

Modas detríticas del Grupo Pillahuincó (Carbonífero tardío-Pérmico), Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires: su significado geotectónico.

Oscar R. LOPEZ GAMUNDI

TEXACO Inc., International Exploration Division, 4800 Fournace Place,
Bellaire, Texas 77401-2324, USA.

Resumen. Los depósitos del Grupo Pillahuincó aflorantes en Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires exhiben una evolución composicional de sus modas detríticas típica de cuencas que evolucionaron de una fase inicial extensional a una fase posterior de deformación de antepaís. Las unidades más antiguas (Formaciones Sauce Grande, Piedra Azul y Bonete) están caracterizadas por modas detríticas de origen cratónico dominadas por cuarzo (Q) y paleocorrientes variables desde el S (Formación Sauce Grande) y bipolares (ENE-OSO, Formación Bonete). Por el contrario, las areniscas de la Formación Tunas son ricas en fragmentos líticos (con importante contribución volcánica) y feldespato; las paleocorrientes provienen desde el SO. Niveles tobáceos y pliegues de crecimiento identificados en la mitad superior de la unidad sugieren la presencia de vulcanismo y actividad tectónica contemporánea con la sedimentación. Los cambios composicionales y de paleocorrientes presentes en la Formación Tunas son similares a los observados en otras cuencas de antepaís desarrolladas a lo largo del margen gondwánico durante el Pérmico, sugiriendo una evolución común de las mismas.

Palabras Clave: Sierras Australes, Petrofacies, Paleocorrientes, Cuencas de Antepaís, Pérmico, Gondwana.

Key words: Sierras Australes, Petrofacies, Paleocurrents, Foreland Basins, Permian, Gondwana.

EXTENDED ABSTRACT

The Pillahuinco Group (Late Carboniferous-Permian) in the Ventana (Sierras Australes) foldbelt of east central Argentina (Fig. 1) shows a compositional evolution that parallels the tectonic evolution from a back-arc extensional to foreland basin. The sand-size fraction of the lowermost units of the Group (Sauce Grande - Piedra Azul and Bonete Formations) is characterized by a Q-rich, mostly craton-derived petrofacies (Fig. 3). In contrast, petrofacies from sandstones (lithic feldsarenites) of the uppermost unit (Tunas Formation, Early-early Late Permian) are Q-depleted with abundant lithic (including volcanolithic) fragments (Fig. 3). Glass-rich tuffs have been identified

in the upper half of the unit. This compositional change was accompanied by a clear paleocurrent pattern towards the NE (Fig. 2), indicative of a sudden invasion of a prograding wedge dominated by detritus derived from the southwestern (orogenic) flank of the basin. Volcanism, documented by contemporaneous rhyolitic ignimbrites and consanguineous airborne material, and associated uplift in the adjacent northern Patagonian region have been invoked as likely mechanisms to explain these substantial changes in composition and paleocurrent patterns.

The petrofacies analysis *per se*, however, is not conclusive as to whether the Tunas sedimentation took place in proximity of a (continent-continent) collisional orogen or, alternatively, was the product of syntectonic

deposition coeval with cratonward thrusting of a foldbelt/magmatic arc. Diagnostic lithic fragments often present in collisional orogen provenances and indicative of suture zones such as serpentinites, ophiolites and cherts are remarkably absent.

The compositional evolution found in the Sauce Grande basin is common to other foreland basins along the Gondwanan margin (Figs. 4 and 5). This suggests a common, albeit diachronous, evolutionary pattern from back-arc extensional to foreland basin evolution during the Permian. The first extensional (sag) phase of these basins was characterized by Q-rich, craton-derived detritus and was followed by a compressional (foreland) phase characterized by a paleocurrents reversal and dominance of arc/foldbelt-derived material.

INTRODUCCION

El análisis composicional de areniscas ha sido utilizado desde el trabajo pionero de Dickinson & Suczek (1979) como una herramienta importante para caracterizar el contexto paleotectónico de las áreas de aporte y por ende el marco tectónico de la cuenca depositacional adyacente. Este nuevo enfoque ha permitido relacionar diferentes asociaciones composicionales (o petrofacies) con marcos paleotectónicos específicos. La combinación de esta metodología y del análisis de paleocorrientes permite una mejor definición en la ubicación, tipo litológico y características geotectónicas de las áreas de aporte.

Tal análisis puede contribuir en áreas donde otro tipo de evidencia no está disponible. Un ejemplo de lo anterior es la caracterización paleotectónica de la sedimentación neopaleozoica (Grupo Pillahuincó, Harrington, 1947) en la cuenca de Sauce Grande (Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires, Fig. 1) y su deformación. La Formación Tunas, de edad pérmica temprana tardía a tardía, es la unidad crucial en el debate sobre el significado paleotectónico de la faja plegada y corrida de las Sierras Australes. Ramos (1984) considera que tal deformación es el producto de la colisión entre la placa patagónica y el continente sudamericano hacia fines del Paleozoico. Otros autores (Forsythe, 1982; Uliana & Biddle, 1987; Cingolani et al., 1991; López Gamundi et al., 1994) prefieren caracterizar al sistema de Ventana como una faja plegada y corrida derivada de la deformación a lo largo del margen gondwánico sin invocar colisión entre continentes.

Es por ello que se ha creído necesario analizar los depósitos de la Formación Tunas con el objeto de caracterizar el contexto paleotectónico de sus áreas de aporte. Las contribuciones más significativas a la petrografía y caracterización de las áreas de aporte para esta unidad han sido los recientes trabajos de Andreis & Cladera (1992a,b) y López Gamundi et al. (1995). Datos composicionales,

litofaciales y de paleocorrientes de las formaciones restantes del Grupo Pillahuincó (formaciones Sauce Grande, Piedra Azul y Bonete) han sido también incluidos en esta contribución con el objeto de brindar un panorama más integrado de la evolución de la sedimentación neopaleozoica en la cuenca de Sauce Grande. Por último, se ha creído necesario comparar los resultados aquí brindados con la información disponible para otras cuencas desarrolladas a lo largo del margen paleo-Pacífico del Gondwana.

METODOLOGIA UTILIZADA

Para llevar a cabo el análisis composicional de la fracción arena presentado en esta contribución se ha utilizado el método de conteo Gazzi-Dickinson (Ingersoll et al., 1984) orientado hacia la discriminación de áreas de proveniencia. Las distintas asociaciones composicionales (definidas por sus modas detríticas principales) fueron agrupadas en petrofacies. Tanto los nuevos datos composicionales aportados en este trabajo como aquellos extraídos de otras fuentes corresponden a escala de muestreo de tercer orden derivados de areniscas depositadas por grandes sistemas fluviales o en ambientes marinos (*sampling group IIIa* y *sampling group IIIb* respectivamente, de Ingersoll et al., 1993). Ambos grupos son considerados como óptimos para caracterizar ambientes tectónicos, ya que los modelos de petrofacies para discriminación de marcos tectónicos (Cf. Dickinson & Suczek, 1979; Dickinson et al., 1983; Dickinson, 1988) han sido derivados de similares ambientes depositacionales. A su vez, esta escala de muestreo es la óptima en casos de áreas de proveniencia con litologías diversas (Ingersoll et al., 1993).

CARACTERISTICAS COMPOSICIONALES DEL GRUPO PILLAHUINCO

Desde el punto de vista composicional, la fracción arena de las formaciones Sauce Grande, Piedra Azul y Bonete corresponden a una misma petrofacies, caracterizada por abundancia de cuarzo (Q) y feldespato (F). La composición media para la fracción arena de la Formación Sauce Grande, a partir de los datos brindados por Andreis & Cladera (1992a), es $Q = 69 \pm 9,5\%$, $F = 26 \pm 8\%$ y $L = 5 \pm 4,3\%$. Esta composición es similar a la obtenida para treinta muestras de las formaciones Piedra Azul y Bonete ($Q = 70 \pm 9,4\%$, $F = 24 \pm 5\%$, $L = 5 \pm 6\%$) por los mismos autores. La fracción grava de las diamictitas de la Formación Sauce Grande presentan una composición dominada por clastos de cuarcita (53%) con contribuciones subordinadas de granito (19%) y cuarzo de vena (8%) (Coates, 1969). Proporciones menores de rocas

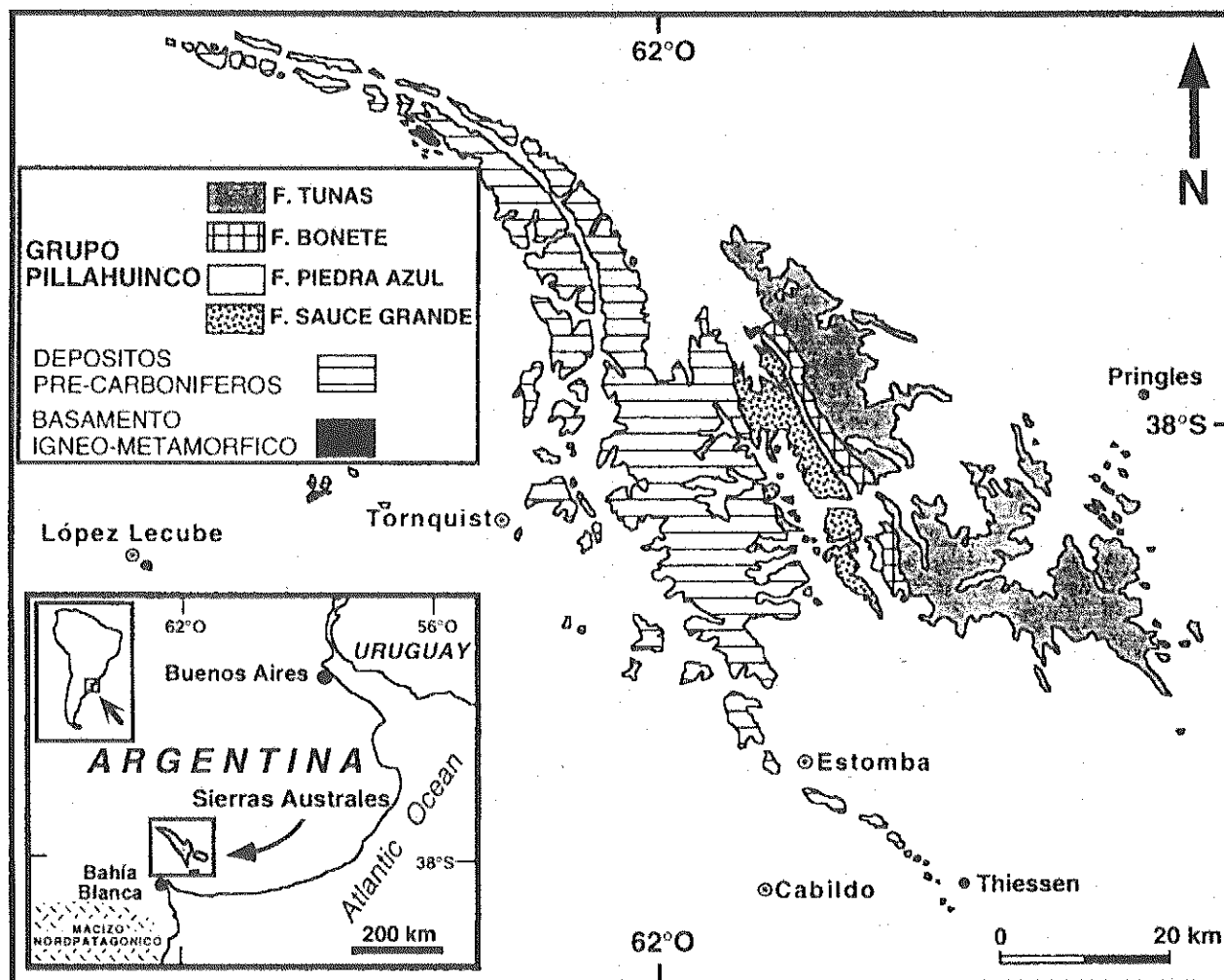


Figura 1. Mapa generalizado de la faja plegada de Ventana (Sierras Australes). Adaptado de Suero (1972).
Figure 1. Generalized geological map of the Ventana (Sierras Australes) foldbelt. Adapted from Suero (1972).

volcánicas, metamórficas y otras variedades sedimentarias (areniscas feldespáticas, calizas y ftanitas) han sido identificadas (Riggi, 1935; Andreis, 1965; Coates, 1969).

Las características composicionales de la fracción arena de la Formación Tunas, por el contrario, muestran una clara disminución del contenido de cuarzo en detrimento de una mayor proporción de fragmentos líticos (L). Las areniscas de la formaciones Piedra Azul y Bonete pueden ser clasificadas como arenitas cuarzo-feldespáticas (Folk, 1980) con una composición promedio $Q_{70} F_{24}$ y L_6 . Por otro lado, las muestras de la Formación Tunas son arenitas líticas feldespáticas. La composición media de 16 muestras de la Formación Tunas analizadas es $Q = 46.4 \pm 7.0\%$, $F = 31.5 \pm 4.3\%$, $L = 22.1 \pm 7.4\%$ (López Gamundi et al., 1995), muy similar a la brindada por Andreis & Cladera (1992a) para 17 muestras de la misma unidad ($Q = 55.7 \pm 6.3\%$, $F = 30 \pm 5.3\%$, $L = 14.3 \pm$

5,6%). Clastos de lutitas, pizarras y esquistos predominan dentro de los fragmentos líticos; los clastos volcánicos comprenden riolitas, riodacitas, andesitas y tobas vítreas. Niveles tobáceos interestratificados han sido descriptos en la mitad superior de la Formación Tunas por Iñiguez et al. (1988). Estos autores identificaron una variedad de tamaño arena gruesa compuesta por tobas vítreas e ignimbritas y una variedad fina rica en esmectita, interpretada como producto de alteración de materiales vítreos de origen piroclástico. La presencia de este material dentro de la Formación Tunas sugiere la presencia de un vulcanismo contemporáneo con la sedimentación.

PALEOCORRIENTES

Recientemente, Andreis & Japas (1991) han sinteti-

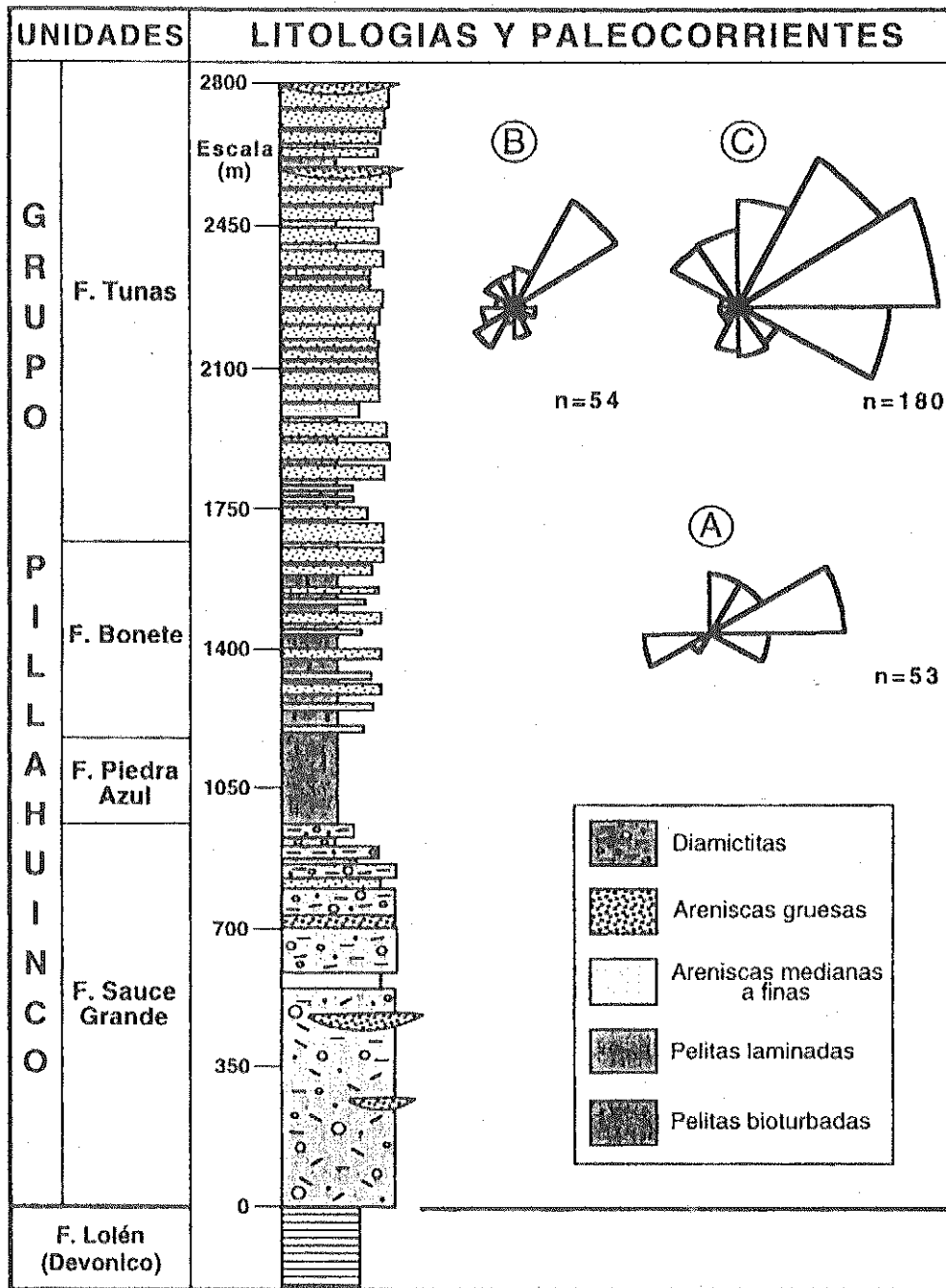


Figura 2. Columna estratigráfica generalizada de la secuencia neopaleozolca de las Sierras Australes. Paleocorrientes A (Formación Bonete) y B (Formación Tunas): Andreis & Japas (1991), C (Formación Tunas): López Gamundi et al. (1994).

Figure 2. Generalized stratigraphic column of the Late Paleozoic section in the Sierras Australes. Paleocurrents A (Bonete Formation) and B (Tunas Formation) from Andreis & Japas (1991); paleocurrents C from López Gamundi et al. (1994).

zado la información de paleocorrientes para las formaciones Bonete y Tunas. Si bien escasas, las paleocorrientes medidas en las Formaciones Sauce Grande, Piedra Azul y Bonete están caracterizadas por una distribución ENE-OSO bimodal (bipolar). En el caso de la Formación Bonete, las mediciones corresponden a óndulas de oscilación y estratificación entrecruzada y son interpretadas como el produc-

to de acción de olas. Las paleocorrientes en la Formación Tunas muestran una marcada tendencia a una distribución unimodal hacia el NE.

Información adicional confirma el mismo patrón de paleocorrientes. Tanto López Gamundi et al. (1994) como Jagoe (1986) brindan semejantes resultados. En particular los datos provistos por López Gamundi et al. (1994) son

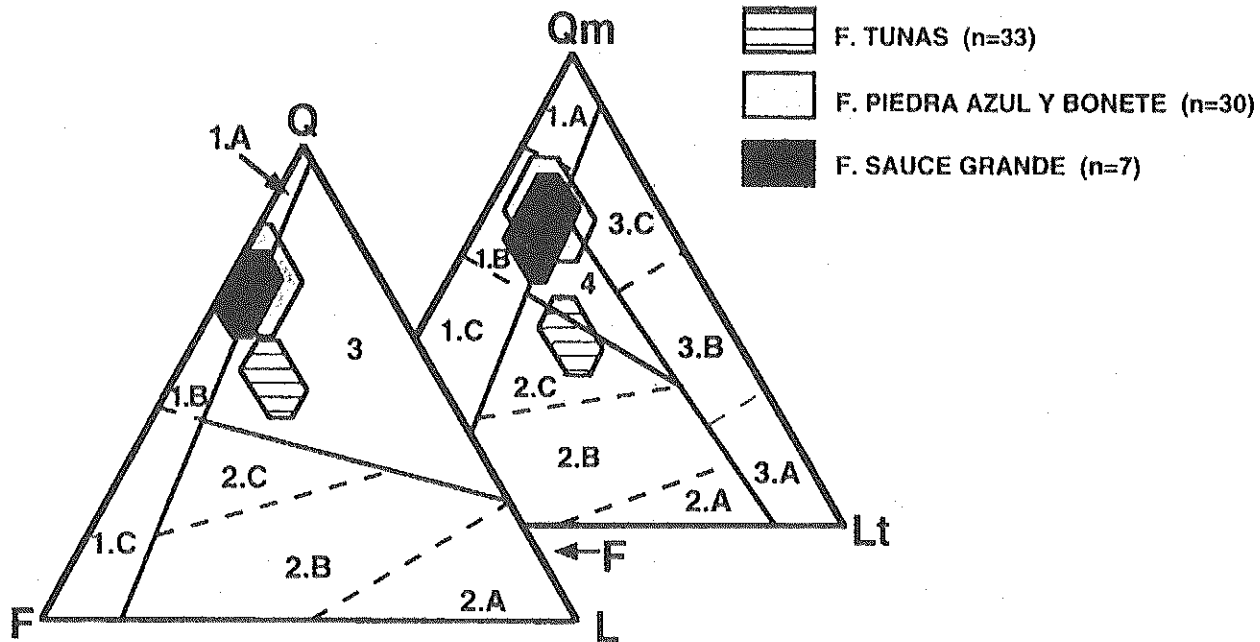


Figura 3. Caracterización de las petrofacies definidas en el Grupo Pillahuincó en triangulos de proveniencia de Dickinson et al. (1985). Datos para las Formaciones Sauce Grande y Bonete provienen de Andreis et al. (1989) y Andreis & Japas (1991). Las muestras de la Formación Tunas corresponden a datos brindados por Cladera & Andreis (1992a) (n=17) y López Gamundi et al. (1995) (n=16); ambos grupos de datos fueron promediados. Principales campos de proveniencia y subdivisiones: 1, bloques continentales, 1A, cratón interior, 1B, continental transicional, 1C, basamento elevado; 2, arco magmático, 2A, sin disección, 2B, transicional, 2C, disectado; 3, orógeno reciclado, 3a, lítico, 3B, transicional, 3C, cuarzooso; 4, mixto.

Figure 3. Petrofacies of the Pillahuincó Group plotted in Dickinson et al. s (1983) provenance triangles. Data for the Sauce Grande and Bonete Formations from Andreis et al. (1989) and Andreis & Japas (1991); for the Tunas Formation (n=33) from Cladera & Andreis (1992a) and López Gamundi et al. (1995). Both data sets were averaged due to their similar mean values. Main provenance fields and subdivisions are as follows: 1, continental block; 1A, craton interior; 1B, transitional continental; 1C, basement uplift; 2, magmatic arc; 2A, undissected; 2B, transitional; 2C, dissected; 3, recycled orogen; 3A, lithic; 3B, transitional; 3C, quartzose; 4, mixed.

particularmente significativos por su considerable número (n=180), mayor a todas las mediciones realizadas previamente. En la figura 2 se han graficado las paleocorrientes generadas por estructuras de estratificación entrecruzada para las Formaciones Bonete y Tunas derivadas de las principales fuentes de información (Andreis et al., 1979; López Gamundi et al., 1994).

EVOLUCION

La evolución composicional del Grupo Pillahuincó sugiere que durante la sedimentación de las Formaciones Sauce Grande, Piedra Azul y Bonete el aporte de áreas de basamento, en forma directa y a través de material reciclado cuarcítico, fue importante. Esto queda evidenciado por la riqueza de cuarzo. Si bien las paleocorrientes no son claramente diagnósticas con respecto a la ubicación de estas áreas de aporte, las mismas corresponderían a la región ubicada hacia el NE de la cuenca en la región de Tandil. Algunos autores (Andreis & Japas, 1991; Andreis & Cladera, 1992b) no descartan el aporte de rocas de

basamento patagónico ubicadas al SO.

La composición de las areniscas de la Formación Tunas, sumada a un claro predominio de las paleocorrientes provenientes del SO, indica una clara diferenciación con respecto a las unidades subyacentes.

Desde el punto de vista paleoambiental, es clara la transición de ambientes marinos de plataforma externa (generalmente por debajo de la acción efectiva de olas en la mitad inferior de la Formación Piedra Azul y con clara influencia de retrabajo por olas en la mitad superior de la Formación Piedra Azul y en la Formación Bonete) a ambientes de plataforma interna a deltaico (Cf. Andreis & Japas, 1991). La distribución bimodal bipolar de las paleocorrientes sugiere además sedimentación en zonas de *inshore-shoreline*. Esta transición está representada por una secuencia claramente granocreciente que sugiere la progradación hacia el NE durante el tiempo de sedimentación de la Formación Tunas.

La comparación de la petrofacies cuarzo-feldspática de la asociación Sauce Grande-Piedra Azul-Bonete (SG-PA-B) y de la petrofacies lítica de la Formación Tunas (T) en los diagramas de Dickinson et al. (1983) sugiere que las

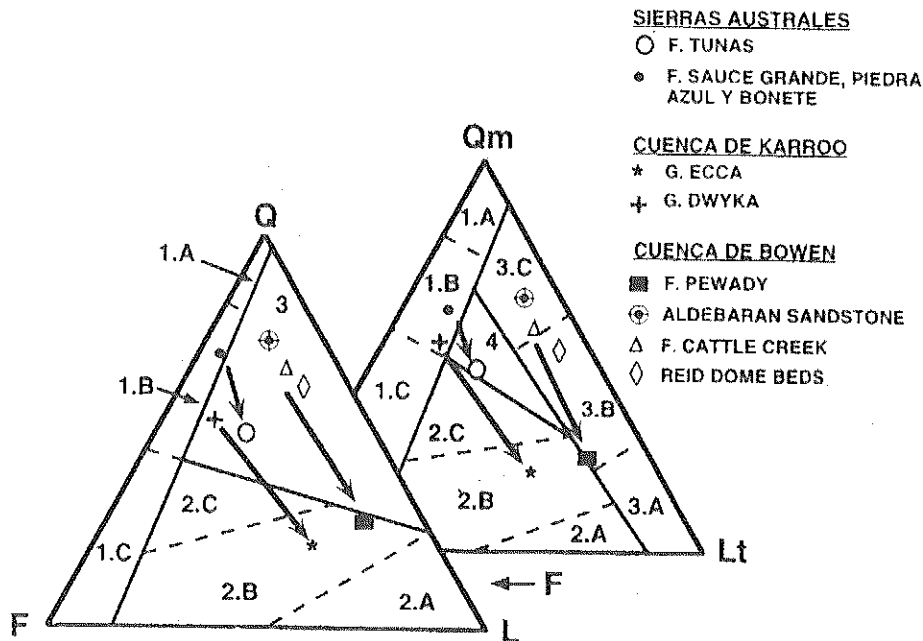


Figura 4. Evolución temporal de la composición de areniscas de la cuencas de Sauce Grande (Grupo Pillahuincó), Karoo (Grupos Dwyka y Eccla) y Bowen durante el Pérmico. Datos para la cuenca de Sauce Grande compilados de Andreis & Cladera (1992a) y López Gamundi et al. (1994). Modas detríticas para la cuenca de Karoo tomadas de Johnson (1991). Las Formaciones Reid Dome Redbeds, Cattle Creek y Aldebaran Sandstone de la cuenca de Bowen (Australia oriental) corresponden a la fase extensional seguida por una fase compresiva hacia el Pérmico Tardío, representada por la Formación Pewady (datos compilados en Baker et al., 1993).

Figure 4. Compositional evolution of Permian sandstones of the Sauce Grande (Pillahuincó Group), Karoo (Dwyka and Eccla Groups) and Bowen basins. Data for the Sauce Grande basin deposits compiled from Andreis & Cladera (1992a) and López Gamundi et al. (1994); detrital modes for the Karoo basin deposits from Johnson (1991). The Reid Dome Redbeds, Cattle Creek Formation and Alderaban Sandstone in the Bowen basin (eastern Australia) were deposited during the initial extensional (sag) phase later followed by a Late Permian compression, coeval with the Pewady Formation deposits (data compiled in Baker et al., 1993).

áreas de aporte para la primera tuvieron características de bloques continentales transicionales entre basamento elevado y cratón interior (Fig. 4) mientras que la petrofacies lítica es transicional entre los áreas típicas de orógeno reciclado y arco magmático (Fig. 4). Una similar variación composicional ha sido identificada en la Formación Carapacha, aflorante al oeste de las Sierras Australes (Melchor, 1994). Areniscas de esta unidad, de edad pérmica temprana a pérmica tardía temprana, muestran una transición, de base a techo, de modas detríticas dominadas por Q derivadas de bloques continentales a otras ricas en fragmentos líticos de origen volcánico mayormente riolítico con cantidades subordinadas de fragmentos basálticos (Melchor, 1994). Esta última petrofacies ha sido interpretada como derivada de un arco magmático dentro de los campos transicional a disectado de Dickinson et al. (1983).

SISTEMA DE VENTANA: OROGENO DE COLISION?

La sedimentación sintectónica de la Formación Tunas representa un estadio particular en la historia de una cuenca de antepaís. Corresponde a la fase donde el aporte

sedimentario predomina sobre la subsidencia (*overfilled stage*), generalmente contemporánea con las fases finales de deformación del frente orogénico. Esta evolución es típica en cuencas de antepaís (Covey, 1986; Ricci Luchi, 1986; King, 1994). Paleocorrientes en este estadio evolutivo son derivadas del frente orogénico y, en zonas próximas a éste, orientadas perpendiculares al mismo. La sedimentación de la Formación Tunas fue contemporánea con vulcanismo (Iñiguez et al., 1988) y deformación en el frente orogénico. Evidencia de lo último es la presencia de pliegues de crecimiento en los afloramientos de la misma unidad (Cobbold et al., 1991). Por el contrario, la fase inicial de sedimentación del Grupo Pillahuincó puede asignarse a un periodo de predominio de la subsidencia sobre el aporte sedimentario (*underfilled stage*) característico de la fase temprana del relleno de una cuenca de antepaís, durante la cual el aporte desde el flanco cratónico es predominante.

Sin embargo, ninguno de los datos aportados hasta la fecha permite establecer claramente si el Sistema de Ventana funcionó en el Paleozoico Tardío como un orógeno de colisión continente-continente o como un orógeno adyacente a un arco magmático desarrollado a lo largo de un margen continental. Las características composicionales de

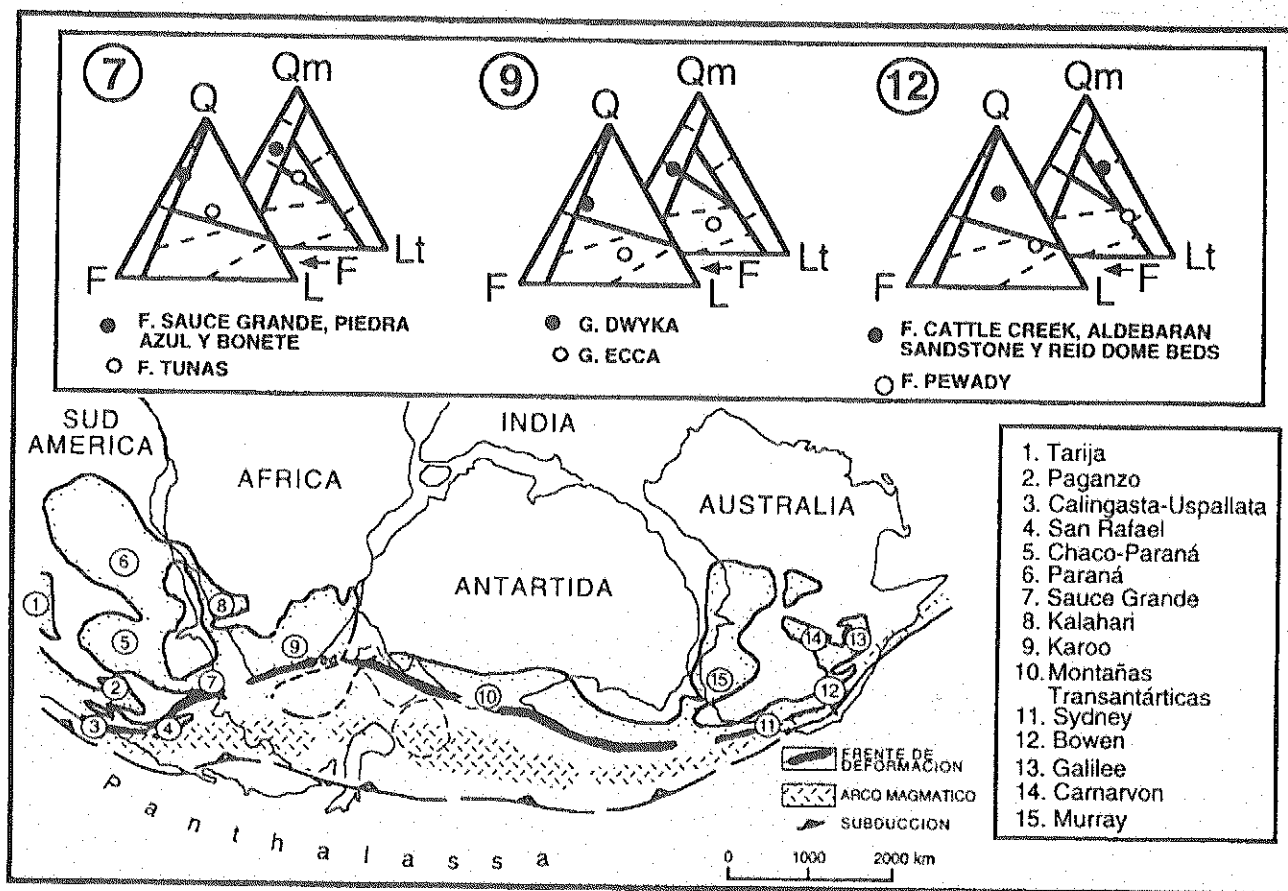


Figura 5. Paleogeografía generalizada y contexto geotectónico del margen gondwánico durante el Pérmico (modificado de Veevers et al., 1994). Nótese la evolución composicional similar de las modas detríticas de las cuencas ubicadas a lo largo del margen ejemplificada para las cuencas Sauce Grande, Karoo y Bowen. Ver texto para más detalles.

Figure 5. Generalized paleogeography and tectonic setting of the Gondwanan (Panthalassan) margin during the Permian (after Veevers et al., 1994). Note parallel compositional evolution of detrital modes from basins along the margin as exemplified for the Sauce Grande, Karoo and Bowen basins. See text for further details.

las areniscas no aportan evidencias concluyentes al respecto, un resultado negativo relativamente frecuente en cuencas de antepaís (Cf. Schwab, 1986). La discriminación a través de la metodología a partir de fragmentos líticos (Valloni, 1985) no ha aportado una clara distinción cuando fue aplicada, exhibiendo una gran dispersión en las muestras analizadas (Cf. Andreis & Cladera, 1992b, Fig. 4). Una ausencia notable, si bien volumétricamente menor en los casos en donde están presentes, en la fracción arena de la Formación Tunas es la de fragmentos líticos característicos de zonas de sutura (ofiolitas, basaltos, serpentinitas, cherts), generalmente involucrados en petrofacies de orógenos de colisión (Bossart & Ottiger, 1989; Critelli & Garzanti, 1994). En este tipo de contexto geotectónico, tales fragmentos líticos son diagnósticos de petrofacies de orógeno reciclado en cuencas de antepaís y cuencas *piggy-back* asociadas (Critelli & Garzanti, 1994).

Independientemente, recientes resultados paleomagnéticos (Rapalini et al., 1995) demuestran la autoctonía de

Patagonia durante el Paleozoico Tardío. Información de dataciones radimétricas (Cingolani et al., 1991) y reconstrucciones paleogeográficas y paleoclimáticas (López Gamundi et al., 1993; 1994) son coincidentes en proponer la presencia de un ancho arco magmático ubicado al SO del sistema de Ventana. La fase de levantamiento y vulcanismo contemporánea con la sedimentación de la Formación Tunas explicaría la invasión de material desde el SO.

LA SECUENCIA NEOPALEOZOICA DE SIERRAS AUSTRALES Y SU CONTEXTO GONDWANICO

Las sedimentitas del Grupo Pillahuincó muestran una evolución paleoambiental, de paleocorrientes y composicional característica de las cuencas de antepaís ubicadas a lo largo margen gondwánico hacia el fin del Paleozoico. Cambios de paleocorrientes asociados a influjos de ma-

terial detrítico desde el flanco orogénico asociados con la actividad tectono-magmática del margen gondwánico han sido reconocidos en diversos sectores del supercontinente. Tal evolución está presente, por ejemplo, en la cuenca de Karoo en Sudáfrica. La sección basal (Grupo Dwyka) de la sedimentación neopaleozoica está caracterizada composicionalmente por altos contenidos de Q, predominio de K sobre P (Johnson, 1991) y paleocorrientes que permiten inferir áreas de aporte en las zonas cratónicas ubicadas al N y O de la cuenca (Visser, 1987). Las unidades suprayacentes (Grupo Eccá), derivadas del flanco orogénico de la cuenca (*Cape foldbelt*), muestran una notable disminución de Q, un gran aumento en los fragmentos líticos y predominio de P sobre K (Johnson, 1991). La evolución paleotectónica paralela de las cuencas de Sauce Grande y Karoo es más evidente cuando las modas detríticas de los depósitos neopaleozoicos son comparadas en los diagramas discriminantes de Dickinson et al. (1983) (Fig. 4).

Similares cambios relacionados con la evolución de una fase extensional (*sag*) en las cuencas de retroarco a una fase compresiva típica de cuenca de antepaís se extendieron a lo largo del margen continental gondwánico durante el Pérmico (Fig. 5). Drásticos cambios de dirección de paleocorrientes y de composición han sido detectados también en la secuencia pérmica de Antártida occidental (Barrett et al., 1986). La reversión de paleocorrientes y el cambio de petrofacies cuarzo-feldespática de origen cratónico a otra caracterizada por fragmentos líticos predominantemente volcánicos dentro de la Formación Buckley y unidades equivalentes han sido interpretados como el resultado de la invasión de material derivado del arco magmático dentro de la cuenca de antepaís (Collinson et al., 1983; 1992).

En la cuenca de Bowen (Australia oriental, Fig. 5), la fase extensional inicial (Pérmico Temprano - Pérmico Tardío temprano) está caracterizada por petrofacies dominantes ricas en cuarzo y derivados del cratón. Hacia el final del Pérmico Tardío vulcanismo de arco y compresión asociada a lo largo del flanco orogénico de la cuenca (Briggs, 1993) provocó un drástico cambio composicional con petrofacies ricas en fragmentos líticos volcánicos provenientes del arco (Baker et al., 1993; Ahmad et al., 1994). Tal evolución composicional es marcadamente similar a la encontrada en el Grupo Pillahuincó (Fig. 5), sugiriendo una evolución común, si bien diacrónica, para las cuencas de antepaís ubicadas a lo largo del margen gondwánico (López Gamundi et al., 1993).

Agradecimientos. El autor desea agradecer a los árbitros, Doctores Renato R. Andreis, Carlos O. Limarino y Marcelo Manassero por sus valiosas sugerencias que ayudaron a mejorar el trabajo. Los fondos y medios necesarios para realizar este trabajo fueron provistos por el Consejo Nacional de Inves-

tigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Macquarie (Australia) y Texaco Inc.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AHMAD, R., J. C. TIPPER & R. A. EGGLETON, 1994. Compositional trends in the Permian sandstones from the Denison Trough, Bowen Basin, Queensland, reflect changing provenance and tectonics. *Sedimentary Geology* 89: 197-217.
- ANDREIS, R. R., 1965. Petrografía de las sedimentitas pesifíticas paleozoicas de las Sierras Australes bonaerenses. *Comisión de Investigaciones Científicas, Anales*, 6: 9-63. La Plata.
- ANDREIS, R. R. & G. CLADERA, 1992a. Las epiclastitas pérmicas de la cuenca Sauce Grande (Sierras Australes, Buenos Aires, Argentina). Parte I: composición y procedencia de detritos. *IV Reunión Argentina de Sedimentología, Actas I*: 127-134. La Plata.
- ANDREIS, R. R. & G. CLADERA, 1992b. Las epiclastitas pérmicas de la cuenca Sauce Grande (Sierras Australes, Buenos Aires). Parte II. Emplazamiento geotectónico de las áreas de aporte. *IV Reunión Argentina de Sedimentología, Actas I*: 135-142. La Plata.
- ANDREIS, R. R., L. L. LLUCH & A. M. INIGUEZ, 1979. Paleocorrientes y paleoambientes de las Formaciones Bonete y Tunas, Sierras Australes, provincia de Buenos Aires. *VI Congreso Geológico Argentino, Actas 2*: 207-224. Bahía Blanca.
- ANDREIS, R. R. & S. JAPAS, 1991. Cuenca de Sauce Grande y Colorado. *12th International Congress on Stratigraphy and Geology of the Carboniferous and Permian*. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba (pre-print) 45-65.
- BAKER, J. C., C. R. FIELDING, P. DE CARITAT & M. M. WILKINSON, 1993. Permian evolution of sandstone composition in a complex back-arc extensional to foreland basin: the Bowen Basin, eastern Australia. *Journal of Sedimentary Petrology* 63: 881-893.
- BARRETT, P. J., D. H. ELLIOT & J. F. LINDSAY, 1986. The Beacon Supergroup (Devonian-Triassic) and Ferrar Group (Jurassic) in the Beardmore Glacier area, Antarctica. En M. D. Turner & J. F. Spletstoesser (Eds.), *Geology of the central Transantarctic Mountains, Antarctic Research Series*, American Geophysical Union, Washington D. C. 36: 339-428.
- BOSSART, P. & R. OTTIGER, 1989. Rocks of the Murree Formation in Northern Pakistan: indicators of a descending foreland basin of late Paleocene to middle Eocene age. *Eclogae Geologicae Helvetica* 82: 133-165.
- BRIGGS, D. J. C., 1993. Time control in the Permian of the Sidney-Bowen Basin and the New England Orogen. En R. H. Findlay, R. Unrug, M.R. Banks & J. J. Veevers (Eds.), *Gondwana Eight*, A. A. Balkema, Rotterdam: 371-384.
- CINGOLANI, C., L. DALLA SALDA, F. HERVE, F. MUNIZAGA, R. J. PANKHURST, M. A. PARADA & C. W. RAPELA, 1991. The magmatic evolution of northern Patagonia: New impressions of pre-Andean and Andean tectonics. En R. S. Harmon & C. W. Rapela, (Eds.), *Andean magmatism and its tectonic setting*, Geological Society of America, Special Paper 265: 29-43.
- COATES, D. A., 1969. Stratigraphy and sedimentation of the Sauce Grande Formation, Sierra de la Ventana, Southern Buenos

Modos detríticos del Grupo Pillahuincó, Sierras Australes de la pcia de Bs. As.: su significado geotectónico.

- Aires Province, Argentina. En A. J. Amos (Ed.), *Gondwana Stratigraphy*, Unesco, Paris, 799-816.
- COBBOLD, P. R., D. GAPAIS & E. A. ROSSELLO, 1991. Partitioning of transpressive motions within a sigmoidal foldbelt: the Variscan Sierras Australes, Argentina. *Journal of Structural Geology* 13, 743-758.
- COLLINSON, J. W.; D. C. PENNINGTON & N. R. KEMP, 1983. Sedimentary petrology of Permian-Triassic fluvial rocks in Allan Hills, central Victoria Land. *Antarctic Journal of the United States* 18: 20-22.
- COLLINSON, J. W.; C. L. VAVRA & J. M. ZAWISKIE, 1992. Sedimentology of the Polarstar Formation (Permian), Ellsworth Mountains, West Antarctica. En G.F. Webers, C. Craddock & J. F. Splettsstoesser (Eds.), *Geology and Paleontology of the Ellsworth Mountains, West Antarctica*, Geological Society of America Memoir 170: 63-79.
- COVEY, M., 1986. The evolution of foreland basins to a steady state: evidence from the western Taiwan foreland basin. En P. A. Allen & P. Homewood (Eds.), *Foreland Basins*, International Association of Sedimentologists Special Publication 8: 77-90.
- CRITELLI, S. & E. GARZANTI, 1994. Provenance of the Lower Tertiary Murree redbeds (Hazara-Kashmir Syntaxis, Pakistan) and initial rising of the Himalayas. *Sedimentary Geology* 89: 265-284.
- DICKINSON, W. R., 1988. Provenance and sediment dispersal in relation to paleotectonics and paleogeography of sedimentary basins. En K. L. Kleinspehn & C. Paola (Eds.), *New Perspectives in Basin Analysis*, Springer-Verlag, New York: 3-25.
- DICKINSON, W. R., S. BEARD, F. BRAKENBRIDGE, J. ERJAVEC, R. FERGUSON, K. INMAN, R. KNEPP, F. LINDBERG & P. RYBERG, 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. *Geological Society of America Bulletin* 64: 222-235.
- DICKINSON, W. R. & C. SUCZEK, 1979. Plate tectonics and sandstone composition. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 63: 2164-2182.
- FOLK, R. L., 1980. Petrology of sedimentary rocks. *Hemphill Publishing Company*, Austin, 182 pp.
- FORSYTHE, R., 1982. The Late Paleozoic to Early Mesozoic evolution of southern South America: a plate tectonic interpretation. *Journal Geological Society London* 139: 671-682.
- HARRINGTON, H. J., 1947. Explicación de las Hojas 33m y 34m, Sierras de Curamalal y de la Ventana, provincia de Buenos Aires. *Boletín Dirección Nacional de Geología y Minería* 61. Buenos Aires.
- INGERSOLL, R. V., T. F. BULLARD, R. L. FORD, J. P. GRIMM, J. D. PICKLE & S.W. SARES, 1984. The effect of grain size on the detrital modes: a test of the Gazzi-Dickinson point-counting method. *Journal of Sedimentary Petrology* 54: 103-116.
- INGERSOLL, R. V., A. G. KRETCHMER & P. E. VALLES, 1993. The effect of sampling scale on actualistic sandstone petrofacies. *Sedimentology* 40: 937-953.
- IÑIGUEZ A. M., R. R. ANDREIS & P. E. ZALBA, 1988. Eventos piroclásticos en la Formación Tunas (Pérmico), Sierras Australes, provincia de Buenos Aires, República Argentina. *II Jornadas Geológicas Bonaerenses, Actas*: 383-395. Bahía Blanca.
- JAGOE, J. A., 1986. Geología de la cantera Las Mostazas. Sierra de Pillahuincó, provincia de Buenos Aires. *Trabajo Final de Licenciatura, Universidad de Buenos Aires*. 30 pp.
- JOHNSON, M. R., 1991. Sandstone petrography, provenance and plate tectonic setting in Gondwana context of the southeastern Cape-Karoo Basin. *South African Journal of Geology* 94: 137-154.
- KING, L. M., 1994. Turbidite to storm transition in a migrating foreland basin: the Kendal Group (Upper Silurian), northwest England. *Geological Magazine* 131: 255-267.
- LOPEZ GAMUNDI, O. R., CONAGHAN, P. C., E. A. ROSSELLO & P. R. COBBOLD, 1995. The Tunas Formation (Permian) in the Sierras Australes Foldbelt, East Central Argentina: evidence for syntectonic sedimentation in a foreland basin. *Journal of South American Earth Sciences* 8: 129-142.
- LOPEZ GAMUNDI, O. R., I. S. ESPEJO, P. J. CONAGHAN, & C. McA. POWELL, 1994. Southern South America. In: J. J. Veevers & C. McA. Powell (Eds.), *Permian-Triassic Basins and Foldbelts Along the Panthalassan Margin of Gondwanaland*. Geological Society of America Memoir 184: 281-330.
- LOPEZ GAMUNDI, O. R., J. J. VEEVERS, C. Mc A. POWELL, J. W. COLLINSON, D. I. COLE & E. A. ROSSELLO, 1993. Carboniferous to Triassic basins behind the Panthalassan margin: A perspective from southwestern Gondwanaland. Proyecto Pangea y Glopals, *Encuentro Anual de Grupos Argentinos de Trabajo, Comunicaciones*: 28-31. San Juan.
- MELCHOR, R. N., 1994. Permian paleogeography and tectonics of SW Gondwanaland: some insights from sandstone provenance studies of Late Paleozoic basins. *EOS, American Geophysical Union Fall Meeting, Abstracts*, p. 577.
- RAMOS, V.A., 1984. Patagonia: un continente a la deriva?. *IX Congreso Geológico Argentino, Actas* 2:311-328. San Carlos de Bariloche.
- RAPALLINI, A. E., J. F. VILAS, D. H. TARLING, P. TURNER, & S. FLINT, 1995. Paleomagnetism of the Carboniferous Tepuel Group, Central Patagonia. *Tectonics* 13: 1277-1294.
- RICCI LUCHI, F., 1986. The Oligocene to Recent foreland basins of the northern Apennines. En P. A. Allen & P. Homewood (Eds.), *Foreland Basins*. International Association of Sedimentologists Special Publication 8: 105-140.
- RIGGI, A. E., 1935. Geología de la sierra de las Tunas y sus relaciones con las demás sierras australes de la provincia de Buenos Aires. *Anales Museo Argentino de Historia Natural* 38, Geol., 26: 313-332. Buenos Aires.
- SCHWAB, F. L., 1986. Sedimentary "signatures" of foreland basin assemblages: real or counterfeit?. En P. A. Allen & P. Homewood (Eds.), *Foreland Basins*. International Association of Sedimentologists Special Publication 8: 395-410.
- SUERO, T., 1972. Compilación geológica de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires. *LEMIT, Anales* 3: 135-147. La Plata.
- ULIANA, M. & BIDDLE, K., 1988. Mesozoic-Cenozoic Paleogeographic and Geodynamic Evolution of Southern South America. *Revista Brasileira de Geociencias* 18: 172-190.
- VALLONI, R., 1985. Reading provenance from modern marine sands. En G. G. Zuffa (Ed.), *Provenance of Arenites*. NATO ASI Series C, 148: 309-332.

Oscar R. LOPEZ GAMUNDI

VEEVERS, J. J., C. McA. POWELL, J. W. COLLINSON & O. R. LOPEZ GAMUNDI, 1994. Synthesis. En J. J. Veevers & C. McA. Powell (Eds.), *Permian-Triassic Basins and Foldbelts Along the Panthalassan Margin of Gondwanaland*. Geological Society of America Memoir 184: 331-354.

VISSER, J. N. J., 1987. The palaeogeography of part of southwestern Gondwana during the Permo-Carboniferous glaciation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 70: 377-391.

Dr. Oscar R. LOPEZ GAMUNDI
TEXACO Inc.
International Exploration Division
4800 Fournace Place.
BELLAIRE
Texas 77401-2324 USA
Teléfono: 1-713-4323011
FAX: 1-713-661-7463

Recibido: 21 de junio de 1995.
Aceptado: 30 de agosto de 1996.