

7/24

NUEVA ESTRATIGRAFIA EN EL GONDWANA DE URUGUAY

LORENZO A. FERRANDO

RENATO R. ANDREIS

1- Congreso Latinoamericano de Hidrocarburos
ARPEL. Buenos Aires. T1: PP 2

1986



01.2 Geología

NUEVA ESTRATIGRAFIA EN EL GONDWANA DE URUGUAY (1)

LORENZO A. FERRANDO - Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.

RENATO R. ANDREIS - CONICET - Depto. Ciencias Geológicas - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires.

(1) Contribución al Proyecto n° 211 IUGS "Paleozoico superior de América del Sur".

RESUMEN

El estudio de la sucesión sedimentaria que constituye la cuenca gondwánica uruguaya ha permitido establecer que la historia depositacional comienza con la formación San Gregorio (Carbonífero superior), que incluye principalmente depósitos de remoción en masa en medio lacustre; le siguen concordantemente la formación Tres Islas (Pérmico inferior) que indica la instalación de un sistema deltaico, y depósitos marinos correspondientes a una transgresión poco profunda que define la formación Melo. Se produce luego una progresiva somerización de la cuenca y un incremento en las condiciones oxidantes, cuyos materiales caracterizan la formación Yaguari (Pérmico superior).

La definitiva continentalización se inicia con los depósitos fluviales y eólicos asociados, que se agrupan en la formación Buena Vista (Triásico inferior). Discordantemente, se sobrepone la formación Cuchilla Ombú (Triásico medio a superior) de origen eólico (paleodunas). Estas sedimentitas son truncadas por depósitos fluviales con etapas lacustres asignados al Miembro inferior de la formación Tacuarembó (Triásico superior?) a los que siguen nuevos depósitos eólicos del Miembro superior de la misma unidad (de edad probablemente Jurásica).

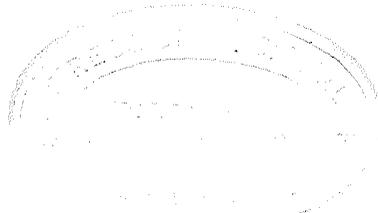
Se exponen además los resultados preliminares sobre las paleocorrientes de las distintas unidades y algunas hipótesis sobre la evolución tectónica del borde austral de la Cuenca de Paraná.

ABSTRACT

A geological review supported by additional field work in the Gondwana Basin of Uruguay, allowed the establishment of the new stratigraphic sequence here proposed.

The sedimentary sequence begins with San Gregorio Formation (Upper Carboniferous) which is mainly composed by debris-flow deposited in lacustrine environment; this unit is followed conformably by Tres Islas Formation (Lower Permian) whose sediments were deposited under deltaic conditions, and Melo Formation, composed mainly by grey siltstones which characterize a shallow marine transgression. Later, the basin becomes more shallow and with oxidizing conditions, and allows the sedimentation of sands and silts of the Yaguari Formation (Upper Permian).

The regressive event ends with the deposition of fluvial and eolian sediments gathered in Buena Vista Formation (Lower Triassic). Unconformably, follows a eolian unit (paleodunes) here proposed as Cuchilla



Ombu Formation (Middle to Upper Triassic). These deposits were truncated by fluvial processes that belong to the Lower Member of Tacuarembó Formation (Upper Triassic?) which, in turn, is followed by a new emilian episode attributed to the Upper Member of the same unit.

Preliminary results about paleocurrent directions in the different units and some hypothesis about tectonic evolution of the southern border of Paraná Basin are also exposed in this work.

INTRODUCCION

La cuenca gondwánica de Uruguay se desarrolla aproximadamente en la mitad norte del país y corresponde a la prolongación austral de la llamada Cuenca de Paraná en Brasil (fig. 1). Las sedimentitas que la colmatan afloran en la parte oriental, mientras que en el oeste aquellas se encuentran cubiertas por las efusivas básicas de la Formación Arapey y sedimentitas posteriores; el límite entre ambas regiones es groseramente norte-sur. Se pueden observar, además, que en el área aflorante existen dos ventanas con rocas del Basamento Cristalino; la mayor es denominada "Isla cristalina de Cuñapirú - Vichadero", en tanto que la menor es conocida como "Isla cristalina de Aceguá".

Las dificultades observadas en la correlación estratigráfica de las columnas de Uruguay y el sur de Brasil, llevaron a la laboración de un programa de investigación tendiente a la revisión del área gondwánica uruguaya. A tal efecto, fueron planificados recorrimientos generales del área, el levantamiento de perfiles estratigráficos detallados de las distintas unidades litoestratigráficas involucradas, la cartografía 1/100.000 de aquellos sectores considerados como críticos y la redescrición de sondeos. Estos trabajos fueron encarados desde 1981 dentro del marco de los Programas de Correlación Geológica (Proyecto 42, actualmente 211) con el apoyo financiero del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina, y la colaboración del Centro de Investigación de Gondwana (CIGo) dependiente del Instituto de Geociencias de la Universidad Federal de Rio Grande del Sur (Porto Alegre, Brasil).

Los resultados alcanzados hasta el momento y la importancia que los mismos pueden tener desde el punto de vista petrolero, son los que justifican este primer planteo global de las nuevas ideas acerca de la estratigrafía del gondwana uruguayo. Es de señalar que a causa de no contar aún con nuevas informaciones obtenidas de los sondeos profundos

realizados por ANCAP en el noroeste del país, no ha sido posible verificar la extrapolación de las hipótesis planteadas para los sectores centro y noreste del ámbito nacional.

ANTECEDENTES

En Uruguay, la existencia de sucesiones gondwánicas y las primeras hipótesis sobre sus condiciones de sedimentación, se deben a WALTHER (1910, 1913, 1919, 1924a b, 1928), LLAMBIAS DE OLIVAR (1913), TERRA AROCE NA (1926), GUILLEMAIN (1911) y DU TOIT (1927). Pero quién realmente elabora los criterios fundamentales sobre las distintas unidades litoestratigráficas, al cartografiar buena parte del NE del país, es FALCONER (1930, 1931); este autor, en 1937, complementa su labor con una síntesis de toda la cuenca gondwánica. Existen otras contribuciones de ese período, aunque de menor significación: VINDHAUSEN (1931), REY VERCESI (1932), WALTHER (1932, 1935), COX (1934), KEIDEL (1934), OPPENHEIM (1934, 1935) y LAMBERT (1939). Otro trabajo fundamental para el tema es la excelente pero olvidada puesta al día realizada por LAMBERT (1940), quién con gran sentido crítico define el nivel de conocimientos y de dudas en relación con los problemas estratigráficos del área.

Las publicaciones posteriores de HARRINGTON (1945, 1956), SERRA (1946) y GOÑI y DELANEY (1961) no aportan mayores elementos de juicio. La síntesis de CAORSI y GOÑI (1958) crea una cierta confusión al omitir o cambiar sin justificación alguna, hechos o criterios sustentados por otros autores precedentes. Posteriormente, BOSSI (1966) introduce nuevos cambios en la estratigrafía gondwánica, pero que tampoco contribuyen a resolver los problemas entonces existentes.

Es recién con los trabajos de ELIZALDE (1967, 1973) y ELIZALDE et al. (1970) que se contribuye significativamente al conocimiento de las sucesiones neopaleozoicas. Este autor es el primer investigador después de FALCONER en realizar cartografía en la región noreste del país y concretar un ordenamiento estratigráfico con criterios modernos que incluían interpretaciones paleoambientales y paleogeográficas. CAREALLO et al., cuyos datos de 1972, son extractados por BOSSI et al. (1975), intenta algo similar en los alrededores de la ciudad de Tacuarembó (fig.1).

Cabe señalar, finalmente, que desde 1981 los autores vienen realizando estudios estratigráficos en toda el área gondwánica y se encuentra en desarrollo un programa de mapeo de varias hojas geológicas, sobre

la base de la información reunida por ELIZALDE y observaciones propias en el sector de la ciudad de Melo (fig. 1). Consideraciones estratigráficas y paleontológicas aparecen en diversas publicaciones recientes (ANDREIS y FERRANDO, 1982; FERRANDO y ANDREIS, 1982; HERBST y FERRANDO, 1985 y HERBST et al., en prensa).

ESTRATIGRAFIA

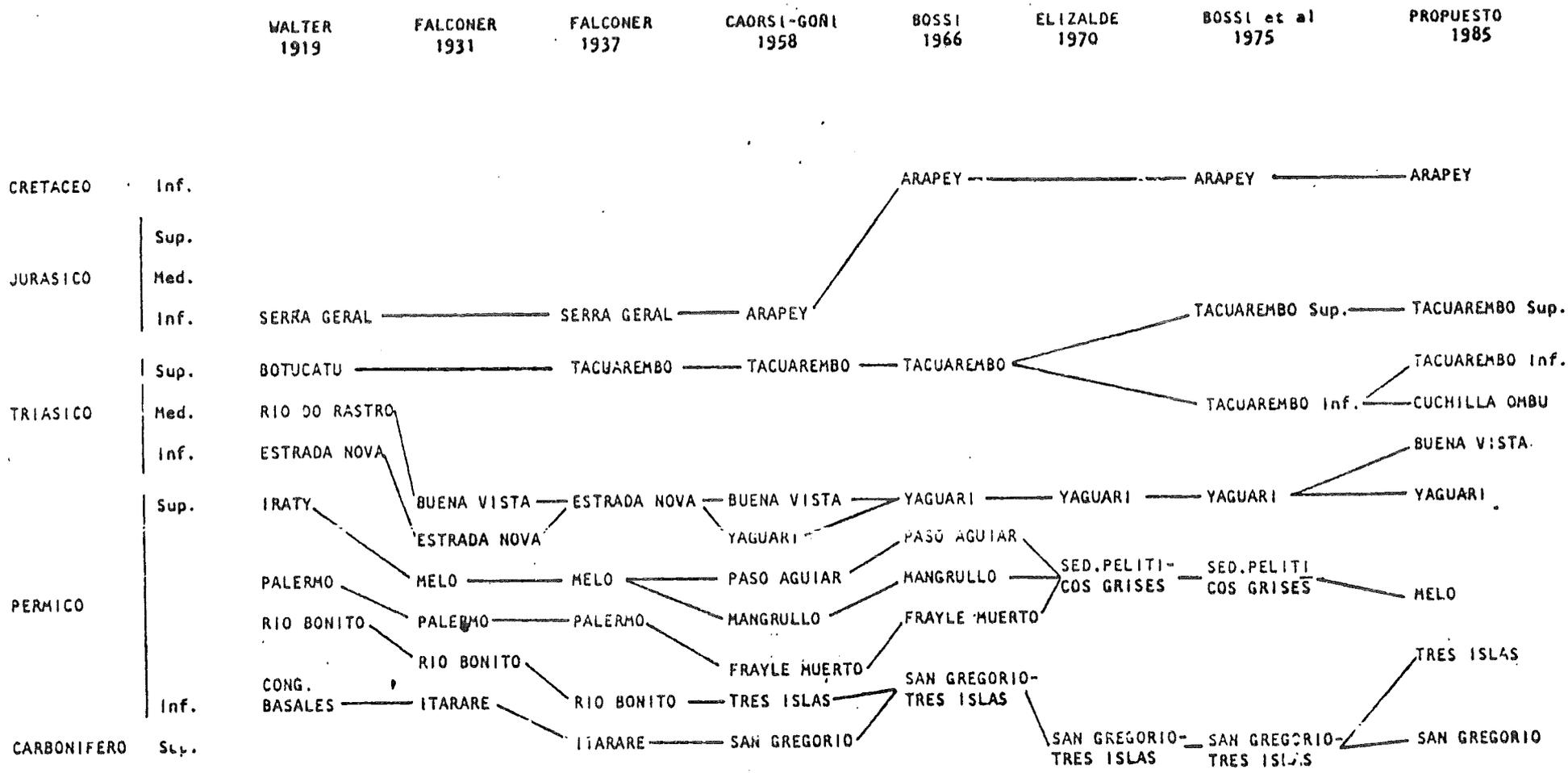
La estratigrafía de nuestra cuenca gondwánica se ha establecido históricamente sobre la base de criterios litoestratigráficos y de la correlación de las sucesiones uruguayas con la columna estratigráfica realizada por WHITE (1908) en el Estado de Santa Catalina (Brasil), aunque sin el suficiente apoyo paleontológico local.

La actual complejidad estratigráfica de la cuenca gondwánica uruguaya es el resultado concurrente de la escasez de buenos afloramientos, el pobre desarrollo de estudios regionales en territorio nacional y/o de correlación con las áreas brasileras adyacentes a la frontera, así como de la insuficiente aplicación de criterios sedimentológicos y bioestratigráficos. También contribuye significativamente la falta de una historia geológica local, muchas veces obtenida de la extrapolación de observaciones puntuales.

A fin de evitar una engorrosa discusión de cada una de las propuestas y simplificar así su comprensión, en el Cuadro I se muestran las principales columnas estratigráficas conocidas y se las compara con la postulada en este trabajo. Los criterios que fundamentan la presente propuesta, para cada una de las unidades involucradas, son expuestas a continuación:

1) Se modifica el criterio sustentado a partir de BOSSI (1966) de reunir en una unidad a las formaciones San Gregorio y Tres Islas. Al menos en los alrededores de Melo, estas unidades han podido ser cartografiadas y reconocidas sus litofacies; por ello se las considera como parte de eventos depositacionales continuos, pero diferenciables en sus características paleoambientales.

2) La edad de la formación San Gregorio no está definida. Al estudiar los goniatites contenidos en concreciones, CLOOS (1967, 1969) la considera como Carbonífero superior. Por su parte, ARCHANGELSKY Y MARQUES TOIGO (1980) le asignan una edad Pérmica inferior (Sakmariano-Artinskia-



Cuadro 1. Columnas estratigráficas comparativas del Gondwana uruguayo.

no), sobre la base de la presencia de esporas, granos monosacados y de gran número de granos bisacados estriados (MARTINEZ MACCHIAVELO, 1963; MARQUES TOIGO, 1973). Cabe consignar que ARCHANGELSKY y MARQUES TOIGO (op. cit.) indican una posición basal para las muestras analizadas; dados los conocimientos que se tienen actualmente, creemos posible que las mismas correspondan a secciones superiores de la unidad.

3) Para la formación Tres Islas se asume una edad Pérmico inferior, por correlación con la formación Rio Bonito aflorante en territorio brasilero (ARCHANGELSKY y MARQUES TOIGO, op.cit.).

4) Se sustituye la denominación informal de "Sedimentos Pelíticos Grises" (ELIZALDE et al. 1970) por el término Melo propuesto por FALCONER (1931), aunque redefiniéndolo en su alcance y significado. Esta denominación resulta adecuada y se ajusta a las exigencias del Código de Nomenclatura Estratigráfica (HEDBERG, 1980).

5) De acuerdo con los hallazgos paleontológicos: Messosaurus brasiliensis (FALCONER, 1937) y de una asociación de Glossopteris (HERBST et al., en prensa), se asigna a la formación Melo una edad comprendida entre el Pérmico inferior alto y el Pérmico superior bajo.

6) Para la formación Yaguarí se mantiene el criterio expuesto por ELIZALDE et al. (1970) y ya planteado por FALCONER (1931), de que comienza con la aparición de tonos morados en las pelitas grisáceas del paquete sedimentario.

7) Según las determinaciones de ARAUJO (1982) en ocurrencias de vertebrados fósiles localizadas en Aceguá (frontera Uruguay - Brasil), es posible asignar al tope de la formación Yaguarí una edad Pérmico superior alto (Tatariano).

8) Se vuelve a considerar la formación Buena Vista en el mismo sentido de FALCONER (1931) y separándola de la formación Yaguarí según fuera definida por BOSSI (1966) y autores posteriores. Por correlación con la formación Sanga do Cabral (definida por ANDREIS et al., 1980) en Rio Grande del Sur (Brasil), con la cual presenta semejanzas cromáticas y litofaciales, y de acuerdo con los estudios de tetrápodos fósiles efectuado por BARBERENA et al. (1981), la formación Buena Vista puede ser considerada como Triásico inferior (Syntiano) (ANDREIS y FERRANDO, 1982 y FERRANDO y ANDREIS, 1982).

9) Se define la nueva formación Cuchilla Ombú con sedimentitas

corrientemente consideradas como pertenecientes a la formación Tacuarembó. Se trata de depósitos eólicos estratigráficamente ubicados entre las formaciones Buena Vista y Tacuarembó (Miembro inferior). La ausencia de restos fósiles dificulta su ubicación cronológica, aunque se sospecha que puede tener una edad triásica media a superior.

10) Provisoriamente y hasta tanto se completen los trabajos de campo en ejecución, se mantiene la división de la formación Tacuarembó en dos miembros, tal como fuera propuesta por BOSSI et al. (1975). No se descarta la posibilidad que estas subunidades sean definidas con la categoría de formaciones; en consecuencia, la formación Tacuarembó podrá pasar a ser considerada como Grupo, en el cual habría que incluir (en el futuro) la formación Cuchilla Ombú.

11) En su conjunto, la edad de la formación Tacuarembó no es aún bien conocida. La presencia, en el miembro inferior, de peces gobioides (WALTHER, 1932), de peces semionotiformes, dientes y coprolitos (SPRECHMANN et al., 1975), de reptiles del Orden Crocodylia (MONES 1978) y de conchostrácodos (HERBST y FERRANDO, 1985), no son determinativos y, en consecuencia, puede abarcar el lapso Triásico superior - Jurásico inferior. Es necesario señalar que esta misma indefinición existe en el sur de Brasil con las formaciones Caturrita y Botucatu con las cuales sería correlacionable (FERRANDO y ANDREIS, 1982).

12) La culminación de la sedimentación gondwánica está marcada por los derrames lasálticos de la formación Arapey (BOSSI, 1966); de acuerdo con BOSSI y UMPIERRE (1976), estos derrames comenzaron en el Jurásico más alto (140 - 145 m.a., Portlandiano - Volgiano). Con este mismo proceso efusivo se asocian los numerosos diques y filones-capa que se inyectaron en las sedimentitas gondwánicas.

DESCRIPCION LITOLOGICA

La formación San Gregorio se apoya discordantemente sobre el Basamento Cristalino o las rocas sedimentarias devónicas (CAORSI y GOÑI, 1958; BOSSI, 1966). El espesor máximo alcanzaría a 286 m y ha sido registrado en la perforación Salsipuedes (CAORSI y GOÑI, op.cit.) en el sector occidental de la cuenca gondwánica.

Está constituida por sedimentitas psefíticas hasta pelíticas. Las primeras, frecuentes en la parte basal, están representadas por diamicritas macizas o laminadas, en estratos tabulares o lenticulares que al

canzan a medir un metro de potencia. Contienen cantos de hasta 30 cm de diámetro del Basamento Cristalino (granitos y gneiss), que parecen dispersos en una matriz arenosa fina, a veces algo limosa, y presentan tonalidades castañas claras (10YR7/4) y púrpura claros (5RP6/2). Localmente se asocian conglomerados clasto-sostén y psamitas finas o medias mal laminadas. En general, las diamictitas macizas son sucedidas por las variedades laminadas y éstas, a su vez, por las psamitas, conformando ciclos gradodecrecientes no mayores de 2 metros de potencia; otras veces, también en los afloramientos ubicados al sur de Melo, las diamictitas "laminadas" presentan ciclos centimétricos que culminan con psamitas finas y en su base aparecen calcos de carga y estructuras "dish" (fig. 2). En el área tipo, por el contrario, estas secuencias son sustituidas por conglomerados matriz-sostén (arenosa), finos hasta gruesos, con clastos algo imbricados.

A causa del relieve del Basamento Cristalino, los cuerpos diamictíticos exhiben notables variaciones en su espesor, el que puede variar desde algunas decenas de centímetros hasta poco más de 10 metros. Además, la lenticularidad de los estratos es muy evidente (fig. 2) y predomina sobre los estratos tabulares que aparecen restringidos a las litologías arenosas. Esta particularidad es visible en la zona de Melo y en el área tipo.

Sobre las diamictitas, en pasaje brusco, continúan rocas pelíticas, a veces intercaladas con psamitas finas o medias, con estratificación delgada a muy delgada, tabular y muy extendida. Estas secuencias, corrientemente consideradas como varvíticas, incluyen efectivamente este tipo de estructuras (con notoria gradación normal), pero también intercalaciones de limolitas y arcilitas con fina laminación o areniscas finas o medias intercaladas con arcilitas, ambas macizas (fig. 3). Suelen contener niveles con cadilitos (drop-stones) pequeños y bioturbación de tipo endichnia (Martinsson, 1970).

En la margen sur del río Negro, frente a la localidad tipo, aflora una sucesión de estratos tabulares, delgados y medios, de psamitas finas y pelitas; éstos contienen abundantes cadilitos de hasta 2,5 m³ y frecuentes estructuras deformacionales (deslizamientos gravitatorios). En estas secuencias se encuentran las concreciones calcáreas portadoras de restos fósiles que fueran mencionados por CLOOS (1967, 1969).

Según ELIZALDE (1973), entre los argilominerales reconocidos en

sedimentitas pelíticas, sobresale netamente caolinita sobre illita (Cuadro II).

Las sedimentitas agrupadas en la formación Tres Islas se disponen en concordancia sobre la unidad anterior (el contacto parece ser gradacional), aunque en el área tipo y en la Sierra de Rios se han depositado sobre las rocas del escudo. El espesor máximo, de 140 m, fue registrado en la perforación de Paso de las Piedras, Salto (CAORSI y GONÍ, 1958).

La unidad se compone esencialmente de psamitas finas hasta muy gruesas, a veces algo sabulíticas, y cantidades subordinadas de pselitas y pelitas. Las tonalidades castañas (10YR7/4, 7/6; 5YR8/1, 6/1, 7/2) son las más comunes y localmente se asocian otras amarillentas (5Y8/1, 6/1, 6/4), purpúreas (5RP8/2) o grises (N5-N6); éstas últimas aparecen solo en las intercalaciones pelíticas.

Las pselitas están representadas por conglomerados clásticos sostenidos o con matriz arenosa, finos a medios (tamaño máximo de los fenoclastos alcanza a 15 cm), con clastos subredondeados y algo imbricados. Estas rocas solo están expuestas (por falla) en la contera del Cerro La Pedrera al SE de Melo. Las psamitas finas pueden ser macizas, laminadas (a veces convoluta) o exhibir diversos tipos de ondulitas asimétricas (de cresta recta, linguoides o escalonadas). Las variedades más gruesas, a su vez, contienen abundantes estructuras entrecruzadas de tipo artesa y escasas tangenciales simples, de escala media; no es rara la estratificación gradacional, en especial en las litologías más gruesas (fig. 4). Asimismo, en las psamitas suelen aparecer concreciones carbonáticas dispersas.

Por su parte, las pelitas (limolitas y raras arcilitas) pueden ser macizas, laminadas o poseer estructura leniforme; en algunos niveles grisáceos, en los alrededores de Infrinsa (Melo), se han encontrado briznas pequeñas y medias no orientadas y escasa bioturbación (endichnia).

La estratificación es marcada y los estratos tabulares predominan sobre los lenticulares. Los primeros son frecuentes en las granulometrías finas (psamitas finas y pelitas) y tienen escala pequeña a media, con contactos planos u ondulados, a veces deformados por procesos tixotrópicos. Los estratos lenticulares, con base irregular de génesis erosiva, se restringen a las psamitas medias hasta sabulíticas (fig. 4).

Como se observa en el Cuadro II, la caolinita es el mineral de las arcillas dominante, en tanto que illita, smectitas y clorita aparecen

en cantidades muy pequeñas.

En relación de concordancia, sobre las sedimentitas de la formación Tres Islas se disponen las asignadas a la formación Melo. Esta unidad, según BOSSI (1966), también se apoya directamente en el escudo en la perforación realizada en Yaguarí. Debido a los diferentes criterios usados en la definición de la formación Melo, los espesores varían entre 260 m (perforación El Aguila, ELIZALDE et al., 1970) y 350 m (perforación de Paso Mazangano, BOSSI, 1966). En nuestra opinión, parece más razonable tomar el dato indicado por los primeros autores.

Las litologías dominantes son pelíticas (limolitas); en proporciones subordinadas se intercalan otros depósitos detríticos más gruesos, representados por psamitas finas y raras conglomerados finos lenticulares y algunos calcáreos de tipo micrítico (mudstones). Las tonalidades oliváceas (5Y5/2, 4/4), verdosas (5GY4/1) y grises (N4-N6), caracterizan la unidad y se suceden sin orden aparente.

La estratificación es tabular, con contactos planos (definidos o transicionales) y, entre las estructuras internas, solo se han encontrado capas macizas, laminadas o con ondulitas (éstas, frecuentes en las psamitas). El carácter macizo es más común en las facies pelíticas, donde asimismo se registraron bioturbaciones (endichnia) y diminutas concreciones de pirita. Los minerales cementantes en las psamitas y pelitas, pueden ser carbonáticos o, más raramente, analcima (ELIZALDE, 1973) y yeso. En cuanto a la mineralogía de las arcillas se advierte un cambio notable con respecto a la formación Tres Islas (Cuadro II): la caolinita pierde importancia (excepto en la parte basal de la unidad) y su lugar es ocupado por las esmectitas, illita y clorita.

Con frecuencia se han encontrado restos fósiles de vegetales (troncos y un nivel plantífero con Flora de Glossopteris, mencionado por HERBST et al., en prensa, en posición estratigráficamente alta dentro de la unidad, en las cercanías de Melo) y de vertebrados; éstos corresponden a Mesosaurus brasiliensis (FALCONER, 1937) y aparecen asociados con los niveles de mudstones en varias localidades.

La formación Yaguarí sigue en concordancia a la formación Melo y el contacto entre ambas unidades es gradacional. Únicamente, en los alrededores de la "Isla cristalina de Cuñapirú - Vichadero", parece mantener una relación de discordancia angular con las demás unidades gondwánicas.

FORMACIONES			
San Gregorio	Tres Islas	Melo	Yaguari
Illita	Clorita	Clorita	Clorita
	Smeclita		Smeclita
Caolinita	Illita	Smeclita	
	Caolinita		
		Caolinita	Caolinita

Cuadro II. Composición promedio de los minerales arcillosos de varias Formaciones del Gondwana uruguayo. Elaborado a partir de datos de Elizalde (1973).

cuyas características y magnitud aún no han sido precisadas; por otra parte, la unidad también se apoya sobre el Basamento Cristalino. En relación con su potencia, presenta los mismos problemas que fueron señalados para la formación Melo; se toma el valor mencionado por ELIZALDE et al. (1970) de 120 m en la perforación El Aguila.

La formación Yaguarí está caracterizada por pelitas, psamitas finas (y medias subordinadas) y escasos calcáreos micríticos lenticulares o concrecionales. A las tonalidades de la formación precedente progresivamente se van agregando tonos rojizos (10YR6/6, 5R4/6), violáceos (5R5/4) y borravino (10R4/2); éstos tonos se hacen más evidentes y frecuentes hacia el tope de la unidad, donde constituyen los colores dominantes.

En la parte inferior de la unidad, los diversos litosomas se disponen en estratos tabulares con contactos planos (definidos o transicionales) y estructuras internas maciza, laminada o estructuras flaser. Por el contrario, hacia la parte superior, donde faltan los calcáreos, se advierte un aumento en la participación de las litologías arenosas asociada con una mayor lenticularidad en la estratificación y la aparición de estructuras entrecruzadas en artesa de porte medio. La mineralogía de las arcillas muestra una mayor frecuencia de esmectitas las que, incluso, llegan a formar niveles prácticamente puros; illita y clorita aparecen en bajo porcentaje y desaparece la caolínita (Cuadro II).

En las sucesiones asignadas a la formación Yaguarí se han registrado frecuentes troncos cuyo tamaño promedio alcanza a 5 m de largo x 20 cm de diámetro; los troncos se pueden encontrar en grupos de hasta 4 ejemplares. Asimismo, en niveles stratigráficamente altos COX (1934) ha señalado y descrito una fauna de lamelibranquios; restos semejantes fueron recientemente hallados por los autores, aunque en la parte basal de la unidad. En territorio uruguayo aún no han sido encontrados restos de vertebrados, pero ARAUJO (1982) refiere la presencia de Parciasaurus en las cercanías de Aceguá, en el Estado de Rio Grande del Sur (Brasil).

La formación Buena Vista aflora en un amplio sector localizado al norte de Melo; hacia el oeste o sea en el depocentro local de la cuenca (departamentos de Tacuarembó y Rivera), no se han detectado litofacies que pudieran ser asimilables a esta unidad, ni tampoco existen datos que permitan inferir su presencia en los sectores cubiertos por las efusivas de la formación Arapey. El espesor de la formación Buena Vista no parece superar

los 50 metros y se apoya en aparente concordancia sobre las sedimentos de la formación Yaguarí.

Integran la unidad, psamitas finas hasta gruesas y menudas, cantidades de pelitas y pséfitas (conglomerados finos clasto-sostén y brechas intraformacionales). Este conjunto litofacial exhibe una llamativa homogeneidad cromática en tonalidades rojizas (10R4/6), comparable a la mencionada por ANDREIS et al. (1980) y LAVINA (1982) en secuencias equivalentes en el sur del Brasil; ocasionalmente, pueden encontrarse estratos delgados con tonos blanco amarillentos (5Y8/2), tal vez debido a procesos de decoloración.

La estratificación es definida y con neto predominio de los estratos lenticulares sobre los tabulares. Los primeros tienen base irregular de génesis erosiva con frecuentes acumulaciones de intraclastos pelíticos (que alcanzan a formar verdaderas brechas intraformacionales) y exhiben abundantes estructuras entrecruzadas en artesa, agrupadas y de porte mediano; en la base, AZEVEDO et al. (en prensa) refieren la presencia de una lente de psamitas finas, con más de 3 m de espesor, en los que la estructura interna (planar) aparece bastante deformada. Los estratos tabulares, por su parte, son de porte pequeño a medio y pueden ser macizos o presentar laminación asociada con lineación por partición ("parting lineation"). En general, éstos estratos predominan en la parte superior de los afloramientos (AZEVEDO et al., op.cit.).

Los estratos pelíticos (mayormente limolitas) son lenticulares y macizos; considerando que la formación Buena Vista ha sido segregada de la formación Yaguarí y que en ésta unidad predominan las arcillas compactificadas, se presume tal composición para los argilominerales en las pelitas.

Como en el caso de la formación Sanga do Cabral, en Rio Grande del Sur (Brasil), mencionado por LAVINA (1982, 1983), las brechas intraformacionales contienen pequeños fragmentos de huesos de reptiles, aunque en forma esporádica. Cabe consignar que en la unidad sudbrasileña LAVINA (1983) y AZEVEDO et al. (op.cit.) mencionan restos identificables, correspondientes a Procolophon pricei sp. nov. y anfibios ritidosteídeos (Deltasaurus) y Hidekkerinídeos. Esta asociación es común en la paleofauna de la Zona de Lystrosaurus en Africa del Sur, Australia y Tasmania (AZEVEDO et al., op.cit.).

La formación Cuchilla Ombú se desarrolla sobre la formación Bue-

na Vista en aparente discordancia (sus secuencias se adaptan a las irregularidades del paleorrelieve preservado en ésta unidad) en solo dos cerros, remanentes de una cubierta mayor, en el NE de la cuenca: Cerro Conventos y Piedras Blancas (Paso Pesiguero). La zona principal de afloramientos constituye una faja de dirección norte-sur que se apoya sobre la formación Yaguari al norte (Departamento de Rivera); también sobre esta unidad, además de la formación San Gregorio y el Basamento Cristalino (Paso Manuel Díaz) en el Departamento de Tacuarembó y, en el sur de la cuenca, en Durazno, se sobrepone a las formaciones San Gregorio y Tres Islas (San Jorge). Su potencia no parece sobrepasar los 50 metros.

Litológicamente, se integra con psamitas finas hasta medias y raras limolitas. Presentan tonalidades amarillentas (5YR7/2) con pigmentación rojiza (10R5/4), aunque en algunos afloramientos éstos tonos pueden ser los dominantes. Las sedimentitas pelíticas son verdosas.

Las psamitas exhiben un notable predominio de estructuras entrecruzadas de tipo cuneiforme planar; su porte es grande, ya que los sets alcanzan a medir 8 metros de potencia. Presentan buena selección y, hasta el presente, no se han registrado hallazgos paleontológicos. En la parte superior de la sucesión sedimentaria, truncando los depósitos psamíticos, las escasas pelitas aparecen en estratos tabulares delgados macizos, laminados o con raras ondulitas; en algunos estratos se ha registrado bioturbación del tipo endichnia (MARTINSSON, 1970). Aún no se dispone de determinaciones acerca de la naturaleza de los argilominerales.

Los depósitos del Miembro Inferior de la formación Tacuarembó truncan las sedimentitas de la formación Cuchilla Ombú, aparentemente a lo largo de la citada faja norte-sur (Rivera a San Jorge). Por su parte, el Miembro Superior de la misma unidad aflora en el sector limítrofe con el Brasil (Rivera) y se extiende hasta el paralelo de la ciudad de Tacuarembó, donde se apoya sobre el Miembro Inferior (fig. 5). No se tiene certeza de la potencia de la formación o de alguno de sus miembros; parece probable que el inferior supere los 70 metros, mientras que el superior no alcanzaría a medir 30 metros (al menos para la zona de afloramientos).

El Miembro Inferior está integrado con psamitas finas hasta gruesas, pelitas y escasos conglomerados clasto-sostén polimícticos. Los colores son muy variados; entre los más frecuentes pueden citarse castaños claros (10YR7/4, 6/2), rojizos (10R6/2), amarillentos (10Y6/2, 5Y7/2, 6/4,

8/4), blanco (N8) y verde claro (5GY7/2).

Las secuencias aflorantes muestran evidente tabularidad (los contactos son planos), aunque no son raras las intercalaciones de estratos lenticulares con base irregular de génesis erosiva. En las cercanías de la ciudad de Tacuarembó, las distintas litofacies conforman ciclos gradodecrecientes que pocas veces superan los 2 m de potencia (fig. 5). Estos ciclos comienzan con psamitas medias portadoras de estructuras entrecruzadas en artesa, son seguida por psamitas finas con ondulitas y/o laminación y, a su vez, son cubiertas por pelitas laminadas (se asocian escasas capas convolutas) o macizas con bioturbación (endichnia). Saltuariamente intercalados en las sucesiones examinadas se han encontrado lentes de psamitas finas con estructuras entrecruzadas en artesa de gran porte (poco más de 2 m de espesor).

Cabe consignar, por otra parte, que en el Cerro Santa María (en los alrededores de San Jorge, al sur de la zona clásica de afloramientos) aparecen las litofacies más gruesas registradas para el Miembro Inferior. Hay una predominancia de psamitas medias y gruesas, e incluso se asocian los escasos conglomerados ya citados; la lenticularidad es aquí más definida y las sedimentitas arenosas presentan laminación o estructuras entrecruzadas tangenciales simples de escala media.

En las litofacies finas del Miembro Inferior se han hallado restos fósiles de peces (WALTHER, 1932), reptiles (MONES, 1978) y conchostrácodos (HERBST y FERRANDO, 1985). Según BOSSI et al. (1975), las arcillas son predominantemente montmorilloníticas.

El Miembro Superior de la formación Tacuarembó incluye mayormente psamitas medias (las variedades finas son escasas) y algunas brechas intraformacionales. Presentan tonalidades amarillentas (10YR6/6, 6/2) y rojizas (10R6/6, 4/6) o bien tonos blanquecinos (N8-N9) debidos a procesos de decoloración.

En la base de la subunidad pueden observarse algunos estratos tabulares de psamitas finas, macizas o mal laminadas, con las que se asocian delgadas lentes de brechas intraformacionales. Invariablemente, se suceden las psamitas medias con estructuras entrecruzadas de gran porte de tipo cuneiforme planar; los sets tienen normalmente hasta 4 m de espesor. Los argilominerales son de naturaleza caolinítica (BOSSI et al., op. cit.). No se han encontrado restos fósiles, rastros o pisadas.

PALEOCORRIENTES Y CONSIDERACIONES PALEOAMBIENTALES

Las interpretaciones paleoambientales que aquí son presentadas tienen el carácter de preliminares, pues aún restan completar trabajos de campo y de laboratorio; en particular, el hecho de no disponer de las perforaciones profundas ha planteado serios problemas interpretativos.

Los perfiles estratigráficos detallados levantados hasta el momento al sur de la ciudad de Melo, indican para la formación San Gregorio la existencia de un ambiente lacustre cuya profundidad variaba en función de las irregularidades del relieve sumergido del Basamento Cristalino y la distribución de las zonas emergidas. En la parte basal, la abundancia de sedimentitas diamictíticas canalizadas y la evidente ciclicidad indican la existencia de periódicas corrientes de turbidez; éstas se hacían más diluídas hacia el tope de cada ciclo (aparición de psamitas) marcando el fin de cada evento. La presencia de calcos de carga y estructuras de tipo "dish" en la base de algunos ciclos sugieren que el aporte de detritos fué abundante y brusco. De acuerdo con la distribución de los afloramientos y las variaciones de espesores, se deduce que las corrientes fueron hacia el norte, colmatando progresivamente el fondo de valles sumergidos.

Las sucesiones bien estratificadas de pelitas (y escasas psamitas) son interpretadas como depositadas en aguas más profundas bajo condiciones cambiantes entre la frecuente decantación de las partículas (pelitas laminadas) o la irrupción de corrientes de turbidez diluídas (ciclos várvidos). Aunque se desconoce la relación con eventos glaciales, la presencia de hielos flotantes queda demostrada por la abundancia de cadilitos de gran tamaño en el área tipo; estos deben haber caído, en parte, en fondos lacustres inclinados, dada su asociación con deslizamientos gravitatorios. En cuanto a los cadilitos pequeños hallados en la zona de Melo, puede sugerirse el congelamiento estacionario de algunos sectores del cuerpo lacustre. Los aún escasos datos de paleocorrientes obtenidos al S de la ciudad de Melo, en ondulitas linguoides ubicadas en el tope de las sucesiones pelíticas estratificadas, indican una dirección de transporte hacia el noroeste (330°).

En los alrededores de Melo, el ciclo sedimentario correspondiente a la formación Tres Islas resulta ser granocreciente y, en consecuencia permite inferir la existencia de un cuerpo deltaico progradacional do

minado por la acción de un sistema fluvial que bajaba del basamento cercano. La definida orientación de las paleocorrientes hacia el norte y noroeste (raras hacia el oeste) sugiere que la sedimentación estuvo regulada por la dispersión de las corrientes fluviales con escasa o nula interferencia de corrientes litorales. Cabe señalar que en el área tipo, donde los depósitos yacen sobre el escudo y han sido interpretados como fluviales, las paleocorrientes se orientan preferentemente hacia el oeste (280°).

Aunque no se cuenta con perfiles estratigráficos continuos que permitan caracterizar el sector de pasaje con la formación San Gregorio (aspecto que probablemente pueda ser solucionado con el examen de los sondeos profundos), las observaciones regionales indican la existencia de facies de frente deltaico en las partes medias de la formación Tres Islas. Estas facies se caracterizan por la alternancia de ciclos decimétricos de psamitas finas con laminación y/o ondulitas (éstas producidas por corrientes u oleaje), a veces débilmente granocrecientes o granodecrecientes, interrumpidas por la depositación de pelitas laminadas (facies de abandono, ELLIOTT, 1980). Hacia el tope de la unidad se hacen más frecuentes las intercalaciones de cuerpos lenticulares granocrecientes que indican la progresiva entrada de un sistema fluvial a través de pequeñas barras de desembocadura desarrolladas en la planicie deltaica. El aporte detrítico a veces parece haber sido abundante y brusco, hecho que se reconoce por las estructuras deformacionales que aparecen en la base de algunos ciclos.

En la parte superior de las secuencias, el sistema planicie deltaica - canales distributarios es substituído por la definitiva instalación de un evento fluvial, que se reconoce en el área por la aparición de potentes cuerpos tabulares (?) de psamitas gruesas con frecuentes estructuras entrecruzadas (artesas y planares) que constituyen notorios resaltos en el relieve normalmente ondulado. Aparentemente, el sistema fluvial sería entrelazado distal en la parte basal, pero rápidamente pasa a meandri-forme por aumento en la participación de pelitas en ciclos granodecrecientes constituídos por psamitas finas o medias. Aunque las psamitas aflorantes en la cantera Cerro La Pedrera confirmarían el carácter entrelazado del sistema fluvial - tal vez lo harían algo más "proximal" -, su relación con las demás litofacies y su posición estratigráfica no son aún bien conocidas.

Para las litologías agrupadas en la formación Melo se sugiere la



existencia de cuerpos de agua extensos y poco profundos, probablemente albuféricos (en posición estratigráficamente alta dentro de la formación, HERBST et al., en prensa, señalan la existencia de planicies de marea). En estos cuerpos, las variaciones cromáticas, tipos litológicos y frecuencia de estructuras, parecen indicar cambios periódicos en la salinidad de las aguas, desde dulce hasta salobre. Tal vez, la entrada de agua de mar con ello mudanzas de la salinidad, puede explicar la presencia de niveles con mudstones. Por otra parte, las tonalidades verdosas hasta casi negras así como de concreciones de pirita, indican la existencia temporaria de condiciones anóxicas, de aguas estancadas y poco oxigenadas. Las escasas mediciones de paleocorrientes efectuadas en ondulitas, que se orientan hacia el sur (190°), permiten pensar en corrientes traccionales débiles perpendiculares a la línea de costa.

Los cambios cromáticos que caracterizan a la formación Yaguari sugieren una gradual modificación hacia condiciones más oxidantes, aunque sin mayores cambios ambientales en la parte inferior, donde continuaba instalado el ambiente albuférico. La ausencia de grietas de desecación es una prueba a favor de la existencia de aguas permanentes. Es recién en la parte superior de la unidad, donde los cambios en la estratificación, la frecuencia litológica (aumenta la participación de psamitas) y en las paleocorrientes (ahora se dirigen hacia el norte), parecen indicar una creciente influencia fluvial; aunque aún poco definida, está representada por algunas pequeñas barras de desembocadura (ciclos granocrecientes) y cuerpos arenosos canalizados.

La alta proporción de psamitas (en especial, de las medias) la presencia de brechas intraformacionales en la base de numerosas psamitas y la sucesión vertical de las estructuras primarias (véase también AZEVEDO et al., en prensa, para el sur del Brasil)^x, evidencian un sistema fluvial entrelazado medio-distal (MIALL, 1982). Periódicamente, el régimen de flujo debe haber pasado de inferior a superior, dada la aparición saltuaria de lineación por partición (COLLINSON, 1980). El cuerpo arenoso basal, formado por estructuras entrecruzadas planares deformadas, es aquí interpretado como de depósito dunal formado en las cercanías de un cuerpo de agua muy somero que refleja aún condiciones depositacionales de la formación Yaguari.

Los datos de paleocorrientes exhiben una gran dispersión. Es

probable que la falta de tendencias definidas pueda deberse a las dificultades existentes para la medición de las estructuras (afloramientos pobres y friabilidad de las sedimentitas). Extrapolando las paleocorrientes medidas por ANDREIS et al. (1980) en la formación Sanga do Cabral en Rio Grande del Sur (Brasil), es presumible que en las secuencias uruguayas han fluído también hacia el nor-noreste.

Los litosomas de la formación Cuchilla Ombú muestran claramente su origen eólico. Son considerados como dunas de tipo barján por la orientación unipolar de las paleocorrientes y la ausencia de indiciones de vegetación. Tanto en los dos relictos ubicados al norte de Melo, como en el área tipo y en la zona de San Jorge, las estructuras direccionales muestran una orientación consistente hacia el SE (150° promedio).

En la parte superior de la unidad, se hace evidente que los depósitos eólicos fueron temporariamente invadidos y/o cubiertos por cuerpos de agua someros, en los cuales se sedimentaron materiales pelíticos. Se desconoce la extensión de estos niveles finos, pero se supone que podrían corresponder a depósitos de lagunas interdunales.

El Miembro Inferior de la formación Tacuarembó, por la abundancia de psamitas finas y medias, y la existencia de ciclos granodecrecientes, es interpretado como caracterizado por un sistema fluvial entrelazado distal (MIALL, 1982); la sistemática ausencia de lineación por partición sugiere que el régimen de flujo fue invariablemente inferior. Tal vez, la única excepción la constituyan los depósitos en la zona de San Jorge, donde las psamitas y lentes de psamitas gruesas ejemplifican un sistema fluvial entrelazado proximal-medio. Las paleocorrientes parecen haber fluído hacia el oeste; en los perfiles efectuados cerca de la ciudad de Tacuarembó el sentido principal de transporte fué SO (210°), mientras que la imbricación de los cantos y la orientación de las estructuras entrecruzadas en el sector de San Jorge, indican una dirección hacia el NO (300°).

En los ciclos fluviales granodecrecientes identificados en la zona de Tacuarembó, se han reconocido facies de canal representadas esencialmente por barras linguoides de poca altura; la superposición de estratos delgados laminados o con ondulitas puede ser explicado por migración lateral del propio canal y la consiguiente disminución en la velocidad de las corrientes. En sectores protegidos, tal vez en planicies de inunda-

ción incipientes, sobre las psamitas se depositaron sedimentos pelíticos que suelen contener conchostrácodos.

Con la sedimentación de las psamitas del Miembro Superior de la formación Tacuarembó, se instala un extenso campo de dunas que se extiende hacia el Brasil y marca un período de desertificación importante en la Cuenca de Paraná. Las observaciones efectuadas son insuficientes para caracterizar los cuerpos dunales y incluso de la orientación de las estructuras entrecruzadas.

EVOLUCION TECTONICA Y PALEOGEOGRAFIA

La cuenca que ocupan las secuencias gondwánicas en el Uruguay sería más extensa que la formada en el Devónico inferior, a la que contiene casi por completo.

El borde oriental de la cuenca neopaleozoica está determinado tectónicamente por la falla de Sierra de los Ríos, de rumbo 20-25°, aunque en el límite sudeste muestra a las sedimentitas en contacto discordante sobre el Basamento Cristalino o las rocas devónicas. En el sector centro-sur de la cuenca, aunque cubierto por las efusivas de la formación Arapey, el contacto parece ser normal, pero localmente puede estar perturbado por fracturas de rumbo E-O (falla Andresito). Las citadas direcciones 20-25° son frecuentes en todo el ámbito de la cuenca gondwánica y es posible que hayan sido reactivadas en tiempos más recientes. Al respecto, debe mencionarse que los cursos de agua que limitan grandes bloques estructurales tienen esa dirección (arroyo Yaguarí y cursos superiores del río Negro y del arroyo Caraguatá).

La evolución paleogeográfica local guarda estrecha relación con los eventos producidos en el sur del Brasil. Así, en el lapso Carbonífero superior (?) - Pérmico superior, en el sector austral de la Cuenca de Paraná se identifican dos períodos de leve subsidencia (formaciones San Gregorio y Melo) separados por una etapa regresiva caracterizada por la progradación de lóbulos deltaicos o, al menos, de fajas clásticas lineales (SELLEY, 1978) sobre depósitos marinos someros. Ya durante los tiempos triásicos se asiste a la definitiva continentalización de la cuenca gondwánica con la aparición de importantes sistemas fluviales entrelazados.

Sin embargo, en este esquema simple y "tranquilo" existen eventos tectónicos que se produjeron ya avanzado el Pérmico y que involucran

el progresivo hundimiento de las "Islas cristalinas" de Cuñapirú - Vichadero y de Aceguá. Esta posibilidad se fundamenta en el hecho que las sedimentitas de la formación Melo se apoyan sobre el escudo en la perforación Yaguarí (BOSSI, 1966) y que las litologías de la parte superior de la formación Yaguarí lo hagan sobre las mismas rocas en el borde norte de las dos "islas cristalinas".

En el caso que esta hipótesis fuese correcta, podría tener además otras implicancias paleogeográficas. Significaría que el área estructuralmente positiva del basamento fuese sensiblemente más extensa que la actual y con una evolución tectónica parcialmente diferente al resto del sector austral de la cuenca gondwánica. Probablemente, podría haber abarcado también el adyacente bloque limitado por la falla Meneses-Masoller (rumbo 300°), que incluye a la ciudad de Artigas. Tal situación permitiría explicar, en forma más adecuada, el inusual espesor de la secuencia sedimentaria y la escasa representatividad de los basaltos de la formación Arapey, en el sondeo de Chacra Cornelius realizado en la mencionada ciudad.

Otro problema que aún no ha sido dilucidado es el de la distribución de las secuencias triásicas. El hecho que la formación Buena Vista no parece extenderse hacia el sector oeste de la cuenca gondwánica y la existencia de sólo dos pequeños relictos de la formación Cuchilla Ombú en la zona de Melo, implicaría que todo el sector oriental de la misma culminó su evolución en el Triásico medio (?). Entretanto, la región occidental debe haber continuado su subsidencia para albergar las secuencias tectónicas de las formaciones Cuchilla Ombú y Tacuarembó. Tal subsidencia parece haber ocurrido a lo largo de una dirección groseramente norte-sur, ya planteada por SPRECHMANN et al. (1981) y permitiría explicar la distribución geográfica de las unidades asignadas al Triásico superior y aún al Jurásico(?).

BIBLIOGRAFIA

- ANDREIS, R.R.; G.E. BOSSI y D.K. MONTARDO (1980). O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio Grande do Sul, Brasil. Anales XXXI Congr. Bras. Geol., Baln. Camboriú, SC; 2: 659-673.
- ANDREIS, R.R. y L.A. FERRANDO (1982). Sobre la existencia de Triásico en el Departamento de Cerro Largo, Uruguay (Resumen). Bol. Proy. 42, IUGS-UNESCO, Montevideo, 5: 23.

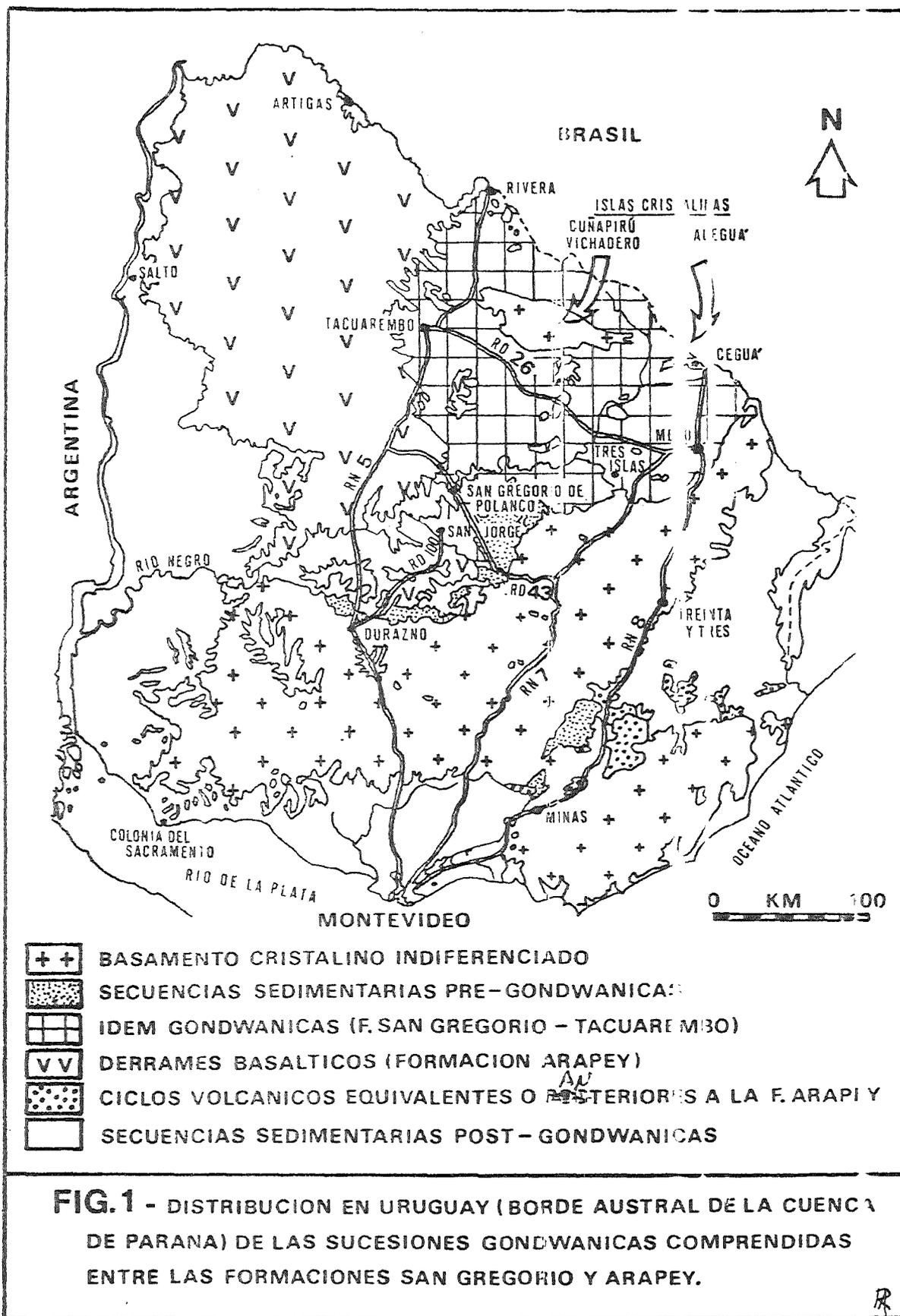
- ARAUJO, D.C. (1982). Estudio do material de Pareiasauroidea (Reptilia Anapsida, Cotylosauria, Procolophonii) do Neopermiano do Estado de Rio Grande do Sul, Brasil. Curso de Post-graduación, Tesis de Doctorado, Instituto de Geociencias, Univesidad Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.
- ARCHANGELSKY, S. y M. MARQUES TOIGO (1980). La palinología y el problema del límite Carbónico - Pérmico en el Gondwana sudamericano. Actas II Congr. Arg. Paleont. Biestr. y I Congr. Latinoam. Paleont., Buenos Aires, 1978; 4: 211-229.
- AZEVEDO, S.A.; E.L. LAVINA; M.C. BARBERENA L.A. FERRANDO y R.R. ANDREIS (en prensa). Evidencias de corrección entre a Formação Yaguari e as Formações Rio do Rastro e Sanga do Cabral. Pesquisas Instituto Geociencias, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.
- BARBERENA, M.C.; E.L. LAVINA y M.B. BECKER (1981). Sobre a presença de tetrapódos na Formação Sanga do Cabral (Grupo Rosário do Sul), Triássico do Rio Grande do Sul, Brasil. Anales II Congr. Latín. Amer. Paleont., Porto Alegre; 1: 295-306.
- BOSSI, J. (1966). Geología del Uruguay. Depto. Publ. Univ. Montevideo.
- BOSSI, J.; L.A. FERRANDO; A. FERNANDEZ; G. ELIZALDE; H. MORALES; J. LEDESMÁ; E. CARBALLO; E. MEDINA; I. FORD y J. MONTAÑA (1975). Carta Geológica del Uruguay a escala 1:1.000.000, Montevideo.
- BOSSI, J. y M. UMPIERRE (1975). Magmatismo Mesozoico del Uruguay y Rio Grande del sur: sus recursos minerales asociados y potenciales. II Congr. Iberoam. Geol. Econ., Buenos Aires; 2: 119-142.
- CAORSI, J. y J. GONI (1958). Geología Uruguaya. Inst. Geol. del Uruguay, Bol. 37, Montevideo.
- CLOOS, D. (1967). Orthocone Cephelopods from the Upper Carboniferous of Argentina and Uruguay. Ameghiniana, 5 (3): 123-129, Buenos Aires.
- CLOOS, D. (1969). Intercalation of Goniatites in the Gondwana glacial beds of Uruguay. I Symp. Gondwana Stratigraphy, Mar del Plata, Argentina, 1967, 197-212, UNESCO-París.
- COLLINSON, J.D. (1980). Alluvial sediments. En: H.G. Reading (Ed.), Sedimentary Environments and Facies, Elsevier, New York, 15-60.
- COX, L.R. (1934). Lamelibranquios de los estratos gondwánicos del Uruguay Inst. Geol. Perf., Bol. 21: 3-13, Montevideo.
- DU TOIT, A.L. (1927). A geological comprasion of South America with South Africa. Carnegie Inst., Washington; 381: 1-157, Estados Unidos.
- ELIZALDE, G. (1967). A contribution to the study of the Yaguari Formation Libro Guía 3a. Excursión I. Int. Symp. Gondwana Stratigraphy & Paleont., Curitiba, Brasil.
- ELIZALDE, G.; W. EUGUI; J. VERDESIO; M. STAPFF y J. TELECHEA (1970). Carta Geología del Uruguay a escala 1/100.000, 3 Segm., Aceguá, Sector XXX. Depto. Publ. Univ. Montevideo.
- ELIZALDE, G. (1973). Contribution a l'étude de la mineralogie des phillites et de la sedimentologie du Gondwana uruguayen. Tesis Univ.

de Paris Sud, Centre D'Orsay, Francia (inédito).

- ELLIOTT, T. (1980). Deltas. En: H.G. Reading (Ed.), Sedimentary Environments and Facies, Elsevier, Nueva York, 97-142.
- FALCONER, J.D. (1930). Memoria explicativa del mapa geológico de la región sedimentaria del departamento de Cerro Largo. Inst. Geol. Perf., Bol. 12, Montevideo.
- FALCONER, J.D. (1931). Terrenos gondwánicos del departamento de Tacuarembó. Memoria explicativa del mapa geológico. Inst. Geol. Perf., Bol. 15, Montevideo.
- FALCONER, J.D. (1937). La Formación de Gondwana en el nordeste del Uruguay, con especial referencia a los terrenos eogondwánicos. Inst. Geol. Perf., Bol. 23, Montevideo.
- FERRANDO, L.A. y R.R. ANDREIS (1982). Correlación entre las columnas estratigráficas paleozoicas de Uruguay y Rio Grande del Sur, Brasil (Resumen). Bol. Proy. 42, IUGS-UNESCO, 5, Montevideo.
- GOÑI, J.C. y P.J.V. DELANEY (1961). Estudio estadístico dos minerais pesados da Formacao Botucatu, Rio Grande do Sul (Brasil) e Uruguai. Bol. Univ. Paraná, Geol., 6: 1-27, Curitiba.
- GUILLEMAIN, C. (1911). Zur Geologie Uruguays. Zeitsch. Deutsh. Geol. Ges., Bd. 63: 203-220, Berlín.
- HARRINGTON, H.J. (1945). Algunas observaciones sobre el Sistema de Gondwana en el Uruguay. I Reunión Comunic. Secc. Arg. IPIMEGEO, 5-19, Buenos Aires.
- HARRINGTON, H.J. (1956). Uruguay. En: Jenks, W.F. (Ed.), Handbook of South American Geology. An explanation of the geological map of South America. Mem. Geol. Soc. Am., 65: 115-128.
- HEDBERG, H. D. (1980). Guía Estratigráfica Internacional. Ed. Reverté S.A Madrid.
- HERBST, R. y L. A. FERRANDO (1985). Cyzicus (Lioestheria) ferrandoi n.sp. (Conchostraca, Cyzicidae) de la Formación Tacuarembó (Triásico superior) de Uruguay. Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, 16 (1): 29-47.
- HERBST, R.; L. A. FERRANDO y G. JALFIN (en prensa). Flórula pérmica de Melo (Depto. Cerro Largo), Uruguay. Ameghiniana, Bs.Aires.
- KEIDEL, J. (1934). Informe geológico sobre el Sistema de Santa Catherina en los departamentos de Cerro Largo, Rivera, Tacuarembó y Durazno. Inst. Geol. Uruguay (informe dactilografiado).
- LAMBERT, R. (1939). Memoria explicativa de la carta geológica de los terrenos sedimentarios y rocas efusivas del departamento de Durazno. Inst. Geol. Perf., Bol. 25, Montevideo.
- LAMBERT, R. (1940). Estado actual de nuestros conocimientos sobre la geología de la República Oriental del Uruguay. Inst. Geol. del Uruguay, Bol. 29, Montevideo.
- LLAMBIAS DE OLIVAR, A. (1918). Informe acerca de la investigación geológica efectuada en la República. Inst. Geol. Perf., Bol. 3: 20-42, Montevideo.

- LAVINA, E.L. (1982). Paleontología, estratigrafía e bioestratigrafía da Formação Sanga do Cabral (Triássico inferior do Grupo Rosário do Sul), na Folha de Catuçaba, Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-graduação, Inst. Geociências, UFRGS, Porto Alegre, Brasil (nêdito).
- LAVINA, E.L. (1983). Procolophon pricei sp.n., um novo procolophonídeo do Triássico do Rio Grande do Sul. Iheringia, 9, Porto Alegre, Brasil.
- MARQUES TOIGO, M. (1973). Ammonoids x pollen and the Carboniferous or Permian age of San Gregorio Formation of Uruguay, Parana Basin. An. Acad. Bras. Cienc., 44 (supl.), 237-241, Rio de Janeiro.
- MARTINEZ MACCHIAVEIO, I.C. (1963). Microesporomorfos tipos contenidos en el glaciar en la base del Sistema de Gondwana en Uruguay. Bol. Univ. Paraná, Geol., (10): 1-14, Curitiba, Brasil.
- MARTINSSON, M. (1970). Toponomy of trace fossils. En: T. Crinus y J.C. Harper (Eds.), Trace fossils. Geol. Jour., Sp. Issue, 3: 323-330.
- MIALL, A.D. (1982). Analysis of fluvial depositional systems. Am. Assoc. Petrol. Geol., Educ. Course Note, Series 20, 75 pp.
- MONES, A. (1978). Nuevos elementos de la paleoherpetofauna del Uruguay. Resum. II Congr. Arg. Paleont. Boiestr. y I Congr. Latinoam. Paleont., 26, Buenos Aires.
- OLIVEIRA, E.P. de (1918). Regiões carboníferas dos Estados do Sul. Serv. Geol. Mineral. do Brasil, Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, E.P. de (1930). Geología Histórica do Brasil. Min. Agric., Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, E.P. de (1933). Geología Histórica do Brasil. Min. Agric., Rio de Janeiro.
- OPPENHEIM, V. (1934). Sobre a bacia sedimentaria gondwânica na República do Uruguay. An. Acad. Bras. Cienc., 6(3): 143-153, Rio de Janeiro.
- OPPENHEIM, V. (1935). Petroleum geology of central sedimentary basin of Uruguay. Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol., 18(8), Tulsa.
- PETRI, S. y V.S. FULFARO (1983). Geología do Brasil. T.A. Queiroz, Ed. Univ. Sao Paulo, Brasil.
- REY VERGESI, D. (1932). Terrenos gondwánicos del departamento de Rivera. Inst. Geol. Perf., Bol. 20, Montevideo.
- SELLEY, R.C. (1978). Ancient Sedimentary Environments. Scientia Paperbacks, Chapman and Hall, 2d. Ed., 297 pp., Londres.
- SERRA, N. (1946). Problemas de nuestra estratigrafía. Rev. Ingeniería, Mes II, 679-688, Montevideo.
- SPRECHMANN, P.; J. BOSCHI y J. DA SILVA (1981). Cuencas del Jurásico y Cretácico del Uruguay. En: W. Volkheimer y E. Musacchio (Eds.), Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur, 1: 239-270, Buenos Aires.
- TERRA AROCENA, E. (1926). Nota sobre el piso Itararé y los esquistos mari-

- nos de Rincón de Alonsc. Inst. Geol. Perf., Bol. 8: 8-20, Montevideo.
- WALTHER, K. (1910). Sobre areniscas y rocas efusivas en los departamentos de Tacuarembó y Rivera. Rev. Inst. Agron., 7: 213-231, Montevideo.
- WALTHER, K. (1913). La edad geológica de las areniscas brasilero-uruguayas llamadas "Sao Bento". Importancia práctica de esta determinación. Rev. Min. Industr., 1(6): 17-24, Montevideo.
- WALTHER, K. (1919). Líneas fundamentales de la estructura geológica de la República Oriental del Uruguay. Rev. Inst. Nac. Agron., Ser. II (3), Montevideo.
- WALTHER, K. (1924 a). Estudios geomorfológicos y geológicos. Rev. Inst. Hist. Geogr., 3(1), Montevideo.
- WALTHER, K. (1924 b). Los resultados de las perforaciones en el Departamento de Cerro Largo en busca de carbón de piedra. Inst. Geol. Perf. Bol. 6, Montevideo.
- WALTHER, K. (1928). Nota sobre algunos resultados de la investigación geológica del país. Fac. Agron., I, Montevideo.
- WALTHER, K. (1932). Restos de un pez ganóide de gran tamaño, proveniente del neogondwana uruguayo. Inst. Geol. Perf., Bol. 19: 65-73, Montevideo.
- WALTHER, K. (1935). Contribución a la petrología y estratigrafía del glacial gondwánico uruguayo. Inst. Geol. Perf., Bol. 22: 258-276, Montevideo.
- WHITE, I.C. (1908). Relatorio final da Comissão de Estudos de Carvão de pedra do Brasil, Rio de Janeiro.
- WINDHAUSEN, A. (1931). Geología Argentina. Ed. Peuser, II, Buenos Aires.



0 1 METROS 5

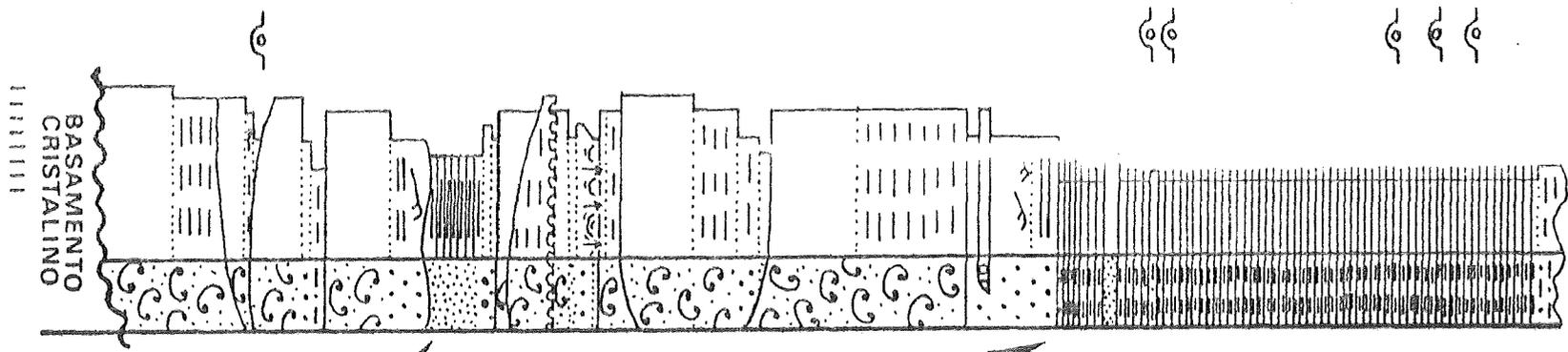


FIG. 2. - FORMACION SAN GREGORIO - SUCESION AFLORANTE AL SUR DE MELO (KM 377-RUTA 8).

0 10 CENTIMETROS 50

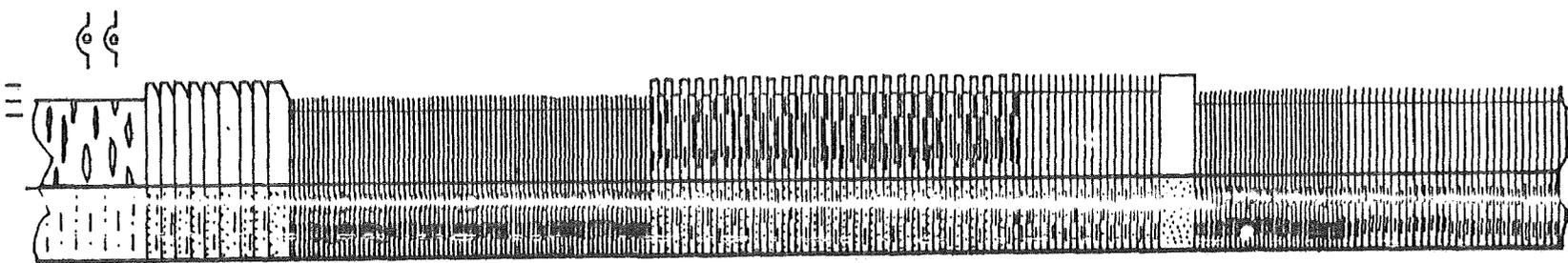


FIG. 3. - FORMACION SAN GREGORIO - DETALLE DE LA SECUENCIA PELITICA (MISMA LOCALIDAD).

R

0 1 METROS 5

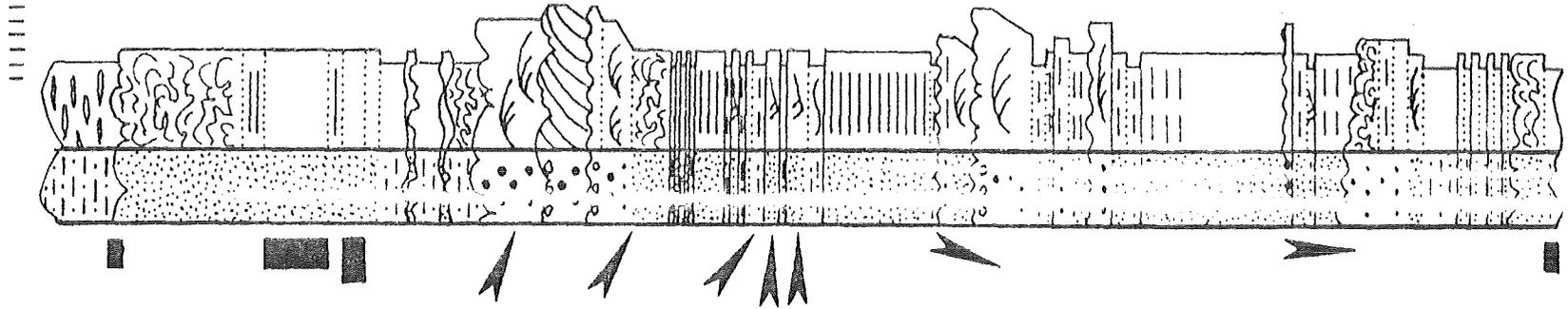


FIG. 4A.-- FORMACION TRES ISLAS - SUCESION AFLORANTE AL SUR DE MELO (KM 384-385 - RUTA 8)

0 1 METROS 5

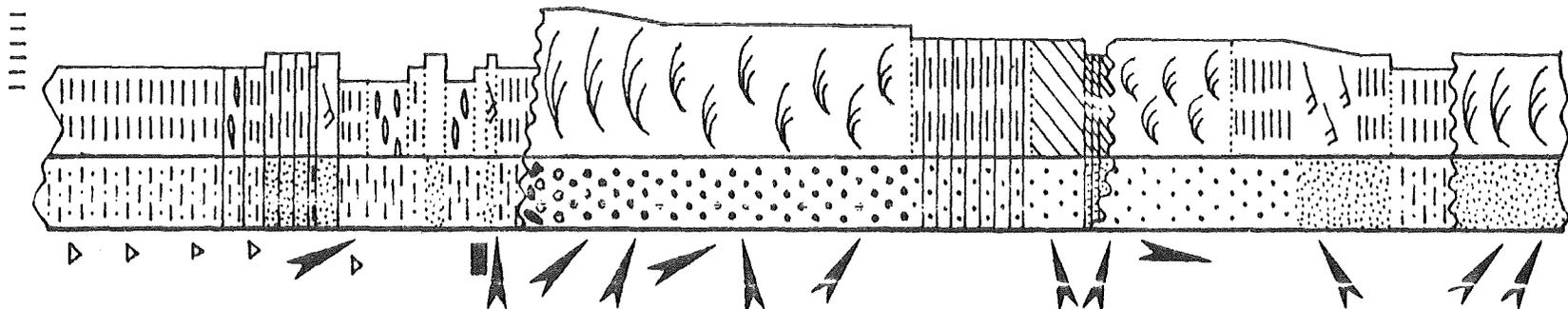


FIG. 4B. - FORMACION TRES ISLAS - FACIES DE CANAL DE RIO ENTRELAZADO (CERCANIAS DE INFRISA MELO - KM.389 - 390 - RUTA 8)

R

