

GEOLOGIA DEL AREA DE CAÑADON HONDO, DEPTO ESCALANTE, PROVINCIA DEL CHUBUT, REPUBLICA ARGENTINA

RENATO R. ANDREIS (*)

RESUMEN

Son introducidas algunas modificaciones en el esquema estratigráfico de la secuencia terciaria local, constituida por las Formaciones Salamanca (Miembro Hansen), Río Chico (Miembros Las Violetas y Visser), del Grupo Sarmiento y Patagonia, que abarcan el lapso Paleoceno inferior (Daniano) - Oligoceno superior (o Mioceno inferior ?).

De estas unidades son descriptos los caracteres megascópicos, relaciones estructurales y condiciones paleoambientales. En particular, para las unidades del Grupo Sarmiento se proponen nuevos nombres formacionales: Cañadón Hondo (= Casamayorensis) y el El Sol (= Deseadense), a la vez que es examinada la distribución vertical de restos fósiles (vertebrados, invertebrados y vegetales) en la primera unidad y la discordancia angular que la separa de la Formación Río Chico.

Asimismo se incluyen consideraciones acerca de la historia de los eventos geológicos ocurridos en el área, principalmente basados en los datos isotópicos de dos muestras significativas: una piroclastita en el tope de la Formación Salamanca (61 ± 5 m.a.) y un basalto olivínico en el tope de la Formación El Sol (24 ± 3 m.a.).

ABSTRACT

Some modifications in the local stratigraphic column are here introduced; it is integrated by several formations: Salamanca (Hansen Member), Río Chico (Las Violetas and Visser Members), those of the Sarmiento Group, and Patagonia. The column ranges in time from the Lower Paleocene (Danian) up to the Upper Oligocene (or Lower Miocene ?).

This paper includes the megascopic characteristics, as well as their structural relations and paleoenvironmental conditions of all mentioned units. Specially, for those of the Sarmiento Group, two new formational names are proposed: Cañadón Hondo (= Casamayorensis) and El Sol (= Deseadense); of the first unit the vertical distribution of fossil remains (vertebrate, invertebrate and plants), and the angular unconformity that separate these unit from the Río Chico Formation, are also studied.

Some considerations on the geological history of the area are included, based mainly on the isotopic data of two significative samples: a pyroclastite from the top of Salamanca Formation (61 ± 5 m.y.) and an olivine basalt from the top of El Sol Formation (24 ± 3 m.y.).

(*) Carrera del Investigador Científico del CONICET y Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Buenos Aires.

INTRODUCCION

En el transcurso de los trabajos de relevamiento de las distintas unidades terciarias aflorantes en el ámbito provincial (*), se ha examinado la zona de Cañadón Hondo (también conocida con la denominación de Bajo Hondo). Esta región es una de las más importantes por su contenido en vertebrados de edad Casamayorensis (Eoceno inferior) y Deseadense (Oligoceno superior) y, como se verá más adelante, presenta también interesantes problemas estructurales y estratigráficos.

El Cañadón Hondo, conocido desde 1929 por los trabajos de Piatnitzky (1931), fue posteriormente estudiado por Simpson, quien en 1931, como integrante de la primera Expedición Scarritt a la Patagonia (organizada por el American Museum de Nueva York, U.S.A.), encontró restos de peces y de mamíferos en sedimentitas asignadas al Terciario (Simpson, 1935). Otros trabajos de Piatnitzky (1942), Bordas (1943, 1945) y, en especial, Schaeffer (1947, sobre datos inéditos de Simpson), ampliaron el conocimiento geológico y paleontológico de la secuencia local, aunque sin examinar en detalle los aspectos estratigráficos y sedimentológicos. Es de señalar que, en su mayoría, los estudios en el área se limitaron a la descripción de fósiles (sin indicación de su ubicación precisa en la secuencia) y a señalar la génesis piroclástica de las sedimentitas portadoras; sólo en contadas ocasiones se incluyeron perfiles topográfico-geológicos o mapeos expeditivos (véase Schaeffer, 1947; Feruglio, 1949) y descripciones petrográficas de algunas rocas (McCartney, 1933).

La región de Cañadón Hondo se halla a 65 km de Comodoro Rivadavia (fig. 1); es una depresión semicircular de 10 km de largo y 6 km de ancho, con el borde austral elevado a la altura de la Pampa de Salamanca y casi en su totalidad excavada en un nivel de terraza ubicado a 375 m s.n.m. (Terraza II, fig. 2) (*). Su fondo es irregular, con numerosas lomas, valles y crestas producidas por erosión del arroyo Cañadón Hondo y sus afluentes; su cota mínima, de 276 m s.n.m., se halla en la planicie aluvial del río Chico.

En una recorrida por el área y sectores vecinos, dos aspectos llaman la atención del observador: el gran desarrollo de la Formación Río Chico, ya mencionado por Bordas (1943), que constituye los afloramientos más conspicuos por su expresión topográfica, y la presencia de una secuencia de desarrollo mantiforme y tonalidades verdosas asignada al Grupo Sarmiento (*), cuyas relaciones estructurales con las unidades sub y suprayacentes no eran bien conocidas; asimismo, esta unidad es portadora de un conjunto heterogéneo de restos de vertebrados y de plantas, que fueron obtenidos por otros investigadores en distintos sitios del área en estudio, sin que se tuviese una noción de su ubicación estratigráfica correcta.

Con el fin de ampliar nuestro conocimiento de la geología local —en particular de la sucesión del Grupo Sarmiento—, y determinar posibles correlaciones con perfiles levantados en el litoral marítimo por Andreis, *et alii.* (1975), es que se encara en este trabajo el estudio estratigráfico del Cañadón Hondo. En esta primera contribución se presentan los resultados obtenidos durante las campañas de verano de 1975 y 1976, y se halla en preparación el estudio petrográfico de las sedimentitas y lavas asociadas.

(*) "Plan del Terciario Patagónico", financiado por el CONICET (Subsidio N° 4.032).

(*) En el área se han desarrollado otros dos niveles de terrazas, ubicado a 420 m. (Terraza I) y a 345 m. (Terraza III). Todas presentan, suave pendiente hacia el noroeste.

Para el logro de los objetivos trazados, se preparó un perfil estratigráfico integrado de la secuencia (fig. 3) y un mapa geológico realizado sobre fotografías aéreas en escala aproximada 1:40.000 (*) (fig. 2). Asimismo, se incluye un perfil detallado del sector del Grupo Sarmiento (fig. 4) que contiene los horizontes portadores de plantas y de peces. En todos los casos se efectuó la correspondiente recolección de muestras para estudios sedimentológicos y paleontológicos.

Durante los trabajos de relevamiento, la presencia de frecuentes fenómenos de desmoronamientos y deslizamientos atectónicos (que afectan principalmente a las sedimentitas del Grupo Sarmiento y a la Formación Patagonia), ha obligado a extremar las precauciones en la medición de espesores formacionales. Por otra parte, la discontinuidad de los afloramientos, la similitud megascópica entre sedimentitas pertenecientes a unidades diferentes y, sobre todo, la existencia de una discordancia angular entre las formaciones paleocenas y eocenas (no descripta aún en la geología del terciario patagónico), han dificultado en gran medida la descripción de la secuencia y la dilucidación de los problemas estructurales conexos.

La entrada al Cañadón Hondo puede hacerse directamente desde la ruta 27 (que une Comodoro Rivadavia con Sierra Cuadrada y El Sombrero), cuyo trazo pasa a lo largo del borde oriental de la depresión (fig. 2). A las localidades fosilíferas, ubicadas más al Oeste, se llega por un camino que, desde las cercanías del puente Nollman (o paso Niemann), se extiende hacia el sudoeste a lo largo de la margen derecha del río Chico y termina en la Ea. El Sol. Un camino interno de la estancia, en regular estado de conservación, permite recorrer el sector occidental del área relevada, donde se hallan los niveles fosilíferos más importantes (*, fig. 2). El tránsito por el sector sudeste es difícil, pues los caminos están abandonados e interrumpidos por frecuentes torrenteras.

ESTRATIGRAFIA

Las nuevas observaciones corroboran la presencia de las unidades litoestratigráficas mencionadas por Frenguelli (1936) y Feruglio (1949, fig. 102), o sea, las que modernamente se denominaron Formaciones Salamanca, Río Chico, Patagonia y a las del Grupo Sarmiento.

Sin embargo, en un intento de clarificar la estratigrafía de las unidades litoestratigráficas que constituyen el Grupo Sarmiento (el Grupo fue definido por Simpson en 1941) y poder comparar la secuencia local con las estudiadas en el litoral marítimo (véase Andreis, *et alii*, 1975), en este trabajo se introducen algunas modificaciones en el esquema estratigráfico.

En primer lugar, se propone abandonar el uso de nombres formacionales incorrectamente derivados de unidades cronoestratigráficas (Casamayorenses, Deseadenses, etc.), y reemplazarlos con nuevos nombres acordes con las especificaciones del Código de Nomenclatura Estratigráfica: Formación Cañadón Hondo (en lugar de Casamayorenses) y Formación El Sol (en lugar de Deseadenses) (*). Con respecto a la denominación de "Formación Patagonia" —dada por Russo, *et al.* (1972)—, a pesar de mantener el uso de un nombre de gran arraigo en la nomenclatura geológica argentina, creemos que no es adecuado, pues bajo tal denominación se incluyen unidades cronológicamente distintas, a la vez que resulta un nombre impropio por la enorme extensión areal involucrada y la falta

(*) Se propone eliminar definitivamente la denominación "Tobas de", de acuerdo con la sugerencia de Andreis, *et alii.* (1975), y utilizada por otros autores (Franchi, *et alii.*, 1975), pues los tipos litológicos que integran el Grupo son genéticamente distintas e incluyen desde verdaderas tobas hasta depósitos epiclásticos totalmente desvinculados con una génesis piroclástica.

(*) Fairchild Aerial Survey, fotos 4-10-52/53 y 21-9-410/412.

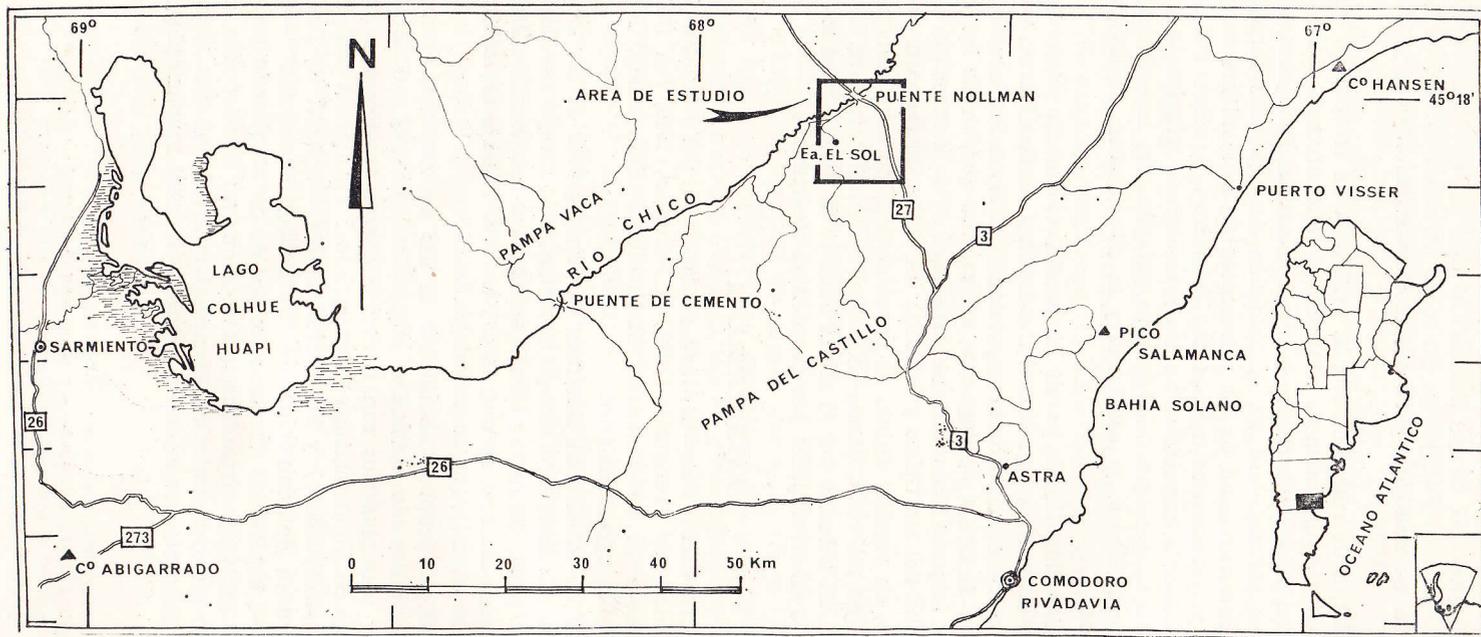


Figura 1. Mapa de ubicación.

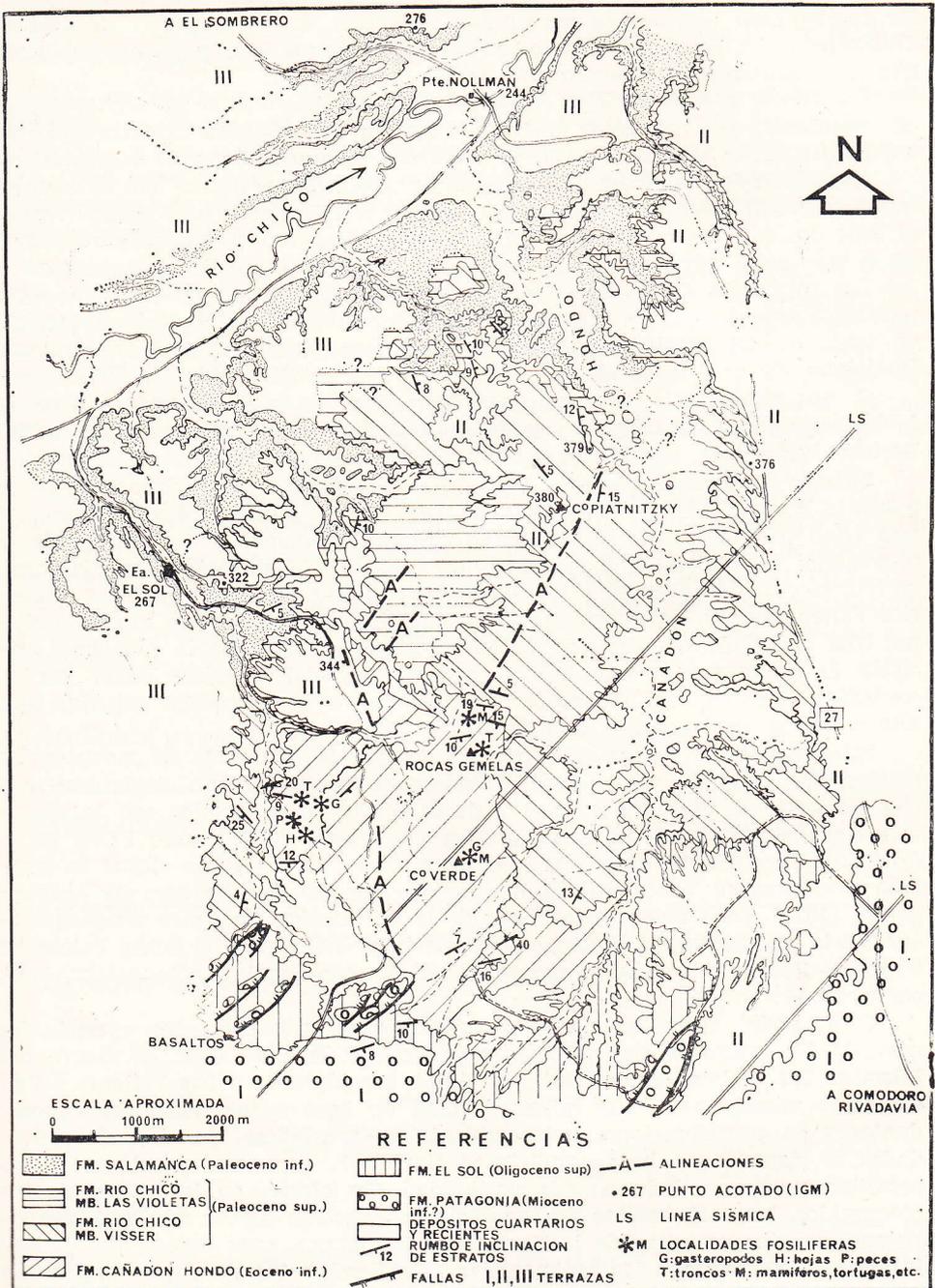


Figura 2. Mapa geológico del área de Cañadón Hondo.

de perfiles tipo de algunas unidades convenientemente establecidos. Es por estas razones que Camacho (1974) tiende a eliminar la denominación "Patagonia" y reemplazarla por otras acordes con el Código de Nomenclatura Estratigráfica. En nuestro caso, como no es posible aún establecer vinculaciones con sucesiones aflorantes en el litoral marítimo o con las del territorio de la provincia de Santa Cruz, se mantiene la denominación arriba mencionada.

La secuencia estratigráfica en el Cañadón Hondo, como se ha señalado precedentemente, está integrada por un conjunto de unidades litoestratigráficas cuya edad, según se desprende de la literatura, es aún materia de controversias.

Con el fin de contribuir a la solución del problema, es que se han datado dos muestras, cuya posición estratigráfica es muy significativa: una toba vítrea en el tope de la Formación Salamanca (Miembro Hansen) y un basalto ubicado en el tope de la formación El Sol, justo debajo de la ingresión patagoniana.

Los resultados de la datación (*) indican para la piroclastita una edad paleocena superior (61 ± 5 m.a.; K: 0,36 % y Ar^{40} rad: $0,397 \times 10^{-10}$ mol/g), en tanto que el basalto alcanza una edad oligocena superior, probablemente Chattiano (29 ± 3 m.a.; K: 1,24 % y Ar^{40} rad: $0,622 \times 10^{-10}$ mol/g).

Si nos atenemos a los resultados aportados por estas dataciones y de la bibliografía publicada sobre el área del golfo de San Jorge (Lesta y Ferello, 1972; Bertels, 1973, 1974), surgen algunas consideraciones de interés.

Veamos en primer lugar la Formación Salamanca. Las evidencias micro-paleontológicas (Méndez, 1966; Bertels, 1973, 1974) indican para esta unidad una edad paleocena inferior (Daniano). Si nos atenemos a la datación de la piroclastita se advierte que la formación basal de la sucesión terciaria local, se habría depositado en el lapso Paleoceno inferior [Daniano-Paleoceno superior (Thenetiano)]. La nueva ubicación del tope de la secuencia salamanqueana, trae aparejada una importante consecuencia, pues obligaría a subir la posición de la Formación Río Chico, en particular del Miembro Visser por su contenido florístico, del Paleoceno medio-superior al Paleoceno superior más alto o, quizás, incluso hasta el Eoceno más bajo.

Esta posibilidad parece concordar mejor con la existencia de movimientos epirogénicos ocurridos en el lapso Paleoceno superior-Eoceno, según referencias de Lesta *et al* (1972), y que podrían quedar corroborados con la aparición de una notoria discordancia erosiva en la base del Miembro Visser en el área tipo (Andreis, *et alii*, 1975). Por otra parte, el hecho de elevar la posición del miembro Visser estaría de acuerdo con las conclusiones de Archangelsky (1974), para quien la taoflora de la Formación Río Chico sería equivalente a la de Laguna del Hunco, cuya posición se hallaría en el límite Paleoceno superior-Eoceno y quizás, se extendería al Eoceno basal (Archangelsky, 1977, comp. pers.).

Como podrá advertirse de las consideraciones anteriores, una cuestión ha quedado sin examinar con respecto a la Formación Río Chico. Es acerca del Miembro Las Violetas. Andreis *et alii*. (1975) consideraron a Las Violetas y Visser como miembros de una misma unidad en base a sus relaciones concordantes y en consideraciones paleoambientales (recuérdese que ambas subunidades se depositaron bajo condiciones fluviales), pero nuevas observaciones permiten poner en duda aquella posibilidad. En efecto, en los afloramientos reconocidos, las sedimentitas de Las Violetas muestran mayor afinidad composicional con las psamitas de la Formación Salamanca, pues ambas son de naturaleza lítica, que con las sedimentitas del Miembro Visser, cuya composición

(*) Las denominaciones adoptadas podrán ser aplicadas o no en otras zonas del ámbito patagónico, con el aporte de nuevas investigaciones en marcha en las unidades que conforman el Grupo Sarmiento en el territorio chubutiano.

(*) Realizadas en el INGEIS, por el Dr. E. Linares.

es arcósica. Por otra parte, si se examinan los espesores del Miembro Las Violetas en el litoral marítimo y en Cañadón Hondo, surge la clara evidencia de un fuerte proceso erosivo previo a la depositación del Miembro Visser, el que, en algunos casos, produjo la total eliminación de Las Violetas (véase perfil de Puerto Visser, Andreis *et alii*, 1975).

Las consideraciones precedentes permiten sospechar que el denominado Miembro Las Violetas de la Formación Río Chico (cuya edad sería paleocena superior), podría constituir una entidad independiente con carácter formacional. Cabe señalar que como las evidencias reunidas al presente aún no son concluyentes, se seguirá manteniendo a Las Violetas como integrante de la Formación Río Chico.

Con relación a la posición cronológica de las unidades que forman el Grupo Sarmiento, sólo podemos considerar las ideas expresadas por Pascual *et al* (1971, 1973), basadas en el estudio de los restos de mamíferos fósiles. Según estos autores, con los cuales coincidimos, la edad de la unidades aflorantes correspondería al Eoceno inferior (= Formación Cañadón Hondo) y al Oligoceno superior (= Formación El Sol). Cabe señalar que la edad de la segunda unidad ha sido confirmada con la datación isotópica de las rocas basálticas con las que culmina.

Finalmente, la datación antes mencionada permite considerar que los depósitos patagónicos locales se habrían depositado en el Oligoceno superior post-Chattiano o, quizás, en el Mioceno inferior, como resultado de movimientos epirogénicos ocurridos en una "época pre-miocena" (Lesta *et al*, 1972).

En resumen, la sucesión estratigráfica de Cañadón Hondo estaría integrada por las siguientes unidades (en orden secuencia de la unidad más antigua a la más joven).

RODADOS PATAGONICOS	Pleistoceno
_____	_____
	Discordancia erosiva
FORMACION PATAGONIA	Oligoceno superior o Mioceno inferior (?)
_____	_____
	Discordancia erosiva
FORMACION EL SOL	Oligoceno superior
GRUPO SARMIENTO	Disc. erosiva
FORMACION CAÑADON HONDO	Eoceno inferior
_____	_____
	Discordancia angular
MIEMBRO VISSER	Paleoceno superior o Eoceno inferior (?)
FORMACION RIO CHICO	Discordancia erosiva
MIEMBRO LAS VIOLETAS	Paleoceno superior
_____	_____
	Discordancia erosiva
FORMACION SALAMANCA (MIEMBRO HANSEN)	Paleoceno inferior (Daniano) hasta Paleoceno superior (Thanetiano)

FORMACION SALAMANCA

Aflora subhorizontal (buza pocos grados al SE), a lo largo del valle del río Chico y en los cañadones tributarios (fig. 2). El espesor medido en el cañadón de la Ea. El Sol, alcanza a 49 metros (sin base visible).

De acuerdo con nuestras observaciones, la secuencia local puede ser correlacionada con las secciones más altas del Miembro Hansen de los perfiles de la costa del golfo de San Jorge levantados por Andreis, *et alii* (1975), y comprende las capas atribuidas comúnmente al Banco Verde y Banco Negro Inferior de la nomenclatura antigua (véase Feruglio, 1949).

Salvo la escasa participación de piroclastitas hacia el tope de la formación la sucesión está constituida por sedimentitas epiclásticas pelíticas hasta psefiticas, de tonalidades grises y gris amarillentas (50%), amarillento-verdosas (30%), y negras y castañas en proporciones similares.

Diferencias granulométricas, de color y las estructuras sedimentarias, han permitido reconocer tres secciones, que denominaremos inferior, media y superior para su mejor descripción e interpretación. Cabe señalar que estas divisiones informales, con menores variaciones megascópicas, aunque en distinta ubicación estratigráfica, aparecen también en las secciones altas de Puerto Visser, Bajada de Hansen y cerro Abigarrado (fig. 1).

a) *Sección inferior* (20 m). — Los afloramientos más conspicuos se hallan en las cercanías del puente Nollman (*) y valles transversales del río Chico. Corresponden al Banco Verde que fue considerado por Feruglio (1949) como banco guía de la secuencia salamanquense. Está compuesta por cuerpos tabulares de ysamitas glauconíticas friables, finas a medianas y lentes de conglomerados polimícticos. En las psamitas son comunes las estructuras entrecruzadas cóncavas, de pequeña escala y agrupadas; suelen asociarse a ellas estructuras de tipo tangencial simple. En otras localidades de la cuenca ocupada por la Formación Salamanca, esta sección contiene *Ostrea pyrotheriorum* (Bajada de Hansen) o troncos silicificados (cerro Abigarrado). Hacia los términos superiores de la sección aparecen algunas arcilitas macizas, a veces con fractura concoide.

b) *Sección media* (15 m). — Representada por una alternancia de estratos tabulares, poco definidos, de psamitas finas hasta gruesas y limolitas macizas; las psamitas pueden mostrar estructuras entrecruzadas (tangenciales simples). El conjunto se distingue por sus tonalidades grises y castañas, parcialmente modificadas por pigmentación rojiza hematítica.

c) *Sección superior* (14 m). — Esencialmente pelítica, incluye limolitas y arcilitas macizas, de fractura concoide ("fragmentosas") y de tonalidades grises. Se destaca la intercalación de arcilitas negras que gradan a limolitas gris oscuras (Banco Negro Inferior, Feruglio, 1949), así como de limolitas (por debajo) con frecuentes estructuras de bioturbación figurativas (Schaeffer, 1956, 1972, en Reineck y Singh, 1973) o "*lebenspuren*" (Seilacher, 1953). Cabe consignar que la margen sur de la depresión ocupada por el lago Colhué-Huapí, los depósitos de esta sección superior también presentan caracteres similares.

Sobre el "Banco Negro" aparecen piroclastitas blancas (gris pálidas en superficies frescas), finas a gruesas (lapillitas), que resultan ser un excelente horizonte guía local para separar la Formación Salamanca de las sedimentitas de la Formación Río Chico (Miembro Las Violetas). Depósitos con caracteres similares, aunque más finos e intercalados en arcilitas negras, han sido registrados en Bajada de Hansen (véase Andreis, *et alii*, 1975).

(*) Reconocidos por Windhausen (1923) y Feruglio (1929, 1931), y estudiados por Frenguelli (1936), por su contenido en diatomeas marinas.

FORMACION RIO CHICO

Los afloramientos asignados a esta unidad ocupan extensas áreas, en especial en el valle del Cañadón Hondo (fig. 2), y aparecen también en asomos aislados debajo de los depósitos de la Formación Cañadón Hondo (*).

Por lo general, los dos miembros reconocidos por Andreis, *et alii* (1975), Las Violetas y Visser, se disponen subhorizontales o buzan pocos grados al SE, en aparente concordancia con las sedimentitas salamanquenses. Sin embargo, los estratos del miembro superior (Visser) pueden mostrar una disposición estructural anómala (fig. 2), representada por suaves flexuras de rumbo NW-SE con buzamientos leves hacia el NE o SW en los alrededores del cerro Piatnitzky, y un evidente plegamiento en el sector austral de la depresión. En esta zona aparecen anticlinales y sinclinales asimétricos con planos axiales de rumbo NE-SW e inclinados al SE, y con alas buzantes entre 20° y 45°. Su reconocimiento está dificultado por la propia naturaleza de las sedimentitas riochiquenses (típico relieve de "mal país") y la cubierta mantiforme de las sedimentitas sarmientenses (Formación Cañadón Hondo), con las que configuran una neta discordancia angular. Es necesario señalar que esta discordancia también ha sido detectada al norte de las Rocas Gemelas (fig. 2). La génesis de las alineaciones (A, fig. 2) de rumbo NE-SW, determinadas en las aerofotografías, es aún desconocida, pero son significativamente paralelas a los planos axiales de los pliegues antes mencionados.

1) *Miembro Las Violetas*. — Los afloramientos más representativos se hallan a unos 800 m al SE de la Ea. El Sol y en el bajo ubicado en las inmediaciones (véase fig. 2). El espesor medido es de 27 metros. Presentan caracteres similares con las secuencias del litoral marítimo (véase Andreis, *et alii*, 1975) y están constituidas por sedimentitas epiclásticas y piroclásticas de coloración gris plomo, algo violáceas en superficies meteorizadas. Este aspecto recuerda a las areniscas rionegrenses pliocenas del valle inferior del río Negro, pero la semejanza es sólo aparente, pues en superficies frescas las rocas son gris amarillentas o amarillo verdosas. El Miembro Las Violetas está constituido por psamitas gruesas a muy gruesas, portadoras de frecuentes estructuras entrecruzadas cóncavas, agrupadas y de escala pequeña a mediana; por psamitas medianas a finas, macizas, y por escasas arcillitas bentoníticas. Por lo común, la estratificación es tabular, aunque pueden aparecer algunos estratos lenticulares (paleocanales) de reducido espesor y extensión. La composición más frecuente de las sedimentitas es lítica, pero pueden intercalarse psamitas piroclásticas de segundo ciclo y escasas areniscas feldespáticas pigmentadas por hematita.

2) *Miembro Visser*. — En la zona del perfil esta unidad mide sólo 33 metros de potencia, pero en la margen izquierda del Cañadón Hondo y hacia el Oeste, en Pampa Vaca (véase fig. 1), los espesores son mayores y han sido estimados en unos 80 metros.

En general, la sucesión consiste en una alternancia rítmica (ABAB) de psamitas medianas a muy gruesas (con sabulitas y/o ortoconglomerados finos en la base de los estratos), arcósicas, de tonalidades amarillentas, gris pálido o rosado pálido, y arcillitas bentoníticas y bentonitas macizas, de color gris amarillento a gris verde oliva, algo yesosas.

Los estratos son tabulares y exhiben frecuentes estructuras internas de tipo tangencial simple y cóncavas subordinadas. Los entrecruzamientos son de escala mediana y aparecen agrupados; los contactos entre estratos son netos y definidos por planos paralelos, excepto en los niveles conglomerádicos, donde la base es irregular (génesis erosiva). La tabularidad de la secuencia es acentuada por la

(*) Estos afloramientos no han sido representados en el mapa geológico a causa de la escala gráfica utilizada.

intercalación de unos 10 estratos de psamitas enrojecidas, de gran extensión areal, poco espesor (entre 30 y 70 cm), y con base indefinida. Además de un mayor grado de litificación (forman salientes y cornisas), estos horizontes presentan con frecuencia tubos verticales cilíndricos de 0,3 - 1,0 cm de diámetro y 10 - 20 cm de largo, a veces con una cámara más o menos esférica de diámetro algo mayor en su extremo inferior. Por sus caracteres, estos tubos parecen haber sido producidos por organismos cavadores (lombrices?).

Es de señalar que la sucesión descrita es similar a aquellas aflorantes en Pampa Vaca (3 km al E de la Ea Filadelfia), en el litoral marítimo (Pico Salamanca y Puerto Visser, área tipo) y en la margen sur de la depresión del lago Colhué-Huapí (cerro Abigarrado).

GRUPO SARMIENTO

Con un espesor total de 170 metros, se dispone mantiforme sobre el miembro Visser de la Formación Río Chico con neta discordancia angular, buzando uniformemente hacia el S y SE con valores entre 5° y 19°. Los buzamientos mayores han sido registrados en la Formación Cañadón Hondo, en las cercanías de las Rocas Gemelas (fig. 2), donde las capas aparecen formando anticlinales y sinclinales algo asimétricos, con planos axiales orientados con sentido Este-Oeste.

Formación Cañadón Hondo. — Por la distribución de sus afloramientos, esta unidad basal del Grupo Sarmiento, parece estar restringida al ámbito del Cañadón Hondo, aunque es probable que se extienda hacia el Sur con espesores cada vez más reducidos, por debajo de la Pampa del Castillo. Es de señalar que no han sido registrados afloramientos atribuibles a esta unidad ni en el litoral marítimo ni en el Puente de Cemento sobre el río Chico (véase fig. 1), así como tampoco en el área de Pampa Vaca (al oeste de la región estudiada).

Los mejores asomos se hallan entre las Rocas Gemelas y el cerro Verde ("Green Hill", de Schaeffer, 1947); allí la sucesión es más completa y continua. Las sedimentitas, de naturaleza piroclástica y epiclástica subordinada, presentan estratificación tabular muy evidente y tonalidades verdosas, que las hace fácilmente diferenciables de las unidades sub y suprayacentes.

En el espesor formacional de 125 metros, en base a sus caracteres megascópicos, pueden ser reconocidos tres miembros informales:

a) *Miembro inferior.* — Con 67 metros, está bien representado al NE de las Rocas Gemelas y al este de los afloramientos portadores de peces y de plantas (fig. 2); en esta zona sólo alcanza a medir 18 metros (*).

Se caracteriza por una alternancia (ritmo ABAB) de psefitas y psamitas gris verdosas, en estratos tabulares de escala mediana. Las psefitas son polimícticas (tobas, vulcanitas, obsidiana), con baja madurez textural y granulometría fina (los clastos mayores alcanzan a medir 10 mm). Por su parte, las psamitas son medianas, macizas o laminadas y pueden contener delgadas lentes de sabulitas o de psamitas finas muy litificadas. En las secciones más altas aparecen limolitas con abundantes gránulos dispersos de naturaleza lítica.

Los restos fósiles están representados por fragmentos de vértebras y costillas de vertebrados, los que invariablemente aparecen dispersos sobre los afloramientos conglomerádicos.

(*) Schaeffer (1947) consideró con dudas como pertenecientes a la Formación Salamanca estos afloramientos. Se hallan muy perturbados por deslizamientos atecónicos que dificultan la determinación de la posición original de los estratos y la medición de espesores.

(*) En la secuencia se intercala un estrato verde azulado, que fue considerado como nivel gufa por Schaeffer (1947).

b) *Miembro medio*. — Constituye el cerro Verde y aflora asimismo en el sector donde se hallaron restos de peces y vegetales. Su potencia es de 45 metros y está integrado por tobas blancas, amarillo-verdosas, verde pálido, gris verdosas y grises (*). En general, son macizas y con fractura concoide, pero pueden mostrar laminación y, en algunos niveles, frecuentes tubos verticales cilíndricos que atraviesan todo el estrato; también son frecuentes tubos con forma de cáliz con un orificio en su fondo. La estratificación es tabular fina a mediana, con planos limitantes bien definidos.

En las secciones más bajas de este miembro, en el sector oeste del área relevada, se intercala una secuencia epiclástica amarillenta, integrada por psamitas finas, arcilitas y escasas lutitas papiráceas. La distribución de los depósitos piroclásticos y epiclásticos se muestra en las figs. 3 y 4, en la que además es ilustrada la posición de los cinco horizontes fosilíferos determinados en la sección, los inferiores (2 y 3) han sido hallados en el sector con depósitos epiclásticos y son portadores, respectivamente, de peces (*Percichthys hondoensis*, Schaeffer, 1947) y escaso material mal conservado de vegetales, que Berry (1932) determinara como pertenecientes a *Fagus* y *Nothofagus* (= Flora de *Fagus*, Piatnitzky, 1942); en el segundo horizonte suelen encontrarse fragmentos de troncos silicificados (*). El nivel 4, que permite correlacionar los dos perfiles realizados (véase figs. 3 y 4, así como el horizonte 5, contienen abundantes restos de vertebrados (placas de tortugas, dientes y vértebras de cocodrilos, y fragmentos esqueléticos y dientes de mamíferos). El nivel 3 incluye asimismo frecuentes moldes de *Strophoccheilus* (gasterópodo de agua dulce) y abundantes concreciones silíceas tubuliformes. El horizonte 1 contiene sólo algunos fragmentos esqueléticos de mamíferos y se ubica en la base de la secuencia.

c) *Miembro superior*. — Con sólo 13 metros de espesor, aflora en el sector austral de la depresión, presentando un típico relieve de "mal país" y está cubierto por la Formación El Sol.

Caracteriza a este miembro un ritmo alternante (ABAB) de arcilitas bentónicas y tobas. Las primeras son macizas, amarillento verdosas y portadoras de concreciones (septarias), en tanto que las piroclastitas son finas, macizas, grises o gris verdosas, con frecuente silicificación. La estratificación es tubular y de potencia reducida (50-80 cm).

FORMACION EL SOL. — De indudable génesis piroclástica, esta unidad presenta características litológicas y de estratificación similares a otras sucesiones aflorantes en las bardas de la Pampa del Catillo y en el litoral marítimo entre Bahía Solano y Bajada de Hansen. Su potencia es de 45 metros.

En aparente concordancia y separada de la Formación Cañadón Hondo por una superficie erosiva, se distingue esta unidad por las tonalidades blanquecinas de sus afloramientos. Está constituida por tobas macizas grises, gris amarillentas, anaranjado pálido y rosado pálido, con pobre desarrollo de estratificación tabular. Las escasas, psamitas, de tipo intraformacional, están restringidas a la base de la secuencia. Además, son comunes los nódulos calcedónicos blancos, de igual aspecto que los hallados en Puerto Visser (véase Andreis, *et alii*, 1975), y algunos niveles con pedotúbulos de raíces.

Cabe consignar que, fuera del área del perfil, en el sector sudoeste, aparecen dos coladas de lavas basálticas olivínicas, separadas por tobas finas gris pálido con frecuentes pedotúbulos de raíces; la potencia máxima de estas coladas varía de 1,80 m (superior) a 5,25 m (inferior) y se acuñan hacia el Este (fig. 5).

(*) El nivel portador de troncos es el primer estrato psamítico y podría correlacionarse con las Rocas Gemelas, que también contienen fragmentos de troncos silicificados.

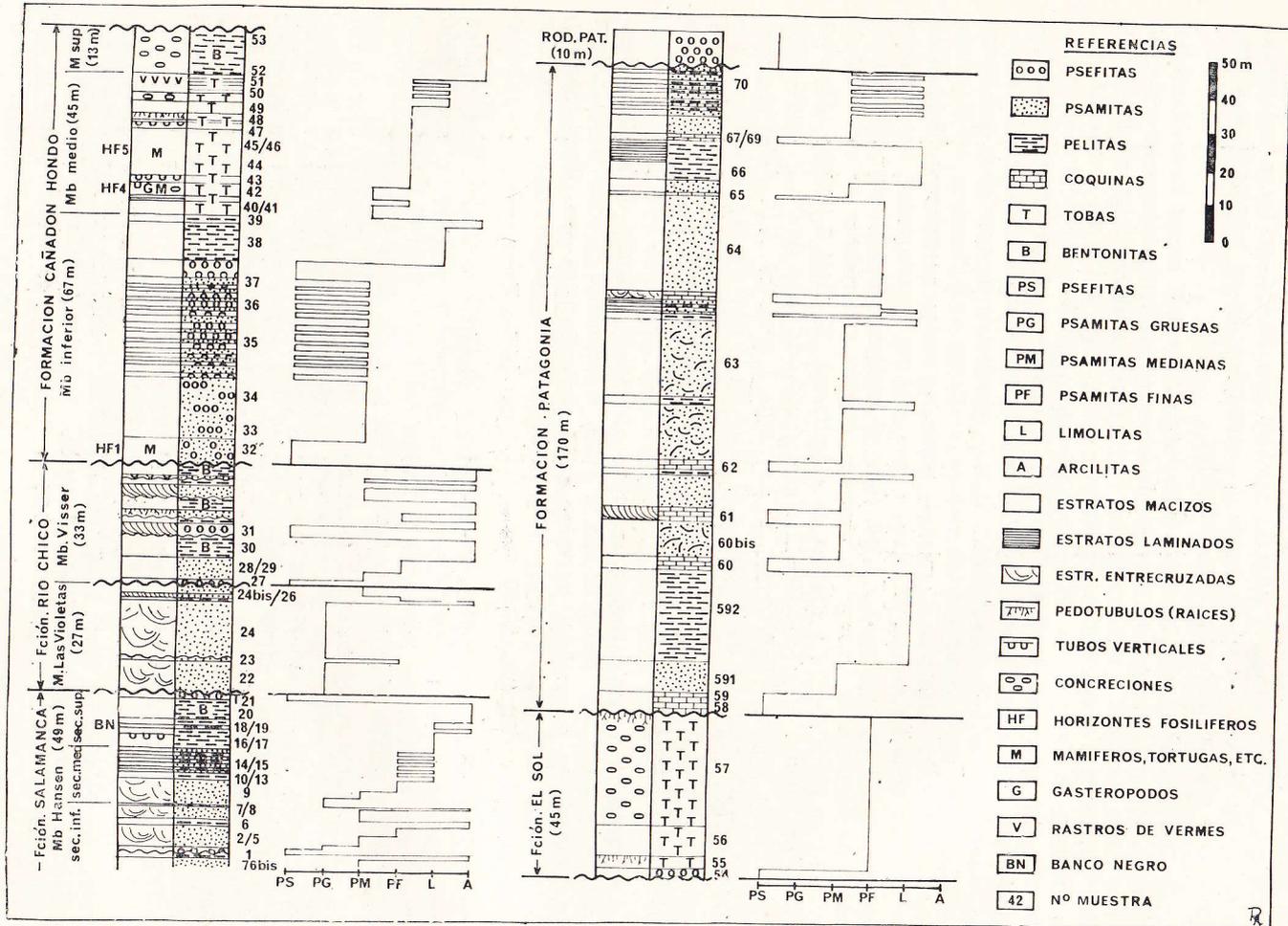


Figura 3. Columna estratigráfica y curva granulométrica de la secuencia sedimentaria local.

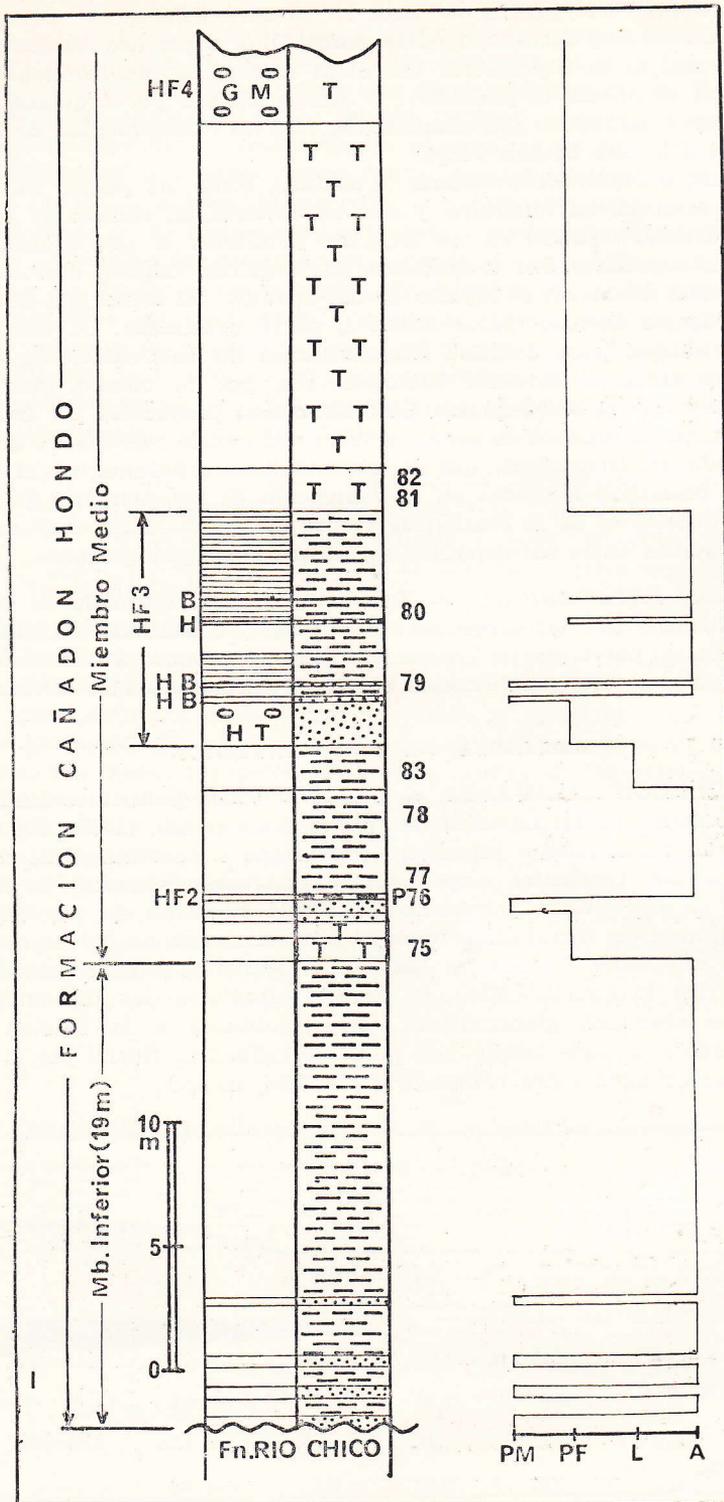


Figura 4. Perfil estratigráfico detallado en el sector de la Formación Cañadón Hondo que contiene los horizontes portadores de plantas y peces. H: hojas; T: troncos; B: briznas de vegetales; P: peces. Para las demás referencias véase figura 3.

La abundancia de glauconita sugiere, si nos atenemos a la opinión de Kukal (1971), que las aguas del mar salamanqueano deben haber tenido pH neutro a débil alcalino; además, de acuerdo con las conclusiones de Porrenga (1967) en ambientes actuales, las aguas tenían una temperatura menor de 15°C.

Las condiciones dinámicas de la sección inferior, se hicieron más débiles, pues las sedimentitas de la sección media parecen haber sido depositadas en una planicie arenosa de marea ("sand flat"), bajo condiciones alternantes de oxidación y reducción débiles. Finalmente, la sección superior marca la aparición de un ambiente albuférico muy extendido y poco profundo, con frecuente actividad de organismos cavadores y crecientes condiciones euxinicas. Las intercalaciones, en las pelitas grises o negras, de delgadas capas de psamitas finas (en parte rebajadas por organismos) pueden ser interpretadas como producidas durante períodos de tormenta o por acción eólica (véase también Reineck y Singh, 1973). En estos cuerpos de agua se produjo hacia el fin de la sedimentación salamanqueana, la caída de materiales piroclásticos de variada granulometría (bentonitas, tobas, lapillitas).

b) *FORMACION RIO CHICO*. — Las nuevas observaciones confirman la naturaleza fluvial de los dos ciclos que integran esta unidad. Salvo la ausencia de horizontes de paleosuelos en el Miembro Las Violetas, presentan características similares a las descritas por Andreis *et alii*. (1975) para el sector Bajada de Hansen - Bahía Bustamante (fig. 1).

El referido paleoambiente queda demostrado por la presencia de: 1) estratos tabulares y lenticulares subordinados, con base erosiva; 2) abundancia de estructuras entrecruzadas (en particular las cóncavas) y 3) ritmos sedimentarios ABAB (más definidos en el Miembro Visser) y ABCABC (más frecuentes en el mismo miembro). En general, se mantienen las condiciones de energía en los dos ciclos, con mayor competencia y poder erosivo de las corrientes en las secciones basales. El análisis de la ciclicidad (véase también Selley, 1972), de los tipos de estructuras entrecruzadas y la relación clástica: conglomerados + psamitas/pelitas (cuadro I), permite inferir que las facies de canal anastomoso del Miembro Las Violetas poseían mayor energía que las correspondientes al Miembro Visser, el que se habría formado también en planicies de inundación, pero con canales meandrosos y con periódicas condiciones de exposición sub-aérea de los depósitos. Esta última posibilidad se ha visto corroborada por la presencia de los horizontes enrojecidos interpretados como paleosuelos.

CUADRO I

Composición granulométrica (en %) y relación clástica

Formación	Potencia	Congl.	Psam.	Limol.	Arcil.	Psef. + Psam. Pelitas
SALAMANCA	49 m	3,2	43,8	23,3	29,7	0,88
RIO CHICO						
a) Mb. Las Violetas ..	27 m	0,0	98,1	0,0	1,9	51,60
b) Mb. Visser	33 m	14,1	42,1	0,0	43,8	1,26
CAÑADON HONDO .	125 m	26,4	54,4	8,8	10,4	4,16
EL SOL	45 m	2,0	98,0	0,0	0,0	0,00
PATAGONIA	170 m	12,0	58,5	29,5	0,0	2,30

La participación de sedimentitas pelíticas es notoria en el Miembro Visser y denota una pérdida gradual de competencia del agente de transporte en cada ciclo; asimismo, a través de toda la secuencia aflorante en las cercanías del cerro Piatnitzky se advierte una disminución constante, aunque débil, en la granulometría de las sedimentitas psamíticas. Por otra parte, la presencia de horizontes de paleosuelos y la llamativa ausencia de laminación ondulítica, permite atribuir, en parte a la acción eólica, la depositación de los materiales clásticos. No se descarta la posibilidad que los procesos pedogénicos y aún la actividad de los organismos cavadores, puedan haber contribuido a la desaparición de las estructuras internas en algunos horizontes de paleosuelos.

El cálculo de las paleocorrientes indica que durante la depositación de las sedimentitas de la Formación Río Chico, las corrientes fluyeron siguiendo la paleopendiente local, hacia el Este en el área de Cañadón Hondo (Miembro Las Violetas: $85^{\circ}23'$ y Miembro Visser: $104^{\circ}05'$) y hacia el Sw en el sector de Pampa Vaca (Miembro Visser: $170^{\circ}05'$).

Como conclusión final, basada en las características de la estratificación, puede deducirse que el relieve en el cual fueron excavadas las respectivas planicies de inundación, debe haber sido llano, probablemente como amplias llanuras con escasas diferencias de cota.

c) *FORMACION CAÑADON HONDO*. — La persistente estratificación tabular fina a mediana a través de la secuencia, la laminación y las frecuentes perforaciones cilíndricas verticales (que pueden ser interpretadas como producidas por vegetales parecidos a los actuales juncos), permite suponer la existencia de un paleoambiente palustre o lacustre (al menos en las épocas primigéneas). La presencia de restos de peces, de quelonios y cocodrilos, de mamíferos, de vegetales y, en especial, del gasterópodo *Strophocheilus*, hace presumir que se trataba de un cuerpo de agua dulce poco profundo, aunque con variaciones locales según se desprende del contenido fosilífero en cada uno de los horizontes determinados (*). Este cuerpo de agua debe haber sido permanente, pues en forma sistemática faltan evidencias de exposición subaérea (grietas de desecación). Cabe consignar que condiciones paleoambientales palustres ya habían sido sugeridas por Piatnitzky (1942) en base al hallazgo de peces.

El relleno de la cuenca palustre, salvo el período de depositación de materiales epiclásticos que indican una fuerte erosión de las áreas circundantes, se produjo por sucesivos aportes de lluvias de cenizas volcánicas (miembros medio y superior). La evidente disminución en la granulometría de las sedimentitas hacia el miembro superior y la mayor frecuencia de tonalidades grisáceas en las secciones superiores, parece indicar una progresiva colmatación de la cuenca, bajo condiciones relativamente oxidantes hasta el miembro medio y débil reductoras en el miembro superior.

d) *FORMACION EL SOL*. — La granulometría fina de los depósitos piroclásticos (Relación clástica: 0, cuadro I), su homogeneidad lateral y vertical, la ausencia de laminación o de estructuras direccionales, así como el pobre desarrollo de la estratificación, son los rasgos distintivos de la unidad; a ellos debemos agregar la presencia de algunos conglomerados intraformacionales y los niveles con pedutúbulos producidos por sistemas radiculares de vegetales.

El conjunto de evidencias corrobora las conclusiones de Andreis *et alii* (1975), con respecto a un probable origen eólico de los depósitos de amplias llanuras surcadas por ríos temporarios de cauce divagante y con poca competencia de las corrientes (véase también Pascual y Odreman, 1971, y Andreis,

(*) Cabe enfatizar que en ningún lugar se han encontrado restos de peces (y de plantas), asociados a restos de mamíferos (Tetrápodos).

1972). La presencia de Pedotúbulos, en especial en las piroclásticas intercaladas entre las coladas de lavas, indican una mayor frecuencia de períodos de no depositación con formación de paleosuelos hacia los términos superiores de la unidad.

e) *FORMACION PATAGONIA*. — Las sedimentitas patagonianas representan un depósito infralitoral, producido en una cuenca de fondo playo, de escasa profundidad y con mareas débiles, producto de un proceso transgresivo que se desarrolló, en opinión de Andreis *et alii* (1975), sobre un área continental de fisiografía tabular. Al respecto, la fig. 5, es una evidencia concluyente de las características paleofisiográficas del área previas a la sedimentación patagoniana.

Un examen detallado de la secuencia (véase anexo) permite inferir que hacia los términos medios comienza a manifestarse un proceso lento pero gradual de regresión, el que sólo se advierte en las características texturales y de potencia de los depósitos de coquinas. En las porciones basales, los estratos de estas rocas calcáreas, con más de 5 metros de espesor, contienen abundantes Ostreas completas, con las valvas cerradas y sin que se advierta orientación secundaria por corrientes (1º y 2º nivel de coquinas); sin embargo, hacia los términos medio y superior, puede observarse una progresiva disminución en el espesor de los estratos (que ahora miden entre 0,70 y 1,60 metros), a la vez que aumenta la proporción de valvas trituradas y se hacen más frecuentes las estructuras sedimentarias tales como laminación, estratificación cóncava y lentes de psamitas y pelitas.

La notoria homogeneidad de las psamitas y de las pelitas a través de toda la secuencia, sugiere que las mudanzas de la línea de costa se produjeron sin modificaciones sustanciales en la energía ambiental. La presencia de glauconita, indica, cómo en el caso del "Banco Verde" salamanqueano, que la sedimentación se produjo en una zona de plataforma conectada libremente con el mar y, por ende, presentaba idénticas condiciones térmicas de sus aguas.

En conjunto, los depósitos arenosos y pefíticos (coquinas) son los más abundantes y representan el 70% de la unidad (Relación clástica: 2,30, cuadro I) y dan una idea aproximada de la energía ambiental existente durante la ingresión patagoniana.

HISTORIA GEOLOGICA DEL AEREA

Durante el episodio marino que comprende el lapso Daniano -Thanetiano, las sedimentitas salamanqueanas fueron depositadas en un ambiente infralitoral cercano a la costa (con profundidades cercanas a 45 metros), pero hacia el tope de la sucesión éstas pasaron a ser depositadas en ambientes cada vez menos profundos, de tipo albuférico, con recurrencias poco notorias. El ciclo salamanqueano se cierra con un período de caída de lluvias de cenizas, cuya edad, según se desprende de las dataciones radimétricas, corresponde al Paleoceno superior (61 ± 5 m.a.).

El proceso de regresión del mar salamanqueano continuó aparentemente sin mayores interrupciones y, como reflejo de movimientos epirogénicos ocurridos en el área, se produjo la continentalización de la región con la depositación de los dos ciclos fluviales que constituyen la Formación Río Chico (véase consideraciones sobre el Miembro Las Violetas en pág. 6), durante el Paleoceno más alto (post-Thanetiano) o en el Eoceno inferior.

En el primer ciclo (Miembro Las Violetas), la pendiente regional de la planicie de inundación fue algo mayor que durante la depositación del ciclo siguiente (Miembro Visser); en éste hubo, además, periódicas condiciones de exposición subaérea de los depósitos con formación de paleosuelos. El relieve, en ambos casos, era llano con escasas diferencias de cota. Estas características

parecen haber existido especialmente en el Miembro Las Violetas, pues, según se desprende del análisis comparativo de los espesores del Miembro Visser en el litoral marítimo (Andreis *et alii*, 1975) y el área en estudio, puede inferirse una mayor "ondulación" del terreno durante la depositación de esta subunidad.

Si nos atenemos a los datos aportados por las paleocorrientes (véase también Andreis *et alii*, 1975), durante la depositación de la Formación Río Chico, existió una paleopendiente inclinada hacia el E-SE en el litoral marítimo y hacia el Sur más al oeste (área de Pampa Vaca).

Una nueva época de movimientos tectónicos, probablemente ubicados en el Eoceno inferior (Ypresianos?), tuvieron su expresión en sectores restringidos aparentemente en el actual valle del río Chico. Dichos movimientos perturbaron la posición de las capas de la Formación Río Chico, provocando plegamientos (en especial, visibles en el Miembro Visser) y la aparición de aineaciones asociadas (?).

Después de esta actividad tectónica, un período de erosión que abarca un lapso desconocido, pero pequeño del Eoceno inferior, debe haber producido un relieve irregular, con dorsales y bajos relativamente profundos. En este relieve se instaló el ambiente palustre de la Formación Cañadón Hondo, que marca en sus primeros tiempos una energía relativamente fuerte (probable paleoambiente lacustre ?), con la depositación de materiales epiclásticos gruesos. La gradual colmatación de la cuenca lacustre por sucesivos aportes de materiales piroclásticos, provocaron un cambio gradual del ambiente hacia condiciones de menor profundidad, siempre de agua dulce (recuérdese la presencia del gasterópodo *Strophocheilus*). Durante la existencia de la cuenca florecieron una variada fauna de vertebrados muy rica en especies y géneros; los restos vegetales, por su pobre estado de conservación, parecen haber sido llevados por corrientes fluviales al sitio de depositación.

Hacia el fin de la sedimentación de la Formación Cañadón Hondo, las cenizas se depositaron en cuerpos de agua aislados, dando lugar a estratos bentónicos por alteración "in situ" del vidrio volcánico.

El proceso piroclástico continuó, después del hiatus eoceno inferior - oligoceno superior, con la depositación de la Formación El Sol, aunque se advierte el cambio de depositación áeua (Cañadón Hondo) por condiciones eólicas predominantes con formación de paleosuelos en sedimentitas aparentemente loessicas. En las postrimerías del ciclo deposicional de la Formación El Sol, junto con las piroclastitas se producen derrames basálticos cuya edad es oligocena superior (Chattiano, 28 ± 3 m.a.).

Es probable, por fin, que el plegamiento que exhiben las capas de la Formación Cañadón Hondo pueda ser considerado como debido a movimientos post-sarmientenses (probablemente post-oligocenos y pre-miocenos, de acuerdo con las ideas de Lesta y Ferello, 1972), pero la ausencia de afloramientos perturbados correspondientes a la Formación El Sol, en contacto con las sedimentitas de la unidad subyacente parece no confirmar tal posibilidad.

La secuencia piroclástica de la Formación El Sol fue posteriormente cubierta por las sedimentitas de la transgresión patagoniana, depositadas en mares poco profundos sobre extensas plataformas cercanas a la costa.

Finalmente, debemos referirnos a la importancia que tiene para la estratigrafía local y regional, la datación de los basaltos de la Formación El Sol, pues arroja cierta luz en el tan debatido problema de la edad del "Piso Patagoniano" (Bertels, 1970). Para esta unidad, algunos autores (Camacho, 1974) le asignan una edad eocena en base del contenido de invertebrados marinos, en tanto que otros (Pascual y Odreman, 1971, 1973; Bertels, 1970) favorecen una edad más joven, oligocena, en base a criterios también paleontológicos (restos de vertebrados y microfósiles, respectivamente). De ser esta datación corroborada con informaciones de áreas vecinas a Cañadón Hondo, sin duda alguna,

resultará un elemento de gran apoyo a la segunda posibilidad. Es necesario remarcar una vez más la génesis volcánica de las rocas datadas (por sus texturas y estructuras), las que aparecen como coladas posteriormente erosionadas por la transgresión del mar patagónico.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las consideraciones presentadas en este trabajo, se concluye que:

- 1) La Formación Salamanca (Miembro Hansen) se habría depositado en el lapso del Paleoceno, comprendido entre el Daniano y el Thanetiano.
- 2) Las sedimentitas de la Formación Río Chico parecen haber sido depositadas en el Paleoceno más alto o quizás, incluso, en el Eoceno basal, probablemente después de los movimientos epirogenéticos ocurridos en el lapso Paleoceno superior - Eoceno (mencionados por Lesta y Fereullo, 1972).
- 3) Se confirma la existencia de los dos miembros de la Formación Río Chico: Las Violetas y Visser, reconocidos por Andreis *et alii* (1975) en sectores cercanos en el litoral del golfo de San Jorge, aunque se sospecha, en base a criterios litológicos y estructurales, que el miembro basal (Las Violetas) podría constituir una entidad separada de las típicas areniscas arcóscas asignadas comunmente a aquella unidad (Visser).
- 4) Las unidades correspondientes al Grupo Sarmiento se les confiere nombre formacional de acuerdo con las especificaciones del Código de Nomenclatura Estratigráfica: Formación Cañadón Hondo (= Casamayorense) y El Sol (= Deseadense).
- 5) La Formación Cañadón Hondo se dispone en discordancia angular sobre las sedimentitas del Miembro Visser de la Formación Río Chico. Se supone que la perturbación de las capas de esta unidad puede ser debida a movimientos tectónicos locales ubicados en el Eoceno inferior (Ypresiano ?).
- 6) El ciclo de la Formación El Sol culmina con la efusión de lavas basálticas en el oligoceno superior (Chattiano).
- 7) La transgresión patagónica se produce en el Oligoceno superior (post-Chattiano) o en el Mioceno inferior basal.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su reconocimiento a las autoridades y personal del Distrito Comodoro Rivadavia de Y.P.F., por el generoso apoyo brindado durante las diferentes campañas. Asimismo se quiere dejar constancia del agradecimiento al C.O.N.I.C.E.T. por el financiamiento de este trabajo y, en especial, al señor Julio Sebastián, propietario de la Ea. El Sol, quien con su fina hospitalidad, facilitó en todo momento el desarrollo de los trabajos de campo.

Por otra parte, se desea agradecer a los doctores Pascual, Archangelsky y Romero, al licenciado J. A. Veniel y a los señores A. Rolón, C. Esteves y L. A. Rodrigues, por la valiosa colaboración prestada durante las tareas de campo y por las interesantes sugerencias aportadas. A los doctores Pascual y Archangelsky por la lectura crítica y corrección del manuscrito.

B I B L I O G R A F I A

- ANDREIS, R. R. (1972), "Paleosuelos en la Formación *Musters* (Eoceno medio), Laguna del Mate, provincia del Chubut, República Argentina". Rev. Asoc. Arg. Min. Petr. Sed., III (1-2): 91-97, Buenos Aires.
- ANDREIS, R. R.; MAZZONI, M. M. y SPALLETTI, L. A. (1975), "Estudio estratigráfico y paleoambiental de las sedimentitas terciarias entre Pico Salamanca y Bahía Bustamante, provincia del Chubut, República Argentina". Rev. Asoc. Geol. Arg., XXX (1): 85-103, Buenos Aires.
- ARCHANGELSKY, S. (1974), "Sobre la edad de la tafeflora de la laguna del Hunco, provincia del Chubut". Not. paleont., Amegh., XI (4): 413-417, Buenos Aires.
- BERRY, E. W. (1932), "Fossil plants from Chubut territory collected by the *Scarritt Patagonian Expedition*". Am. Mus. Nov., 536, 10 págs., Nueva York.
- BERTELS, A. (1970), "Sobre el «Piso Patagoniano» y la representación de la época del Oligoceno en Patagonia Austral (República Argentina)". Rev. Asoc. Geol. Arg., XXV (4): 495-501, Buenos Aires.
- BERTELS, A. (1973), "Bioestratigrafía del Cerro Bororó, provincia del Chubut, República Argentina". Actas V Congr. Geol. Arg., Carlos Paz, Córdoba, 1972, III: 71-90, Buenos Aires.
- BERTELS, A. (1974), "Bioestratigrafía del Paleoceno marino en la provincia del Chubut, República Argentina". Actas I Congr. Arg. Bioestr. y Paleont., Tucumán 1974.
- BORDAS, A. (1945), "Geología estratigráfica de algunas zonas de Patagonia". An. Mus. Patagonia, I: 139-184, Buenos Aires.
- BORDAS, A. F. (1943), "Contribución al conocimiento de las bentonitas argentinas". Rev. Minera, XIV (1-2): 60 págs., Buenos Aires.
- CAMACHO, H. (1974), "Bioestratigrafía de las formaciones marinas del Eoceno y Oligoceno de la Patagonia". An. Acad. Cs. Ex. Nat. Buenos Aires, XXVI: 39-57, Buenos Aires.
- FERUGLIO E. (1929), "Apuntes sobre la constitución geológica de la región del Golfo de San Jorge". Rev. GAEA, III (2): 395-486; Bol. Inf. Petr., VI: 925-1025, Buenos Aires.
- FERUGLIO, E. (1931), "Nuevas observaciones geológicas en la Patagonia central". Contr. Y.P.F. 1ª Semana de Geografía, Buenos Aires.
- FERUGLIO, E. (1949), "Descripción Geológica de la Patagonia". 3 tomos, Y.P.F., Buenos Aires.
- FRANCHI, M. R.; HALLER, M. J. F.; LAFIDO, O. R.; PAGE, R. F. N. y PESCE, A. H. (1975), "Geología de la región nororiental de la provincia del Chubut, República Argentina". II Congr. Ibero-Amer. Geol. Econ., IV. 125-139, Bs. Aires.
- FRENGUELLI, J. (1936), "El Banco Verde de Paso Niemann del río Chico en el Chubut y sus diatomeas". Rev. Mus. La Plata, n.s., I: 3-65, Buenos Aires.
- KUKAL, Z. (1971), "Geology of recent sediments". Academic Press, Londres, 490 pp.
- LESTA, P. J. y FERELLO, R. (1972), "Región Extraandina del Chubut y norte de Santa Cruz", Geol. Regional Argentina, Acad. Cs. Córdoba, 601-653.
- MCCARTNEY, G. E. (1933), "The bentonites and closely related rocks of Patagonia". Am. Mus. Nat. Hist., Nov. 360, Nueva York.
- MÉNDEZ, I. A. (1966), "Foraminíferos, Edad y Correlaciones estratigráficas del *Salamanquense* de Punta Peligro (45°30 S y 67°11 W), provincia del Chubut". Rev. Asoc. Geol. Arg., XXI (2). 127-157, Buenos Aires.
- PASCUAL, R. y ODREMAN RIVAS, O. (1971), "Evolución de las comunidades de los vertebrados del terciario argentino. Los aspectos paleozoogeográficos y paleoclimáticos relacionados". Amegh., VIII (3-4): 372-402, Buenos Aires.

- PASCUAL, R. y ODREMAN RIVAS, O. (1973), "Las unidades estratigráficas del Terciario, portadoras de mamíferos. Su distribución y sus relaciones con los acontecimientos diastróficos". Actas V Congr. Geol. Arg., II: 293-338. Buenos Aires.
- PIATNITZKY, A. (1931), "Observaciones estratigráficas sobre las tobas con mamíferos del Terciario inferior en el valle del río Chico (Chubut)". Bol. Inf. Petr., VII (85): 617-634, Buenos Aires.
- PIATNITZKY, A. (1942), "Apuntes sobre la composición y estructura geológica del golfo de San Jorge". Bol. Inf. Petr., XIX (219): 49-63, Buenos Aires.
- PORRENGA, D. H. (1967), "Glauconite and chamosite as depth indicators in the marine environments". Marine Geol., 5: 495-501, Amsterdam.
- REINECK, H-E. y SINGH, I. B. (1973), "Depositional sedimentary environments". Springer-Verlag, 439 pp., Nueva York.
- RUSSO, A. y FLORES, M. A. (1972), "Patagonia austral extraandina". Geol. Regional Argentina, Acad. Cs. Córdoba, 707-725.
- SEILACHER, A. (1935), "Studien zur Palichnologie". N. Jb. Geol. Paleont. Abhandl., 96: 421-452, Stuttgart.
- SELLEY, R. C. (1972), "Ancient Sedimentary Environments". Cornell Univ. Press, 237 pp., Nueva York.
- SCHAEFFER, B. (1947), "An Eocene serranid from Patagonia". Am. Mus. Hist. Nat., Nov. 1331, Nueva York.
- SIMPSON, G. G. (1935), "Occurrence and relationships of the Río Chico Fauna of Patagonia". Am. Mus. Hist. Nat., Nov. 818, Nueva York.
- SIMPSON, G. G. (1941), "The Eocene of Patagonia". Am. Mus. Hist. Nat., Nov., 1120, Nueva York.
- WINDHAUSEN, A. (1923), "Cambios en el concepto de las condiciones geológicas del yacimiento petrolífero de Comodoro Rivadavia". Bol. Acad. Nac. Cs., Córdoba, XXVII.

A N E X O

a) Perfil estratigráfico de la sucesión aflorante en Cañadón Hondo

RODADOS PATAGONICOS

- 10 m Ortoconglomerados friables, constituidos por clastos redondeados a bien redondeados de basaltos, tobas silicificadas, etc. La base no es visible y, en consecuencia, la potencia es aproximada.

FORMACION PATAGONIA

- 13,60 m Alternancia de psamitas medianas amarillas y limolitas gris amarillentas, en estratos tabulares, de 50 cm potencia y sin estructuras internas; contactos netos.
- 5,10 m Psamitas medianas grises y amarillentas alternantes, en estratos tabulares, de 20 cm espesor. Contactos transicionales.
- 1,60 m Coquina con valvas de Ostrea muy fragmentadas. Incluye lentes de limolitas amarillas con notoria laminación. En la base aparece una psamita mediana con laminación grosera, litificada (cemento calcáreo), que contiene pequeños lentes de valvas trituradas.
- 11,00 m Limolitas amarillento verdosas, macizas en la mitad inferior y laminadas en la mitad superior.
- 3,40 m Psamita mediana gris, maciza.
- 0,70 m Coquina con valvas fragmentadas y enteras de hasta 5 cm de diámetro; contiene pequeñas lentes de arcilita gris oliva pálido.
- 27,20 m Psamitas gris amarillentas, finas y macizas, en estratos poco definidos (pasaje transicional), de 10 a 30 cm potencia.

- 1,70 m Coquina con valvas muy trituradas de 1-2 mm, con buenas artesas de 3 m ancho y 1 m de potencia (orientación eje artesa al NE, 40°).
- 3,40 m Psamitas finas y limolitas gris amarillentas, en estratos de 2-10 cm. Buena laminación en los últimos 60 cm. Frecuentes estructuras de bioturbación (tubos verticales con núcleo silíceo).
- 0,50 m Coquina con matriz arenosa fina; conchillas fragmentadas dispersas.
- 1,70 m Limolita amarillenta, maciza.
- 11,90 m Psamitas medianas gris amarillentas, macizas, con conchillas dispersas fragmentadas. Estratificación poco definida con planos de transicionales.
- 1,70 m Limolita amarillenta, maciza.
- 15,30 m Psamita mediana gris verdosa pálida, maciza; estratificación poco definida con planos transicionales. Contiene conchillas fragmentadas dispersas.
- 2,50 m Coquina con Ostreas enteras no orientadas en matriz gruesa constituida por valvas fragmentadas y arena gruesa de color gris amarillento; se intercalan lentes de psamitas medianas de 10 cm potencia exentos de restos de valvas.
- 1,70 m Limolitas amarillentas, macizas.
- 9,10 m Psamitas medianas, grises, macizas, con planos de estratificación transicionales.
- 3,40 m Coquina con estratificación tabular fina (1-3 cm) y fragmentos de valvas de 1-10 cm mezclados. Estructuras entrecruzadas aisladas orientadas hacia el NE (RBz 60/14°). Moderada cantidad de glauconita. Constituye la cornisa de la terraza II.
- 10,20 m Psamitas medianas gris oliva claro, con Ostreas enteras dispersas.
- 3,40 m Coquina castaño amarillenta con abundantes Ostreas completas.
- 25,50 m Limolitas amarillento verdosas, macizas.
- 8,50 m Psamitas medianas, gris pálidas, macizas, con planos de estratificación transicionales.
- 0,80 m Coquina fina maciza, con fragmentos de valvas de 1-10 cm.
- 5,10 m Coquina amarillento verdosa, con matriz arenosa mediana glauconítica; contiene abundantes Ostreas grandes (hasta 25 cm) dispersas o en lentes.

FORMACION EL SOL

- 30,60 m Tobas finas, gris amarillentas (blanquecinas en superficies meteorizadas), macizas, con abundantes concreciones blancas silíceas de formas irregulares (hasta 15 cm de diámetro).
- 8,50 m Tobas finas, anaranjado pálido, macizas.
- 3,40 m Tobas gris blanquecinas, con conglomerados intraformacionales en la base y pedutúbulos (sistemas radiculares) en el techo.
- 2,50 m Conglomerados intraformacionales, constituidos por fenoclastos de tobas amarillentas, dispuestos en una matriz con tonalidades y composición similares. Mala estratificación tabular.

FORMACION CAÑADON HONDO

c) Miembro superior

- 0,30 m Bentonita gris pálido, maciza, silicificada en la base.
- 12,80 m Bentonita amarillo verdosa, maciza, con abundantes concreciones de tipo septaria.

b) Miembro medio

- 5,50 m Tobas gris verdosas amarillentas, laminadas (en parte lajosadas), con intercalaciones (cada 1,5 metro) de tobas blanquecinas litificadas que forman resaltos, con frecuentes marcas de vermes y 30 cm de potencia.

- 1,70 m Tobas verde pálido con fractura concoide, en estratos tabulares de 50-80 cm, con parcial pigmentación morada. Contiene concreciones esféricas, elipsoidales e irregulares, con superficie limonitizada.
- 3,40 m Tobas blancas, macizas, sin estratificación evidente.
- 1,70 m Tobas verdes en estratos tabulares poco definidos y abundantes pedotúbulos de sistemas radicales.
- 1,70 m Alternancia de tobas verdes y verde pálidas, en estratos tabulares de 20-40 cm.
- 0,30 m Tobas amarillentas, medianas, en capas tabulares de 0,5-2 cm, con frecuente yeso fibroso. En el techo presenta tubos verticales (juncos?).
- 0,50 m Toba litificada, verde azulada en la base y gris verdosa hacia el techo, con abundantes tubos verticales.
- 1,00 m Toba gris verdosa, fina, algo laminada, con yeso fibroso y abundantes tubos verticales.
- 12,60 m Tobas amarillento blanquecinas, macizas, portadoras de restos de vertebrados (mamíferos, tortugas, cocodrilos). Horizonte fosilífero V.
- 0,20 m Toba gris verdosa pálida, maciza y con frecuentes tubos verticales irregulares, de 1 mm de diámetro.
- 0,20 m Toba blanco grisácea, algo laminada.
- 0,20 m Toba amarillo verdosa, con fenoclastos de tobas finas verdes (conglomerado intraformacional).
- 1,70 m Tobas amarillo verdosas, con abundantes tubos verticales.
- 0,10 m Toba blanca, maciza (forma media caña).
- 3,80 m Tobas amarillo verdosas pálidas (blanquecinas en superficies meteorizadas) con abundantes tubos verticales de 0,5-1 cm diámetro, portadoras de restos de vertebrados (mamíferos, placas de tortugas, dientes y vértebras de cocodrilos) y de gasterópodos (*Strophocheilus*). Horizonte fosilífero IV. Son frecuentes nódulos silíceos gris o gris verdosos, de formas cilíndricas monoaxonas o ramificados, con limonita superficial. Son también comunes tubos cilíndricos con fondo cóncavo (forma de cáliz), a veces con un orificio circular en su fondo.
- 1,30 m Toba algo laminada (similar a estratomatolitas tabulares), con estructura granular (paleosuelo?).
- 3,80 m Tobas amarillento verdosas (blanquecinas en superficies meteorizadas), macizas.

a) *Miembro inferior*

- 0,60 a Estrato lenticular de extensión regional que, en las partes más potentes es psamítico mediano. En el sector del perfil aparece como una arcillita amarillo verdosa (blanquecina en superficie meteorizada), silicificada, con superficie limonitizada y frecuentes venillas de calcedonia.
- 2,00 m
- 10,20 m Limolitas verde grisáceas, con regular proporción de gránulos y guijas, dispersos.
- 5,10 m Psefitas sabulíticas hasta guijosas, sin psamitas intercaladas.
- 0,30 m Psamitas finas, verdes, muy litificadas, en estratos tabulares de 2-10 cm potencia, oxidado sen superficie. Macizos o con incipiente laminación.
- 27,00 m Alternancia de capas psefiticas castaño rojizas y psamíticas verdosas tabulares, con potencia de 50-80 cm (es raro que el intervalo psamítico alcance a medir 2 metros). Las psefitas son sabulíticas hasta guijosas finas (10 mm máximo) y los fenoclastos angulosos a subangulosos, son de tobas grises, vulcanitas rojizas y obsidiana negra. Las psamitas son medianas, macizas y gris verdosas. En el techo de los estratos psamíticos, suelen aparecer otras psamitas macizas, más finas y verde pálidas, en estratos tabulares de 1-3 cm.

- 17,20 m Psamitas gris verdosas finas, con laminación grosera. Contienen lentes de psamitas medianas a gruesas o de sabulitas castañas que pueden incluir pequeñas guijas de tobas verdes, grises y obsidiana negra (o gris).
- 6,90 m Psamitas gris verdosas medianas, macizas, con fenoclastos dispersos de tobas verdes, angulosos a subangulosos, de hasta 3 cm de diámetro. Se intercalan delgados estratos de psamitas finas, muy litificadas teñidos de limonita superficial. Contienen restos de vertebrados (Horizonte fosilífero I).

FORMACION RIO CHICO - MIEMBRO VISSER

- 3,50 m Bentonita verde oliva, maciza.
- 0,80 m Psamita mediana, blanquecina, pigmentada parcialmente de limonita, litificada (forma cornisas); presenta tubos verticales.
- 1,75 m Psamitas muy finas, gris verde pálido, macizas.
- 3,50 m Psamitas medianas, blanquecinas, pigmentadas parcialmente por hematita. Contiene estructuras tangenciales simples.
- 3,50 m Bentonita verde oliva, maciza.
- 1,75 m Psamita fina, rojiza (arcósica).
- 1,75 m Bentonita verde oliva, maciza.
- 3,50 m Sabulita arcósica, con estructuras estrechadas (tangenciales simples), Frecuente yeso fibroso y base erosiva.
- 5,70 Bentonita gris amarillenta, maciza. En los últimos 30 cm se hace rojiza (hematita).
- 3,50 m Psamitas finas, anaranjado rosadas, macizas, con cemento halítico.
- 2,60 m Psamitas medianas, anaranjado grisáceo, macizas.
- 1,00 m Ortoconglomerado arcósico, amarillento verdoso, con guijas y gránulos de cuarzo, feldespatos y litoclastos.

FORMACION RIO CHICO - MIEMBRO LAS VIOLETAS

- 3,00 m Psamitas medianas, gris amarillentas, macizas.
- 0,70 m Psamitas finas, piroclástica (toba de segundo ciclo), con estructuras entrecruzadas no medibles. Se advierte enrojecimiento en las porciones superiores.
- 0,30 m Psamitas gris pálidas, finas, feldespáticas y litificadas.
- 0,50 m Arcilitas gris amarillentas, bentoníticas y macizas.
- 15,75 m Psamitas gruesas en estratos tabulares de 40-60 cm, con algunas estructuras cóncavas y de color amarillo verdoso.
- 1,00 m Psamitas finas amarillento verdoso, finas.
- 8,75 m Psamitas líticas, amarillo verdosas, gruesas a muy gruesas, con abundantes estructuras entrecruzadas (cóncavas y tangencial simples o planares, subordinadas). La base del estrato basal es irregular (de génesis erosiva) y está cementada por limonita, formando una capa de 2 cm de potencia.

FORMACION SALAMANCA - MIEMBRO HANSEN

c) Sección superior

- 1,75 m Toba mediana, con mala laminación y lentes de pumitas blancas, de 0,5-6 cm de diámetro, redondeados.
- 5,25 m Bentonitas gris amarillentas, macizas y fractura concoidal.
- 1,35 m Limolitas grises, macizas y con fractura concoide.
- 1,30 m Arcilita negra, maciza, con fractura concoide.
- 0,15 m Psamitas finas, ocre amarillento, con pequeños nódulos de ceolitas rosados.

5,25 m Limolitas gris amarillentas, macizas, con fractura concoide menos notoria que en las arcilitas. Presenta abundantes tubos cilíndricos de recorrido tortuoso de origen biogénico, rellenos con arcilita negra. A 3,50 m se intercala un delgado estrato arenoso, gris, con escasos tubos.

b) *Sección media*

- 5,85 m Alternancia de psamitas finas y limolitas, de color gris rosado anaranjado, macizos, en estratos tabulares de 30 cm (pelitas) a 80 cm (psamitas). El estrato arenoso basal es grueso y contiene fenoclastos de 1-10 cm, aunque lateralmente se hace arenoso fino sin fenoclastos y más rojizo. Abundante ópalo verde intersticial.
- 0,40 m Arcilita "fragmentosa", gris rosado, pigmentada parcialmente de hematita.
- 2,05 m Limolitas castañas, con abundantes granos de arena de 0,5-2 mm dispersos, macizas y con frecuentes "lentes" de ópalo verde. Hacia arriba (últimos 0,3 m se hacen más rojizas y aparece ópalo rosado (paleosuelo?).

a) *Sección inferior*

- 7,00 m Psamitas medianas a gruesas, gris amarillentas, pigmentadas en rojo-castaño; presentan estructuras entrecruzadas de tipo tabular tangencial simple.
- 0,60 m Alternancia de arcilitas grises y marrón amarillentas, en capas tabulares de 2-5 cm. Las capas grises contienen fenoclastos de arcilitas marrón amarillentas y algunos epiclastos (conglomerado intraformacional).
- 3,50 m Psamitas medianas, gris amarillentas, macizas, con abundantes fibras de yeso (en venillas).
- 5,25 m Arcilitas castaño pálido "fragmentosas", con pequeños lentes limosos y arenosos finos.
- 7,00 m Sección del "Banco Verde", integrada por 1,5 m de ortoconglomerados, con fenoclastos de 1-10 cm de arcilitas subyacentes y pumitas blancas, basaltos, andesitas, tobas (blancas, amarillas, rojizas), de 1 mm a 2 cm; y 5,5 m de psamitas gruesas a sabulíticas que pasan gradualmente hacia arriba a psamitas finas. Las psamitas más gruesas presentan abundantes estructuras entrecruzadas de tipo cóncavo, mientras que las más finas son macizas. La superficie basal es erosiva y presentan tonalidades amarillo-verdosas.
- 1,75 m Arcilita (de aspecto bentonítico), gris blanquecina a castaño grisácea (cuando húmeda), maciza, en partes limosa y con algunos clastos dispersos de cuarzo y líticos de hasta 1 cm. Notoria disyunción vertical.
- 1,75 m (sin base visible) Psamitas medianas, glauconíticas, verde amarillentas, macizas.

b) *Perfil estratigráfico parcial de la Formación Cañadón Hondo* (mostrando la posición de los horizontes portadores de peces y de plantas).

b) *Miembro medio* (porciones basales).

- 8,75 m Tobas verde pálidas con abundantes concreciones irregulares silíceas con la superficie limonitizada. Frecuentes moldes de *Strophocheilus* y algunos restos de vertebrados (Horizonte fosilífero).

- 14,00 m Alternancia de tobas verde pálido y tobas blancas, en estratos tabulares (las blancas forman resaltos y están muy litificadas). Se intercalan algunas tobas finas y muy finas, laminadas, y psamitas medianas ocráceas.
- 1,75 m Alternancia de tobas gris verdoso pálidas (muy livianas) y de tobas litificadas de igual color, de aspecto escoriáceo y frecuentes cristales de calcita intersticial. Los estratos son tabulares y de 10 cm de potencia.

(Termina el intervalo con plantas, horizonte III).

- 3,50 m Arcilita gris verdosa, con laminación notoria; interlaminación con arcilitas amarillentas.
- 0,05 m Psamita fina, muy litificada, maciza, con briznas de vegetales.
- 0,80 m Arcilitas laminadas, gris pálidas.
- 0,10 m Psamita fina, maciza, litificada amarillenta, con impresiones de hojas mal conservadas.
- 1,30 m Arcilitas amarillentas, macizas.
- 1,30 m Arcilitas gris verdosas, laminadas.
- 0,10 m Psamita castaño amarillenta, litificada, que contiene abundantes venillas de yeso fibroso. Impresiones de hojas fragmentarias y briznas.
- 0,40 m Arcilitas macizas, gris verdosas.
- 0,20 m Psamita mediana, castaño amarillenta, litificada, maciza, con impresiones escasas y briznas dispersas.
- 1,75 m Psamitas finas, gris verdoso pálidas, en estratos finos (de 1-3 cm), con planos de estratificación poco definidos, y frecuentes nódulos silíceos ferruginosos. Contienen impresiones dispersas de hojas deteminables. Es probable que este nivel contenga también troncos silicificados.

(Termina el intervalo con peces, horizonte II).

- 1,75 m Limolitas amarillentas, macizas.
- 3,50 m Arcilitas grises, macizas.
- 0,20 m Lutitas papiráceas, con restos de peces, gris amarillenta verdosa, pigmentada parcialmente de borraivino.
- 0,50 m Psamitas medianas a finas, en estratos tabulares de 1-2 cm, de color gris verdoso pálido, pigmentadas con limonita en los planos de estratificación.
- 0,40 m Psamitas finas, muy litificadas, con erosión "nodular".
(Comienza el intervalo con peces).
- 0,80 m Toba blanca, pigmentada secundariamente de rojo y ocre amarillo.
- 0,80 m Toba blanca, pigmentada secundariamente de rojo y ocre amarillo.
- 0,80 m Toba gris pálido (blanca en superficie meteorizada), maciza.

a) *Miembro inferior*

- 1,75 m Toba gris (blanquecina en superficie meteorizada), maciza.
- 17,00 m Arcilitas bentónicas, verde pálido, con clastos dispersos de 1-2 mm, (aprox.) de tobas finas blancas, moradas y rojas. Se intercalan algunos estratos tabulares (?) más litificados, de psamitas medianas, de 30-50 cm potencia.

(Sigue el Miembro Visser de la Formación Río Chico, en discordancia angular).