

**Volumen 2**

**IV Congreso del Grupo Español  
del Terciario  
Tremp, 19-21 septiembre, 2000**

**Homenaje a Joan Rosell i Sanuy**



Ajuntament de Tremp



Consell Comarcal del Pallars Jussà



INSTITUT D'ESTUDIS  
DE L'ALT  
PIRINEU I ARAN  
ILERDENCS



Universitat Autònoma  
de Barcelona

# CONTENIDOS

<b>P. M. Aguilar, R. M. A. Sánchez, L.M. E. Gómez, A. P. Padilla, A. Segura, P.T. Jiménez y F.J. Nava</b> Integración biocronoestratigráfica de dos pozos de la cuenca de Burgos, estado de Tamaulipas, México	13
<b>I. Arenillas, L. Alegret, J.A. Arz, C. Liesa, A. Meléndez, E. Molina y A.R. Soria</b> Secuencia estratigráfica y eventos evolutivos de foraminíferos en el tránsito Cretácico Terciario	25
<b>C. Aroldi</b> Detrital modes in the Paleogene Turbidites of the Pienides in Maramures (Eastern Carpathians - Northern Romania)	29
<b>J. Babault, E. Remacha, D. Rouby, O. Oms, M. de Urreiztieta, J. Dinarès-Turell, H. Eichenseer &amp; T. Nalpas</b> 3D Restoration of Ilerdian to Cuisian features across the Central Pyrenees (Campo-Aínsa area): implications on the Gaus-Tremp basin tectono-stratigraphic evolution	33
<b>A. Barnolas e I. Gil-Peña</b> Estructura secuencial del relleno sedimentario de la Cuenca de antepais surpirenaica y su relación con la evolución del orógeno	37
<b>P. Busquets, J. Carreras, E. Druguet y J. A. Nuñez</b> Patrimonio Geológico de Catalunya (Inventario y Catalogación de Geotopos y Geozonas)	41
<b>L. Cabrera, M. Cabrera, R. Gorchs y F.X.C. de las Heras</b> Caracterización paleoambiental mediante biomarcadores de las sucesiones lacustres oligocénicas superiores (Formación Mequinenza) del sector SE de la cuenca del Ebro (NE de España)	47
<b>L. Cabrera, M. Garcés, E. Roca J. Agustí, X. Barberá, M. Marzo y J. M. Parés</b> Avances en la elaboración de una escala magneto-biostratigráfica del Terciario continental de Europa Occidental: Magnetoestratigrafía de las sucesiones oligocénicas del sector SE de la cuenca del Ebro e implicaciones en el estudio de la cinemática de sus márgenes tectónicos	51
<b>S. Castellort, F. Guillocheau, T. Nalpas, D. Rouby, C. Robin, M. de Urreiztieta &amp; I. Coutand</b> Tectonically induced distortion of stratigraphic cycles Example of the Arguis anticline in the South Central Pyrenees (Spain)	55
<b>A. L. Cortés Gracia y A. M. Casas Sainz</b> Una nueva hipótesis para el sistema de fosas interiores de la Cordillera Ibérica	59
<b>P. Proença Cunha, N. L. Pimentel y D. Insua Pereira</b> La ruptura intra-valesiense y el registro sedimentario de la compresión bética en las cuencas continentales portuguesas	63
<b>M. Fábrega, E. Maestro, y E. Parra</b> Depósitos continentales del Eoceno superior del sector oriental de la cuenca del Ebro	67
<b>S. Figueras y E. Maestro</b> Secuencias de alta y baja frecuencia en el Eoceno superior del este de la Cuenca del Ebro	73
<b>M. Gagliardo, F. Colombo, A. Caselli, A. Tripaldi y C. Limarino</b> Evolución tectonosedimentaria de la cuenca Miocena de "Piggy-Back" de Rodeo-Iglesia (San Juan, Argentina)	77
<b>M. Garcés, W. Krijgsman y J. Agustí</b> La cuenca neógena de Fortuna, Cordilleras Béticas: Magnetoestratigrafía y evolución tectonosedimentaria	81
<b>F. García García, J. Fernández y C. Viseras</b> Sedimentación deltaica de grano grueso y actividad tectónica en un borde de cuenca activo. Tortoniense superior. Cordillera Bética	87
<b>J. García-Sansegundo y A. Barnolas</b> La terminación occidental del cabalgamiento de la Sierra de Illón (Pirineos navarros, España)	93
<b>II. Gibert, E. Maestro y J. Gibert</b> Contribución a la sedimentología de la cuenca de Baza	97
<b>D. Gómez-Gras, G. Lacasa, J. A. Nuñez, y T. Sanfeliu</b> Paleoperfiles de alteración en sustrato granítico en el borde de la Cuenca Surpirenaica Oriental	103
<b>Guerra-Merchán, A. Serrano, F. y Ramallo, D.</b> El Plioceno de la Cuenca de Málaga (Cordillera Bética)	107
<b>Lukas Hottinger</b> An example of secondary motility by triple symbiosis in stony corals in the Early Ilerdian of the Tremp Basin, Spanish Pyrenees	111
<b>R. Linares, L. Palli y C. Roqué</b> Aportación al estudio de arcillas expansivas asociadas a las facies garumnienses de la Conca de Tremp (Prepirineo de Lleida)	113
<b>R. Linares, L. Palli y C. Roqué</b> Investigación de rocas volcánicas canterables a través de la prospección electromagnética. Un ejemplo en los basaltos terciarios de la depresión de la Selva (Girona)	119

<b>N. López-Martínez y P. Peláez-Campomanes</b> Los Mamíferos del Paleoceno superior de la Formación Tremp: implicaciones en la correlación marino-continental	123
<b>E. Maestro</b> Evolución del sistema lacustre de Artesa de Segre (Eoceno superior de NE de la Cuenca del Ebro)	127
<b>E. Maestro, A. Bosch, N. Chamorro, II. Gibert, S. Figueras, J.A. Nuñez, G. Rivas y J. Sancho</b> Arquitectura deposicional de la Unidad Omells (Sistema Lacustre de les Garrigues, Oligoceno inferior del E de la Cuenca del Ebro)	133
<b>A. Maestro-González, A. Casas-Sainz y A.L. Cortés-Gracia</b> Caracterización de las unidades tectosedimentarias paleógenas de la Cuenca de Almazán	137
<b>M. Martín Martín, V. Perrone, G. Bonardi, P. De Capoa, I. Martín-Rojas, J.E. Tent-Manclús</b> Correlación entre el Terciario de la unidad de Stilo (zonas internas Calabro Peloritano, S Italia) y el Terciario de la unidad de Morrón de Totana (Málaga: zonas internas béticas, S España). Elementos próximos de un mismo dominio paleogeográfico	141
<b>J. Mas-Pla y E. Vilanova</b> Estructura del sistema hidrogeológico en los materiales paleógenos del borde NE de las Gavarres (Baix Empordà, Girona)	145
<b>M.E. Moya-Palomares, T.M. Azevêdo y M. Rodríguez- Plaza</b> Las Facies fluviales de las unidades Superior Terciaria y Pliocuatnaria de la Cuenca del Guadiana entre Mérida y Badajoz (España)	151
<b>J. A. Nuñez, D. Gómez-Gras y E. Maestro</b> Petrología del Eoceno Inferior - Medio del borde S de la cuenca Surpirenaica Oriental	157
<b>O. Oms, E. Remacha y A. Bosch</b> Control tectónico en la sedimentación del Alagrupa Castissent entre el coll de Montllobar y el río Isábena (Eoceno surpirenaico central)	161
<b>F. Orti y C. Helvací</b> Secuencia deposicional de los boratos neógenos de Kirka (Turquia)	165
<b>D. Parcerisa, D. Gómez-Gras, M. Thiry y F. Calvet</b> Geometría de las silicificaciones en las areniscas miocenas de la montaña de Montjuïc (Barcelona)	171
<b>A. Pérez, A.C. Roc, M.L. Mayayo, J.A. Sánchez y J.M. González</b> Contribución de cianobacterias en la génesis de calcita y dolomita en sistemas lacustres del Mioceno medio. Cuenas del Ebro y Calatayud. NE de España	175
<b>N. L. Pimentel</b> Elementos para el análisis tectono-sedimentario de la falla de Plasencia-Messegana en Portugal	179
<b>S. Reguant y D. Amblàs</b> Las "briozoaritas" de la formación Margas de Gurb (Bartoniense, área de Vic, Barcelona)	183
<b>E. Remacha y L. P. Fernández</b> No-uniformidad de flujo en las corrientes de turbidez del Grupo de Hecho	187
<b>P. Robledo y L. Pomar</b> Modelo genético de las estructuras de colapso cársico del Mioceno superior de Mallorca	189
<b>J. Santamaría i F. Bascompte</b> Les mines de petroli de la FM. Armancies	193
<b>G. Del Santo, J. García-Sansegundo, L. Sarasa y J. Torredadella</b> Nota sobre la estratigrafía y estructura del Terciario del sector oriental de la cuenca del Ebro (NE de España)	197
<b>E. Saura y A. Teixell</b> Relación entre los conglomerados oligocenos y las estructuras tectónicas en la zona de Les Noguères (Pirineo Central)	201
<b>J.M. Soria, J. Fernández y C. Viseras</b> Sistemas de Delta y Plataforma en la Cuenca De Guadix (Mioceno Superior, Cordillera Bética): El registro estratigráfico de Regresiones Forzada y Normal	205
<b>R. Soto, A. M. Casas, M. Escuer y M. de Urreiztieta</b> Estructura de la cuenca de Gaus-Tremp: relaciones tectónica sedimentación	209
<b>J. Steffahn &amp; D. Michalzik</b> Significance of post-evaporitic ("Messinian Salinity Crisis") foraminiferal assemblages in some 'distal' Neogene basins of SE Spain: Preliminary results of latest Miocene/earliest Pliocene(?) environmental reconstruction	213
<b>C. Zavala y H. Freije</b> Estratigrafía secuencial del Terciario superior marino de Patagonia. Un equivalente de la "crisis del Messiniano"?	217

# Estratigrafía secuencial del Terciario superior marino de Patagonia. Un equivalente de la “crisis del Messiniano”?

C. Zavala<sup>1,2</sup> y H. Freije<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

<sup>2</sup> Depto. Geología, Universidad Nac. Del Sur. San Juan 670, 8000 Bahía Blanca, Argentina. czavala@criba.edu.ar

## ABSTRACT

*The Mio-Pliocene continental and marine deposits of the Río Negro Formation, in northern Patagonia, provide excellent exposures to analyse in detail late Tertiary evolution. This unit extensively crop-out in a near-tabular setting as continuous marine cliffs along a distance in excess of 100 km, with an average thickness of 50 meters. This paper deals on the sequence stratigraphy of a marine level assigned to the Tortonian, using field data. This level has a large-scale wedge geometry within continental (aeolian) deposits, displaying a maximum thickness of about 10 meters. It is internally composed of dark-grey mudstones and bioclastic sandstones deposited in a shallow and partially confined sea, with evidences of wave reworking processes. It integrates a single complete depositional sequence, having well-defined transgressive and highstand systems tracts. At the top of the sequence, a forced regressive set can be recognised, which is in turn followed by lacustrine deposits with desiccation cracks. The last evidence indicates a fast relative sea-level drop, which is here thought as eustatic in origin. Time-stratigraphy suggests a post-Tortonian / pre Early Pliocene Age for this sea-level fall, thus allowing a possible correlation with that responsible of the Messinian crisis in the Mediterranean.*

**Keywords:** sequence stratigraphy, forced regression, Messinian crisis, Tertiary, Patagonia.

## INTRODUCCIÓN

La zona costera Argentina, localizada en el norte de la Patagonia es una estepa árida caracterizada por la presencia de importantes acantilados marinos (Fig. 1). Estos acantilados contienen excelentes afloramientos marinos y continentales del intervalo Mioceno tardío - Plioceno temprano, asignados a la Formación Río Negro (Andreis 1965) la que se habría acumulado en una zona intracrátónica. Dicha unidad se encuentra horizontal, con un espesor aflorante promedio de unos 50 metros, y una continuidad lateral mayor a los 100 km. En este trabajo se analizan las facies sedimentarias y la estratigrafía secuencial de un ciclo marino completo (transgresivo - regresivo) correspondiente al Tortoniano (Zinsmeister *et al.*, 1981). Se discuten además las posibles implicancias del pasaje abrupto hacia el techo a facies continentales eólicas del Mioceno tardío - Plioceno temprano, y las evidencias que indicarían un control eustático sobre este contacto.

## MARCO GEOLÓGICO

Los depósitos de la Formación Río Negro, en la zona de estudio (Fig. 1), se integran por areniscas y en menor medi-

da pelitas acumuladas en un ambiente predominantemente continental (Andreis 1965 ; De Ferrariis 1966 ; Angulo y Casamiquela 1982), dentro del cual se reconoce una intercalación marina (Farinati *et al.* 1981 ; Angulo y Casamiquela 1982). Esta unidad alcanza espesores aflorantes máximos de 65 metros, y es cubierta en discordancia por depósitos conglomerádicos (hasta 2 metros) conocidos como “Rodados Patagónicos” y asignados al Pleistoceno (Fig. 2).

Recientes estudios sobre la estratigrafía y la sedimentología de esta localidad (Zavala *et al.* 2000) han llevado a una completa revisión paleoambiental en un marco estratigráfico secuencial. Estos autores han reconocido dentro de la Formación Río Negro la existencia de tres miembros, denominados como inferior, medio y superior (Fig. 2).

El miembro inferior aflora con base cubierta, y se integra por depósitos mayormente arenosos acumulados en un paleoambiente eólico, con facies de dunas, interdunas secas y húmedas, sabkha, y facies fluviales efímeras subordinadas (Fig. 3A). El miembro medio se dispone discordantemente sobre el miembro inferior, y se compone por areniscas finas bioclásticas y pelitas depositadas en un ambiente marino somero. Estos depósitos son cubiertos discordantemente por el miembro superior, el que com-

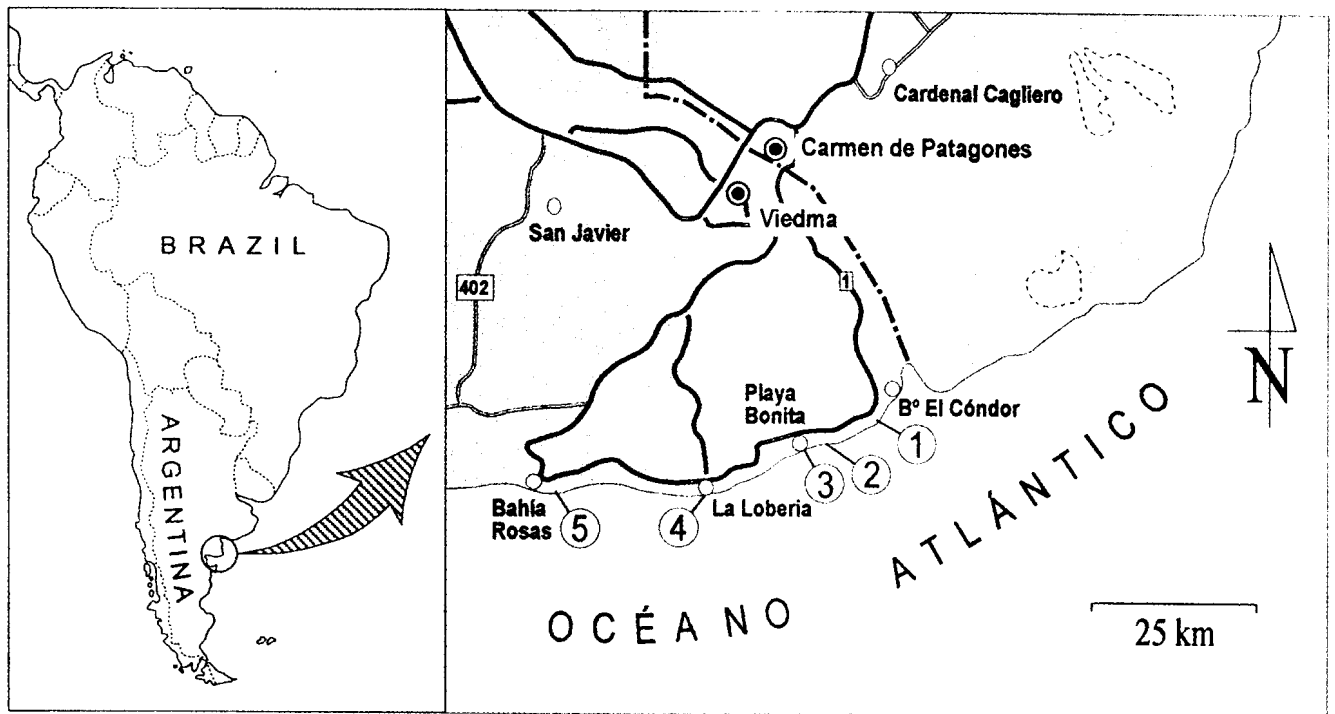


FIGURA 1.- Mapa de ubicación del área de estudio, con indicación de las secciones estratigráficas medidas (1 a 5).

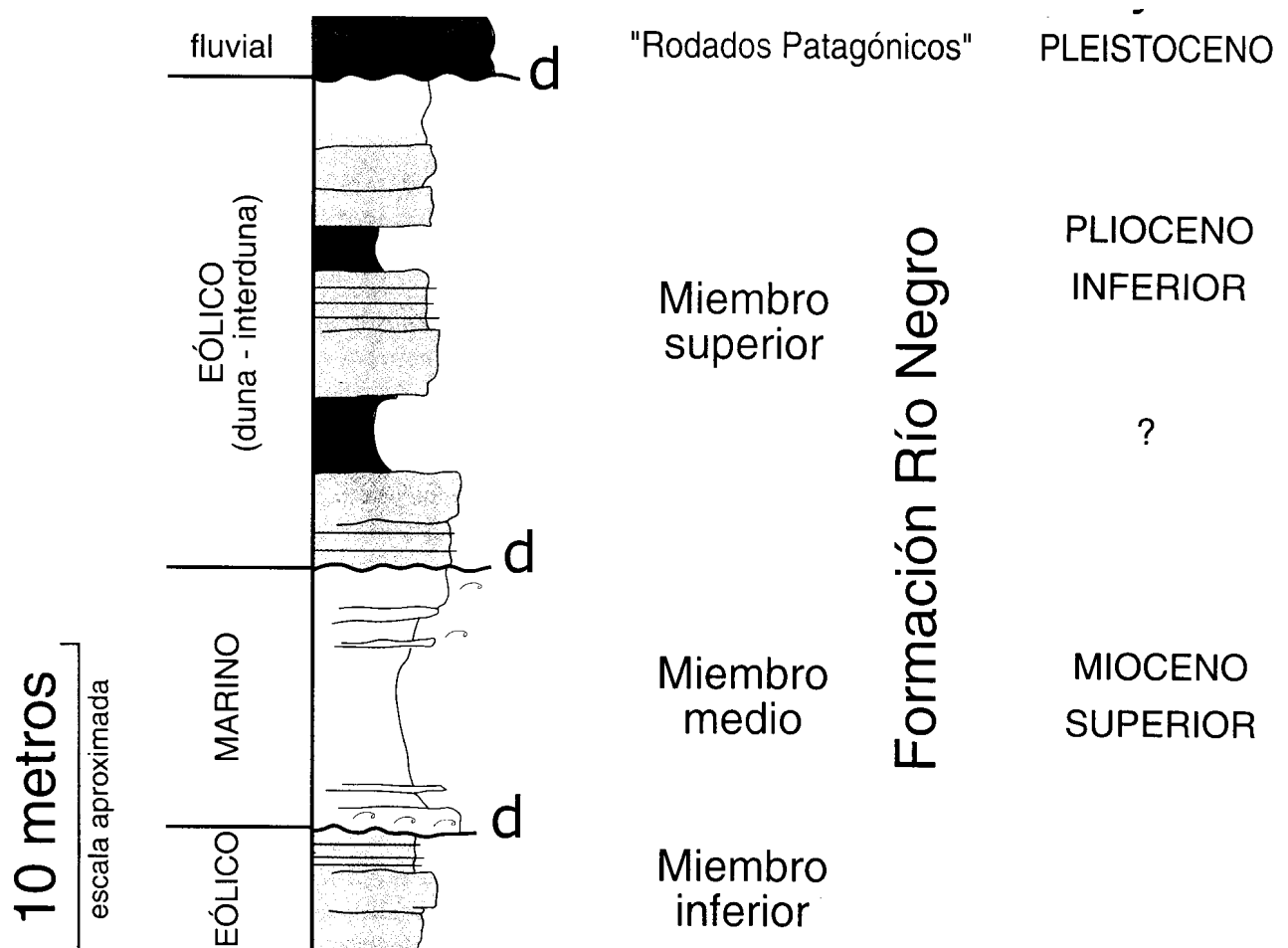


FIGURA 2.- Cuadro estratigráfico

prende capas arenosas acumuladas en un ambiente eólico similar al del miembro inferior. Hacia la parte superior de esta última unidad son comunes los niveles de tobas y paleosuelos (Fig. 3A).

Dataciones absolutas (Potasio-Argón) en niveles marinos equivalentes al miembro medio indican una edad Mioceno tardío (Tortoniano) ( $9.41 \times 10^6$  años AP, Zinsmeister *et al.*, 1981). Por otra parte, hallazgos faunísticos en niveles altos del miembro superior (Aramayo 1987) indicarían una Edad Mamífero Montehermosense (Plioceno temprano), lo que sería consistente con dataciones de niveles cineríticos mediante trazas de fisión ( $4.41 \times 10^6$  años AP, Alberdi *et al.* 1997).

### ANÁLISIS DE FACIES Y ESTRATIGRÁFICO SECUENCIAL DEL MIEMBRO MEDIO DE LA FORMACIÓN RÍO NEGRO

Las interpretaciones presentadas en esta contribución se basan en observaciones de terreno. Las tareas comprendieron el levantamiento de 5 secciones estratigráficas de detalle del total de la sucesión, a lo largo de 49 kilómetros (Fig. 3A), complementadas con un relevamiento regional asistido parcialmente por fotos oblicuas (Fig. 4A). En este trabajo se presentan y discuten las facies y posibles contro-

les alocíclicos sobre la sedimentación del nivel marino (miembro medio). Este nivel (Fig. 3B) presenta espesores máximos de hasta 10 metros y una geometría lenticular a gran escala, ya que se acuña totalmente hacia el Oeste en una distancia de 60 kilómetros, siendo imposible en estas zonas diferenciar los miembros inferior y superior mediante criterios litoestratigráficos. Las características de la base sugieren asimismo una cuenca marina controlada por la presencia de "altos" en la topografía, ya que el espesor disminuye en las vecindades de la sección 1, pero sin desaparecer (Fig. 3B).

El análisis de facies aplicado sobre estos depósitos sugieren un ambiente marino somero afectado por oleaje, donde se reconocen depósitos de playa con facies de *offshore* (1) que gradan hacia sectores marginales a facies de *shoreface* (2) y *foreshore* (3). Las facies de *offshore* (1) se integran por pelitas masivas bioturbadas depositadas por decantación en aguas calmas. Localmente presentan icnofacies de *Cruziana* (icnogénero *Chondrites*). Por su parte las facies de *shoreface* (2) se componen por pelitas y areniscas finas bioturbadas. En algunos sectores es posible observar relictos de estructuras sedimentarias primarias como ondulitas truncadas de ola (Fig. 4B). Estas características indicarían un ambiente marino de poca profundidad, caracterizado por decantación y acción de olas. Los

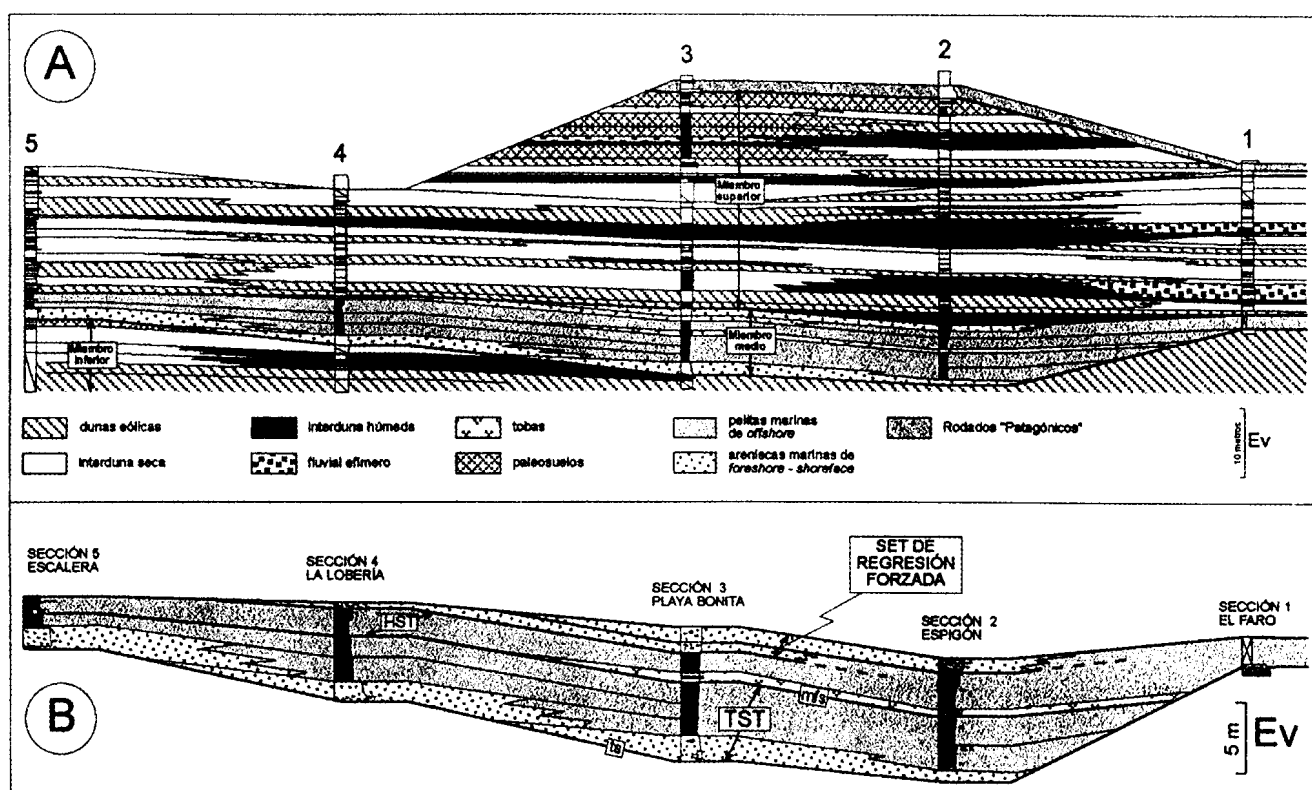


FIGURA 3.- (A) Corte estratigráfico del total de la sucesión a lo largo de 49 km (sin escala horizontal). Para ubicación ver Fig. 1 (B) Esquema estratigráfico secuencial del nivel marino (miembro medio). Note la geometría lenticular a gran escala de la unidad. Por referencia ver Fig. 3A. ts: superficie transgresiva; mfs: superficie de máxima inundación.



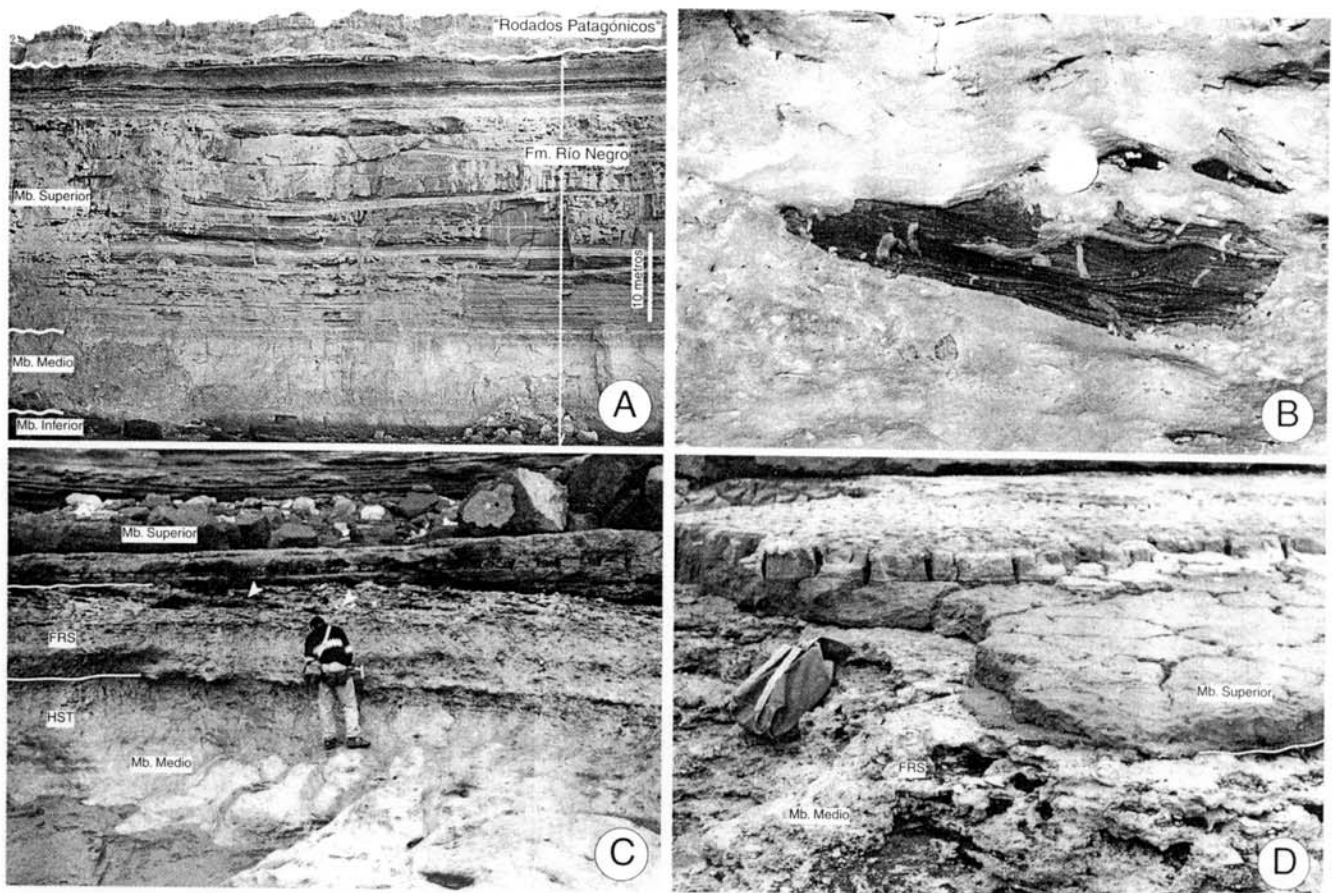


FIGURA 4.- (A) Vista general de los afloramientos de la Fm. Río Negro. Se indican los miembros reconocidos. (B) Relictos de ondulitas truncadas de ola en depósitos finos bioturbados de la zona de shoreface. (C) Vista del contacto entre los miembros medio y superior. Note el rápido cambio de facies a la base del FRS, y el contacto neto con los depósitos continentales del miembro superior. Las flechas indican las láminas frontales del foreshore. (D) Detalle de las grietas de desecación sobre el contacto entre los miembros medio y superior.

principales icnogéneros incluyen *Thalassinoides*, *Planolites* y *Chondrites* de la icnofacies de *Cruziana*. Las facies de *foreshore* (3) están integradas por areniscas finas con abundantes bioclastos, los que incluyen *Chione* sp., *Venericardia* sp., *Chlamys tehuelchus*, *Pododesmus papyraceus*, *Ostrea palagonica* y *Balanus laevis* (Farinati et al. 1981). Los bioclastos se disponen conformando láminas groseras que integran superficies de acreción de gran escala (Fig. 4C) con inclinaciones de hasta 5° las que corresponderían a la pendiente original de la playa. Se interpreta que esta facies se habría acumulado por procesos de ola en un ambiente de relativa alta energía. Presentan icnogéneros (*Ophiomorpha nodosa* y *Skolithos*) de la icnofacies de *Skolithos*.

La aplicación del análisis de facies en un contexto estratigráfico secuencial permitió reconocer que el nivel marino integra una única secuencia deposicional, caracterizada internamente por un cortejo transgresivo (TST), seguido por un cortejo de alto nivel (HST) y un set de regresión forzada (FRS) (Figs. 3B y 4C). La presencia en la discontinuidad basal de icnofacies de *Glossifungites* sugiere que el miembro inferior se encontraba consolidado

antes del avance de la transgresión marina. De la correlación regional puede verse claramente que los niveles basales del TST traslapan progresivamente sobre áreas marginales (Figs. 3A y 3B). La rápida superposición en los niveles basales de facies progresivamente más profundas en un espesor reducido (menor de 2 metros) resulta en una elevada bioturbación con la consecuente destrucción de las estructuras sedimentarias primarias, en un proceso conocido como taphonomic-feedback. La cota máxima alcanzada por la transgresión ha sido controlada, sugiriendo para esta cuenca profundidades menores a los 15 metros.

Esta tendencia transgresiva resultó en una disminución paulatina de la sedimentación pelítica en las áreas centrales, donde se reconocen niveles tobáceos sobre la superficie de máxima inundación (mfs) (Fig. 3B). Sobre la mfs se observa una tendencia a la somerización, la que correspondería al inicio del HST. Hacia el techo, dicha somerización se acentúa con pasajes abruptos entre facies de offshore y foreshore, por lo que se interpreta que el HST habría sido abortado, generándose un FRS (Figs. 3B y 4C). Esta regresión forzada se relacionaría a una rápida caída relativa del nivel del mar culminando con la desecación total de la

cuenca y la instalación de un sistema continental (miembro superior). Evidencias del progresivo desecamiento de esta cuenca se reconocen en la que fuera la zona más profunda (sección 2 en Figs. 3A y 3B), donde sobre las facies de foreshore del FRS se ubican en contacto neto depósitos lacustres con grietas de desecación (Fig. 4D), los que a su vez son seguidos por depósitos de dunas eólicas (Fig. 3A).

## DISCUSIÓN SOBRE LAS CAUSAS DE LA REGRESIÓN MARINA

La estratigrafía secuencial interpreta a los cambios relativos en el nivel del mar como vinculados a una compleja interacción entre clima, tectónica, tasa de aporte sedimentario y variaciones eustáticas (Vail et al. 1977). En la sección estudiada, la baja incidencia de los aportes silicoclásticos (facies marinas mayormente bioclásticas no relacionadas a sistemas fluviales) y la ausencia de evidencias de movimientos tectónicos de alta frecuencia sugieren que dichos cambios relativos podrían relacionarse estrechamente con variaciones climáticas y eustáticas. En este contexto, el glacioeustatismo aparece como el principal factor de control posible. La caída eustática reconocida en este trabajo en la zona de contacto entre los miembros medio y superior de la Formación Río Negro, se habría producido con posterioridad al Tortoniano, y con anterioridad al Plioceno Temprano. Este hecho sugiere una posible equivalencia con la caída eustática responsable de la denominada "crisis del Messiniano" (Hsü et al. 1973) en el Mediterráneo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a A. Abrameto, G. Azúa, Ch. Inchentronn, M. Martínez y J. Ponce por su ayuda en las tareas de campo. Asimismo agradecemos a la Dra. M. Quattrocchio y a la Municipalidad de Viedma por su apoyo. Las campañas fueron financiadas por el CONICET.

## REFERENCIAS

- Alberdi, M.T., Bonadonna F. P., Ortiz E. (1997): Chronological correlation, paleoecology and paleogeography of the Late Cenozoic South American Rionegran Land-mammal fauna: a review. *Rev. Española de Paleontología* 12: 249-255.
- Andreis, R. R. (1965): Petrografía y paleocorrientes de la Formación Río Negro (tramo General Conesa - boca del Río Negro), *Revista del Museo de La Plata*, V, Geología 36, 245-310.
- Aramayo, S. A. (1987): Pliophorus aff. figuratus (Edentata, Glyptodontidae) en la Formación Río Negro (Mioceno tardío-Plioceno), provincia de Río Negro, Argentina. Importancia bioestratigráfica. X Congr. Geol. Arg. Actas III: 171-174.
- Casamiquela, R. M., Angulo, R. J. (1982): Estudio estratigráfico de las unidades aflorantes en los acantilados de costa norte del Golfo de San Matías (Río Negro y extremo austral de Buenos Aires) entre los meridianos 62°30' y 64°30' W. *Revista Mundo Ameghiniano*, 2, 20-73.
- De Ferrariis, C. I. C. (1966): Estudio estratigráfico de la Formación Río Negro de la Prov. de Buenos Aires - sus relaciones con la región nordpatagónica. C.I.C., *Anales*, 7, 85-165.
- Farinati, E. A., Aramayo, S. A., Terraza, J. C. (1981): La presencia de un nivel marino en la Formación Río Negro (Plioceno superior) Provincia de Río Negro, Argentina. II Congr. Latin. de Paleont. *Anales*: 651-665.
- Hsü, K. J., Ryan, W. B., Cita, M. B. (1973): Late Miocene desiccation of the Mediterranean. *Nature*, 242, 240-243.
- Vail P.R., Mitchum, R.M., Thompson, S. (1977): Seismic stratigraphy and Global changes of sea level, part 3 : relative changes of sea level from coastal onlap. In: *Seismic Stratigraphy - Applications to Hydrocarbon Exploration* (Ed. C. Payton), A.A.P.G., Memoir 26, 63-81. Tulsa.
- Zinsmeister, W. J., Marshall, L. G., Drake, R. E., Curtis, G. H. (1981): First Radioisotope (Potassium-Argon) Age of Marine Neogene Rionegro Beds in Northeastern Patagonia, Argentina. *Science*, vol. 212: 440.
- Zavala, C., Abrameto A., Azúa G., Freije H., Inchentronn Ch., Ponce J. (2000): Estratigrafía de los acantilados marinos de la zona de El Cóndor - Bahía Rosa (Formación Río Negro, Mioceno - Plioceno). Provincia de Río Negro. II Congreso Latinoamericano de Sedimentología, Resúmenes pp. 186-187.