

**ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS PRIMARIAS Y LITOFACIES DE
CORRIENTES DENSAS DE UN PALEOAMBIENTE DE TALUD,
EL CONEJO, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.**

**PRIMARY SEDIMENTARY STRUCTURES AND LITHOFACIES OF
DENSE CURRENTS IN A SLOPE PALEOENVIRONMENT,
EL CONEJO, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.**

Por/By

Carlos Galli Olivier

T. Ernesto Márquez Enríquez

José Aurelio Reyes Sarabia

César Xavier Rosas Cortés

Departamento de Geología, Universidad Autónoma de Baja
California Sur, La Paz, Baja California Sur 23080, México.

GALLI OLIVIER, Carlos *et al.* Estructuras sedimentarias primarias y litofacies de corrientes densas de un paleoambiente de talud, El Conejo, Baja California Sur, México. Primary sedimentary structures and lithofacies of dense currents in a slope paleoenvironment. El Conejo, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 12 (2): 7-15 (9)

RESUMEN

La sección estratigráfica de la Formación Tepetate (Cretácico Tardío o Eoceno Temprano) en el Arroyo El Conejo presenta turbidita y conglomerado oligomictico con enclaves e intraclastos intracuencales. Estas y otras rocas sedimentarias marinas, en partes muy fosilíferas, exhiben estructuras sedimentarias primarias ingenéticas de un paleoambiente con corrientes de fondo intermitentes, de alta densidad y energía, donde la erosión parece haber sido dominante. Esas estructuras, la secuencia de los estratos y el conjunto de los foraminíferos sugieren un subambiente de canal o valle submarino en profundidades medias (mayores de 1000 m) del talud continental.

ABSTRACT

The stratigraphic section of the Tepetate Fm. (Late Cretaceous through Early Eocene) at El Conejo Valley contains turbidite and oligomictic conglomerate with rip-up clasts and intraclasts. These and other marine sedimentary rocks, which in parts of the section are very fossiliferous, show primary sedimentary structures related to intermittent bottom currents of high density and energy. Erosion seems to have been a dominant process. The primary sedimentary structures, the sequence of strata and the foraminiferal assemblage suggest a channel or submarine valley subenvironment of the mid slope.

INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es presentar una sección estratigráfica detallada de una secuencia eocena de rocas sedimentarias ma-

INTRODUCTION

The objective of this paper is to show a detailed stratigraphic section of a marine sedimentary sequence from Tepetate Forma-

rinas de la Formación Tepetate (Cretácico Tardío al Eoceno Temprano) de Baja California Sur. El estudio en el campo de la secuencia estratigráfica y de las estructuras sedimentarias primarias, junto con las conclusiones de otros autores acerca del conjunto de foraminíferos, permite una interpretación del paleoambiente de deposición que avanza el conocimiento de la estratigrafía del Cretácico y del Terciario de Baja California Sur.

La sección estratigráfica se estudió en los afloramientos de rocas de la Formación Tepetate que se presentan a unos 200 m al oeste de la Carretera Transpeninsular, en el kilómetro 76.5 al norte de La Paz, donde la carretera intersecta al Arroyo El Conejo (Fig. 1).

El método de trabajo en el campo consistió en la medición con brújula geológica del espesor de las capas y en la observación detallada de las rocas, particularmente sus estructuras sedimentarias primarias. En el laboratorio se examinaron las rocas con un microscopio petrográfico para hacer una descripción complementaria a la de campo.

Entre los trabajos anteriores sobre los afloramientos mencionados se consultó el de Minch y Leslie (1979). Otros trabajos, relacionados con la Formación Tepetate y con la sedimentación en los ambientes marinos del talud, se citan en el texto.

Los afloramientos estudiados se presentan en un paredón de poco menos de 100 m de altura formado por las corrientes de agua y barro que ocasionalmente corren sobre el lecho del Arroyo El Conejo. El paredón presenta capas que yacen casi horizontales. El arroyo el Conejo y sus afluentes han excavado una red de drenaje arborescente que en sus parteaguas presenta cerros mesa bajos, compuestos por rocas sedimentarias, aislados y coronados por depósitos de piamonte antiguo que se disponen en terrazas.

La Universidad Autónoma de Baja California Sur facilitó los medios para realizar este trabajo, que se agradecen.

SECCION ESTRATIGRAFICA

Aspectbs generales

La sección estratigráfica (Fig. 2) es una pequeña parte (69.5 m) de la Formación

tion (Late Cretaceous to Early Eocene) of Baja California Sur. A field study of the stratigraphic sequence and of the primary sedimentary structures, together with the conclusion of other authors about the foraminifera assamblage, lead us an interpretation of the deposit paleoenvironment and a progress in the knowledge of the Cretaceous and Terciary of Baja California Sur.

The stratigraphic section was studied in Tepetate Formation outcrop present about 200 m west of the transpeninsular highway, in kilometer 76.5, north of La Paz, where the highway intersects El Conejo creek (Fig. 1).

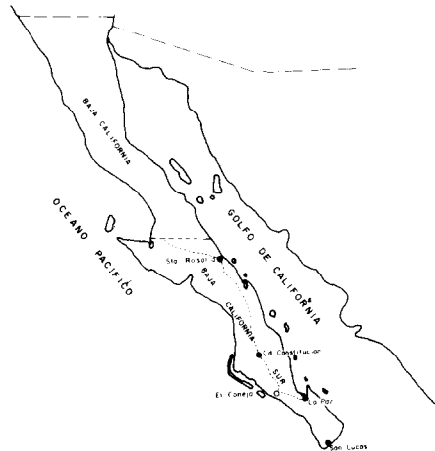


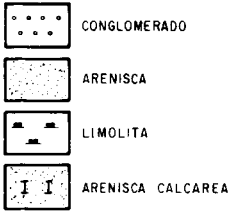
FIG. 1. Croquis de ubicación de El Conejo, Baja California Sur. Map of the localization of El Conejo, Baja California Sur

The field work method consisted in a measurement of the strata thickness with a geological compass and a detailed observation of rocks, particularly its primary sedimentary structures. In laboratory the rocks were examined with a petrographic microscope in order to provide a complementary description of the one obtained in the field.

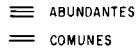
We consulted Minch and Leslie (1979) study among the works about the above-mentioned outcrops. Other studies with relation to Tepetate Formation and to sedimentation in marine slope environments, are mentioned in the text.

The studied outcrops were explored in a wall, more or less 100m high, created by

LITOLOGIA



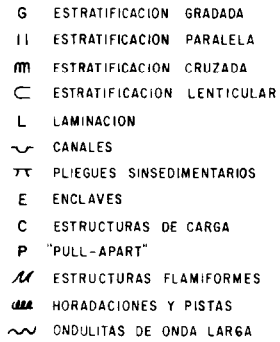
FOSILES (F)



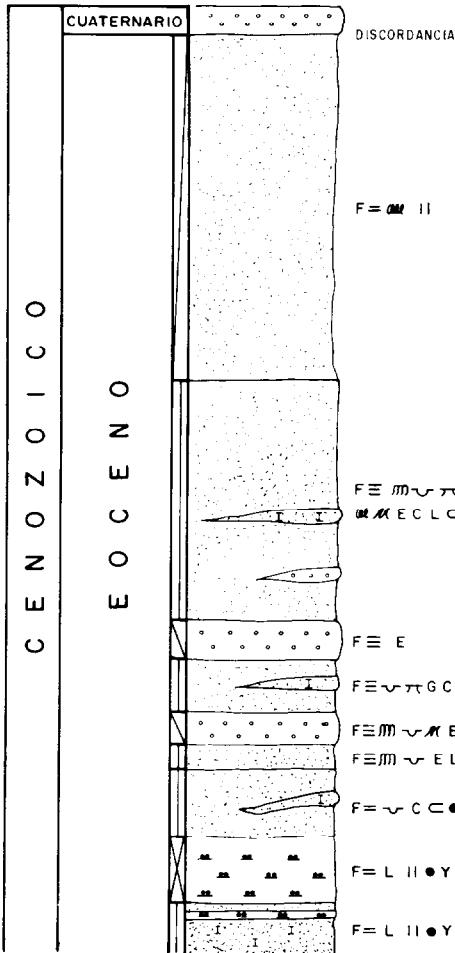
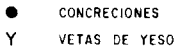
COLORES



ESTRUCTURAS PRIMARIAS



ESTRUCTURAS SECUNDARIAS



ESCALA



ARENISCA FINA A MUY FINA, ESFERICIDAD Y REDONDEZ BAJAS, BIEN CLASIFICADA, MUY POROSA, FRIABLE, MICACEA, FORAMINIFEROS

ARENISCA FINA, EN PARTES CAPAS 20-30 cm ESPESOR FORAMINIFEROS, LENTES DE CALIZA

CONGLOMERADO OLIGOMICTICO, FENOCLASTOS DE CALIZA ARENOSA, FORAMINIFEROS

ARENISCA FINA, ANGULOSA A SUBANGULOSA, MAL CLASIFICADA, CEMENTO CARBONATICO, FORAMINIFEROS

CONGLOMERADO OLIGOMICTICO, FENOCLASTOS CALIZA ARENOSA, MATRIZ ARENOSA FINA, FORAMINIFEROS, BIVALVOS, GASTEROPODOS, CORALES

ARENISCA MUY FINA A FINA, INTERCALACIONES COQUINITA, FORAMINIFEROS

ARENISCA MUY FINA, ANGULOSA, MAL CLASIFICADA, CEMENTO CARBONATICO, BIVALVOS Y FORAMINIFEROS

LIMOLITA, ANGULOSA A SUBANGULOSA, REGULARMENTE CLASIFICADA, CEMENTO CARBONATICO, FORAMINIFEROS

ARENISCA FINA A MUY FINA, ESFERICIDAD Y REDONDEZ BAJAS, MAL CLASIFICADA, CEMENTO CARBONATICO, FORAMINIFEROS, INTERCALACIONES DE LIMOLITA CALCAREA FOSILIFERA

FIG. 2. Columna estratigráfica de la Formación Tepetate en El Conejo, Baja California, Sur. Stratigraphic column of Tepetate formation in El Conejo, Baja California Sur.

Tepetate, cuyo espesor máximo reconocido es de más de 1300 m (López Ramos, 1980). Se trata, por ello, de un análisis estratigráfico muy limitado. Esta unidad geológica fue denominada así por Heim (1922). La edad de la Formación Tepetate es cretácica tardía a eocena temprana (Fulwider, 1984) o eocena media e inferior (Minch y Leslie, 1979). En el área de El Conejo las capas son de edad eocena, allí la base de la Formación Tepetate está oculta. La parte superior de la sección está erosionada y en discordancia angular sobreyace conglomerado de piamonte cuaternario.

Litología

La secuencia estudiada presenta dos facies, llamadas A y B, que se distinguen por diferencias en la litología, estructuras sedimentarias primarias y color.

Facies A. La Facies A (Fig. 2) se compone principalmente de arenisca feldespática (Folk y otros, 1970) gris amarillenta, caliza arenosa gris amarillenta, conglomerado gris y limolita castaño amarillenta, que forman las 8 unidades más bajas de la sección estratigráfica. Las unidades de arenisca pueden presentar hasta 18 m de espesor pero se intercalan lentes y capas de calizas arenosa o conglomerado, y en partes están divididas en capas de 20-30 cm de espesor. En orden de importancia, según su espesor, siguen caliza arenosa, conglomerado y lutita. La caliza arenosa está en capas y lentes que individualmente no superan los 3 m de espesor. El conglomerado alcanza un espesor combinado de alrededor de 6 m. Es característicamente oligomítico con fenoclastos angulosos de arenisca calcárea con foraminíferos, con una moda de 2-3 cm y diámetro máximo de alrededor de 15 cm. La matriz es arenisca con foraminíferos. El arreglo de éstos es desde paralelo hasta caótico. La limolita se presenta en la base de la sección con un espesor de 5 m. Es de grano fino, está cementada por carbonato y presenta clasificación moderada.

Las vetas de yeso se presentan particularmente en la base de la sección. En la Facies A abundan las concreciones de limonita y los foraminíferos. Los bivalvos, gasterópodos y corales se presentan en algunas capas. Los foraminíferos son desde comunes

occasional run-off water and mud in the El Conejo Creek. The wall shows nearly horizontal strata. El Conejo Creek and its affluents have excavated an arborescent drainage net which has small table-hill in its watershed, formed by sedimentary rocks, isolated and crowned by old piedmont deposit laid out in terraces.

We want to thank the Universidad Autónoma de Baja California Sur for providing the financial support for this work.

STRATIGRAPHIC SECTION

General aspects

The stratigraphic section (Fig. 2) is a small portion of the Tepetate Formation (69.5m) where maximum recognized thickness reaches more than 1300m (Lopez Ramos, 1980). That is why this is a very limited stratigraphic analysis. This geological unit was named by Heim (1922). The Tepetate Formation age belongs to the Late Cretaceous to Early Eocene (Fulwider, 1984) or Medium or Inferior Eocene (Minch and Leslie, 1979). In El Conejo area the strata are from the Eocene. There, the bottom of the Tepetate Formation is not outcropping. The top of the section is eroded and overlaid in angular discordance by Quaternary piedmont conglomerate.

Lithology

The studied sequence has two facies, A and B, that can be distinguished by differences in lithology, primary sedimentary structures and color.

Facies A: The Facies A (Fig. 1) is mainly formed by yellowish feldspathic sandstone (Folk *et al.*, 1970), grey-yellowish sandy-shale, conglomerate and brown yellow limolite, which constitute the lowest 8 units of the stratigraphic section. Sandy strata can be 18m thick but with beds and lenses of sandy-shale inserted and with conglomerate, and in some sections, they are divided into beds 20-30cm thick. According to their importance and their thickness, sandy-shale, conglomerate and lutite follow. The sandy-shale was in beds and lenses which individually do not exceed a thickness of 3m. The conglomerate

hasta abundantes. En ciertos horizontes constituyen casi toda la roca (coquinita) en una relación de tanatocenosis. En este trabajo se define coquinita como un equivalente de coquina que, a diferencia de ésta, está bien compactada, endurecida y firmemente cementada. Los foraminíferos fueron desplazados por corrientes de fondo y tal vez por otros mecanismos hasta los presentes lugares de emplazamiento, junto con intraclastos y otros fósiles.

Facies B. La Facies B (Fig. 2) forma la unidad más alta de la sección, con 26 m de espesor. Se compone de arenisca feldespática gris de grano fino a muy fino, bien clasificada, con fragmentos de mica abundantes y estratos finos a medianos. La arenisca de la Facies B es relativamente menos resistente a la erosión que la arenisca y otras rocas de la Facies A.

Estructuras sedimentarias primarias

En la interpretación del paleoambiente de los sedimentos clásticos es de gran importancia el uso de las estructuras sedimentarias primarias o singenéticas. En las rocas estudiadas se distinguieron 12 estructuras sedimentarias primarias que se indican en la Fig. 2, en una de las listas que componen las referencias y en asociación con las unidades de roca donde se identificaron.

Algunas estructuras sedimentarias primarias son abundantes. La estratificación gradada se presenta en los dos tercios superiores exhibiéndose mayormente el intervalo A (inferior) del ciclo de Bouma (1962). Los intervalos B y particularmente el C se identificaron en pocas capas. En el intervalo A es conspicuo el arreglo de los foraminíferos completos o de sus fragmentos grandes, en la base y de los fragmentos menores, hacia arriba, en medio de una arenisca mal seleccionada. En muchas partes la base del intervalo A muestra canalización. En algunos lugares se presenta el intervalo A truncado por otro intervalo A o B. En otras partes de la sección, sin embargo, se exponen capas gradadas sin truncamiento, de tendido regular, de 10-15 cm de espesor, que sugieren turbiditas distales.

La estratificación cruzada se exhibe en varias partes de la sección. Donde se presenta estratificación cruzada no hay estratificación gradada, con excepción de la unidad

rate reaches a combined thickness of about 6m. It is characteristically oligomictic with angular phenoclasts of calcareous sand with foraminifera, with a mode of 2-3cm and a maximum diameter of about 15cm. The matrix is sand with foraminifera. The disposition of the latter is from parallel to chaotic. There is limolite with a thickness of 5cm on the bottom of the section. It is fine, cemented by carbonates and with moderate classification.

The gypsum veins are found particularly on the bottom of the section. In Facies A, the limolite concretions and the foraminifera are very abundant. The bivalves and corals are found in some beds. The foraminifera are from common to abundant. In certain horizons they constitute nearly all the rock (coquinita) in a thamatocenosis relationship. In this paper we define "coquinita" as an equivalent to coquina with the difference that coquina is well compacted, litified and closely cemented. The foraminifera were transported by bottom currents and maybe by other mechanisms to the present sites together with intraclasts and other fossils.

Facies B: The Facies B (Fig. 2) constitutes the highest unit of the section with a thickness of 26m. It is made of grey feldspathic sandstone, with very fine grain size, well classified, with abundant mica fragments and fine to medium strata. Facies B sandstone is relatively less resistant to erosion than sandstone or other rocks of Facies A.

Primary sedimentary structures:

The use of the syngenetic primary sedimentary structures is very important in the interpretation of the paleoenvironment of the clastic sediments. Among the rocks we found 12 primary sedimentary structures showed on Fig. 2, in one of the references and in association with the rock units where they were identified.

Some primary sedimentary structures are abundant. Graded bedding is found in the superior two third showing principally the interval A (inferior) of the Bouma cycle (1962). The interval B, and particularly C, were identified in few strata. As far as the interval A is concerned the lay out of the whole foraminifera or of its big fragments

de 18 m. La estratificación cruzada es de tamaño mediano y grande y está asociada a estructuras de canalización y relleno, y a enclaves ("mud pebbles").

Los enclaves son trozos de arenisca limosa del substrato, arrancados probablemente por corrientes de fondo e incorporados a los materiales suprayacentes. En partes se exhiben trenes de enclaves que forman conjuntos de éstos en posiciones próximas; ciertos enclaves tienen forma de bastón, con sus extremos doblados; algunos enclaves de tamaño grava, de forma laminar, presentan imbricación incipiente; ciertos enclaves alargados muestran estiramiento y separación ("pull-apart"). Los enclaves más conspicuos están en los conglomerados oligomícticos de 2.5 y 3 m de espesor, asociados a varias estructuras que sugieren gran energía ambiental y a organismos e intraclastos desplazados.

Los planos de estratificación en partes son paralelos pero en otros lugares son acunados o lenticulares. Los planos pueden estar modificados por estructuras tales como canales, pliegues sinsedimentarios y de carga (incluidas las flamiformes).

Las horadaciones y pistas de organismos son escasas. Las ondulitas se observaron en un solo lugar, dentro de la unidad de 18 m; son de longitudes de onda entre 15 y 40 cm.

En la Facies B se presenta estratificación paralela.

Interpretación del paleoambiente de deposición

Las estructuras sedimentarias primarias, la secuencia de los estratos y el conjunto de foraminíferos, éste identificado por otros autores en El Conejo (Minch y Leslie, 1979) y por Fulwider (1984) en los arroyos Colorado (km 100 de la Carretera Transpeninsular) y Salada (km 135 de esa carretera), permite suponer que el paleoambiente de deposición de las rocas sedimentarias de la sección fue el talud continental.

Las características de las rocas de El Conejo sugieren que los sedimentos originales estuvieron descansando temporalmente

on the bottom, and of minor fragments on the top, in a poor classified sandstone is conspicuous. In a lot of portions, the bottom of the interval A shows canalization. In some places the interval A is interrupted by another interval A or B. In other parts of the section, however, graded beds without interruption, 10-15 cm thick, and suggesting distal turbidites are exposed.

Cross bedding is showed in various parts of the section. Where the cross bedding is found there is no graded bedding, except in the 18 m unit. Cross bedding is medium and coarse sized and it is associated with Scour-and-Fill structures and mud pebbles.

The Rip up are pieces of lime-sand from the substratum, probably ripped by bottom currents and incorporated into upperlocated materials. In some sites, there are Rip up trains forming close positioned groups: Some rip ups have stick like pebbles size, with curved ends; some gravel-sized rip ups with laminar shape, show incipient imbrication; some elongated rip ups pull-apart. The most conspicuous rip ups are in the 2.5 and 3 m thick oligomictic conglomerates, associated with several structures of great environmental energy and with organisms and removed intraclasts.

The stratification beds are parallel in some sites, but wedge like or lenticulars in others. The beds can be modified by structures like channels, sinsedimentary folds and bad structures (including the flame ones).

The burrows are scarce. Ripple marks were observed in only one site, within the 18m unit; their wavelength is between 15 and 40 cm.

Parallel stratification is found in Facies B.

Interpretation of the paleoenvironment of the deposition

Primary sedimentary structures, strata sequence and foraminifera group (the latter identified by other authors) in El Conejo (Minch and Leslie, 1979) and by Fulwider (1984) in Colorado Creek (Km 100 on the transpeninsular highway) and Salada Creek (Km 135 on this road) allow us to suppose that the deposition paleoenvironment of the sedimentary rocks of the section was on the continental slope.

en los planos de sedimentación (fondos). Evidencias tan variadas como fósiles desplazados, conglomerados oligomicticos, enclaves de materiales originalmente blandos, turbiditas en que predominan los intervalos A y B y numerosos canales excavados en los planos de estratificación, además de indicar ambientes que intermitentemente tenían gran energía señalan cambios rápidos en los fondos y frecuente removilización de sedimentos y organismos bentónicos hacia lugares más bajos. Las faunas están mezcladas; los restos de los organismos, transportados y acumulados masivamente después de muertos, forman calizas biogénicas (coquinitas). El número de testas o cónculas de foraminíferos domina sobre otros componentes. Los procesos de tracción, asociados a corrientes de fondo de alta densidad, erosionaron canales en casi todos los niveles y arrancaron fragmentos relativamente blandos del fondo para incorporarlos, deformados, al material clástico suprayacente. Estos procesos formaron los conglomerados oligomicticos de intraclastos intracuencales con enclaves envueltos en un material más fino, con abundantes foraminíferos, que en partes se exhibe fuertemente contorsionado. En síntesis, la erosión parece haber sido un proceso dominante en ese paleoambiente.

El ambiente del talud continental presenta una gran variedad de subambientes (Stanley y Unrug, 1972). Con los datos de campo limitados a una sola localidad cualquier sugerencia del subambiente en que se formaron las rocas de la sección estudiada será, necesariamente, preliminar. El talud es un ambiente en que predominan limo y arcilla debido a que por su suave pendiente de 3-6 grados operan corrientes de turbidez y de contorno de baja densidad que, además de contribuir a alimentar la capa nefeloide, depositan materiales clásticos finos. Pero los sedimentos más gruesos tienden a ser atrapados en los cañones y valles submarinos, donde se canalizan y bajan como flujos de arena, corrientes de turbidez, por reptación y otros procesos (Moore y otros, 1982).

Las rocas sedimentarias de la sección son en su mayor parte arenisca y conglomerado; sus estructuras sedimentarias primarias indican altas velocidades de transporte ocasio-

The characteristics of the El Conejo rocks suggest that the original sediments were deposited temporarily on sedimentation beds (bottom). Varied evidences such as removed fossils, oligomictic conglomerates, rip up original soft materials, turbidites with predominance of intervals A and B and numerous excavated channels in the stratification beds, besides indicating environments with intermittent high energy, suggest rapid changes on the bottom and frequent re-movement of bentonic sediments and organisms in shallow places. The faunal assamblage is mixed, the remains of the organisms are transported and massively accumulated, forming biogenic livestockers (coquinita). The number of foraminifera testas in superior to other components. Traction processes, assoents, eroded channels in many levels and pulled-up relatively soft fragments from the bottom to incorporate them deformed, into the overlaying clastic material. Those proceses constituted the oligomictic conglomerates of intrabasinal intraclasts ciated with high density bottom currwith-rip-up covered with a fine material, with abundant foraminifera, which in some sites, is strongly contorted. In synthesis, erosion seems to have been a dominant process in this paleoenvironment.

The Continental slope environment shows a great variety of sub-environments (Stanley and Unrug, 1972). With the field data sub-environment of rock formation of the studied section will be necessarily preliminary. The continental slope is an environment with silt and clay predominance beause turbidite and low density outline currents operate due to their slight slope of 3-6 degrees. Besides, contributing to the nepheloide bed, these eurentes deposit fin clastic materials. But the coarse sediments tend to be caught into the submarine canyons and valleys, where they are confined in channels and run-down as sand flows or, turbidity currents, by slithering and other processes (More *et al.*, 1982).

Most of the sedimentary rocks in the section are sandstone and conglomerate; its primary sedimentary structures indicate high speed occasional transportation. Therefore, we think that the sub-environment of the slope, where the studied rocks were deposi-

nal. Se cree, por lo tanto, que el subambiente del talud donde se depositaron las rocas estudiadas fue un canal o valle submarino, abierto en el talud, a pesar de que falten observaciones sobre la geometría del depósito que es, tal vez, la característica más obvia (Stanley, 1975).

La profundidad a que se depositaron las rocas de la sección está sugerida por los fósiles (Minch y Leslie, 1979), que son característicos de las partes alta y media del talud (Fulwider, 1984). Teniendo en cuenta que los fósiles fueron desplazados desde lugares más altos habría que concluir que la profundidad a que se sedimentaron las rocas de la sección es la de la parte media del talud (1000-2000 m), como mínimo.

CONCLUSIONES

La sección estratigráfica presenta dos facies. La Facies A se compone de arenisca feldespática dominante y de caliza arenosa, conglomerado y limolita. Algunas areniscas son turbiditas. El conglomerado es oligomictico y sus fenoclastos de arenisca calcárea con foraminíferos se interpretan como originados dentro de la cuenca de sedimentación (intraclastos intracuencales). La matriz del conglomerado es arenisca con foraminíferos que en partes son extraordinariamente abundantes. La Facies B está formada por arenisca feldespática gris, muy micácea.

De las 12 estructuras sedimentarias primarias reconocidas las más significativas para los objetivos de este estudio son la estratificación gradada, la estratificación cruzada, los enclaves y los canales. Estas y otras estructuras sugieren un ambiente que intermitentemente tenía gran energía y donde la erosión parece haber sido un proceso dominante.

Las estructuras sedimentarias primarias, la secuencia de los estratos y el conjunto de foraminíferos, éste estudiado por otros autores, permiten interpretar, de manera preliminar, que el paleoambiente de sedimentación fue un canal o valle submarino del talud continental, probablemente entre 1000 y 2000 m de profundidad como mínimo.

ted, was a submarine channel or valley, opened in the slope, although we have no observation about the geometry of the deposit that maybe constitutes the most obvious characteristic (Stanley, 1975).

The deposit depth of the rocks of the section is suggested by the fossils (Minch and Leslie, 1979), characteristics of the high and medium portions of the slope (Fulwider, 1984). Considering that the fossils were moved from higher places, we can conclude that the rocks of the section were deposited at least on the medium portion of the slope (1000-2000m).

CONCLUSIONS

The stratigraphic section has two facies. The facies A is constituted by dominant feldespathic sandstone and sandy limestone, conglomerate and siltstone. Some sandstones correspond to a turbidite sequence. The conglomerate is oligomictic and its phenoclasts of calcareous sandstone with foraminifera are considered to have originated within the sedimentation basin (intrabasinal intraclasts). The conglomerate matrix is sandstone with foraminifera, and extremely abundant in some sites. The Facies B is formed by grey feldespathic sandstone, with much mica.

Among the 12 recognized primary sedimentary structures, the most relevant for the objectives of this study are graded bedding, cross bedding, rip-ups and channels. These and other structures suggest an environment characterized by high intermittent energy and by a dominant erosion process.

Primary sedimentary structures, strata sequence, and the foraminifera group, the latter being studied by other authors, allow a preliminary conclusion that the paleoenvironment of the sedimentation was a submarine channel or valley on the continental slope, probably at least 1000 or 2000m deep.

Sergio Pou translated this paper into English.

LITERATURA CITADA

BOUMA, A.H. 1962. Sedimentology of some flysch deposits: A graphic approach to facies Elsevier, Amsterdam. 168 p.

- FOLK, R.L., Peter B. Andrews y D.W. Lewis. 1970. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 13 (4): 937-968.
- FULWIDER, R.W. 1984. Biostratigraphy of the Tepetate Formation, Baja California del Sur. In: *Pacific Sections, Am. Ass. of Petr. Geo., Soc. of Expl. Geophysicists and Soc. of Econ. Min. and Paleontol., Annual Meeting, Programs and Abstracts*, p. 64.
- HEIM, A. 1922. Note on the Tertiary of Southern Lower California (Mexico). *The Geological Magazine* 59 (12):
- LOPEZ Ramos, E. 1980. *Geología de México*, Tesis Resendiz, México, 2, 2a. edición, 454 p.
- MINCH, John A. y Thomas A. Leslie. 1979. Geologic Road Log, La Paz to Tijuana. In: Patrick L. Abbott y R. Gordon Gastil (eds.), *Baja California Geology, Field guides and papers*, San Diego State University, San Diego, 228 p.
- MOORE, J. Casey y otros. 1982. Geology and tectonic evolution of a juvenile accretionary terrane along a truncated convergent margin: Synthesis of results from Leg 66 of the Deep Sea Drilling Project, Southern Mexico. *Geological Society of America Bulletin* 93: 847-861.
- STANLEY, Daniel J. 1975. Submarine canyon and slope sedimentation (Gres d'Annot) in the French Maritime Alps. *Congreso Internacional de Sedimentología*, 9º, Niza, Francia, 129 p.
- y Rafael Unrug. 1972. Submarine channel deposits, fluxoturbidites and other indicators of slope and base-of-slope environments in modern and ancient marine basins. In: J. Keith Rigby y W. Kenneth Hamblin (eds.), *Recognition of Ancient sedimentary environments*. Soc. of Econ. Min. and Paleontol., Special Publication 16, p. 287-340.