

TRABAJO 45

EVOLUCION COMPOSICIONAL Y PROCEDENCIA DE LAS ARENISCAS CRETACICAS SUPERIORES Y TERCIARIAS INFERIORES DE LA CUENCA AUSTRAL

ESTANTERIA CON RESOS
UBICACION

Marcelo J. Manassero

Compañía Naviera Pérez Companc, Maipú 1, Buenos Aires, Argentina.

ABSTRACT. The gravels and sandstones of the Upper Cretaceous and Lower Tertiary sequence of the Magallanes Basin are analyzed, based on field observations, petrography and detrital modes, in the area between Lago Argentino and Río Turbio, Santa Cruz Province (Argentina).

Two different sandstone petrofacies have been recognized by the modal analysis of 137 samples, a quartz rich association coming from an orogen, for the La Anita Fm, and a volcanoclastic rich association coming from a magmatic arc, for the Calafate, Cerro Cazador, Cerro Dorotea and Río Turbio Formations. All these units have been deposited in a foreland basin developed to the east of the arc during the Upper Cretaceous and Lower Tertiary.

These petrofacies have been recognized within the regional and tectonic frame as indicative of a greater input of andesitic volcanoclastics coming from the arc in the south during the deposition of the Cerro Cazador, Cerro Dorotea and Río Turbio Formations. For the latter unit, the input was almost entirely volcanoclastic. Gradually, this input spreaded towards the north, during the Maastrichtian, where the orogen-derived detritus prevailed before.

The appearance of the petrofacies of the Calafate Fm and the clay association of the Río Leona and Centinela Formations imply both a change in the source area and in the regional paleocurrents, probably caused by the uplift of the Andean Cordillera.

This uplift which caused the input of great amounts of andesitic rock fragments and plagioclase from the magmatic arc in the northern part of the study area was preceded by pulses of rich acid volcanoclastic gravels and pyroclastic beds intercalated towards the top of the La Anita Fm suggesting a reactivation towards the Cretaceous-Tertiary boundary.

INTRODUCCION

La Cuenca Austral posee una forma triangular con la base hacia el sur (Fig 1) con un área aproximada de 250.000 km², tiene 700 km de largo por 400 km de ancho y su eje se dispone con un rumbo NO-SE. Limita al oeste y sur con la Cordillera Patagónica y el Cordón Fuegoño, y al este con la Dorsal de Río Chico o Dungenes, que se conecta hacia el norte con el Macizo del Deseado.

El relleno sedimentario, que alcanza los 9000 metros de espesor, se relaciona con tres episodios principales de desarrollo de la cuenca (cf Dalziel *et al*, 1979 y Dott *et al*, 1982):

a) Una etapa de Rift desde el Triásico al Jurásico medio con extrusión de rocas volcánicas y piroclásticas mesosilíceas a ácidas conocidas como la Serie Tobífera, que se vinculan con

el evento de separación de las placas Sudamericana y Sudafricana y constituyen el basamento económico de la cuenca.

b) Una etapa de retroarco, donde unidades sedimentarias continentales y marinas jurásicas superiores a cretácicas inferiores fueron depositadas en una cuenca marginal que se ubicaba entre un arco magmático al oeste y un cratón relativamente estable hacia el este.

c) A partir del Cretácico Tardío, una etapa de deformación asociada con el cierre de la cuenca marginal, con el desarrollo de un cinturón plegado hacia el oeste y una cuenca de antepaís hacia el este. En ella se depositaron unidades sedimentarias marinas y continentales cretácicas superiores, terciarias y cuaternarias.

El objetivo de este trabajo es estudiar la sección cretácica superior y terciaria inferior, que es de naturaleza sedimentaria en su casi totalidad con algunas intercalaciones de intrusivos volcánicos. Estas capas afloran en el sector occidental de la cuenca (Fig 2) con un rumbo predominante N-S buzando hacia el este con un promedio de 14 grados. Presentan buenos afloramientos en el área del Lago Argentino y a lo largo del límite argentino-chileno.

Se intenta reconstruir la historia y evolución sedimentaria de la cuenca a través del análisis de las asociaciones minerales presentes en las rocas silicoclásticas del límite cretácico-terciario. Para dichos fines se ha empleado el análisis combinado de la petrografía y las modalidades detríticas de conglomerados y areniscas, la mineralogía de arcillas por difracción de rayos X y la geoquímica de elementos mayoritarios en areniscas y pelitas. Aquí sólo se presentan los resultados del análisis de las areniscas, dado que los mismos son representativos de los datos totales.

Con el empleo de esta metodología, se cuantifica la cantidad de material derivado del cratón o áreas estables y el de la cordillera emergente en una extensa región andina.

Si bien no existe una exposición continua de afloramientos dentro del territorio argentino, se pueden reconocer dos áreas de características diferentes (Fig 2):

1) Sector sur del Lago Argentino, ubicado en el sector centrooccidental de la provincia de Santa Cruz, donde fue estudiado un cordón de afloramientos de rumbo NE-SO conocido como las Barrancas de La Anita.

2) Áreas de Cerro Cazador y Río Turbio. El área de Cerro

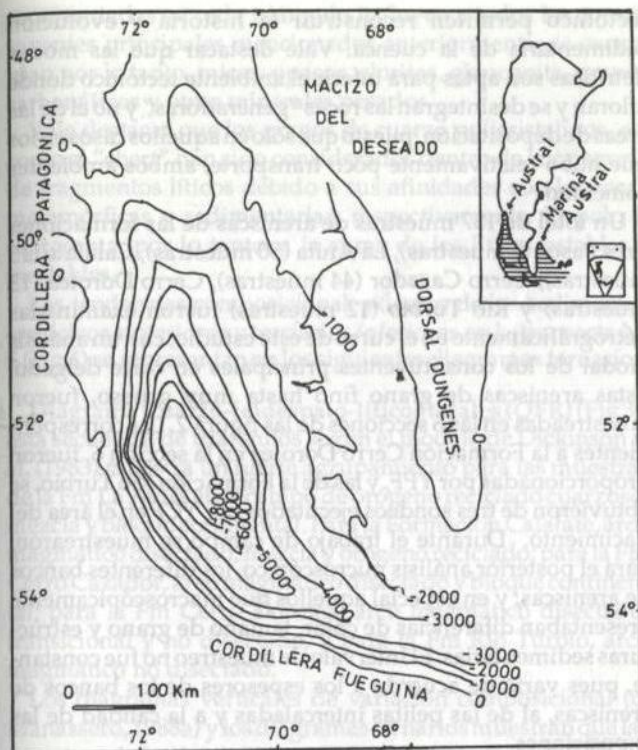


Figura 1: Ubicación y mapa de isoespesor sedimentario de la Cuenca Austral.

Cazador comprende a los afloramientos ubicados a lo largo del límite argentino-chileno en el cordón montañoso homónimo. El área del Río Turbio ubicada hacia el sur, incluye a las capas que afloran desde el codo del Río Guillermo al norte hasta la localidad de El Turbio al sur.

MARCO GEOTECTONICO

La Cuenca Austral yace en el margen sur de la placa sudamericana, se asienta sobre corteza continental de edad paleozoica (Biddle *et al*, 1987) y se encuentra delimitada por un cinturón orogénico plegado al oeste, la dorsal de Dungeness al este y el Macizo del Deseado al norte.

El basamento paleozoico aflora a lo largo de los márgenes de la cuenca, tanto en áreas restringidas del occidente del macizo del Deseado como en un cinturón discontinuo a lo largo de los Andes Patagónicos y la costa chilena.

La Cuenca ha estado activa desde el Jurásico al Terciario y el relleno volcánico, volcanoclástico y sedimentario fue controlado por un proceso de formación de arcos de isla, cuencas de antearco y trasarco, y cuencas de antepaís desarrolladas sobre corteza siálica. Inicialmente se liga a una tectónica de extensión producto de la separación de África y Sud América para luego evolucionar en forma paralela al orógeno andino.

Katz (1963, 1973), Dalziel *et al*, (1974), Dalziel, (1981), Riccardi y Roller (1980), Winslow (1980, 1981 y 1982), Forsythe (1982), Biddle *et al* (1987) y Arbe (1986) han dado una síntesis detallada de la evolución geotectónica de esta cuenca

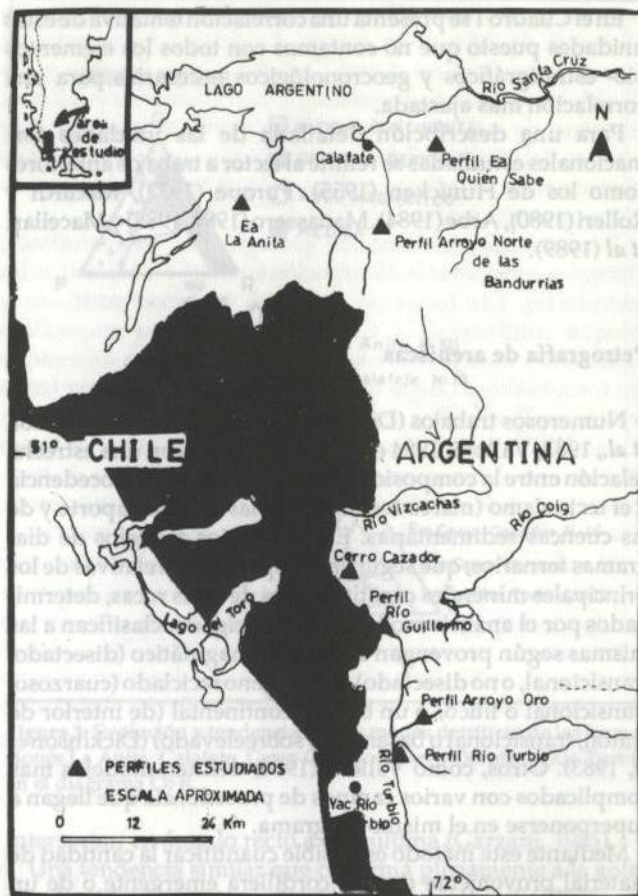


Figura 2: Mapa de ubicación de los perfiles estudiados en la región comprendida entre el Lago Argentino y la localidad de Río Turbio.

por lo que se remite al lector interesado a estos importantes aportes.

ESTRATIGRAFIA

La secuencia cretácico-terciaria aflora a lo largo del margen occidental de la cuenca, paralela a los principales lineamientos cordilleranos. Los estratos tienen un rumbo predominante N-S y buzcan hacia el este con un ángulo de 14 grados, mostrando escasa disturbación tectónica.

La secuencia cretácica superior muestra un marcado cambio desde las turbiditas campanianas (Formaciones Cerro Toro, Alta Vista y Tres Pasos) hasta las facies de arenas someras y deltaicas del Maastrichtiano ubicadas hacia el este (formaciones La Anita, Chorrillo, Calafate, Cerro Cazador y Cerro Dorotea). La secuencia terciaria inferior (Formaciones Río Leona, Centinela, Río Turbio, Río Guillermo y Arroyo Oro) muestran una progresiva continentalización hacia los terminos más jóvenes con episodios marinos intercalados. En este trabajo se estudian estas facies marinas someras y continentales de la región comprendida entre el Lago Argentino y la localidad de Río Turbio (Fig 2) donde se encuentran muy bien expuestas y accesibles al reconocimiento de superficie.

En el Cuadro 1 se presenta una correlación tentativa de estas unidades puesto que no contamos con todos los elementos bio-estratigráficos y geocronológicos necesarios para una correlación mas ajustada.

Para una descripción detallada de las unidades formacionales estudiadas se remite al lector a trabajos anteriores como los de Hunicken (1955), Furque (1972), Riccardi y Roller (1980), Arbe (1984), Manassero (1986, 1988) y Macellari *et al* (1989).

Petrografía de areniscas

Numerosos trabajos (Dickinson y Suczek, 1979, Dickinson *et al.*, 1983, Valloni, 1984 entre otros) establecen una estrecha relación entre la composición de las areniscas, la procedencia y el tectonismo (marco tectónico) de las áreas de aporte y de las cuencas sedimentarias. Existen varios modelos de diagramas ternarios, que según las proporciones relativas de los principales minerales constituyentes de estas rocas, determinados por el análisis modal en corte delgado, clasifican a las mismas según provengan de un arco magmático (disectado, transicional, o no disectado), un orógeno reciclado (cuarzoso, transicional o lítico) o un bloque continental (de interior de cratón, transicional o basamento sobrelevado) (Dickinson *et al*, 1983). Otros, como Valloni (1984) definen modelos más complicados con varios campos de procedencia que llegan a superponerse en el mismo diagrama.

Mediante este método es posible cuantificar la cantidad de material proveniente de una cordillera emergente o de un cratón o área estable. Junto con la interpretación paleo-ambiental, las determinaciones de procedencia y marco

tectónico permiten reconstruir la historia y evolución sedimentaria de la cuenca. Vale destacar que las modas detríticas son aptas para inferir el ambiente tectónico donde afloran y se desintegran las rocas "generadoras" y no el de las áreas de deposición, puesto que sólo en aquellos casos en los que hubo relativamente poco transporte, ambos ambientes coinciden.

Un total de 137 muestras de areniscas de las formaciones Tres Pasos (5 muestras), La Anita (50 muestras), Calafate (13 muestras), Cerro Cazador (44 muestras), Cerro Dorotea (13 muestras) y Río Turbio (12 muestras) fueron examinadas petrográficamente en el curso de este estudio, con un análisis modal de los constituyentes principales en corte delgado. Estas areniscas de grano fino hasta muy grueso, fueron muestreadas en las 6 secciones de las figura 2. Las correspondientes a la Formación Cerro Dorotea en la sección 6, fueron proporcionadas por YPF, y las de la Formación Río Turbio, se obtuvieron de tres sondeos ejecutados por YCF en el área del Yacimiento. Durante el trabajo de campo se muestrearon, para el posterior análisis microscópico, los diferentes bancos de areniscas, y en especial aquellos que macroscópicamente presentaban diferencias de color, tamaño de grano y estructuras sedimentarias. El intervalo de muestreo no fue constante, pues varió de acuerdo a los espesores de los bancos de areniscas, al de las pelitas intercaladas y a la calidad de las exposiciones.

En cada corte delgado fueron identificados 400 granos y estos totales fueron recalculados en porcentajes para establecer la composición modal, porosidad y proporción de matriz. Los resultados de este análisis fueron representados en gráficos de variación vertical de la composición y en diagramas ternarios.

El análisis petrográfico permitió registrar los siguientes componentes clásticos (ver también Manassero 1988a): cuarzo en sus variedades monocristalino y policristalino, con diversos tipos de extinción y morfologías; feldespatos potásicos (ortoclasa predominante y microclino) y plagioclasas, fragmentos líticos (volcánicos, metamórficos y sedimentarios), micas, opacos, hematita y glauconita. En los casos en que los minerales inestables sufrieran alteración o deformación se utilizó el criterio de Dickinson (1970) para el reconocimiento de la pseudomatriz, contabilizando a estos granos como minerales alterados dentro de las modas detríticas.

Resultados

Se verifican tendencias que marcan importantes características composicionales dentro del marco temporal y espacial; los fragmentos volcánicos se hacen más abundantes de base a techo y de norte a sur en la secuencia cretácica superior y terciaria inferior estudiada. Los feldespatos potásicos, en cambio, abundan sólo en las petrofacies cretácicas superiores del sector sur del área de estudio. Las plagioclasas, por su parte muestran una gran abundancia relativa que se incrementa de base a techo en las unidades terciarias inferiores de la cuenca.

Todas las muestras han sido representadas en diagramas ternarios cuarzo-feldespato-líticos totales (QFR), según los modelos de Dickinson *et al.*, (1979 y 1983). Las poblaciones

		LAGO ARGENTINO	RIO TURBIO	SUBSUELO
TERCIARIO	Mioceno	FM SANTA CRUZ	FM SANTA CRUZ	FM SANTA CRUZ
	Oligoceno	FM CENTINELA	FM ARROYO ORO	MAGALLANES
	Eoceno	FM RIO LEONA	FM RIO GUILLERMO	SUPERIOR
	Paleoceno	?	FM RIO TURBIO	MAGALLANES
		FM CALAFATE	FM CERRO DOROTEA	INFERIOR
CRETACICO	Maestrichiano	FM CHORRILLO	FM CERRO CAZADOR	FM PALERMO
		FM LA ANITA		AIKE
	Campañano	FM ALTA VISTA	FM TRES PASOS	

Cuadro 1: Cuadro estratigráfico del Cretácico superior y el Terciario inferior para unidades de superficie y subsuelo.

representadas en cada triángulo incluyen a todos los constituyentes principales mencionados anteriormente; se exceptúan por lo tanto, micas, opacos, cloritas, glauconita, granos carbonáticos y otros minerales pesados.

Vale destacar que los granos de cuarzo policristalinos, así como el "chert" han sido considerados dentro de la categoría de fragmentos líticos debido a sus afinidades con las rocas metamórficas y sedimentarias, respectivamente. El polo R representa, por lo tanto, a la suma de los líticos estables e inestables.

Las tendencias composicionales dentro de los sedimentos cretácicos superiores y terciarios inferiores en la transecta N-S (Fig 4) se representan en los siguientes diagramas ternarios.

Diagrama Cuarzo-feldespato-líticos totales (QFR) (Fig 3): esta secuencia de triángulos según el modelo de Dickinson *et al.* (1983) muestra un fuerte agrupamiento para las muestras de la Fm La Anita en el campo de orógeno reciclado cuarzoso, mezcla y bloque continental. Para la Formación Calafate, arco magmático disectado, mezcla y orógeno reciclado; para la Fm Cerro Cazador, arco magmático disectado y bloque continental; para la Fm Cerro Dorotea, arco magmático disectado, transicional y no disectado, y para la Fm Río Turbio, arco magmático no disectado.

Los diagramas verticales de variación composicional (cf Manassero, 1988a) y los diagramas ternarios muestran que las muestras de las formaciones Calafate, Cerro Cazador, Cerro Dorotea y Río Turbio son ricas en fragmentos volcánicos mientras que las petrofacies de la Fm La Anita son ricas en cuarzo. Los resultados también muestran un incremento relativo de fragmentos volcánicos y de feldespatos potásicos hacia el sur, dentro de la Fm Cerro Cazador; y un incremento de fragmentos volcánicos y plagioclasa desde la base al techo de la Fm Calafate. Estas dos últimas tendencias se confirman no sólo para las unidades cretácicas superiores sino también para las terciarias inferiores, como lo atestiguan las petrofacies de las formaciones Calafate al norte y Cerro Dorotea y Río Turbio al sur.

Si analizamos la evolución de los promedios de las modas detríticas para cada una de las unidades cretácicas superiores y terciarias inferiores estudiadas en estos diagramas QFR (Dickinson, 1983), se puede observar:

1) Tanto para el área norte como para el área sur, las tendencias mencionadas anteriormente al incremento en fragmentos volcánicos andesíticos de base a techo de la secuencia y de norte a sur.

2) Para el área norte, un desplazamiento de las modas detríticas desde el campo de orógeno reciclado y bloque continental (Fm La Anita) hasta el campo de arco magmático (Fm Calafate).

3) Para el área sur, un desplazamiento de las modas detríticas desde arco magmático disectado (Fm Cerro Cazador), a arco transicional (Fm Cerro Dorotea) hasta llegar a arco magmático no disectado (Fm Río Turbio).

4) Vale destacar que esta tendencias o desplazamiento de las modas no están relacionadas con un incremento en el tamaño de grano hacia el sur, sino que responden a condiciones particulares del marco paleogeográfico y paleotectónico de la cuenca. Esta tendencia, es, además, inversa a la clásica arco magmático no disectado-disectado (Dickinson, 1979) y no coincide con otros ejemplos de tendencias anómalas que

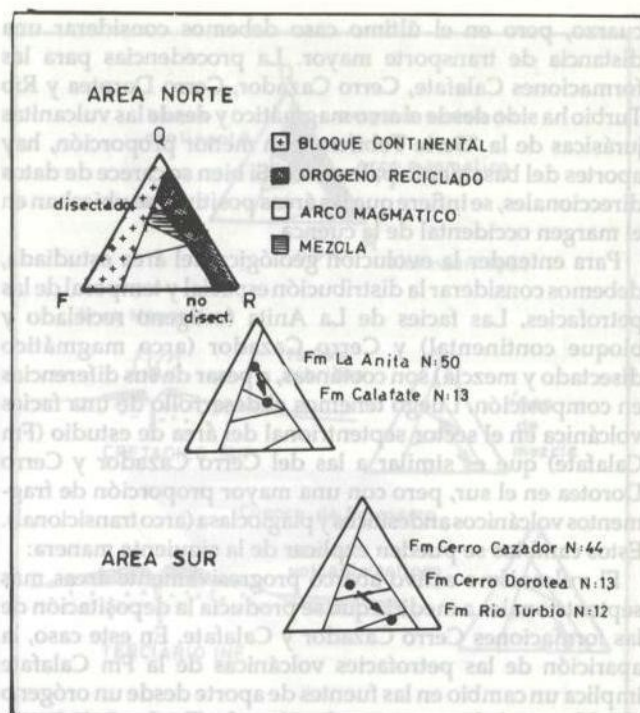


Figura 3: Evolución y tendencias de las modas detríticas de las formaciones La Anita, Calafate, Cerro Cazador, Cerro Dorotea y Río Turbio en el diagrama QFR.

intersectan en ángulo recto a ésta última (Garzani, 1985).

Una tendencia similar que confirma plenamente a la anterior, ha sido descrita por Smith 1977) y Dott *et al.* (1982) para unidades sedimentarias cretácico-terciarias equivalentes (Formaciones Cerro Toro, Tres Pasos, Lago Sofía y Estratos de Magallanes), aflorantes al oeste de la localidad de Río Turbio, en territorio chileno.

PROCEDENCIA Y PALEOGEOGRAFIA CONCLUSIONES

Los sedimentos de las formaciones La Anita, Calafate, Río Leona, Centinela, Cerro Cazador, Cerro Dorotea, Río Turbio y Río Guillermo sugieren fuentes de aporte ígnea, metamórfica y sedimentaria.

Si bien las estructuras sedimentarias direccionales constituyen un excelente medio para determinar la procedencia, en este estudio no se cuenta con un número estadísticamente significativo de datos para las unidades mencionadas. Además las mediciones realizadas muestran una considerable dispersión que nos impide realizar mayores inferencias. Por lo tanto, los estudios sobre procedencia han tenido que basarse en las características composicionales de las sedimentitas, y en especial de las petrofacies de areniscas y pelitas.

En el caso de la Fm La Anita, se han podido establecer dos fuentes de aporte posibles (Fig 4): 1) a partir de terrenos paleozoicos aflorantes a lo largo del margen occidental de Chile y/o 2) a partir del Macizo del Deseado, ubicado 400 Km hacia el NE del área de estudio. Ambos terrenos presentan los tipos de rocas apropiadas para generar petrofacies ricas en

cuarzo, pero en el último caso debemos considerar una distancia de transporte mayor. La procedencias para las formaciones Calafate, Cerro Cazador, Cerro Dorotea y Río Turbio ha sido desde el arco magmático y desde las vulcanitas jurásicas de la "Serie Tobífera"; en menor proporción, hay aportes del basamento paleozoico. Si bien se carece de datos direccionales, se infiere que las áreas positivas se ubicaban en el margen occidental de la cuenca.

Para entender la evolución geológica del área estudiada, debemos considerar la distribución espacial y temporal de las petrofacies. Las facies de La Anita (orógeno reciclado y bloque continental) y Cerro Cazador (arco magmático disectado y mezcla) son coetáneas, a pesar de sus diferencias en composición. Luego tenemos el desarrollo de una facies volcánica en el sector septentrional del área de estudio (Fm Calafate) que es similar a las del Cerro Cazador y Cerro Dorotea en el sur, pero con una mayor proporción de fragmentos volcánicos andesíticos y plagioclasa (arco transicional). Estos cambios se pueden explicar de la siguiente manera:

El vulcanismo activo abarcó progresivamente áreas más septentrionales a medida que se producía la deposición de las formaciones Cerro Cazador y Calafate. En este caso, la aparición de las petrofacies volcánicas de la Fm Calafate implica un cambio en las fuentes de aporte desde un orógeno y/o bloque de basamento sobreelevado (Fm La Anita) a un arco magmático, y también variaciones en el paleoflujo depositacional que pasó desde N-S a O-E. Este comporta-

miento se insinúa también, con la aparición de conglomerados ricos en clastos de origen volcánico e intercalaciones pirolásticas hacia el techo de la Fm La Anita (Miembro La Irene) como preludio de la activación y el crecimiento del arco magmático hacia el oeste y el subsecuente cambio en las áreas de aporte.

Esta tendencia composicional no sólo se cumple para toda la secuencia cretácica-terciaria, sino también se da aún dentro de una misma unidad estratigráfica, como sucede en el caso de la Fm Cerro Cazador. En ella se aprecia un aumento de fragmentos líticos volcánicos y feldespato de potasio desde el norte hacia el sur. El enriquecimiento relativo en este último mineral puede explicarse por un basculamiento, acreción o ascenso de terrenos basamentales por incremento de la actividad tectónica en el margen sur de la cubeta.

El área de aporte para las unidades terciarias estudiadas (parte superior de la Fm Calafate y Formaciones Río Leona y Centinela al norte, y Río Turbio y Río Guillermo al sur), continuó siendo el arco magmático que se ubicaba hacia el oeste y que para esa época ya se encontraba sobreelevado por la orogenia andina. El arco suministraba así grandes cantidades de fragmentos andesíticos y plagioclasa a la cuenca de antepaís que permaneció activa hasta el Mioceno.

Estas petrofacies volcanoclásticas, muestran interesantes cambios que permiten inferir la evolución temporal de las áreas de aporte. Ello se manifiesta como desplazamientos de las modas detríticas en los triángulos QFR para toda la secuencia. Así, por ejemplo, se comprueba que unidades de procedencia principal desde este arco ubicado hacia el oeste (Formaciones Calafate, Cerro Cazador, Cerro Dorotea y Río Turbio), evolucionan con el correr del tiempo desde un arco magmático disectado hacia un arco magmático no disectado (Fig 5). En nuestra opinión, esta tendencia se debe al crecimiento generalizado del arco magmático sobre la corteza continental, con un dominio total de las facies volcanoclásticas (Fm Río Turbio) hacia el techo de la secuencia y una consecuente atenuación marcada del aporte proveniente de las áreas del basamento. Habría entonces dos etapas en el crecimiento del arco que han quedado registradas en la "memoria" composicional de las areniscas de la cuenca. Una primera de aporte mixto, volcánico y de basamento, que se refleja en una línea de mezcla en los diagramas de Dickinson (1979, 1983), y que va desde el campo de arco disectado al de arco no disectado. La segunda etapa se caracteriza por el dominio total del aporte volcanoclástico, sin contribuciones corticales. Es importante señalar que en el área septentrional se encuentra una tendencia similar, pero con la diferencia de que allí partimos inicialmente de una composición más cuarzosa de las petrofacies de areniscas (Fm La Anita) hasta llegar a petrofacies volcanoclásticas de arco disectado (Fm Calafate).

Se destaca que el estudio de las dos asociaciones de argilofacies: a) illita-caolinita y b) esmectita-ceolita descriptas para las pelitas de las unidades cretácico-terciarias estudiadas, confirma plenamente a las conclusiones obtenidas en el análisis de las petrofacies de areniscas (Manassero *et al.* 1990).

Estas tendencias composicionales en la cuenca de retroarco encuentran también un sólido apoyo en la geoquímica (Manassero y Merodio, 1990). Estos datos -para el Cretácico superior- muestran petrofacies de margen pasivo (Fm La Anita) en el área norte y de margen continental activo tanto en

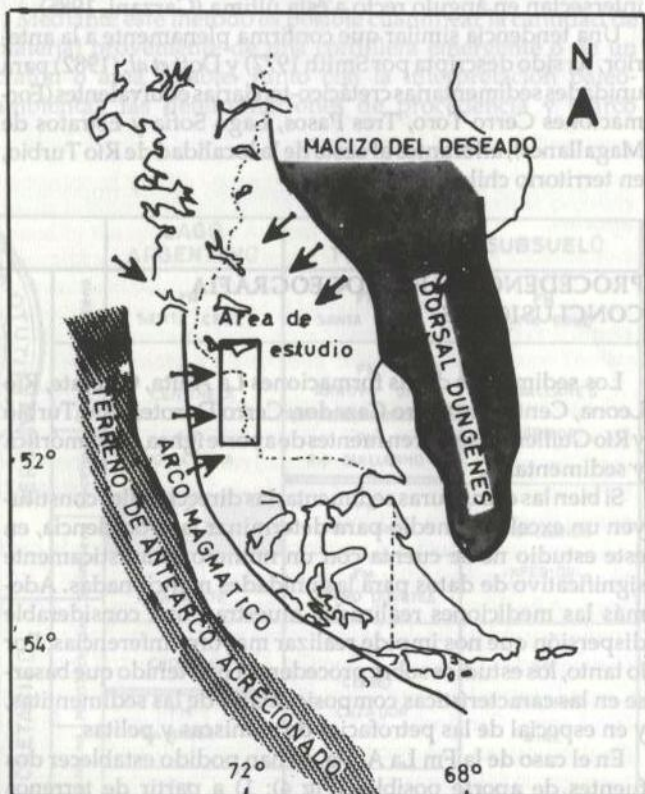


Figura 4: Probables áreas de aporte para las litofacies de las unidades estudiadas

el norte (Fm Calafate) como en la zona central y sur (Fm Cerro Cazador). Para el Terciario inferior se definen facies de arco magmático con aporte félsico y plutónico en el norte (formaciones Río Leona y Centinela) y de arco con aporte basáltico y andesítico en el área de sur (formaciones Río Turbio y Río Guillermo).

Los datos químicos sugieren, además, una probable área de aporte de composición basáltica que no había sido detectada por medio de la petrografía de areniscas. El basalto más viejo datado en la comarca, es el Basalto Posadas y/o equivalentes de edad eocena (Riccardi y Roller, 1980, Ramos, 1982). Posee un espesor que varía entre los 2 y 60 metros, y se dispone entre las formaciones Río Leona y Centinela. Este evento magmático probablemente comenzó en el Paleoceno, alcanzó su clímax en el Eoceno y perduró hasta el Oligoceno. Representaría una asociación petrotectónica relacionada con una fisuración profunda, sin contaminación de la corteza siálica, correspondiente a los basaltos olivínicos formados en períodos de distensión durante el Terciario inferior. Queda fuera de los alcances de este trabajo la detallada cuantificación de esta eventual influencia en relación al aporte andesítico, aunque se supone de menor importancia.

La abundancia creciente en el tiempo de las petrofacies volcánicas demuestra la existencia de un importante proceso geotectónico (Larámico?) que se manifestó como una intensificación de la actividad volcánica a lo largo de todo el borde occidental de la cuenca hacia el límite Cretácico-Terciario. A partir de este paroxismo regional, se acumularon grandes cantidades de sedimentos volcánicos andesíticos como resultado de la denudación del sector cordillerano.

Estas tendencias evolutivas de las modas detríticas en las areniscas de la cuenca de antepaís austral, sugieren una alta complejidad de las fuentes de aporte, con mezcla de detritos ígneos, metamórficos y sedimentarios. En este sentido, la región presenta un comportamiento similar al de la Cuenca Neuquina (Kugler, 1987), en donde para las unidades sedimentarias jurásicas y cretácicas se verifica la presencia de tres fuentes de aporte volcánicas (vulcanitas jurásicas, y arcos magmáticos paleozoico superior relíctico y cretácico), además de otras tres fuentes ígneo-metamórficas alternativas (basamento paleozoico y raíces graníticas de los dos arcos magmáticos antes citados).

Los estudios de procedencia a partir de la composición de las sedimentitas ayudan también a definir el cuadro paleogeográfico regional durante el Cretácico-Terciario. Se aprecian -en este sentido- dos áreas con características bien definidas, una en el sector norte y la otra en el sur. En el norte, durante el Cretácico superior (Fig. 6) se evidencia la progradación de facies de frente deltaico (Miembro Cachorro de la Fm La Anita) sobre turbiditas (Fm Alta Vista), hasta llegar a facies fluviales anastomosadas (Cf. Arbe y Hechem, 1984 y Macellari *et al.*, 1989) y de planicie de inundación (Miembro La Irene de la Fm La Anita y Fm Chorrillo, respectivamente). Sobre estas unidades, se depositaron en forma transgresiva, los términos marinos someros de la parte inferior de la Fm Calafate, de probable edad mastrichtiana. Todas las unidades deltaicas y fluviales muestran procedencia desde un orógeno ubicado al norte. Por su parte, durante el Terciario inferior, las facies marinas de plataforma del término superior de la Formación Calafate y las formaciones



Figura 5: Crecimiento esquemático del arco magmático sobre corteza continental y evolución en el tiempo de la composición de las areniscas en la Cuenca Austral.

mixtas Río Leona y Centinela tienen procedencia desde el arco magmático, desde terrenos volcánicos de la "Serie Tobífera" y desde áreas de constitución cortical que se ubicaban al oeste.

Por su parte, en el sector sur del área de estudio, también existen facies turbidíticas (Fm Tres Pasos) -equivalentes a las mencionadas en el párrafo anterior- que son cubiertas por facies marinas de plataforma (Formaciones Cerro Cazador y Cerro Dorotea) del Cretácico superior. Finalmente se llega a facies continentales con episodios marinos intercalados -formaciones Río Turbio y Río Guillermo- del Terciario inferior. Se infiere que todas estas unidades tienen áreas de procedencia al oeste, con un mayor aporte de material andesítico a medida que se produce el relleno clástico de la cuenca.

Como se puede apreciar, las condiciones paleogeográficas imprimen un sello particular en la composición del registro sedimentario, requiriéndose extrema precaución en el uso de diagramas de discriminación de ámbitos tectónicos de sedimentación (Cf. Dickinson *et al.*, 1983) que pueden resultar demasiado simplificados para explicar lo que sucedió en la cuenca. Este estudio muestra que la determinación de procedencia debe integrarse con análisis geológicos regionales y paleogeográficos. Además se comprueba, mediante el uso y la confrontación de distintas metodologías composicionales, que las posibilidades de encontrar excepciones y tendencias evolutivas no consideradas en modelos petrofaciales o tectocomposicionales, aumentan a medida que entran en juego un mayor número de áreas de aporte alternativas. Esto ocurre típicamente en el caso de cuencas de antepaís o retroarco, donde existen aportes desde múltiples terrenos geológicos,

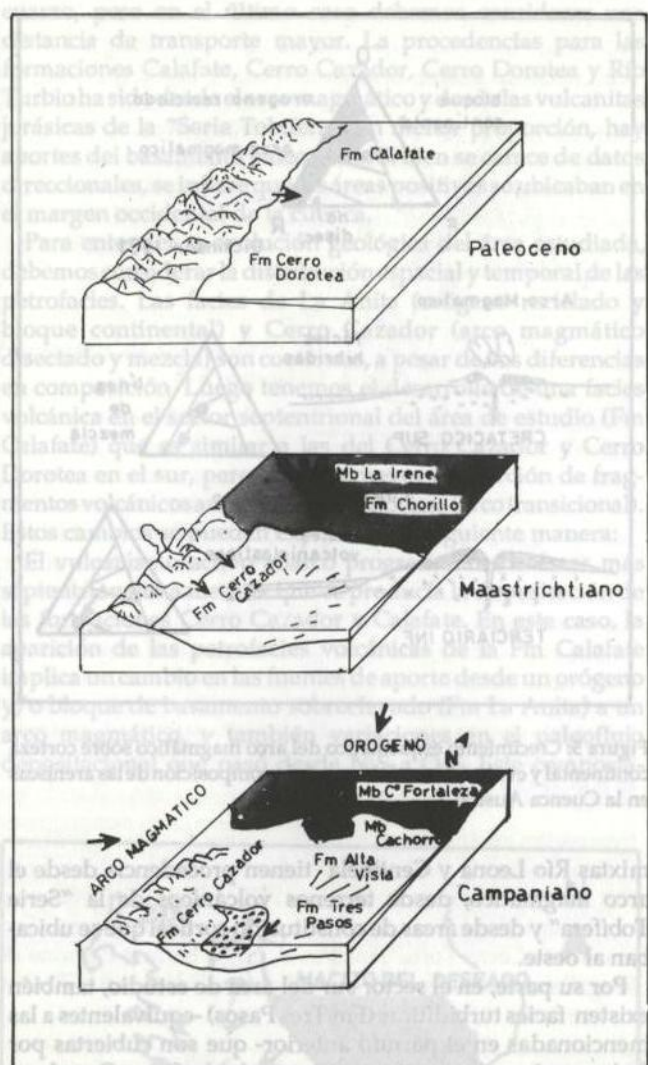


Figura 6: Cambio del área de aporte y evolución paleogeográfica del área de estudio (adaptado de Macellari *et al*, 1989).

tanto vinculados a márgenes continentales activos, como a zonas cratónicas y antiguos orógenos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo, que es parte de la Tesis Doctoral del autor presentada a la Universidad Nacional de La Plata, fue realizado gracias a la ayuda económica del National Science Foundation (USA) y del CONICET. Se agradece en especial la valiosa ayuda prestada a los Dres Carlos E. Macellari, Alan Nairn, Luis A. Spalletti, Julio C. Merodio y Claudio Barrio.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

ARBE, H.A., y HECHER, J.J., 1984, Estratigrafía y facies de depósitos continentales, litorales y marinos del Cretácico Superior, Lago

- Argentino, Provincia de Santa Cruz: IX Congr. Geol. Arg., S.C. de Bariloche, Actas VII, p. 124-158.
- ARBE, H.A., 1986, El Cretácico de la Cuenca Austral: sus ciclos de sedimentación, Río Gallegos, YPF, Informe inédito.
- BIDDLE, K.T., Uliana, M.A., Mitchum, R.M., Fitzgerald, M.G., Wright, R.C., 1987, The stratigraphic and structural evolution of the central and eastern Magallanes Basin, Southern South America, International Association of Sedimentology, Special Publication.
- DALZIEL, I. W. D., 1981, Back-arc extension in the southern Andes: A review and critical reappraisal: Phil. Trans. Roy. Soc. London, ser. A, p. 319-335.
- DALZIEL, I. W. D., de Wit, M. J., y Palmer, K. F., 1974, A fossil marginal basin in the southern Andes: Nature, v. 250, p. 291-294.
- DICKINSON, W.R., 1970, Interpreting detrital modes of graywacke and arkose, Jour. of Sed. Pet., v. 40, n. 2, p.695-707.
- DICKINSON, W.R., y Suczek, C.A., 1979, Plate tectonics and sandstone composition, AAPG Bull., v.63, p. 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, Geol. Soc. of Am. Bull., v.94, p. 222-235.
- DOTT, R.M., Jr., WINN, F.D., Jr., y SMITH, C.M.L., 1982, Relationship of Late Mesozoic and Early Cenozoic sedimentation to the tectonic evolution of the southernmost Andes and Scotia Arc, en E. Craddock (ed.), Antarctic Geoscience: Univ. Wisconsin Press, Madison, p. 193-203.
- FORSYTHE, R., 1982, The late Palaeozoic to early Mesozoic evolution of southern South America: a plate tectonic interpretation, Jour. Geol. Soc., London, v.139, p.671-682.
- FURQUE, G., 1972, El Cretácico superior y terciario de la Región Austral del Lago Argentino, Prov de Santa Cruz, Actas IV Jor. Geol. Arg., Bs. As., 3, p.61-75.
- GARZANI, E., 1985, The sandstone memory of the evolution of a triassic volcanic arc in the Southern Alps, Italy, Sedimentology, n.32, p.423-433.
- HUNICKEN, M., 1955, Depositos Neocretácicos y Terciarios del extremo SSW de Santa Cruz (cuenca carbonífera de Río Turbio): Rev. Inst. Nac. Invest. Cien. Nat., Bernardino Rivadavia, C. Geol., Tomo II, no. 1, 161 p.
- KATZ, H. R., 1963, Revision of Cretaceous stratigraphy in Patagonian Cordillera of Ultima Esperanza, Magallanes Province, Chile: AAPG Bull., v. 47, p. 506-524.
- KATZ, H. R., 1973, Contrasts in tectonic evolution of orogenic belts in the southeast Pacific: J. Roy. Soc. NZ, v. 3, p. 333-362.
- KUGLER, R.L., 1987, Regional petrologic variation, Jurassic and Cretaceous sandstone and shale, Neuquen Basin, West Central Argentina, PhD dissertation, Univ. of Texas, Austin, TX, USA, 523 p.
- MACELLARI, C.E., BARRIO, C.A. y MANASSERO, M.J., 1989, Upper Cretaceous to Paleocene depositional sequences and sandstone petrography of southwestern Patagonia (Argentina and Chile), Jour. of South Amer. Earth Sciences, v.2, p.223-239.
- MANASSERO, M.J. y MACELLARI, C.E., 1987, Petrografía sedimentaria de la Cuenca Austral: Formación La Anita en el sector sur del Lago Argentino, X Cong. Geol. Arg., Tucumán, tomo II, p.17-20.
- MANASSERO, M.J., 1987, Petrology of Late Cretaceous Sediments, western margin of the Austral Basin, Argentina, (Ms thesis): University of South Carolina, 130 p.
- MANASSERO, M.J., 1988, Petrografía y procedencia de las areniscas cretácicas superiores de la Cuenca Austral Argentina, Rev. de la Asoc. Geol. Arg., T.XLIII, n.2, p.175-187.
- MANASSERO, M.J., 1988, Composición de la Formación Cerro Dorotea en el sector occidental del valle del Río Turbio, Pcia de Santa Cruz, II Reunión Argentina de Sedimentología, UBA, Actas, p.165-169.
- MANASSERO, M.J., INIGUEZ, A.M. y DECASTELLI, O., 1988, Estratigrafía y argilofacies del Cretácico superior y Terciario

