiriendo actividad volcánica-piroclástica concomitante con la sedimentación y procedente de un área no mayor a 600 km a la redonda. La presencia de líticos característicos de tobas desvitrificadas procedentes del Macizo del Deseado, sugiere que existían áreas de aporte secundarias. Estas áreas podrán ser mejor identificadas cuando se cuente con un número mayor de muestras para el análisis petrográfico.

Se espera que la inclusión de un mayor número de muestras caracterice definitivamente la tendencia aquí presentada e identifiquen las áreas de procedencia, tanto las principales como las secundarias.

Agradecimientos

El presente trabajo, forma parte del Proyecto PI 480 - 10/ C131 de la Universidad Nacional de la Patagonia «San Juan Bosco». Se agradece el préstamo del microscopio y del contador de puntos a la Cátedra de Petrografía de la

UBA, especialmente a la Dra. Sonia Quenardelle. El *software* para el ploteo de los datos fue gentilmente cedido por la Dra. Laura Net y los cortes delgados fueron realizados por el Sr. Roberto Asta. Las correcciones y sugerencias aportadas por un árbitro anónimo y por la Dra. Rita Tófaló mejoraron la calidad de este trabajo.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Archangelsky, S., Bellosi, E. S., Jalfin, G. A. y Perrot, C. 1994. Palynology and alluvial facies from the mid-Cretaceous of Patagonia, subsurface of San Jorge Basin, Argentina. *Cretaceous Research*, 15: 127-142.
- Austrup, R. 1996. Geologische und petrologische Untersuchungen von jurassischen und tertiären Vulkaniten sowie kretazischen und tertiären Tuffen am Südran des Golfo San Jorge-Beckens (Santa Cruz, Argentinien). *Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster*. 96 pp., (inédito), Münster
- Bonaparte, J. F. y Z. Gasparini, 1978. Los saurópodos del Grupo Chubut, y sus relaciones cronológicas. VII Congreso Geológico Argentino. Actas 2: 393-406, Neuquén.
- Bridge, J. S., Jalfin, G. A. y Georgieff, S. M. 2000. Geometry, lithofacies, and spatial distribution of Cretaceous fluvial sandstone bodies, San Jorge basin, Argentina: outcrop analog for the hydrocarbon-bearing Chubut Group. *Journal of Sedimentary Research*, 70: 341-359.
- Dott, R. H. J., 1964. Wacke, graywacke, and matrix-what approach to immature sandstones classification? *Journal of Sedimentary Petrology*, 34 : 625-632.
- Dickinson, W. R., 1970. Interpreting detrital modes of graywacke and arkose. *Journal of Sedimentary Petrology*, 40: 695-707.
- Dickinson, W. R. Suczek, C.A. 1979. Plate tectonics and sandstones compositions: American Association of Petroleum Geologists, *Bulletin*, 63: 2164-2182.
- Dickinson, W.R., Beard, L.S., Brakenridge, G.R., Erjavec, J.L., Ferguson, R.C. Inman, K.F., Knepp, R.A. Lindberg, F.A. y Ryberg, P.T. 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting: *Geological Society of America, Bulletin*, 94: 222-235.
- Feruglio, E. 1949. Descripción Geológica de la Patagonia. Tomo I. Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 349 pp., Buenos Aires.
- Figari, E., Hechem, J. y Homoc, J. 1990. Arquitectura depositacional de las «areniscas verdes» de la Formación Bajo Barreal, Provincia de Chubut. 3ª Reunión Argentina de Sedimentología. Actas: 130-138, San Juan.
- Fitzgerald, M.G., Mitchum Jr., R. M., Uliana, M. A. y Biddle, K. T. 1990. Evolution of the San Jorge Basin, Argentina. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 74: 879-920.
- Folk, R.L., Andrews, P.B. y 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.
- Galeazzi, J. S. 1989. Análisis de facies y paleocorrientes. Universidad de Buenos Aires, Trabajo Final de Licenciatura. 182 pp., (inédito), Buenos Aires.
- Gazzi, P. 1966. Le arenarie del flysch sopracretaceo dell'Appennino modenese; Correlazioni con il flysch di Monghidoro: *Mineralogiez e Petrografia, Acta*, 12: 69-97.
- Genise, J. F., Sciutto, J. C. , Laza, J. H., González, M. G. y Bellosi, E. S. 2002. Fossil bee nests, coleopteran pupal chambers and tuffaceous paleosols from the Late Cretaceous Laguna Palacios Formation, Central Patagonia (Argentina). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 177 (3-4): 215-235.
- González, M., Taboada, R. y Stinco, L. 2002. Los reservorios del flanco norte en M. Schiuma, G. Hinterwimmer, G y G. Vergani (Eds.) Rocas reservorio de las cuencas productivas de la Argentina. V Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, 135-153, Mar del Plata.
- Hechem, J. J., Homoc, J. F. y Figari, E. G. 1990. Estratigrafía del Chubutiano (Cretácico) en la Sierra de San Bernardo, Cuenca del Golfo San Jorge, Chubut, Argentina. XI Congreso Geológico Argentino. Actas 2: 173-176, San Juan.
- Ingersoll, R.V., Bullard, T.F., Ford, R.D., Grimm, J.P., y Pickle, J.D. 1984. The effect of grain size on detrital modes: A test of the Gazzi-Dickinson point counting method. *Journal of Sedimentology Petrology*, 54: 103-116.
- Kroll, R. 1996. Geologische Untersuchungen in der Sierra de San Bernardo, Chubut, Patagonien (Argentinien). *Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster*. 143 pp., (inédito), Münster.
- Lesta, P. J. y Ferello, R. 1972. Región extraandina del Chubut y norte de Santa Cruz en A. F. Leanza (Ed.) *Geología Regional Argentina Academia Nacional de Ciencias*: 601-654, Córdoba.
- Mpodozis, C. y Ramos, V.A. 1989. The Andes of Chile and Argentina. En Ericksen, G.E., et al, (Eds). *Geology of the Andes and its relation to hydrocarbon and mineral resources: Houston, Texas, Circum - Pacific Council for Energy and Mineral Resources. Earth Sciences Series*, 11: 59-90.
- Paredes, J. M., Hudecek, R. y Foix, N. 2003. Sedimentology of the Matasiete Formation in their type area, Western of the Golfo San Jorge Basin, Argentine. 3rd Latinamerican Congress of Sedimentology. Actas: 299-301, Brasil.
- Peroni, G. O., Hegedus, A. G., Cerdan, J., Legarreta, L., Uliana, M. A. y Laffitte, G. 1995. Hydrocarbon accumulation in an inverted segment of the Andean foreland: San Bernardo Belt, central Patagonia. en A. J. Tankard, R. Suárez y H. J. Welsink (Eds.) *Petroleum Basins of South America. American Association of Petroleum Geologists: Memoir*, 62: 403-419, Tulsa.
- Rodríguez, J. F. R. 1992. Interpretación paleoambiental de la Formación Bajo Barreal (Cretácico superior) en estancia Ocho Hermanos en IV Reunión Argentina de Geología. Actas 2: 81-88, La Plata.
- Rodríguez, J. F. R. y Littke, R. 2001. Petroleum generation and accumulation in the Golfo San Jorge Basin, Argentina: a basin modeling study. *Marine and Petroleum Geology*, 18 (9): 995-1028.
- Salomone, G., Bioca, M. I., Amoroso, A., Arocena, J. , Ronaduan, G., Guerberoff, D. y Palacio, L. 2002. Los reservorios del flanco sur en M. Schiuma, G. Hinterwimmer y G. Vergani (Eds.) Rocas reservorio de las cuencas productivas de la Argentina. V Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos: 155-174, Mar del Plata.
- Sanagua, J., Hlebszevitsch, J. y Suárez, F. 2002. Los reservorios del flanco oeste en M. Schiuma, G. Hinterwimmer y G. Vergani (Eds.) Rocas reservorio de las cuencas productivas de la Argentina. V Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos: 175-198, Mar del Plata.
- Scasso, R A y Limarino, C.O. 1997. Petrología y Diagénesis de Rocas Clásticas. Asociación Argentina de Sedimentología. *Publicación Especial 1*: 258 pp.
- Sciutto, J. C. 1981. Geología del Codo del Río Senguerr, Chubut, Argentina. VIII° Congreso Geológico Argentino. Actas 3: 203-219, San Luis.
- Sciutto, J. C. 1999. El Grupo Chubut al oeste de la Sierra de San Bernardo, provincia de Chubut. XIV Congreso Geológico Argentino. Actas 1: 452-455, Salta.
- Teruggi, M., E. 1962. Sobre la presencia de analcima sedimentaria en el chubutiano del Codo del Senguerr. *Revista del Museo de La Plata (Nueva serie) Sección geología* 5: 193-217, La Plata.
- Teruggi, M., E y Rosseto, H. 1963. Petrografía del chubutiano del Codo del Senguerr. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 354: 18-35, Buenos Aires.
- Zuffa, G.G. 1985. Optical analyses of arenites: Influence of methodology on compositional results. En. Zuffa, G.G (ed.). *Provenance of arenites: North Atlantic. Tretay Organization, Advanced Study Insitute Series*, 148: 165-189, Dordrecht, Reidell.

Recibido: 3 de diciembre, 2003

Aceptado: 10 de octubre, 2004