

La cuenca cámbrica del Grupo Mesón en el Noroeste Argentino: desarrollo estratigráfico y paleogeográfico

The Cambrian Mesón Group basin (NW Argentina): stratigraphic and paleogeographic development

M. C. SÁNCHEZ⁽¹⁾ y J. A. SALFITY⁽²⁾

(1) Universidad Nacional de Salta, c/ Buenos Aires 177, A-4400 Salta, Argentina. msanchez@unsa.edu.ar

(2) CONICET-Universidad Nacional de Salta, c/ Buenos Aires 177, A-4400 Salta, Argentina. salfity@impsat1.com.ar

RESUMEN

Los depósitos siliciclásticos del Grupo Mesón (Cámbrico) constituyen el primer antecedente de las intrusiones marinas paleozoicas desarrolladas en el noroeste argentino.

La distribución actual de estos depósitos está restringida al ámbito de la Cordillera Oriental argentina. La sedimentación habría ocurrido en una cuenca intracratónica angosta y elongada en sentido Norte-Sur.

El Grupo Mesón yace sobre la Formación Puncoviscana e intrusivos asociados (Proterozoico Superior- Eocámbrico) en relación de discordancia angular, y son cubiertos, tanto por el Grupo Santa Victoria y equivalentes (Ordovícico Inferior) como por el Grupo Salta (Cretácico-Eoceno) a través de una discordancia erosiva.

El Grupo Mesón está integrado por tres formaciones: Lizoite (inferior), Campanario (media) y Chalhualmayoc (superior). La sedimentación habría ocurrido en una plataforma marina somera dominada por corrientes de mareas con algunos eventos de tormenta.

Palabras clave: Cámbrico. Grupo Mesón. Estratigrafía. Paleogeografía. Noroeste argentino.

ABSTRACT

The siliciclastic sediments of the Mesón Group represent the Cambrian of the NW Argentina; it is the initial stage of the Paleozoic marine transgressions that had place in the Central Andes.

During the Middle-Upper Cambrian, in the northwest Argentine an intracratonic basin developed between the Arequipa-Antofalla craton, to the east, and Terreno Pampeano, to the west, in the present Eastern Cordillera.

The Mesón Group is constituted by three formations: Lizoite (lower), Campanario (middle) and Chalhualmayoc (upper). The Mesón Group overlies the Puncoviscana Formation and granitic rocks (Late Proterozoic - Early Cambrian) with a marked unconformity, and the Cambrian is followed, through an discontinuity, by the overlying fossiliferous Lower Ordovician strata or by the Cretaceous Salta Group in some places of the quebrada of Humahuaca area.

The facies association reveals a shallow marine depositional environment with strong evidence for tide-influenced sedimentation for the Mesón Group, reflected in the type of bedding structures and palaeocurrent orientation.

Keywords: Cambrian. Mesón Group. Paleogeography. NW Argentina.

EXTENDED ABSTRACT

The siliciclastic sediments of the Mesón Group represent the Cambrian of the NW Argentine; it is the initial stage of the Paleozoic marine incursions that occurred in the Central Andes.

During the Middle-Upper Cambrian in the northwest Argentine an intracratonic basin developed between the Arequipa-Antofalla craton, to the east, and Terreno Pampeano, to the west. The Mesón Group overlies the Puncoviscana Formation and granitic rocks (Late Proterozoic - Early Cambrian) with a remarkable unconformity, and the Cambrian is followed, with discontinuity, by the overlying fossiliferous Lower Ordovician strata.

The outcrops of the Cambrian Mesón Group are visible in the Cordillera Oriental of NW Argentina and they extended into southern Bolivia; they crop out between the Oclóyic front to the east, Punic front, to the west, and the El Toro fault, to the south. The Sierras Subandinas, to the east and the Puna, to the west, bound the Cambrian terrain of the Cordillera Oriental.

The basal relationship is marked by an important high angle unconformity, which separates the Puncoviscana Formation and its plutons from the basal conglomerate of the Mesón Group. The Lower Ordovician Santa Victoria Group overlaps the Cambrian Mesón Group. The Santa Victoria Group lies on different formations of the Mesón Group without evident angularity through a well-defined erosional surface.

The Mesón Group is the record of a sedimentary cycle defined by a transgressive episode followed by a regressive one. It is constituted by three formations: Lizoite (lower), Campanario (middle) and Chalhualmayoc (upper). The Campanario Formation had been divided into two Members: Verde (lower) and Morado (upper).

The Lizoite Formation consists of quartzites with a characteristic basal conglomerate. It was deposited in tide-dominated environment such as channel and sub and inter-tidal sand bars. The sedimentary features that indicate sediment deposition by traction currents include cross-stratification characterized by changes in bottom flow direction as indicated bimodal bipolar diagram of orientations.

The Campanario Formation is characterized by alternating medium to fine quartzites and shales (heterolithic sequences) and was deposited in an intertidal flat. Abundant and varied fossil traces are present in this formation; the Skolithos ichnofacies is typical. Burrowing structures, tidal bedding and lenticular bedding are present. Hummocky cross-stratification has been recognized in the Morado Member.

The Chalhualmayoc Formation consists of fine to medium-grained quartzites; this Formation has many features in common with the Lizoite Formation. The depositional environment is interpreted as sub and inter-tidal sand bars.

The isopach map of the Mesón Group has been drawn based on information provided by different papers, and abundant personal data. The illustration shows six depocenters separated by thresholds. In the Santa Victoria depocenter, the Mesón Group has the highest thickness (2.000 m) for the three formations and the basal conglomerates show the maximum clasts size (20-30 cm) recorded in the northernwest Argentina.

INTRODUCCIÓN

El Grupo Mesón (Turner, 1960) de edad cámbrica media-superior representa la ingresión marina más antigua conocida en los Andes Centrales y es el único depósito de esta edad que muestra claramente sus relaciones estratigráficas de base y de techo. Con este Grupo se inicia un prolongado proceso de sedimentación en la región que perduró hasta el final de Paleozoico Inferior.

El Grupo Mesón está integrado por tres Formaciones, de base a techo: Lizoite, Campanario y Chalhualmayoc (Turner, 1960). Sobre la base de las características litológicas y sedimentológicas, en la Formación Campanario se han diferenciado dos miembros, uno inferior Verde y otro superior Morado (Sánchez y Salfity, 1990); ellos fueron informalmente denominados K2 verde y K2 morado por algunos autores (Russo, 1948 y 1954; Nesossi, 1950; Báez, 1950; Moya, 1988). Esta división litoestratigráfica resulta útil y práctica para el análisis sedimentológico y para proponer un modelo paleogeográfico.

El Grupo Mesón está constituido por depósitos de plataforma marina dominada principalmente por corrientes de mareas (Kumpa y Sánchez, 1988; Sánchez, 1994); si bien el depósito se originó bajo condiciones de buen tiempo, frecuentemente la sedimentación fue alterada por olas de tormenta.

Con los trabajos de geología regional llevados a cabo por Keidel (1910) en el noroeste argentino se inicia el estudio sistemático de la secuencia cámbrica argentina (Steinmann y Hoek, 1912; Hausen, 1925; Keidel, 1917). Turner (1960) definió al Grupo Mesón y sus formaciones en la región de Santa Victoria. En los estudios de síntesis sobre los conocimientos del Sistema Cámbrico en América del Sur realizados por Harrington (1956; 1968), Borrillo (1971), Turner (1972; 1979), Cuerda y Furque (1988) y Bordonaro (1992), se destacan rasgos generales del Grupo Mesón.

El presente trabajo constituye una síntesis del estado actual del conocimiento geológico de los depósitos

cámbricos del noroeste argentino desarrollados en la provincia geológica Cordillera Oriental. Se describen las características sedimentológicas, asimismo se analiza el desarrollo estratigráfico y se propone un modelo de evolución paleogeográfica, basados principalmente en datos propios obtenidos durante el desarrollo de tesis doctoral de uno de los autores (Sánchez, 1994) con el complemento de información de terceros.

Distribución de los afloramientos

La distribución de los actuales registros del Grupo Mesón está restringida al ámbito de la Cordillera Oriental argentina y su prolongación en el Sur de Bolivia (Fig. 1). Los afloramientos se desarrollan en una serie de escamas imbricadas limitadas por fallas inversas especialmente buzantes al Oeste, con dirección general submeridiana resultado de la intensa tectónica compresiva que actuó en la Cordillera Oriental y que es responsable del fallamiento del basamento precámbrico y su cobertura.

El borde oriental de la mayor parte de la cuenca actual coincide con el frente Oclóyico oriental (I); más hacia el Este no se conocen afloramientos de esta edad pero es posible que sus registros se prolonguen en el subsuelo de las Sierras Subandinas como ya lo mencionaran otros autores (Baldis et al., 1976; Mingramm et al., 1979; Allmendinger et al., 1983).

El límite occidental actual es impreciso, se desconoce la presencia de afloramientos al Oeste de la línea La Quiaca-Abra Pampa-laguna de Guayatayoc; se considera que el límite está dado por el frente Púnico (II) pero es probable que se ubique más hacia el Oeste, en el subsuelo de la Puna.

El límite Sur de la cuenca actual del Grupo Mesón está dado por el lineamiento de El Toro (III). En el angosto de La Quesera, las areniscas del Ordovícico Inferior traslapan la cuenca cámbrica y se depositan directamente sobre el complejo plutónico de Santa Rosa de Tastil (Keidel, 1943; Báez, 1950; Moya, 1988).

En las Sierras Subandinas australes, al Sur del río Juramento fuera del área considerada en el presente trabajo, (sierra de La Candelaria, Ricci y Villanueva, 1969; sierras del Campo y La Ramada, Mon et al., 1971), las cuarcitas que suprayacen a la Formación Medina (Precámbrico) en relación de discordancia angular fueron asignadas al Grupo Mesón. Se interpreta en base a sus características sedimentológicas y petrográficas que estos depósitos corresponden al ciclo Ordovícico (Grupo Santa Victoria y equivalentes) (Sánchez, 1994). Asimismo los afloramientos cuarcíticos de los cerros Cantero y Remate (extremo sudeste de las Sierras Subandinas australes) originalmente fueron descriptos como pertenecientes al ciclo del Grupo Mesón (Mon y Dinkel, 1974), pero en realidad corresponden al ciclo Devónico (R. Monaldi, com. pers.).

RELACIONES ESTRATIGRÁFICAS

Relaciones estratigráficas de la base

Las relaciones estratigráficas primarias de la base del Grupo Mesón se observan en numerosas localidades de la Cordillera Oriental Argentina. El basamento de la cuenca corresponde a las unidades del ciclo Panamericano (Precámbrico-Eocámbrico) del Grupo Lerma, integrado por la Formación Sancha en su base y las Formaciones Las Tienditas-Volcán, Puncoviscana y Corralito.

La Formación Puncoviscana y los plutones que la intruyen constituyen mayormente el basamento del Grupo Mesón, aunque yace sobre la Formación Sancha en la porción austral de la sierra de Mojotoro (Sánchez y Salfity, 1994; Hongn, 1996).

La orogenia Tilcárica, bien documentada en la Cordillera Oriental Argentina, invirtió la cuenca del Grupo Lerma, produjo intenso plegamiento y posteriormente favoreció el plutonismo postectónico durante la culminación del ciclo Panamericano. Como consecuencia se generó una marcada superficie de erosión evidenciada por la discordancia angular de la base del Grupo Mesón; el valor angular de la discordancia es de 30° promedio, aunque en algunos perfiles alcanza los 90°.

El Grupo Mesón yace asimismo sobre intrusivos precámbricos: sobre el plutón de Cañani en la sierra de Santa Victoria y sobre el complejo plutónico de Santa Rosa de Tastil en la quebrada de El Toro.

Relaciones estratigráficas del techo

Relación con el Grupo Santa Victoria y sus equivalentes (Ordovícico Inferior)

En gran parte de su cuenca actual, el Grupo Mesón está cubierto por depósitos del Grupo Santa Victoria y equivalentes. La unidad basal del Grupo Santa Victoria (Formación Santa Rosita) es portadora de *Parabolina* (Neoparabolina) *frequens*, *Jujuyaspis keideli* y *Rhabdinopora rustica* del Cámbrico Superior cuspidal-Tremadoc Inferior (Moya et al., 1994).

De allí que se interpreta que el ciclo sedimentario del Grupo Santa Victoria habría iniciado su evolución en el Cámbrico Superior cuspidal-Tremadoc Inferior, por lo menos en algunas localidades de la Cordillera Oriental argentina (Salfity et al., 1984; Moya, 1988; Bahlburg, 1990; Bahlburg y Hervé, 1997).

La relación entre los Grupos Mesón y Santa Victoria fue causa de controversia. Algunos autores han demostrado la existencia de una discordancia regional entre estos Grupos (Russo, 1954; Salfity et al., 1975; Russo y Barcat, 1978; Moya, 1988; Bahlburg, H. 1990; Sánchez y Salfity, 1994); en el presente trabajo se coincide con esta interpretación.

En cambio otros autores (Ruíz Huidobro, 1975; Aceñolaza et al., 1982; Fernández et al., 1982; Bordonaro, 1992) consideraron que esta relación es transicional y que la sedimentación iniciada en el Cámbrico con el Grupo Mesón perduró en forma ininterrumpida hasta el Ordovícico Medio (Arenig-Llanvirm).

La discordancia del techo del Grupo Mesón ha sido generada por la fase Irúyica de menor significado estructural que la fase Tilcárica, responsable de la discordancia de la base. La fase Irúyica produjo una suave dislocación en la cuenca del Grupo Mesón con la consiguiente erosión de sus unidades superiores. De modo que los depósitos del Grupo Santa Victoria yacen sobre las tres Formaciones del Grupo Mesón sin angularidad evidente. No obstante, la superficie de erosión está muy bien definida en los perfiles de campo; inclusive se midió un ángulo de 5° entre los Grupos, en el cerro Lipán (inmediatamente al Sur de las Salinas Grandes) ubicado en el borde occidental de la cuenca actual (Sánchez, 1994). Además, la angularidad se advierte en reconstrucciones regionales de la cuenca (Fig. 3).

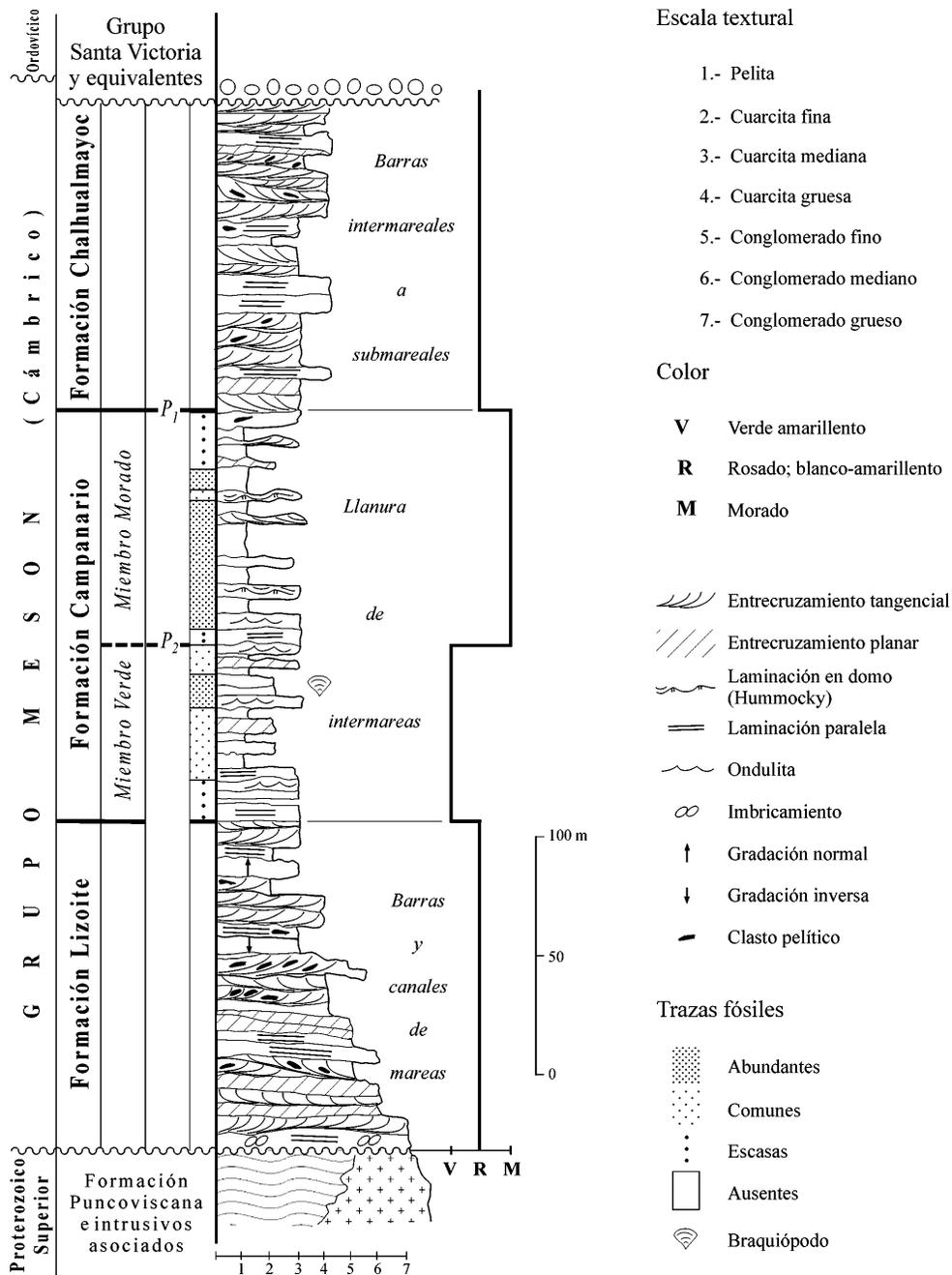


Figura 2. Columna estratigráfica generalizada del Grupo Mesón cuyo depósito habría ocurrido en una plataforma marina somera dominada por corrientes de mareas con algunos eventos de tormenta. El Grupo Mesón está limitado por discordancias de envergadura regional, en consecuencia conforma una unidad limitada por discontinuidades en la que se reconocen dos paraconcordancias: P1 que corresponde a una superficie de erosión y P2 a una superficie de inundación.

Figure 2. Stratigraphy and generalized vertical profile of the Mesón Group deposited in shallow marine environment within a tide-dominated shoreline, with alternation of storm condition. The basal relation is marked by important high angle unconformity which separates the Proterozoic-Early Paleozoic basement (Puncoviscana Formation and intrusive rocks) and fossiliferous Lower Ordovician layers (Santa Victoria Group) overlapping the Mesón Group through a well-defined erosional surface. On the basis of these relations, the Mesón Group is defined as an Unconformity-bounded Stratigraphic Unit. Two paraconformities are recognized: P1 (erosional surface) and P2 (flooding surface).

La figura 3 representa dos cortes paleogeográficos Norte-Sur de la cuenca del Grupo Mesón nivelados a su tope; en ellos se pone de manifiesto cómo los depósitos del Grupo Santa Victoria yacen, por lo general, sobre la Formación Chalhualmayoc, pero en algunas localidades se apoyan sobre la Formación Campanario (11 abra de Pucaloma, 16 Ocumaso y 10 San Antonio), o sobre la Formación Lizoite (13 abra de Zenta, 14 Quirusillal Chico y 15 Cianzo), e inclusive sobre el basamento (12 Alto de Zenta).

Relación con el Grupo Salta (Cretácico-Eoceno)

El Grupo Mesón constituye el basamento del Grupo Salta (Cretácico-Eoceno) en Los Colorados (Este de las Salinas Grandes), donde está cubierto por el Subgrupo Pirgua (Neocomiano-Campaniano) y en el tramo medio de la quebrada de Humahuaca (Maimará 19 y quebrada de Tumbaya Grande 20, Figura 3), donde está cubierto por el Subgrupo Balbuena (Maastrichtiano-Paleoceno). Estas comarcas se ubican en el extremo Norte de un alto estructural de la cuenca del Grupo Salta (alto de Salta-Jujuy) que durante el Cretácico abarcó aproximadamente el área entre los 64°00' y 66°00' O y 23°30' y 24°30' S (Salfity, 1979).

Tanto la erosión precretácica como la ocurrida durante la acumulación del Grupo Salta eliminó total o parcialmente los depósitos ordovícicos y cámbricos. De modo que las capas rojas del Subgrupo Pirgua (estadio *sinrift*) yacen sobre el Grupo Mesón, y las acumulaciones carbonáticas postrift del Subgrupo Balbuena yacen sobre diferentes niveles del Ordovícico (16 y 18, Fig. 3), del Cámbrico (19 y 20, Fig. 3) y del Precámbrico (al Oeste de Mimar 19, en el Alfarctio, Fig. 1).

LAS FORMACIONES DEL GRUPO MESÓN

El Grupo Mesón, de abajo hacia arriba, está integrado por tres Formaciones concordantes entre sí: Lizoite, Campanario y Chalhualmayoc, (Fig. 2). Está limitado por discordancias de envergadura regional, en consecuencia conforma una Unidad limitada por discontinuidades de acuerdo con el Código Argentino de Estratigrafía (1992). Internamente se han reconocido dos paraconcordancias (Fig. 2): P1 El contacto entre las Formaciones Chalhualmayoc y Campanario es una superficie de erosión; P2 el contacto entre los Miembros Verde y Morado de la Formación Campanario es una superficie de inundación en varias localidades.

El contacto entre las Formaciones Lizoite y Campanario es gradual, existe un criterio generalizado en ubicarlo por debajo del primer nivel bioturbado de la Formación Campanario.

Formación Lizoite

La Formación Lizoite es una unidad grano decreciente: en toda la cuenca, su depósito se inicia con un conjunto informalmente denominado “unidad conglomerática basal” y culmina con cuarcitas medianas a finas.

La unidad conglomerática basal representa una sucesión de eventos, cada uno de ellos caracterizados por estratos con gradación normal; la gradación de tamaño de grano entre estratos sucesivos es evidente y el resultado es una sucesión grano decreciente. Se compone de conglomerados, bien redondeados que gradan a cuarcitas muy gruesas con clastos dispersos; el conjunto se presenta estratificado en bancos tabulares y lenticulares gruesos y medianos, con entrecruzamientos planares y tangenciales y laminación paralela; donde predominan los clastos elongados, estos generalmente se presentan imbricados.

El tamaño promedio de los clastos varía entre 0,5 y 10 cm de diámetro; pero se han medido clastos de hasta 20-30 cm de diámetro en la región de Santa Victoria-Iruya. La composición y distribución de los clastos es la siguiente: cuarzo (80-90%), chert (5-20%), litoclastos provenientes de la Formación Puncoviscana (5-15%), litoclastos de metamorfita (corneana cuarzo-feldespática) (2-3%) y litoclastos de metapelita (menos del 1%) provenientes de las aureolas de contacto de los plutones de Santa Rosa de Tastil y de Cañani.

Las cuarcitas de la Formación Lizoite son de grano grueso a fino; entre los bancos arenosos se disponen niveles de arenisca limosa o limolita morada, de 0,3 a 2 cm de espesor; las lutitas suelen ser retrabajadas y preservadas como intraclastos dispuestos acorde con las superficies estratales o con los entrecruzamientos.

En la Formación Lizoite, los entrecruzamientos son comunes (de tipo planar, tangencial y bimodal tipo *herring bone*), generalmente la parte superior de los sets están redondeados a modo de superficies de reactivación que generalmente están cubiertas por limolita. Asimismo son comunes los estratos con laminación paralela; las láminas varían en tamaño de grano y en espesor (0,3 a 1 cm) y raramente muestran estructura interna. Además intercalan algunos bancos macizos.

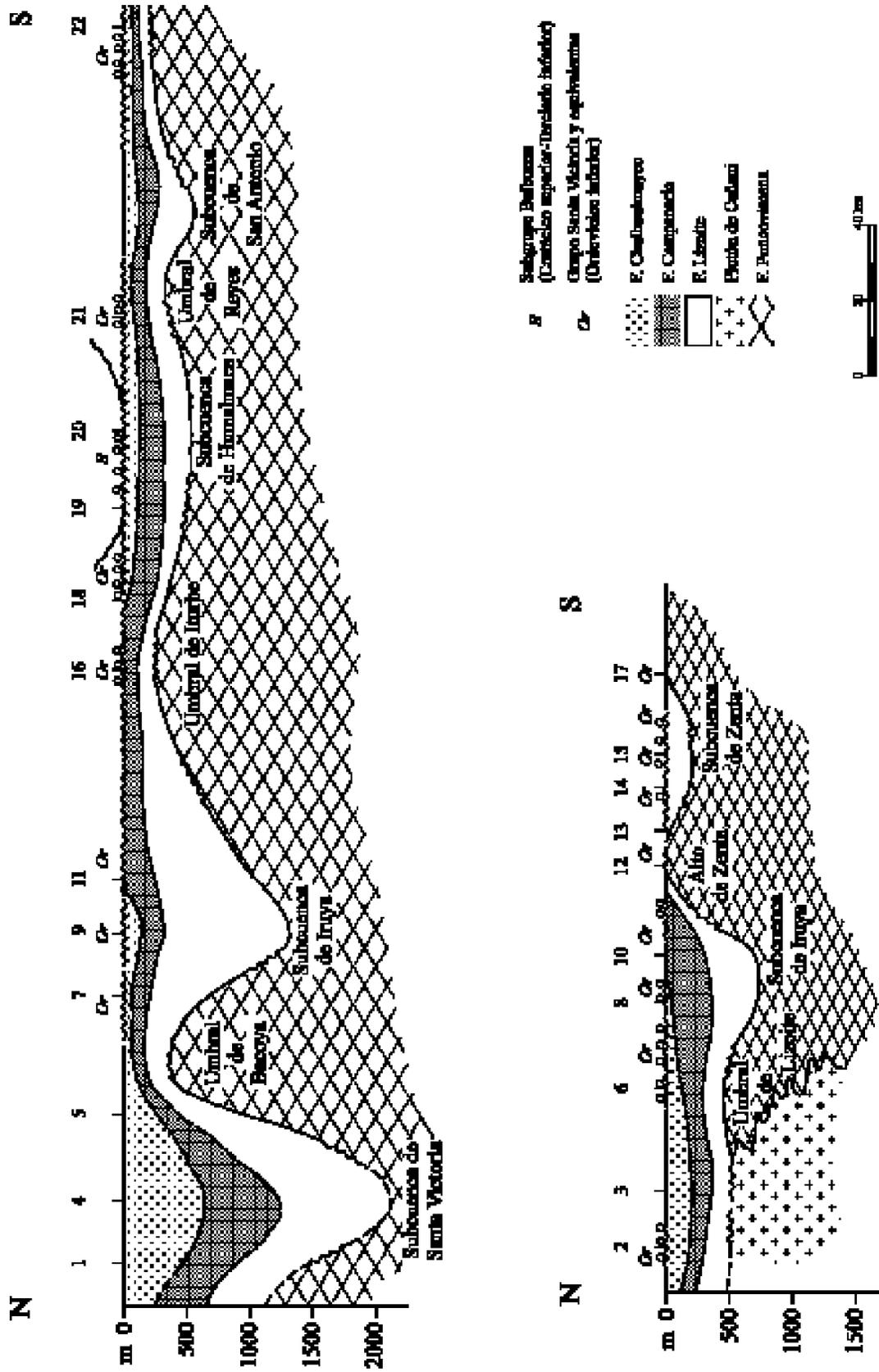


Figura 3. Cortes paleogeográficos norte-sur de la cuenca del Grupo Mesón nivelado a su tope. Los puntos de control (1 a 22) están ubicados en la figura 1.
 Figure 3. Regional paleogeographic cross sections of the Mesón Group. Datum line: Top of Chalhualmayoc Formation. Numbers (1 a 22) are indicated on the figure 1.

Interpretación paleoambiental

A partir del análisis sedimentológico y petrológico de la unidad conglomerática basal de la Formación Lizoite se interpreta que su depósito se habría originado a partir de flujos de grava procedentes principalmente del Oeste y Noroeste de acuerdo con la dirección de los imbricamientos y depositados en la zona costera de una plataforma marina somera de un mar epicontinental (Heckel, 1972; Dabrio, 1989). La acción de lavado de las corrientes marinas produce niveles de conglomerados tabulares y lenticulares, delgados, continuos y bien seleccionados (Clifton, 1973) como los de la unidad conglomerática basal. Los conglomerados gruesos reconocidos en la región de Iruya y Santa Victoria se habrían desarrollado en un ambiente restringido de tipo macromareal, con velocidades del orden de los 300-400 cm/s necesarias para que clastos de 15 a 20 cm de diámetro inicien el movimiento (Haddox y Dott, 1990).

Las cuarcitas de la Formación Lizoite son interpretadas como canales y barras de arenas intermareales a submareales originadas por la migración de ondas de arena y dunas durante las fases constructivas y destructivas del ciclo de marea alternado con periodos de quietud con fango en suspensión.

Formación Campanario

Constituye una secuencia heterolítica granodecreciente caracterizada por la alternancia de cuarcitas medianas a finas y niveles de limolitas y/o fangolitas (Fig. 2) con abundantes trazas fósiles. En la mitad inferior (Miembro Verde) predominan las arenas medianas (70-80%) y las arenas finas a muy finas y lutitas (30-20%) están subordinadas; hacia el tope de la unidad, la relación es a la inversa (Miembro Morado).

En el Miembro Verde es característica la estratificación tabular, en cambio en la mitad inferior del Miembro Morado es típica la estratificación ondulosa y en la mitad superior, la estratificación lenticular.

En la Formación Campanario son comunes las ondulitas asociadas con niveles con alta densidad de perforaciones de organismos; la mayoría de las ondulitas son simétricas de crestas rectas con varias uniones originadas por el oleaje. En algunos estratos se conserva la laminación paralela planar dada por la alternancia de láminas de colores claros (verde claro y rosado) de grano mediano y láminas oscuras (verde oscuro y morado) de gra-

no fino. Asimismo se reconocen sets de laminación entrecruzada planar, tangencial y bimodal (tipo *herring bone*).

En el Miembro Morado se reconocen estratos cuarcíticos con laminación en domo (*hummocky cross-stratification*), de base neta y amalgamados; se presentan interestratificados con lutitas bioturbadas, lo que es común en el registro geológico (Walker y Plint, 1992).

La estructura bioturbada es característica de la Formación Campanario, refleja la alteración de la estructura original de la roca a causa de la actividad de los organismos. Los tubos de *Skolithos sp.* son las trazas más abundantes, también se registran otras estructuras de escape y de morada: *Diplocraterion sp.*, *Arenicolites sp.*, y *Monocraterion sp.*; huellas de alimentación: *Planolites sp.*; huellas de reposo: *Rusophycus sp.* (Alonso y Marquillas, 1981; Fernández y Lisiak, 1984; Manca, 1986; Sánchez, 1994).

Se reconocen niveles intensamente bioturbados, con una mezcla confusa de trazas con abundantes truncamientos, interrupciones y superposiciones de unas trazas sobre otras. Se detectan bancos arenosos gruesos, aislados, con superficies estratales erosivas y con bajo grado de bioturbación. Son comunes los niveles arenosos superpuestos y amalgamados con mayores concentraciones de individuos en algunos niveles, con truncamiento de las perforaciones por erosión (*by-passing*), sin registro de material lutítico entre los bancos arenosos.

Las asociaciones de trazas fósiles de la Formación Campanario se corresponden con la icnofacies de *Skolithos-Glossifungites* y *Cruziana*, de acuerdo con los esquemas batimétricos de Seilacher (1967) y Pemberton et al. (1992), entre otros. La icnofacies de *Skolithos-Glossifungites* se desarrolla en ambientes intermareales a submareales, donde existe alimento en suspensión y donde los organismos excavan profundas galerías para protegerse de la energía del medio y de los cambios bruscos de temperatura y salinidad. La icnofacies de *Cruziana* se desarrolla en ambientes submareales altos, donde hay mayor oxigenación y menor energía.

En niveles cuarcíticos del Miembro Verde aflorante en el río Reyes (21, Fig. 1) se han recolectado braquiópodos inarticulados asignados al género *Lingulepis* en base a dos caracteres muy notables como son la forma de la valva y la acuminación del umbón ventral (Sánchez y Herrera, 1994). Con anterioridad otros autores (entre ellos

Báez, 1950) mencionaron el hallazgo de restos no identificados de braquiópodos en las cuarcitas de la Formación Campanario aflorantes en las comarcas de las quebradas de El Toro y de Humahuaca.

Interpretación paleoambiental

En la Formación Campanario se reconoce que existe relación entre las icnofacies, las facies sedimentarias y los procesos sedimentarios. Esta unidad constituye un depósito de llanura de intermarea afectada por eventos de tormenta como lo evidencia la laminación en domo (*hummocky*). En la llanura de intermarea existen tres zonas principales bien diferenciadas: la supramareal, la intermareal y la submareal; en la Formación Campanario se reconocen rasgos típicos de la zona intermareal y algunas de la zona submareal de acuerdo con los modelos presentados por diferentes autores (entre otros Klein, 1970; 1971; Weimer et al., 1982; Dalrymple, 1992).

Formación Chalhualmayoc

Constituye una secuencia grano decreciente compuesta por cuarcitas bien seleccionadas, rosadas y blanquecinas, de grano mediano y fino, estratificadas en bancos tabulares de 10 a 30 cm de espesor. Entre los estratos cuarcíticos intercalan niveles lenticulares de 1 a 5 cm de espesor de arenisca fina y limolita muy micáceas, verdes y moradas, finamente laminadas; estos depósitos, en algunos casos, han sido retrabajados y conservados como clastos dispuestos paralelamente a las superficies estratales y, excepcionalmente, como niveles de conglomerados intraformacionales de 5 a 10 cm de espesor.

Las cuarcitas con entrecruzamientos son características de la mitad superior de la Formación Chalhualmayoc. Los entrecruzamientos son tangenciales, constituyen sets cuyos espesores varían entre 10 cm y 2 m, que suelen estar separados por limolita morada y/o verde grisácea de espesores milimétricos.

Son comunes las cuarcitas con laminación paralela generalmente planar y, en casos aislados, ondulada; las láminas son similares en tamaño de grano y en espesor (3 a 5 mm). En la superficie de algunos de estos estratos se reconocen lineaciones de corriente; la asociación de areniscas con laminación paralela y lineación de corrientes ha sido reconocida en diversos depósitos antiguos de mareas (Alam, 1995).

Interpretación paleoambiental

La Formación Chalhualmayoc carece de restos fósiles, al igual que la Formación Lizoite, por lo tanto el origen es interpretado en base a las características sedimentológicas. Se interpreta que su depósito corresponde a barras de arenas intermareales a submareales originadas por la migración de ondas de arena y dunas durante las fases constructivas y destructivas del ciclo de marea alternado con periodos de quietud con fango en suspensión.

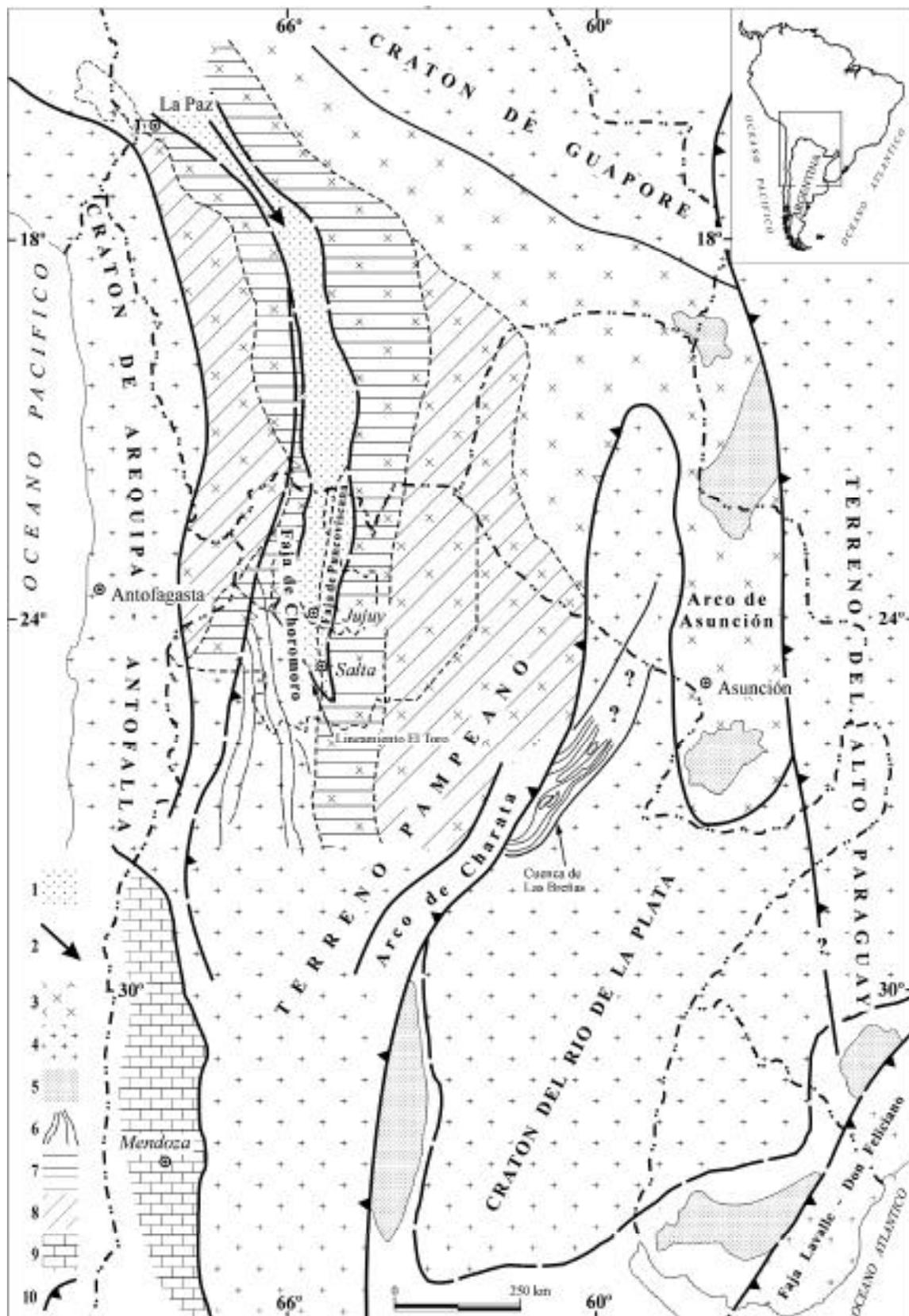
MARCO TECTÓNICO DE LA CUENCA DEL GRUPO MESÓN

La figura 4 corresponde a un esbozo de la configuración paleogeográfica del Grupo Mesón, sin reconstrucción palinspástica confeccionado a partir de información propia y bibliográfica (Sánchez, 1994). En el interior de la cuenca se destacan elementos internos negativos, las subcuencas y subpositivos, los umbrales; además estuvo controlada por elementos externos positivos, cuya descripción y posición es discutida en el subtítulo siguiente.

La subcuenca de Santa Victoria es la más importante del Grupo Mesón. Corresponde a la zona más profunda de la cuenca; el máximo espesor medido es de 2000 m (Nessosi, 1950). Tiene rumbo nordeste-sudoeste y se prolonga con la misma orientación en territorio boliviano donde el espesor máximo medido es de 1700 m (Suárez Soruco, 1992).

La subcuenca de Iruya se desarrolló entre el umbral de Bacoya al Norte y el umbral de Iturbe al Sur; el máximo espesor registrado es de 1320 m (Russo, 1954). La fase diastrófica Irúyica causó emersión y erosión de parte de los depósitos del Grupo Mesón. La erosión suprimió total o parcialmente a la Formación Chalhualmayoc (6 abra Blanca, 8 San Pedro, 9 río San Juan y 11 abra de Pucaloma, Fig. 3).

La subcuenca de Humahuaca es la de mayor extensión. Se desarrolló entre los umbrales de Iturbe y de Reyes, con disposición submeridiana. El máximo espesor medido es de 600 m (Sánchez, 1994). En el flanco oriental de esta subcuenca los efectos de la erosión precretácica fueron importantes y eliminó parcialmente los depósitos cámbricos (19 Maimará y 20 quebrada de Tumbaya Grande, Fig. 3) y ordovícicos (16 Ocumaso, 21 Río Reyes, Fig. 3).



La región donde se desarrolló la subcuenca de Zenta tiene, actualmente, un estilo estructural complejo dominado por fallamiento de tipo traccional, radial y concéntrico (Baldis et al., 1976). Se interpreta que esta subcuenca se habría desarrollado como una subcuenca independiente de la cuenca principal separada de ella por el alto de Zenta.

El alto de Zenta, de rumbo aproximado Norte-Sur, se habría comportado como una estructura subpositiva durante el depósito de las Formaciones Lizoite y Campanario. Pero cuando se inició la acumulación de la Formación Chalhualmayoc tuvo un comportamiento emergente, que fue más intenso al culminar el depósito de esta unidad, por lo que la sedimentación de la Formación Chalhualmayoc habría sido interrumpida y en consecuencia lo acumulado experimentó los efectos erosivos de la fase Irúyica. Por lo cual los depósitos del Tremadoc Inferior fosilífero yacen en relación de discordancia erosiva sobre la Formación Lizoite (13 abra de Zenta), sobre la Formación Campanario (14 Quirusillal Chico y 15 NE de Cianzo) o directamente sobre el basamento precámbrico (17 quebrada del Zarzo) (Figs. 1 y 3).

Las subcuencas de Tuc-Tuca y de San Antonio debieron ser depocentros con vigencia restringida y de espesores poco significativos.

LA CUENCA DEL GRUPO MESÓN

Ciclo sedimentario

El Grupo Mesón corresponde a un ciclo sedimentario en el que se reconoce una fase transgresiva y una fase regresiva. La transgresión proveniente del nor-noroeste (Fig. 5) se inició con los depósitos de canales y barras de

marea de la Formación Lizoite que gradan a depósitos de llanura de marea de la Formación Campanario.

La fase regresiva del Grupo Mesón se inició en el tope del Miembro Morado de la Formación Campanario, y gradualmente se torna más evidente a medida que la cuenca retorna a condiciones más someras representadas por las barras de intermareales a submareales de la Formación Chalhualmayoc. La regresión estuvo vinculada con un descenso del nivel del mar, que correspondería a la caída global del nivel del mar -breve pero profunda- ocurrida durante el Cámbrico Superior cuspidal (Erdtmann, 1986; Ross y Ross, 1988).

Modelo paleogeográfico

Diferentes autores proponen modelos de evolución para la cuenca del Grupo Mesón como parte de las hipótesis que explican la evolución de la Cordillera Andina. Se propuso que esta cuenca se habría desarrollado en un margen continental pasivo con paleopendiente hacia el Oeste (Coira et al., 1982; Dalziel y Forsythe, 1985), o en una cuenca de retroarco (Sempere, 1990), o como una estructura extensional tipo graben (Salfity et al., 1975; Balhburg y Breikreuz, 1991; Gohrbandt, 1992). Aceñolaza et al. (1982) se refieren específicamente a la cuenca del Grupo Mesón y la interpretan como un engolfamiento o un mar interno.

En este trabajo se interpreta a la cuenca del Grupo Mesón como una cuenca intracratónica (Sánchez, 1994; 1997) generada a lo largo de una importante línea de sutura que conectaba al cratón de Arequipa-Antofalla por el Oeste y el Terreno Pampeano (Ramos, 1988) por el Este y que actualmente es ocupada por la Cordillera Oriental argentino-boliviana.

Figura 5. Paleogeografía de la cuenca del Grupo Mesón (basado en Ramos, 1988; Pezzi y Mozetic, 1989; Sánchez, 1994). 1) Límites actuales de la cuenca del Grupo Mesón en la Argentina. En Bolivia los límites son conceptuales. 2) Supuesta procedencia del mar cámbrico. 3) Zonas cratónicas precámbricas. 4) Extensión inferida de las áreas cratónicas. 5) Bloques pre-Brasilianos. 6) Líneas de contacto (corrimientos) entre las fajas de basamento del norte argentino. 7) Extensión hipotética del mar tremadociano. 8) Áreas de sedimentación post-ordovícica inferior. 9) Plataforma carbonática de la Precordillera. 10) Supuesta sutura entre áreas cratónicas.

Figure 5. Cambrian Mesón Group paleogeography in the northwestern Argentina (based on Ramos, 1988; Pezzi and Mozetic, 1989; Sánchez, 1994). 1) The basin edge of the Mesón Group defined by regional stratigraphy analysis. 2) The Cambrian sea should be come from the NW. 3) Location of Precambrian cratonic areas. 4) Inferred extension of the cratonic areas; in the Puna and Llanura Chacopampeana lack any record of Cambrian deposits. 5) Pre-Brasilian cratonic blocks. 6) Main thrusts between basement blocks. 7) Inferred extension of the Tremadocian sea (in Puna and Sierras Subandinas). 8) Post Lower Ordovician marine deposits. 9) In the carbonate platform in the Precordillera of San Juan and Mendoza, an important Lower Paleozoic well-bedded fossiliferous sequence of grey limestones and dolimites occurs. 10) Inferred megafractures between the cratonic blocks.

La madurez textural y mineralógica de las sedimentitas del Grupo Mesón lleva implícita la idea de estabilidad tectónica durante la sedimentación; la cuenca habría estado sujeta a lenta subsidencia en equilibrio con el ritmo de sedimentación de acuerdo con la distribución lateral y vertical de facies (Sánchez, 1994). El material aportado a la cuenca, por lo menos en su tramo austral, provino principalmente del Oeste-Noroeste, con aportes localizados del sudoeste y del Este, de acuerdo con las paleodirecciones.

La cuenca del Grupo Mesón se desarrolló en el mismo ámbito tectónico donde se acumuló la Formación Puncoviscana cuya sedimentación habría ocurrido en una cuenca intracratónica (Omarini y Do Campo, 1993), aunque hay autores que interpretan que la sedimentación tuvo lugar en un margen continental con (Jezek, 1990). La Formación Puncoviscana es una unidad de bajo grado de metamorfismo y en ella se reconocen fajas caracterizadas por estilos estructurales distintivos (Mon y Hongn, 1991; Mon y Salfity, 1995) limitadas por líneas de distensión reactivadas de dirección Norte-Sur. En el ámbito de la Cordillera Oriental, se distinguen las fajas de Puncoviscana-Lules y Choromoro (Fig. 5).

El borde Oeste de la cuenca intracratónica del Grupo Mesón estuvo definido por el cratón de Arequipa (1.9 Ga) que es una unidad geotectónica muy importante en la interpretación de la paleogeografía y evolución litosférica de la porción austral de América del Sur. Su existencia fue considerada desde principios de siglo (Burkhardt, 1902). Menciones posteriores fueron realizadas Muñoz Cristi (1942), Isaacson (1975), Cobbing et al. (1977) y Dalmayrac et al. (1980). Todos los autores ubican su límite septentrional en el Sur del Perú (Ica, 15°S). Sin embargo su límite austral es aún incierto, si bien se conocen afloramientos de rocas metamórficas precámbricas o más jóvenes desde el Sur del Perú hasta los 35°S que se relacionan con este macizo.

En cuanto al origen del cratón de Arequipa, hasta el presente no existe consenso entre los diferentes autores. Se considera que el cratón de Arequipa-Antofalla habría sido un alóctono que colisionó en el Cámbrico Medio contra la costa proto-Pacífica de América del Sur (Ramos, 1988; Omarini y Sureda, 1993). Pero la edad y tipo de metamorfismo de los afloramientos de basamento reconocidos en el Norte de Chile (Belén, sierra del Moreno y Limón Verde) y en el noroeste argentino (Antofalla, comarca del salar del Hombre Muerto) no permiten sustentar la idea que el margen Pacífico de Sudamérica fuera el resultado de la acreción de terrenos (Lucassen, et al., 1996).

También se interpreta que el cratón de Arequipa-Antofalla es parte del cratón Transamazónico (Dalziel, 1992 y 1993). En base a evidencias paleomagnéticas se infiere que el Terreno Pampeano (prolongación austral del cratón de Guaporé) se habría separado del cratón de Arequipa en el Cámbrico Tardío, habría rotado en el sentido de las agujas del reloj alrededor del polo Euler ubicado aproximadamente al Norte del Perú (Forsythe et al., 1993) y de ese modo habría permitido el origen de la cuenca donde posteriormente se desarrollaría la sedimentación de los Grupos Mesón y Santa Victoria (Bahlburg y Hervé, 1997).

El lineamiento de El Toro, de rumbo noroeste-sudeste, que coincide con una falla trascurrente levógira de extensión continental, tuvo una considerable influencia paleogeográfica en el desarrollo de la cuenca del Grupo Mesón, pues marca su borde austral.

Una vez finalizada la acumulación del Grupo Mesón (episodio *synrift*), la cuenca fue afectada por un episodio distensivo (etapa *postrift*), asociado con los movimientos de la fase Irúyica, que provocaron una suave dislocación de la cuenca con la consiguiente erosión de las unidades superiores del Grupo. La cuenca siguió evolucionando durante el Ordovícico Inferio cuyos depósitos excedieron los límites de la cuenca cámbrica (Sánchez, 1994; Bahlburg y Hervé, 1997); en consecuencia se acumularon tanto sobre la supuesta extensión del cratón de Guaporé en el Terreno Pampeano (cuenca de Las Breñas, actual Llanura Chaco-Paranense, Pezzi y Mozetic, 1989), como sobre la supuesta extensión del macizo de Arequipa-Antofalla (actual Puna).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos los comentarios y sugerencias realizados por los árbitros y editores de la revista. Asimismo un reconocimiento especial al Dr. Alfonso Meléndez Hevia por la lectura crítica de este manuscrito, a la Dra. C. Arenas Abad por la revisión de los abstracts y al Sr. Enrique López por la digitalización de las figuras que ilustran este trabajo. Este trabajo fue desarrollado en marco del Proyecto PIP-CONICET 5024 y en parte fue subvencionado por el Proyecto CIUNSA 639/0 del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta-Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

Aceñolaza, F.G., Fernández, R.I., Manca, N., 1982. Caracteres bioestratigráficos y paleoambientales del Grupo Mesón

- (Cámbrico Medio-Superior), centro-oeste de América del Sur. *Estudios Geológicos*, 38, 385-392.
- Alam, M.M., 1995. Tide-dominated sedimentation in the upper Tertiary succession of the Sitapahar anticline, Bangladesh. In B.W. Flemming, A. Bartholomä (eds.). *Tidal Signatures in modern and ancient sediments*. IAS Spec. Pub., 24, 329-341.
- Allmendinger, R., Ramos, V.A., Jordan, T., Palma, M., Isacks, B., 1983. Paleogeography and Andean structural geometry, Northwest Argentina. *Tectonics*, 2(1), 1-16.
- Alonso, R.N., Marquillas, R.A. 1981. Trazas fósiles de la Formación Campanario (Grupo Mesón, Cámbrico) en el norte argentino. Consideraciones ambientales y geocronológicas. *Revista del Instituto de Geología y Minería, Jujuy*, 4, 95-111.
- Báez, C.P., 1950. Informe geológico de la quebrada de El Toro. YPF, Informe inédito. Buenos Aires. 44 pp.
- Bahlburg, H., 1990. The Ordovician basin in the Puna of NW Argentina and N Chile: geodynamic evolution from back-arc to foreland basin. *Geotektonische Forschungen*, 75, 1-107.
- Bahlburg, H., Breitreuz, Ch., 1991. Paleozoic evolution of active margin basins in the southern Central Andes (northwestern Argentina and northern Chile). *Jour. South Am. Earth Sci.*, 4(3), 171-188.
- Bahlburg, H., Hervé, F., 1997. Geodynamic evolution and tectonostratigraphic terranes of northwestern Argentina and northern Chile. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 109(7), 869-884.
- Baldis, B.A., Gorroño, A., Ploszkiewicz, J., Sarudiansky, R., 1976. Geotectónica de la Cordillera Oriental, Sierras Subandinas y comarcas adyacentes. VI Congr. Geol. Arg., Actas, 1, 3-22.
- Bordonaro, O.L., 1992. El Cámbrico en Sudamérica. In J.C. Gutiérrez Marco, J. Saavedra, I. Rábano (eds.). *Paleozoico Inferior de Ibero-América*, Mérida, Universidad de Extremadura, 69-84.
- Borrello, A.V., 1971. The Cambrian of South America. In C.H. Holland (ed.). *Lower Paleozoic rocks of the World, Cambrian of the World*, London, John Wiley and Sons, 348-438.
- Burkhardt, C., 1902. Traces géologiques d'un ancien continent pacifique. *Revista del Museo de La Plata*, 10, 179-192.
- Clifton, H.E., 1973. Pebble segregation and bed lenticular in wave worked versus alluvial gravel. *Sedimentology*, 20, 173-187.
- Cobbing, E.J., Ozard, J.M., Snelling, N.J., 1977. Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal Cordillera of southern Peru. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 88, 241-246.
- Coira, B., Davidson, C., Mpodozis, C., Ramos, V.A., 1982. Tectonic and magmatic evolution of the Andes of northern Argentina. *Earth Sciences Reviews*, 18, 303-332.
- Comité Argentino de Estratigrafía, 1992. Código Argentino de Estratigrafía. Asoc. Geol. Arg., Serie B, Didáctica y Complementaria, 20, 64 pp.
- Cuerda, A., Furque, G., 1988. Cámbrico. In J.F. Bonaparte, A.J. Toselli, F.G. Aceñolaza (eds.). *Geología de América del Sur*, Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica, 1, 159-222.
- Dabrio, C.J., 1989. Plataformas siliciclásticas. In Arche, A. (coord.). *Sedimentología, Nuevas Tendencias*, 11, 1, 493-541.
- Dalmayrac, B., Laubacher, G., Marocco, R., Martínez, C., Tomasi, P., 1980. La chaîne hercynienne d'Amérique du Sud. Structure et évolution d'un orogène intracratonique. *Geol. Rund.*, 69, 1-21.
- Dalrymple, R.W., 1992. Tidal depositional systems. In R. G. Walker and N. P. James (eds.). *Facies models response to sea level change*. *Geol. Assoc. Canada*, 195-218.
- Dalziel, I.W.D., 1992. On the organization of America plates in the Neoproterozoic and the breakout of Laurentia. *GSA Today*, 2(11), 239-241.
- Dalziel, I.W.D., 1993. Tectonic and the origin of the proto-Andean margin. XII Congr. Geol. Arg. y II Congr. Exploración de Hidrocarburos. Actas, 3, 367-374.
- Dalziel, I.W.D., Forsythe, R. D., 1985. Andean evolution and the terrane concept. In D.C. Howell (ed.). *Tectonostratigraphic Terranes of Circum-Pacific region*, Earth Sciences Series, 565-581.
- Erdtmann, B.D., 1986. Early Ordovician eustatic cycles and their bearing on fluctuations in early enmatophoric (planktic) graptolite evolution. In O. Wasliser (ed.). *Global Bioevents, Lecture Notes in Earth Sciences*, 8, 139-151.
- Fernández, R.I., Guerrero, C., Manca, N., 1982. El límite cambro-ordovícico en el tramo medio y superior de la quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy, Argentina. V Congr. Latinoam. Geol., Actas, 1, 255-266.
- Fernández, R.I., Lisiak, H.J., 1984. Nuevos estudios icnológicos en el tramo superior de la quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy. IX Congr. Geol. Arg., Actas, 4, 277-295.
- Forsythe, R.D., Davidson, J., Mpodozis, C., Jesinkey, C., 1993. Lower Paleozoic relative motion of the Arequipa block and Gondwana: paleomagnetic evidence from Sierra de Almeida of northern Chile. *Tectonics*, 12, 219-236.
- Gohrbandt, K.H.A., 1992. Paleozoic paleogeographic and depositional developments on the central proto-Pacific margin of Gondwana: their importance to hydrocarbon accumulation. *Jour. South Amer. Earth Sci.*, 6(4), 267-287.
- Haddox, Ch.A., Dott, Jr., R.H., 1990. Cambrian shoreline deposits in northern Michigan. *Jour. Sedim. Petrology*, 60(5), 697-716.
- Harrington, H.J., 1956. The Cambrian Formations of South America. XX Congr. Geol. Int., Actas, 3, 504-516.
- Harrington, H.J., 1968. Desarrollo paleogeográfico de Sudamérica. Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, 26, 74 pp.

- Hausen, J., 1925. Sobre un perfil geológico del borde oriental de la Puna de Atacama, con una descripción de algunos yacimientos minerales en la Puna de Salta y Jujuy. *Acad. Nac. Cien. Córdoba, Bol.*, 28, 1-96.
- Heckel, P.H., 1972. Recognition of ancient shallow marine environments. In I.K. Rigby, W.K. Hamblin (eds.). *Recognition of ancient sedimentary environments*, SEPM, Spec. Pub., 16, 226-286.
- Hongn, F.D., 1996. La estructura pre-Grupo Mesón (Cámbrico) del basamento del Valle de Lerma, provincia de Salta. XIII Congr. Geol. Arg. y III Congr. Exploración de Hidrocarburos, Actas, 2, 137-145.
- Isaacson, P.E., 1975. Evidence of a western Extracontinental Land source during the Devonian Period in the Central Andes. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 86, 39-46.
- Jezeq, P., 1990. Análisis sedimentológico de la Formación Puncoviscana entre Tucumán y Salta. In F.G. Aceñolaza, H. Miller, A.J. Toselli (eds.). *El Ciclo Pampeano en el Noroeste Argentino*. Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica, 4, 9-36.
- Keidel, J., 1910. Estudios geológicos en la quebrada de Humahuaca y en la de Iruya y en algunos de sus valles laterales (provincias de Jujuy y Salta). *Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería, Anales*, 5, 76-77.
- Keidel, J., 1917. Exploración geológica en la provincia de Jujuy. *Sociedad Argentina de Ciencias Naturales, Physis*, 3, 112 pp.
- Keidel, J., 1943. El Ordovícico Inferior en los Andes del norte argentino y sus depósitos marino-glaciales. *Acad. Nac. Cien. Córdoba, Bol.*, 36, 140-220.
- Klein, G. de V., 1970. Depositional and dispersal dynamics of intertidal sand bars. *Jour. Sedim. Petrology*, 40(4), 1095-1127.
- Klein, G. de V. 1971. A sedimentary model for determining paleotidal range. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 82, 2585-2592.
- Kumpa, M., Sánchez, M.C., 1988. Geology and sedimentology of the Cambrian Mesón Group (NW Argentina). In H. Bahlburg, Ch. Breitreuz, P. Giese (eds.). *The Southern Central Andes. Lecture Notes in Earth Sciences*, Springer-Verlag, 37-53.
- Lucassen, F., Wilke, H.G., Viramonte, J.G., Becchio, R., Franz, G., Laber, A., Wemmer, K., Vroon, P., 1996. The Paleozoic basement of the Central Andes (18°-26°S) a metamorphic view. III Int. Symp. Andean Geodyn., I, 779-782.
- Manca, N., 1986. Caracteres icnológicos de la Formación Campanario (Cámbrico Superior) en Salta y Jujuy. *Ameghiniana* 23(1-2), 75-87.
- Mingramm, A., Russo, A., Pozzo, A., Cazau, L., 1979. Sierras Subandinas. In J.C.M. Turner (coord.). *Geología Regional Argentina*, Acad. Nac. Cien. Córdoba., 1, 95-138.
- Mon, R., Dinkel, J.C., 1974. Geología de la comarca del cerro Remate (provincias de Salta, Tucumán y Santiago del Estero) y nuevos datos sobre la distribución del Paleozoico Inferior en el noroeste argentino. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 29(1), 61-71.
- Mon, R., Hongn, F.D., 1991. The structure of the Precambrian and Lower Paleozoic basement of the Central Andes between 22° and 32° Lat. *Geol. Rund.*, 80(3), 745-758.
- Mon, R., Salfity, J.A., 1995. Tectonic evolution of the Andes of Northern Argentina. In A.I. Tankard, R. Suárez Soruco, H.J. Welsink (eds.). *Petroleum Basins of South America*. Am. Assoc. Petrol. Geologists, Mem., 62, 269-283.
- Mon, R., Urdaneta, A., Suayter, L., 1971. Estudio geológico de las sierras del Campo y La Ramada (provincia de Tucumán). *Acta Geol. Lilloana*, 11(15), 293-307.
- Moya, M.C., 1988. Lower Ordovician in the southern part of the Argentine Eastern Cordillera. In H. Bahlburg, Ch. Breitreuz, P. Giese (eds.). *The Southern Central Andes. Lecture Notes in Earth Sciences*, Springer-Verlag, 55-70.
- Moya, M.C., Malanca, S., Monteros, J.A., Cuerda, A., 1994. Bioestratigrafía del Ordovícico Inferior en la Cordillera Oriental argentina basada en graptolitos. *Revista Española de Paleontología*, 9(1), 91-104.
- Muñoz-Christi, J., 1942. Rasgos generales de la constitución geológica de la Cordillera de la Costa, especialmente de la provincia de Coquimbo. I Congr. Panam. Geol. Min., Anales, 2, 285-318.
- Nesossi, D., 1950. Estudio geológico de los departamentos de Santa Victoria (Salta) y Yavi (Jujuy). YPF. Informe inédito. 80 pp.
- Omarini, R.H., Do Campo, M., 1993. Caracterización geoquímica de las sedimentitas del límite Precámbrico-Cámbrico en el noroeste argentino (Formación Puncoviscana): consideraciones sobre su procedencia y ambiente tectónico. XII Congr. Geol. Arg. y II° Congr. Exploración de Hidrocarburos. Actas, 1, 300-309.
- Omarini, R.H., Sureda, R., 1993. Evolución geodinámica y configuración paleogeográfica en los Andes Centrales del Proterozoico Superior al Paleozoico Inferior: modelos, alternativas y problemas. XII Congr. Geol. Arg. y II° Congr. Exploración de Hidrocarburos. Actas, 3, 291-307.
- Pemberton, S.G., Maceachem, I.A., Frey, R.W., 1992. Trace fossil facies models: environmental and allostratigraphic significance. In R. C. Walker, N. P. James (eds.). *Facies Models Response to sea level change*. Geol. Assoc. Canada, 47-72.
- Pezzi, E.E., Mozetic, M.E., 1989. Cuencas sedimentarias de la región Chacoparanense. In G. Chebli, L. Spalletti (eds.). *Cuencas Sedimentarias Argentinas*. Instituto Superior de Correlación Geológica, Serie de Correlación Geológica, 3, 65-78.
- Ramos, V.A., 1988. Late Proterozoic- Early Paleozoic of South America: a collisional history. *Episodes*, 2(3), 168-174.
- Ricci, H.I., Villanueva, A., 1969. La presencia de Paleozoico Inferior en la sierra de Candelaria (provincia de Salta). *Acta Geol. Lilloana*, 10(1), 1-16.

- Ross, C.A., Ross, J., 1988. Late Paleozoic transgressive-regressive deposition. *SEPM Spec. Pub.*, 42, 227-247.
- Ruíz Huidobro, O., 1975. El Paleozoico Inferior del centro y sur de Salta y su correlación con el Grupo Mesón. I Congr. Arg. Paleont. Bioestr., Actas, 1, 91-107.
- Russo, A., 1948. Levantamiento geológico de la parte del río Iruya, entre sus cabeceras y el río Astilleros. YPF Informe inédito. 79 pp.
- Russo, A., 1954. Levantamiento geológico en los departamentos Orán, Iruya y Santa Victoria (provincia de Salta) y Humahuaca (provincia de Jujuy). YPF Informe inédito. 21 pp.
- Russo, A., Barcat, C., 1978. Relaciones entre los sedimentos cámbricos y ordovícicos en el norte de las provincias de Salta y Jujuy. *Acta Geol. Lilloana, supl.*, 14(2), 117-119.
- Salfity, J.A., 1979. Paleogeología de la cuenca del Grupo Salta (Cretácico-Eogénico) del norte de Argentina. VII Congr. Geol. Arg., Actas, 1, 505-515.
- Salfity, J.A., Omarini, R.H., Baldis, B., Gutiérrez, W., 1975. Consideraciones sobre la evolución geológica del Precámbrico y Paleozoico del norte argentino. II Congr. Iberoamer. Geol. Económica, Actas, 4, 341-361.
- Salfity, J.A., Malanca, S., Moya, M.C., Monaldi, C.R., Brandán, E.M., 1984. El límite cámbrico-ordovícico en el norte de la Argentina. IX Congr. Geol. Arg., Actas, 1, 568-575.
- Sánchez, M.C., 1994. El Grupo Mesón (Cámbrico) en el tramo austral de la Cordillera Oriental argentina. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Salta. 248 pp.
- Sánchez, M.C., 1997. Paleogeografía de la cuenca del Grupo Mesón (Cámbrico), Cordillera Oriental argentina. XIII Jornadas de Paleontología y V Reunión Internacional Proyecto 351 IGCP Paleozoico Inferior del Noroeste de Gondwana, Actas, 97-100. La Coruña.
- Sánchez, M.C., Herrera, Z.A., 1994. Braquiópodos inarticulados cámbricos en la Formación Campanario (Grupo Mesón), río Reyes, provincia de Jujuy. VI Congr. Arg. Paleontol. Bioestr., Resúmenes, I, 69.
- Sánchez, M. C., Salfity, J.A., 1990. Litofacies del Grupo Mesón (Cámbrico) en el oeste del Valle de Lerma (Cordillera Oriental argentina). X Congr. Geol. Arg., Actas, 2, 129-132.
- Sánchez, M.C., Salfity, J.A., 1994. Las relaciones estratigráficas del Grupo Mesón (Cámbrico) en la Cordillera Oriental argentina. VII Congr. Geol. Chileno, Actas, 1, 528-532.
- Seilacher, A., 1967. Bathymetry of trace fossils. *Marine Geology*, 5, 413-428.
- Sempere, T., 1990. Late Cambrian - Early Silurian evolution of the Central Andean basin (10°-26°S). Final Workshop on Structure and Evolution of the Central Andean in northern Chile, southern Bolivia and northwestern Argentina, 56-57.
- Steinmann, G., Hoek, H., 1912. Das Silur und Cambrium des Hoghlandes von Bolivia und ihre fauna. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Beil Band*, 34, 176-252.
- Suárez Soruco, R., 1992. El Paleozoico Inferior de Bolivia y Perú. In J.C. Gutiérrez Marco, J. Saavedra, I. Rábano (eds.). *Paleozoico Inferior de Ibero-América*, Mérida, Universidad de Extremadura, 225-239.
- Turner, J.C.M., 1960. Estratigrafía de la sierra de Santa Victoria, provincias de Salta y Jujuy. *Acad. Nac. Cien. Córdoba, Bol.*, 41, 163-196.
- Turner, J.C.M., 1972. Cámbrico. IV Jornadas Geológicas Argentinas, Actas, 3, 181-190.
- Turner, J.C.M., 1979. Paleozoico Inferior de América del Sur. *Anales de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Buenos Aires, 31, 25-71.
- Walker, R.G., Plint, A., 1992. Wave and storm-dominated shallow marine systems. In R.G. Walker, N.P. James (eds.). *Facies Models Response to sea level change*. Geol. Assoc. Canada, 219-238.
- Weimer, R.J., Howard, I.D., Lindsay, D.R., 1982. Tidal flats. In P. A. Scholle, D. Spearing (eds.). *Sandstone depositional environments*. Am. Assoc. Petrol. Geologists, 191-246.