

Trabajo 35

INTERPRETACION Y DIAGENESIS DE UN DEPOSITO DE TORMENTAS EN LA FORMACION YACORAITE, YAVI, PROVINCIA DE JUJUY. ARGENTINA

* Ricardo M. Palma (**) y Pablo Pazos *

* Dpto de Geología, Fac. de Cs. Exac. y Natur. (UBA) ** CONICET.

ABSTRACT. The facies of the Yacoraite Formation (Upper Cretaceous) in the northwestern Argentina (Yavi section) contains different concentrations of carbonate skeletal debris and fossiliferous mudstones. Detailed petrographic analysis reveals distinct carbonate depositional textures, grainstones to packstones with different freshwater fossils, ooids and intraclasts. These are related with intraclastic limestones, which fabric suggest that the accumulation took place under turbulent conditions.

The vertical transition of sedimentary structures, microfacies and fossils represented coarsed upward cycles (75 cm) which fabric resulted from wave-caused-winnowing effects.

Diagenetic processes affecting the rocks are discussed with special reference to 1) solution, 2) cementation as the result of fresh-water diagenesis, 3) compaction, 4) pressure-solution, 4) dolomitization, and 5) silicification.

INTRODUCCION

La secuencia de la Formación Yacoraite que se describe en este trabajo se encuentra ubicada en el Cordón de los 7 Hermanos (Cerro San Francisco) a 3 km de la localidad de Yavi, en la provincia de Jujuy (Fig. 1). En este sector el Grupo Salta (Turner, 1959) yace en discordancia angular sobre las sedimentitas ordovícicas y está representado por los Subgrupos Pirgua y Balbuena. Los afloramientos del Subgrupo Santa Bárbara se reconocen en las inmediaciones de la localidad de Yavi Chico, 5 Km al norte de aquella.

Numerosos son los estudios realizados sobre la Formación Yacoraite en el ámbito de la Subcuenca de Tres Cruces. Entre los más recientes merecen ser citados, Gómez Omil *et al.* (1989), Marquillas y Salfity (1990) y Muruaga (1992).

En esta última contribución los criterios interpretativos no parecen ser los más adecuados, ya que menciona la existencia de estratificación entrecruzada en hueso de arenque (*herringbone*) en un ambiente lacustre.

Las características presentes en el tramo inferior de la Formación, representadas por una sedimentación granocreciente estrechamente vinculada a calizas intraclásticas, permiten pensar en la acción de un fuerte retrabajo por acción del oleaje.

Este tipo de depósito es común encontrarlo en diferentes sectores de la cuenca, en muchos casos, asociado con grietas de desecación, lo que permitió a Gómez Omil *et al.* (1989) y Boll (1990) definir tendencias de somerización.

OBJETIVOS Y METODOS EMPLEADOS

El específico interés en esta secuencia fue interpretar la génesis de este evento tempestítico. Para ello, cada capa fue descripta exhaustivamente en sentido lateral y vertical, de acuerdo con la clasificación de Dunham (1962).

Diferentes secciones delgadas fueron preparadas y teñidas con técnicas convencionales con la finalidad de observar algunos aspectos diagenéticos.

La información de campo junto con la obtenida a partir de la definición de microfacies, como la disposición de organismos y la relación entre ellos y componentes no esqueléticos, fueron atributos que se tuvieron en cuenta para inferir las condiciones de sedimentación.

DESCRIPCION GENERAL Y FACIES BIOCLASTICAS

Los afloramientos de la Formación Yacoraite (65 m) están constituidos por depósitos de packstones - grainstones oointraclásticos y mudstones - wackestones, con intercalaciones de calizas intraclásticas. Hacia la parte superior de la secuencia se destacan en forma subordinada, pequeños cuerpos lenticulares de estromatolitos y psamitas.

Los primeros, varían entre 15 a 30 cm de espesor y pueden ser catalogados como hemisferios lateralmente unidos (Logan *et al.* 1964) o como *cumulate structure* (Preiss, 1976).

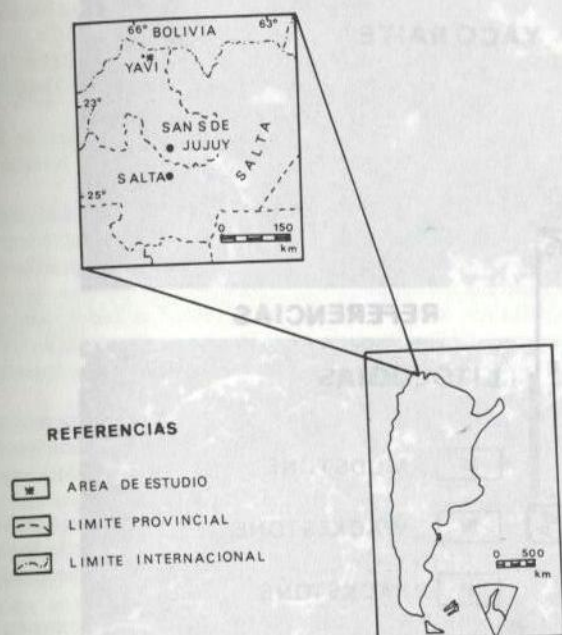
Litológicamente están compuestos por una alternancia de láminas milimétricas de composición micrítica y otras castañas oscuras ricas en materia orgánica. Las láminas son onduladas y convexas. Intraclastos, valvas de ostrácodos, moluscos y granos esparcidos de cuarzo son componentes dominantes en los estromatolitos.

Las psamitas varían de finas a muy finas, castañas amarillentas, en capas con base neta o erosiva. Presentan laminación paralela, ondulitas asimétricas de crestas algo sinuosas o bien son macizas.

El evento tempestítico, localizado a unos 3 metros de la base de la unidad, está representado por una secuencia de carácter granocreciente (Fig. 2) de 70 a 90 cm de espesor, que se inicia con una alternancia de mudstones/wackestones.

Los mudstones generalmente laminados, presentan tonalidades grisáceas a castaño amarillentas. Contienen ostrácodos

MAPA DE UBICACION Y AREA DE ESTUDIO



articulados, dispuestos en forma paralela a la estratificación.

En contacto transicional continúan wackestones de colores semejantes, con laminación paralela en la base y ondulitas de crestas algo sinuosas hacia el techo.

Presentan una variable proporción de bioclastos representados por ostrácodos desarticulados (Fig. 3/a) gasterópodos y valvas de moluscos afectadas por silicificación selectiva. También son comunes los oogonios de carofitas y pellets.

Sobre esta facies y en contacto abrupto, irregular, se disponen packstones-grainstones granocrecientes, gris castaños, comúnmente macizos o con ondulitas linguoides mal preservadas.

El contenido faunal es similar al citado, aunque con diferente grado de fracturación y concentración. Normalmente presentan envolturas micríticas y una distribución caótica.

Bioclastos o fragmentos de ellos constituyen muchas veces los núcleos de oolitas y oncolitos, de forma esférica a irregular. En su microestructura se advierten láminas concéntricas irregulares, donde alternan capas micríticas oscuras (de mayor contenido orgánico) con otras más claras. Corresponden al tipo Spongiosroma (Peryt, 1983).

Los ooides presentan estructura radial-concéntrica; esféricos a elipsoidales y en ocasiones fracturados. Incluyen formas simples y compuestas como así también asimétricas.

En ciertas oolitas se nota una disposición discontinua de las láminas de su corteza, que estaría indicando un crecimiento desigual del cuerpo. La micritización es un fenómeno muy común al igual que en otros aloquímicos, probablemente originada por acción de algas endolíticas (Bathurst, 1975).

Intraclastos micríticos subangulosos y otros de composición compleja se encuentran asociados a esta facies.

Sobre ésta y por medio de una superficie de erosión, comienzan las calizas intraclásticas, castañas amarillentas. Son macizas, con abundantes intraclastos micríticos y otros

de packstones que exhiben en su estructura bioclastos o costras algales.

El tamaño de los intraclastos varía entre 1,5 a 5 cm. Son prolados a elípticos, subangulosos a angulosos y carecen de una orientación definida con respecto a la estratificación. La matriz es calcárea limosa.

El techo es plano, sobre el cual se disponen mudstones laminados con ostrácodos articulados, culminando de esta forma el evento.

En todas las facies se identificaron granos de cuarzo y feldespatos, que en muchos casos se comportan como cortoides (Flügel, 1978).

DIAGENESIS

Los fenómenos diagenéticos observados se refieren a solución, cementación, compactación, dolomitización y silicificación.

Los procesos de solución y reemplazamiento por esparita son muy comunes en aquellos granos de composición aragonítica original, tales como gasterópodos, pelecípodos (Fig. 3/b) y probablemente ostrácodos (normalmente de calcita magnesiana). Estos, en general fueron subsecuentemente rellenados por calcita normal y/o ferrosa, minerales que a su vez actúan como cemento granular, cuyos cristales equantes presentan límites bien definidos, caracteres típicos de diagénesis freática.

Los diferentes granos esqueléticos varían de susceptibilidad a la silicificación. Gasterópodos y bivalvos fueron los más atacados, mientras que los ooides muestran reemplazamiento en determinadas láminas de sus envolturas.

La dolomitización, es común, aunque localmente en algunas rocas, presenta fábricas con cristales subhedrales a euhedrales, con núcleos ricos en hierro y anucleados. Reemplaza a granos y cemento. Su origen podría estar vinculado a la acción de aguas meteóricas durante la diagénesis tardía (cf. Folk, 1974).

Los efectos compactacionales incluyen deformación y ruptura de granos, restringida a conchillas de bivalvos, aunque es común el resquebrajamiento del sector externo en las oolitas (Fig. 3/c). Algunos ooides se encuentran truncados contra otros desarrollando una fábrica suturada *fitted fabric* (Fig. 3/d) con concentración de residuos insolubles *Styloa-cumulate* de Logan y Semeniuk (1976).

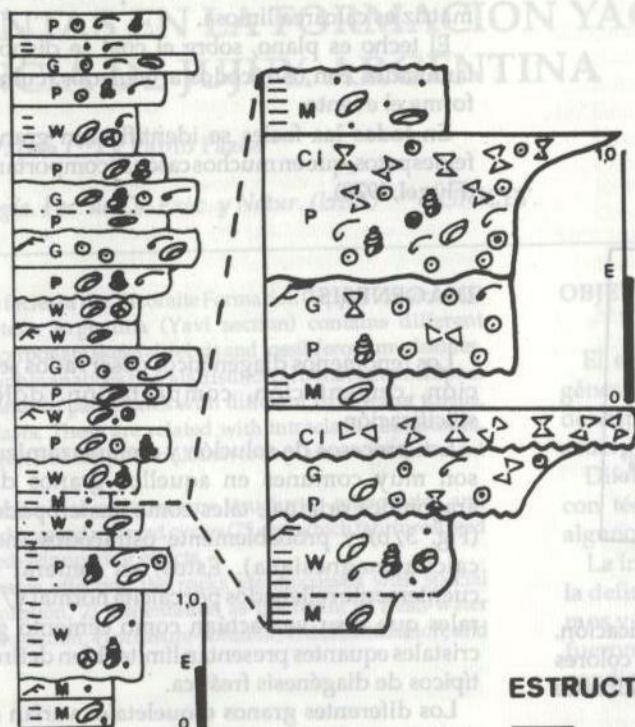
La estilolitización es no selectiva, ya que corta granos de diferente composición y/o cemento. Por último, cristales poi quilotópicos de calcita ferrosa rellenan fracturas y cavidades remanentes. Caracterizan un estadio postcompactacional.

INTERPRETACION Y DISCUSION

Las características de la secuencia y su similitud con las de otras áreas de la cuenca permitan formular un modelo de sedimentación lacustre (Palma, 1984), con facies cercanas a la costa ocasionalmente afectadas por tormentas. Eventos afines fueron mencionados en Ball (1971; Kelling y Mullin (1975) en otros ambientes sedimentarios.

PERFIL COLUMNAR GENERALIZADO Y DETALLE DEL DEPOSITO

TEMPESTITICO DE LA FORMACION YACORAITE



OTROS SIMBOLOS

- OOLITAS
- INTRACLASTOS
- PELLETS
- ONCOLITOS
- CAROFITAS
- OSTRACODOS

REFERENCIAS

LITOLOGIAS

- MUDSTONE
- WACKESTONE
- PACKSTONE
- GRAINSTONE
- CAL. INTRACLASTICA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

- LAMINACION PARALELA
- ONDULITAS
- ONDULITAS LINGUOIDES
- MACIZA
- PELECIPODOS
- GASTEROPODOS

Estas evidencias no se presentan completas de acuerdo con lo sugerido por Aigner (1985), quien menciona además, que la estratificación en estos depósitos depende fundamentalmente de la distancia a la costa y profundidad.

El depósito tempestítico se inicia con mudstones - wackestones, macizas y/o laminados, con bioclastos dispuestos en forma paralela a la estratificación. Sugieren corrientes tractivas de bajo régimen. Sin embargo, aquellas capas macizas podrían representar episodios de sedimentación más rápidos.

Esta facies está relacionada con packstones - grainstones oointrabioclasticos, a través de un contacto irregular de naturaleza erosiva que indicaría una mayor energía en el ambiente.

El intenso oleaje causaba la fragmentación de bioclastos, oolitas e intraclastos; cuya aparición estaría evidenciando la acción de corrientes tractivas erosivas de alta velocidad (Brenner y Davies, 1973).

Se interpreta a esta facies como depósitos someros, de aguas agitadas y cercanos a la costa.

Por su parte, la facies de calizas intraclásticas está vinculada a procesos análogos. La acción de flujos de alta energía generados durante tormentas, producía la erosión de los sedimentos parcialmente litificados (cf. Sepkoski, 1982) y la mezcla de granos no esqueléticos, biota y material fangoso que se encontraba en suspensión.

Los intraclastos carecen de una distribución uniforme,

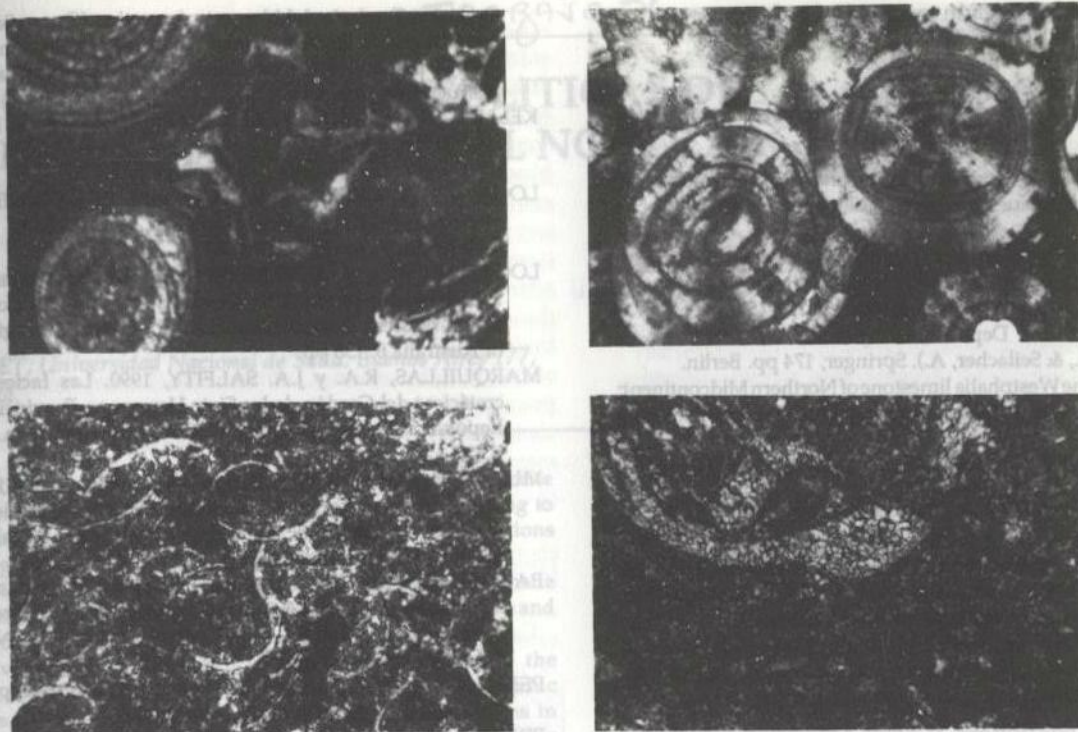


FIG. 3- a) VALVAS DE OSTRACODOS DESARTICULADAS, ALGUNAS ORNAMENTADAS (A) EN MATRIZ MICRITICA. x10. b) VALVA DE PELECIPODO CON ENVOLTURA MICRITICA, AFECTADA POR SOLUCION Y RELLENADA CON CALCITA GRANULAR NORMAL x10. c) COLAPSO Y RUPTURA DE GRANOS OOIDES CON ESTRUCTURA RADIAL-CONCENTRICA. NOTAR EN SECTORES INTERNOS RASGOS DE DISOLUCION. CAPAS OSCURAS RICAS EN MATERIA ORGANICA. x10. d) OOLITAS CON ESTRUCTURA RADIAL-CONCENTRICA, OBSERVAR EN SECTORES INTERNOS DE LA CORTEZA EL PREDOMINIO DE CRISTALES CON ORIENTACION RADIAL CONTACTOS. SUTURADOS Y ESTILOLITIZADOS CON OBLITERACION DE POROSIDAD PRIMARIA. x 10.

probablemente debido a la alta viscosidad o a flujos torrenciales (Blatt *et al.*, 1980; Tucker y Wright, 1990).

Se descarta una génesis relacionada a exposición subaérea y posterior erosión de los sedimentos debido a la ausencia de grietas de desecación, presencia de base erosiva y disminución de la concentración de intraclastos hacia el techo. Cabe destacar que secuencias análogas son mencionadas por Gómez Omil *et al.* (1989) y Boll (1990), aunque el origen de las mismas está ligado a exposición subaérea.

La depositación de mudstones laminados o con ondulitas marca la finalización del evento, que por otra parte reflejarían una desaceleración de la energía de la tormenta (Rossenfeld, 1987).

En base a las características mencionadas este depósito correspondería a una tempestita proximal (Aigner, 1979; 1984; Tucker y Wright, *op cit.*)

CONCLUSIONES

Se concluye que el depósito descrito, localizado en la base de la Formación Yacoraite, sería resultado de la acción de tormentas durante un nivel de lago alto.

Los efectos diagenéticos que afectan a estas rocas incluyen solución, cementación típica de diagénesis freática de aguas dulces, reemplazamientos por dolomita, calcedonia y dife-

rentes tipos de compactación mecánica y química.

TRABAJO CITADOS EN EL TEXTO

- AIGNER, T., 1979. Schill-Tempestite im Oberen Muschelkalk (Trias, SW Deutschland). Neues Jahrbuch Geologische Paläontologische 157:326-343.
- AIGNER, T., 1984. Dynamic stratigraphy of epicontinental carbonates, Upper Muschelkalk (m. Triassic), South-German Basin. Neues Jahrbuch Geologische Paläontologische 159:127-159.
- AIGNER, T., 1985. Storm Depositional Systems (eds. Friedman, G., Neugebauer, H., & Seilacher, A.). Springer, 174 pp. Berlin.
- BALL, S.M., 1971. The Westphalia limestone of Northern Midcontinent: A possible ancient Storm Deposit. Journal of Sedimentary Petrology 41 (1):217-232.
- BATHURST, R.G.C., 1975. Carbonates Sediments and their Diagenesis. Elsevier, 658 pp. Amsterdam.
- BLATT, H., G. MIDDELTON y R. MURRAY, 1980. Origin of Sedimentary Rocks. Prentice Hall, 634 pp. USA.
- BOLL, A., 1990. Identificación y correlación de secuencias somerizantes Miembro Las Avispas (Formación Yacoraite) Noroeste Argentino. Actas XI Congreso Geológico Argentino II:153-156.
- BRENNER, R. L. y D. K. DAVIES, 1973. Storm-generated coquina sandstones: Genesis of high-energy marine sediments from the Upper Jurassic of Wyoming and Montana: Geological Society of American Bulletin 84:1685-1698.
- DUNHAM, R. J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. En W.E. Ham (Ed.), Classification of Carbonate Rocks. American Association of Petroleum Geologists Memoir 1:108-121.
- FOLK, R. L., 1974. The natural history of crystalline calcium carbonate effect of magnesium content and salinity. Journal of Sedimentary Petrology 44:40-53.
- FLÜGEL, E., 1978. Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken. Springer, 454 pp. Berlin.
- GOMEZ OMIL, R., A. BOLL y R.M. HERNANDEZ, 1989. Cuenca Cretácico-Terciario del Noroeste Argentino (Grupo Salta). Cuencas Sedimentarias Argentinas. Serie de Correlación Geológica 6:43-64. Instituto de Correlación Geológica. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán.
- KELLING, G. y P.R. MULLIN, 1975. Graded limestones and limestones-quartzite couplets: a possible storm deposits from Moroccan Carboniferous. Sedimentary Geology 13 (3):161-190.
- LOGAN, B.W., R. REZAK y R.N. Ginsburg, 1964. Classification and environmental significance of algal stromatolites. Journal of Sedimentary Petrology 72:69-83.
- LOGAN, B. W. y V. SEMENIUK, 1976. Synkinematic metamorphism: Processes and products in Devonian carbonate rocks, Canning Basin, Western Australia. Special Publication. Geological Society of Australia 6, 138 pp.
- MARQUILLAS, R.A. y J.A. SALFITY, 1990. Las facies calcáreas cretácicas del Cordón de los Siete Hermanos, Provincia de Jujuy, República Argentina. Actas XI Congreso Geológico Argentino II:117-120.
- MURUAGA, C., 1992. Interpretación paleoambiental mediante análisis factorial de la Formación Yacoraite, Cordón de los Siete Hermanos, provincia de Jujuy, Argentina. Actas Cuarta Reunión Argentina de Sedimentología III:177-184.
- PALMA, R.M., 1984. Características sedimentológicas y estratigráficas de las formaciones en el límite Cretácico superior-Terciario inferior en la Cuenca Salteña. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Tucumán, 256 pp. Inédito.
- PERYT, T. M., 1983. Oncoids: Comment to Recent Developments. En Coated Grains (Ed. T. Peryt). Springer, 655 pp. Berlin.
- PREISS, W.V., 1976. Basic field and laboratory methods for the study of stromatolites: in Walter, M.R. (ed.), Stromatolites, Elsevier, Amsterdam, p. 5-13.
- ROSSENFELD, U., 1987. Tempestitas en el Jurásico de la Cuenca Neuquina-Argentina. Actas X Congreso Geológico Argentino II:55-58.
- SEPKOSKI Jr, J., 1982. Flat-pebble conglomerates, storm deposits, and the Cambrian Botton fauna. En Cyclic and Event Stratification (Ed.) G. Einsele and A. Seilacher). Springer, 371-385. Berlin.
- TUCKER, M. E. y V.P. WRIGHT, 1990. Carbonate Sedimentology. Blackwell, 482 pp. London.
- TURNER, J. C., 1959. Estratigrafía del Cordón de Escaya y de la Sierra de la Rinconada (Jujuy). Asociación Geológica Argentina Revista XIII (1-2):15-44.