



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**



"ESTUDIO ESTRATIGRAFICO DETALLADO DE LA  
FORMACION SAN MATEO EN LA LOCALIDAD  
TIPO, MANABI ECUADOR"

COORD.: LONG. OESTE 80°48' 36" - LAT. SUR 00°57' 11"  
LONG. OESTE 80°49' 47" - LAT. SUR 00°57' 32'

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:  
**INGENIERO EN GEOLOGIA**



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Presentado por:

**Marlonn Estuardo Contreras Fernández**

Guayaquil - Ecuador

1990



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

#### AGRADECIMIENTO

Deseo hacer público mi agradecimiento en el plano profesional a todas las personas de Petroecuador que me brindaron su colaboración para poder completar el trabajo de tesis, así como el valioso asesoramiento de mi director de tesis. Y en el plano personal a la familia McCarthy y a Mario Alvarez por su valioso apoyo.

**BIBLIOTECA**



**FACULTAD DE ING.  
EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

DEDICATORIA

A mis padres

A mi esposa

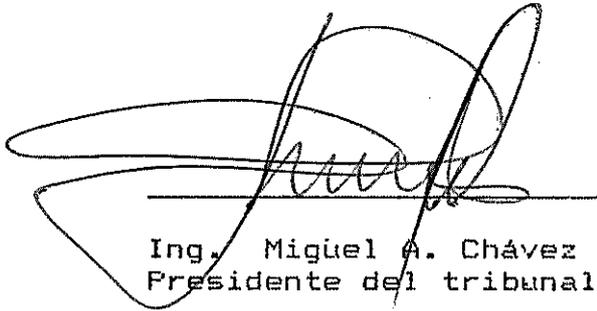
A mi hija

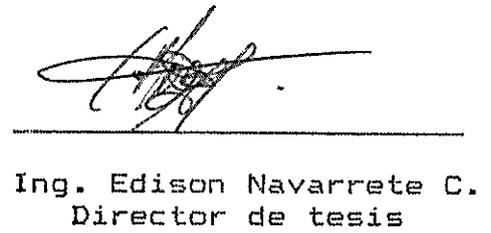


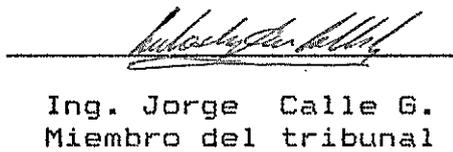
BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

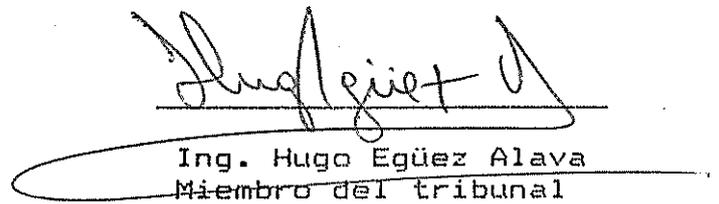


BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

  
Ing. Miguel A. Chávez  
Presidente del tribunal

  
Ing. Edison Navarrete C.  
Director de tesis

  
Ing. Jorge Calle G.  
Miembro del tribunal

  
Ing. Hugo Egúez Alava  
Miembro del tribunal

### DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL).

---

MARLONN E. CONTRERAS FERNANDEZ

---

## RESUMEN

El afloramiento de la Formación San Mateo en la localidad tipo, está constituido por alternancias de capas de areniscas y limolitas con conglomerados esporádicos, formadas por corrientes turbidíticas de alta y baja densidad, depositadas entre el Eoceno medio-medio y el límite entre el Eoceno medio tardío y el Eoceno superior temprano.

El sistema turbidítico comprende, desde la base hasta el tope de la serie estratigráfica, un depósito de abanico submarino que, evoluciona de la parte media a la externa y, muestra una variación lateral de los submedios. La dirección de los flujos turbidíticos es hacia los 330°, lo que indica una zona de aporte ubicada al SSE.

Las secuencias sedimentarias muestran en general, un proceso subsidente que, hacia la base de la serie es relativamente fuerte, dando como resultado una megasecuencia retrogradante y, hacia el tope, se atenúa siendo superado por los aportes sedimentarios que presentan una megasecuencia progradante.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

# INDICE GENERAL

	Pág.
Resumen.....	VI
Indice general.....	VII
Indice de abreviaturas.....	IX
Indice de figuras.....	X
Indice de fotografías.....	XIII
Introducción.....	16
Area de estudio.....	16
Estudios anteriores.....	21
Objetivos del estudio.....	29
Metodología.....	29
CAPITULO I	
MICROPALEONTOLOGIA.....	33
1.1 Ubicación de las muestras.....	33
1.2 Microfósiles presentes.....	33
1.2.1 Foraminíferos.....	35
1.2.2 Radiolarios.....	39
1.3 Edad de los sedimentos.....	40
CAPITULO II	
MEDIO SEDIMENTARIO.....	44
2.1 Flujos de gravedad.....	44
2.1.1 Corrientes turbídíticas de baja densidad.....	48

2.1.2 Corrientes turbidíticas de alta densidad.	55
2.2 Facies sedimentarias.....	72
2.2.1 Consideraciones teóricas.....	72
2.2.2 Facies presentes.....	80
2.3 Interpretación del medio.....	89

## CAPITULO III

PETROGRAFIA.....	99
3.1 Análisis petrográfico de rocas.....	99
3.1.1 Rocas de grano fino.....	101
3.1.2 Areniscas.....	102
3.1.3 Conglomerados.....	107
3.2 Análisis petrográfico de materia orgánica.....	109

## CAPITULO IV

ANALISIS SECUENCIAL.....	112
4.1 Descripción de las secuencias.....	113
4.2 Interpretación de las secuencias.....	116

## CAPITULO V

MARCO PALEOGEOGRAFICO.....	120
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	124
ANEXOS.....	127
BIBLIOGRAFIA.....	177

## INDICE DE ABREVIATURAS

Coord.	Coordenadas
CTAD	Corrientes turbidíticas de alta densidad
CTBD	Corrientes turbidíticas de baja densidad
Fm.	Formación
IEPC	International Ecuadorian Petroleum Company
IGM	Instituto Geográfico Militar
N, S, E, W.	Puntos cardinales
R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub>	Depósitos de sedimentos por corrientes turbidíticas guijarrosas de alta densidad.
S <sub>1</sub> , S <sub>2</sub> , S <sub>3</sub>	Depósitos de sedimentos por corrientes turbidíticas arenosas de alta densidad.
Tb, Tc-Te	Depósitos de sedimentos por corrientes turbidíticas de baja densidad.

## INDICE DE FIGURAS

	Fág.
1. Mapa de ubicación.....	19
2. Mapa de ubicación de muestras micropaleontológicas.....	34
3. Tendencia en batimetría.....	38
4. División esquemática de una corriente turbidítica y flujo principal dentro del mismo.....	49
5. Secuencia de Bouma.....	49
6. Depósito ideal de una corriente turbidítica arenosa de alta densidad.....	61
7. Diagrama presentando cambios pendiente abajo.....	64
8. Secuencia ideal de divisiones depositadas por una corriente turbidítica de alta densidad.....	65
9. Modelo de depositación de abanico submarino (Walker, 1978).....	90
10. Estructura deposicional de facies turbidíticas en	

un abanico submarino (Mutti y Ricci Lucchi 1975)	XI	91
11. Sucesión vertical de asociaciones de facies de una secuencia progradante de abanico submarino....		94
12. Columna estratigráfica de la Fm. San Mateo en la localidad tipo.....		95
13. Corte esquemático presentando desarrollo de relleno de abanico medio a exterior.....		97
14. Relación de facies lateral y vertical de depósitos de lóbulo y borde de lóbulo progradante.....		97
15. Mapa de ubicación de muestras petrográficas.....		100
16. Diagrama de clasificación de areniscas por Folk..		104
17. Clasificación de rocas intermedias entre carbonatadas y detríticas.....		104
18. Secuencias naturales de primer orden.....		115
19. Columna estratigráfica de la Fm. San Mateo en la localidad tipo (sobre de mapas).....		
20. Afloramiento de las rocas en el Eoceno-Oligoceno		



y principales características de la orogenia del  
Eoceno..... 123

~~XIV~~

INDICE DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
1. Vista panorámica de San Mateo.....	17
2. Vista panorámica de San Mateo.....	17
3. Vista panorámica de la Punta Jome.....	18
4. Vista panorámica del Cabo San Mateo.....	18
5. Secuencias turbidíticas S <sub>3</sub> (Ta),Tc.....	52
6. Laminación paralela Tb.....	52
7. Secuencias turbidíticas Tb-d.....	53
8. Secuencias turbidíticas Tb-d con esporádicos S <sub>3</sub> ..	53
9. Secuencias Tb-c,Te estrato crecientes.....	54
10. Secuencias S <sub>1,3</sub> con deformaciones en llama.....	67
11. Detalle de la foto anterior.....	67
12. Potente capa de arenisca guijarrosa perteneciente a la facies B.....	68

13. Capa potente R <sub>3</sub> bajo una alternancia de S <sub>3</sub> , Tb-c..	68
14. Estructuras almohadilladas en CTAD.....	69
15. Capa R <sub>2</sub> sobre depósitos de CTBD (facies D).....	XV 70
16. Capa R <sub>1</sub> canalizada intercalada entre Tbc, Te....	70
17. Secuencia potente de facies B.....	82
18. Acercamiento del tope de la foto anterior.....	82
19. Ampliación lateral de la foto 17.....	83
20. Canal arenoso con estratificación festoom.....	84
21. Canal arenoso secundario.....	84
22. Grandes secuencias estrato-grano-crecientes pertenecientes a facies C.....	85
23. Secuencias turbidíticas "distales" (Facies D.1)..	85
24. Secuencias estrato-grano-crecientes (Facies D)...	86
25. Secuencias estrato-grano-decrecientes pertenecientes a la Facies D.3.....	87

26. Secuencias monótonas decimétricas  $Tb-c$  pertenecientes a la Facies D.1..... 88



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## INTRODUCCION



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

### AREA DE ESTUDIO.

#### LOCALIZACION:

El afloramiento de la Formación San Mateo para el presente trabajo está ubicado en la localidad tipo, provincia de Manabí, comprendido entre Punta Jome, Cabo San Mateo (foto 1 y 2) y el pueblo de San Mateo (foto 2 y 3), entre las coordenadas: longitud oeste  $80^{\circ} 48' 36''$  - latitud sur  $00^{\circ} 57' 11''$ ; longitud oeste  $80^{\circ} 49' 47''$  - latitud sur  $00^{\circ} 57' 32''$ . Regionalmente la zona está localizada 200 kms al N  $38^{\circ}$ W de Guayaquil y 10 kms al S  $87^{\circ}$ W de Manta (fig. 1).

#### ACCESIBILIDAD.

El área se encuentra comunicada con Manta por una vía asfaltada hasta la entrada del pueblo de San Mateo, desde aquí continúa otro camino de terracería hasta los pueblos de Santa Marianita y San Lorenzo. La vía principal es accesible en toda época del año.

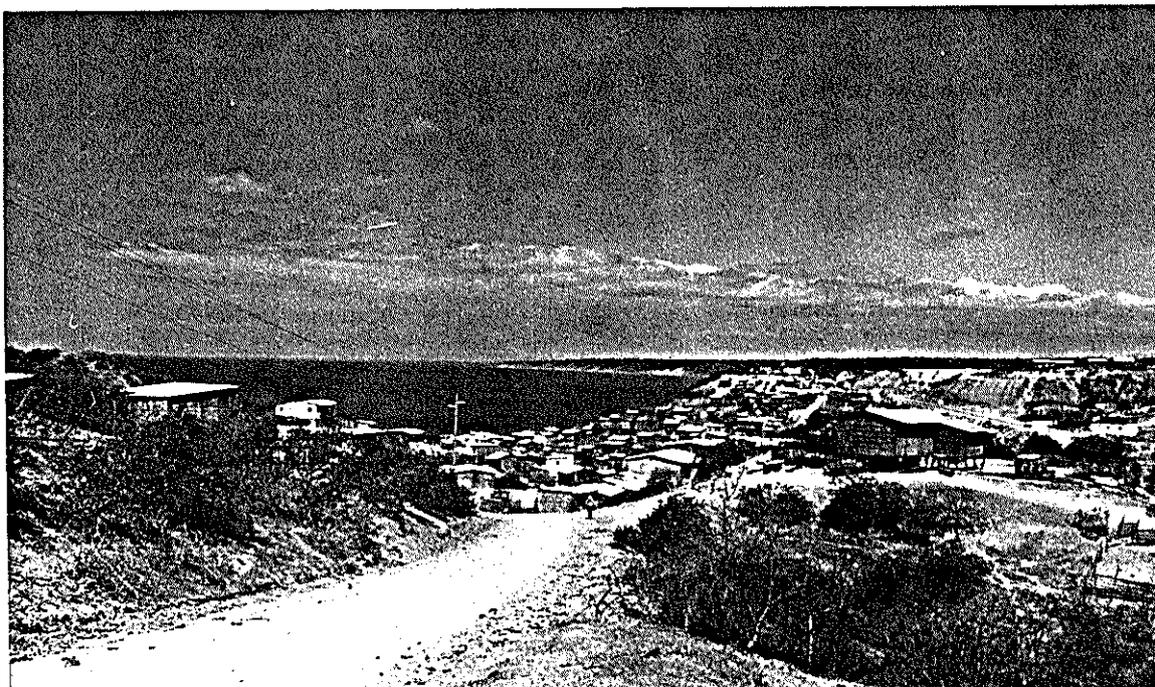


Foto 1. Vista panorámica de la población de San Mateo.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

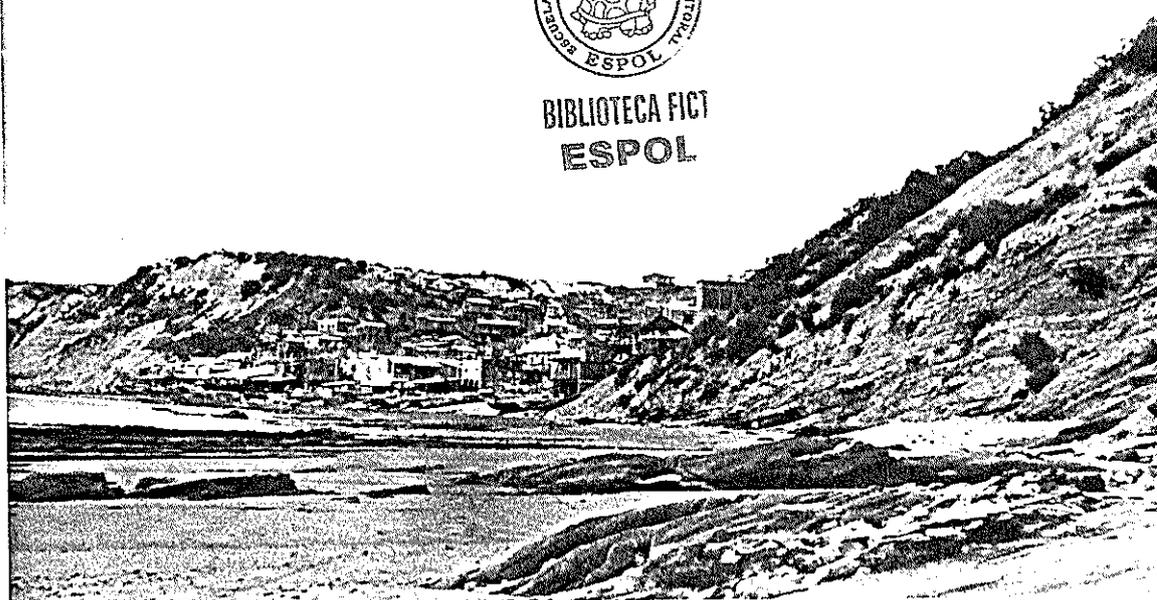


Foto 2. Vista panorámica del pueblo de San Mateo desde la playa.



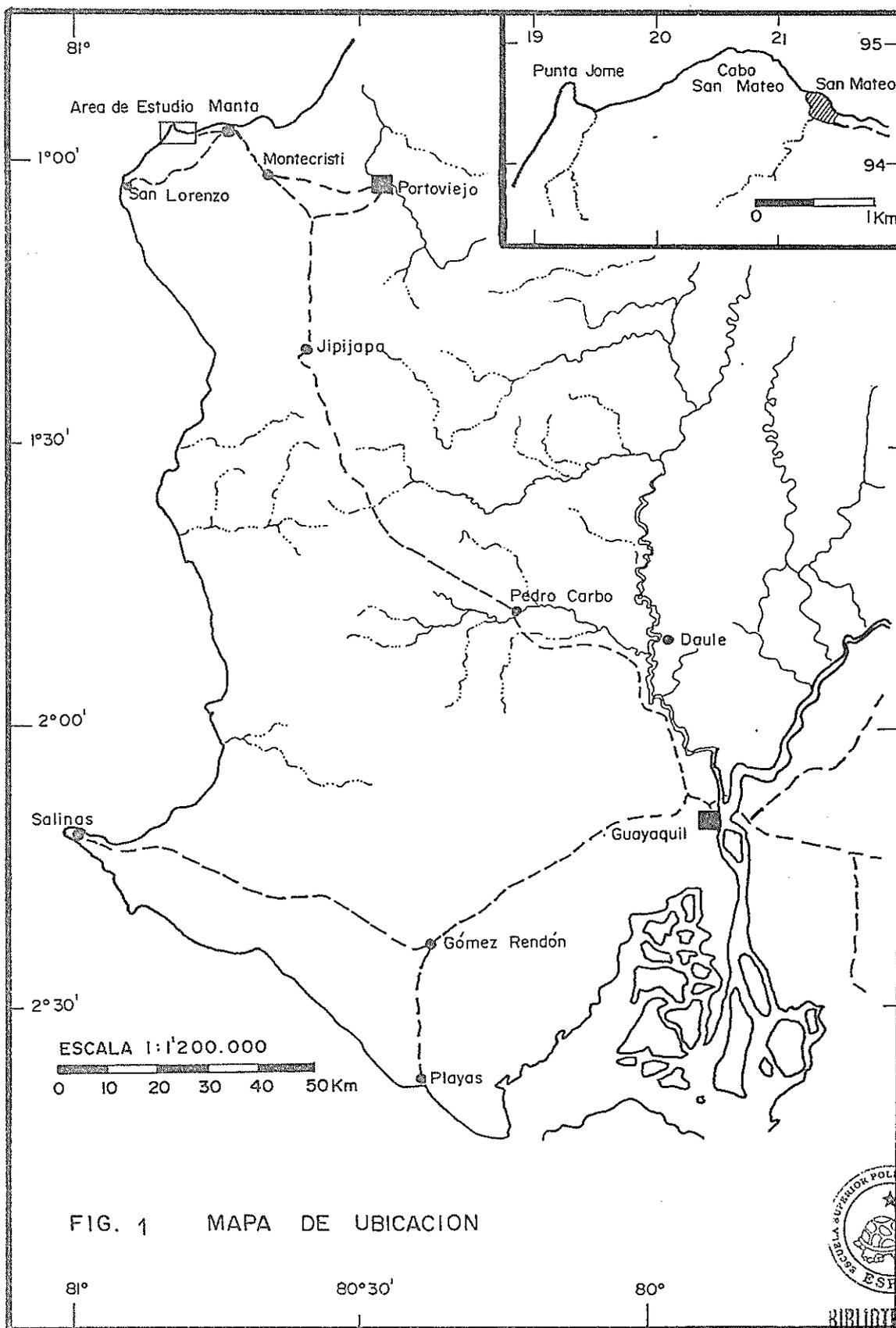
Foto 3. Vista panorámica de la punta Jome en pleamar.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL



Foto 4. Vista panorámica del Cabo San Mateo.



BIBLIOTECA FIG  
ESPOL

## FISIOGRAFIA.

La orografía local comprende relieves bajos sobre areniscas y conglomerados. La zona posee un clima que ha sido clasificado por el IGM como tropical megatérmico, semiárido, con las características siguientes: "semiárido subárido con precipitaciones inferiores a 500 mm, temperatura media de 23°C y una humedad de alrededor del 80 %. La época lluviosa se presenta con un cielo nublado y lluvias muy débiles" (15). Este clima según la clasificación de Köppen corresponde al tipo B lo cual significa árido (seco en todas sus formas).



BIBLIOTECA FIC  
ESPOL

Los riachuelos y quebradas son de tipo estacionales, presentan una red hidrográfica que drena hacia el Norte, teniendo como principales los riachuelos Palo Verde y Jome Deste y San Mateo al Este, el patrón de drenaje es de tipo subparalelo.

Debido al clima de la zona, la vegetación natural según el IGM, corresponde a la formación de matorral desértico y subdesértico tropical que corresponde al tipo de xerofilia humboldtiana (15).

En general, el suelo está clasificado como vertisol, con carbonato de calcio, esto es decir: húmedo e árido, con yerbas y arbustos. El horizonte B generalmente está au-

sente, ocurre en superficies planas como en pendientes suaves, el suelo es de alto contenido arcilloso.

#### ESTUDIOS ANTERIORES

El nombre de la Fm. San Mateo fué dado por A.A. Olsson en 1942, quien tomó como localidad tipo el pueblo de San Mateo (coord. 213/ 945), cuya ubicación es 10 kms al Oeste de Manta. La siguiente es parte de la descripción original de la formación:



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Formación constituida principalmente por areniscas finas a medias, depositadas en aguas poco profundas con sedimentación irregular, entrecruzada y presencia de vetitas de lignito, la superficie presenta ripple-marks (ondulitas) marcas de fucoides y rastros de gusanos. Interestratificaciones de conglomerados se encuentran, en San Mateo forman capas delgadas con carácter guijarroso; hacia el W, se vuelven progresivamente más vastos y potentes hasta formar 25 a 35 % de la sección total en la Punta Peñadera (poco al E del cabo San Lorenzo) sugiriendo la presencia de una tierra occidental emergida... (5).

G. Sheppard en 1937 interpretó los depósitos como continentales o de mar somero y la sección de San Mateo la describió como tobas y aglomerados volcánicos (23).

Los geólogos del IEPC, en un informe no publicado sobre la concesión Ecuapetrol-Manabí, usan el nombre de la Fm. San Mateo con la misma equivalencia que en la descripción

original y le asignan un espesor de 800 m. En las perforaciones realizadas en los alrededores de Manta, la Formación se encuentra siempre debajo de la Fm. Tosagua con un espesor aproximado de 500 m. (en los pozos Manta 1, 3, 4 y 5).

En 1965, una misión de cooperación científica del gobierno del Estado de Israel, realizada por los investigadores Schulman, Flexer y Warkshale, hicieron un estudio geológico e hidrológico, en la zona central de Manabí; en el cual, consideran que la Fm. San Mateo está constituida por tres facies: el Conglomerado Bravo, la Arenisca San Mateo y la Lutita Jurón; las cuales contrastan fuertemente con la subyacente "Fm. Cerro" que es de régimen de mar abierto y concluyendo que la Fm. San Mateo es de mar somero y de origen continental, como lo indican en el siguiente resumen de su informe:

Las lutitas Jurón representan una facies deltaica o estuarina, interestratificada con los conglomerados fluviales y de abanico del miembro Bravo. La Arenisca San Mateo (s.s), está desarrollada principalmente en el noroeste de la península de Manta y podría indicar una depositación de menor energía (30).

Faucher y otros en 1968, restringieron la Fm. San Mateo a los afloramientos al oeste de La Puntita (coord. 263/98 958), 4.5 kms al oeste de Manta, reforma que fué incluida en el mapa geológico de Manta (1970), pero en este

sitio se encontró el foraminífero del Oligoceno superior-Mioceno: *Globigerina venezuelana*; por lo que, Mills restringió aún más la Fm. San Mateo sólo a los afloramientos al oeste del pueblo de San Mateo, dejando los afloramientos entre este pueblo y Manta, como Fm. Tosagua.

Nuevamente, Faucher y Savoyat en 1973, indican que la parte inferior areno-conglomerática de la Fm. San Mateo, corresponde a una facies deltaica y sugieren un área fuente al oeste, a partir de relieves elevados por fallas que se encuentran sumergidos actualmente, debido a la disminución del tamaño de los bloques transportados desde el oeste al este (12).

En un artículo publicado por T. Feininger y R. Bristow en el año de 1980, se dice de la Fm. San Mateo lo siguiente:

"La Fm. San Mateo consiste de más de 800 m de arenisca de grano medio a fino con capas de conglomerados que contienen clastos derivados de las Formaciones Piñon y Cayo. La arenisca exhibe ondulitas, estratificación cruzada y localmente contiene lignito; todos los cuales son indicadores de depositación en aguas someras" (13).

En el Tercer Congreso Ecuatoriano de Ingenieros Geólogos de Minas y Petróleos realizado en 1983, se presentaron dos artículos que basándose en descripciones bibliográficas que tratan sobre la Fm. San Mateo, exponen dos crite-

rios distintos. El primero, perteneciente a M. Santos sugiere, en base a estudios sísmicos y ciertos estudios paleontológicos, la desaparición de la Fm. San Mateo y su correspondencia con el ciclo de la Fm. Tosagua (29). El segundo de S. Benítez, considera los depósitos de la Fm. San Mateo de un ciclo de depositación profunda (3).

Egúez en su trabajo de tesis en 1985, indica que, la parte de la Fm. San Mateo aflorante en Julcuy, está constituida por dos unidades litológicas, la unidad basal se trata de lutitas tobáceas finas que pasan gradualmente a constituir la fuerte unidad conglomerática superior progradante sobre la primera.

J. Kraglievich en un trabajo realizado para CEPE en 1987, dice que la Formación San Mateo está constituida por areniscas de grano medio a fino, bien estratificadas que periódicamente alternan con limolitas y lutitas; en el acantilado objeto del presente estudio, observó la litología meteorizada, especialmente por oxidación. Cerca del cabo San Lorenzo, encontró la base de una secuencia de conglomerados de bloques grandes especialmente de Diorita, considerando errónea la suposición hecha por los franceses del IFP, de que este material, habría sido arrastrado desde el oeste, procedente de algún cuerpo intrusivo erosionado. También se refiere a la "Formación Cerro", considerandola como la sección basal de la San

Mateo, por lo que el nombre Cerro debe ser eliminado debido a su sinonimia (Kraglievich, 1987).

#### TRABAJOS PALEONTOLOGICOS

A continuación se presentan los trabajos paleontológicos realizados en la Fm. San Mateo:

Olsson en 1942, publicó los resultados de un estudio de moluscos en concreciones calcáreas, dentro de los conglomerados, haciendo una equivalencia con la Arenisca Pta. Ancón del Eoceno Superior.

Thalman en 1946, observó muestras ricas en radiolarios, indicando la cercanía de especies a las encontradas en las lutitas Kellog de California.

Stainforth en 1948, consideró las asociaciones ricas en radiolarios y foraminíferos aglutinados, como producto del empobrecimiento de la fauna debida a la baja de temperatura de las aguas por la corriente de Humboldt ancestral.

Cushman y Stainforth en 1951, por medio de un estudio micropaleontológico, distinguieron tres unidades en la Fm. San Mateo: La unidad 12, por su posición estratigráfica corresponde a la base de la formación y la colocaron

en el Eoceno Superior; la unidad 6, suprayacente a la unidad anterior, se le asignó una edad del Eoceno Superior y un origen nerítico; y por último la unidad 17, considerada como miembro superior con una edad Oligoceno inferior, actualmente se la considera como parte de la Fm. Tosagua (Oligoceno Superior Mioceno medio).

Hofker en 1956, después de la revisión de la microfauna de las unidades de Cushman y Stainforth, aumentó la lista de foraminíferos.

Mills en 1967, realizó un estudio estratigráfico de las formaciones terciarias del sur de Manabí y el Guayas, en el que se consideró tres asociaciones distintas de microfauna presentes en la Fm. San Mateo: con la finalidad de datarla e identificar su ambiente de depositación. Estas asociaciones son las siguientes:

1. Asociación de Foraminíferos Pequeños. Tanto en las muestras tomadas en los acantilados del Cabo San Mateo, como del horizonte a 650 m. de profundidad del pozo Manta 3, se indicó la presencia de *Hantkenina alabamensis*, *Hastingerinella eocénica* y *Stichocassidulina thalmani*, que le dan una edad del Eoceno Superior al afloramiento de la Fm. San Mateo en la localidad tipo; pero, a una profundidad de 1350 m. en el mismo pozo se encontró: *Hastingerinella colombiana*

que colocaría a esta parte de la formación en la parte superior del Eoceno medio.

2. Asociación de Radiolarios. Al igual que las muestras tomadas en el área del presente trabajo, se encontró sedimentos cuyas muestras presentan una abundancia de radiolarios sobre los foraminíferos. Las especies más comunes de foraminíferos asociados identificados son: *Psammosphaera*, *Bathysiphon*, *Cyclamina*, *Bulimina* y *Hastingerinella*.

3. Asociación de Foraminíferos grandes. Se encontraron horizontes ricos en foraminíferos grandes, con un desgaste que dificultó su identificación, se pudieron reconocer *Lepidocyclina peruviana*, *Operculinoides floridensis* y *Amphistegina* sp. a más de otros foraminíferos bentónicos como *Eponides*, *Cibicides*, así como fragmentos de conchas, espinas de equinodermo y ostrácos que sugieren un ambiente de depositación somera.

Mills indicó que la mejor forma de explicar la mezcla de fauna profunda y somera era la depositación turbidítica, y no compartió la idea de Stainforth sobre el empobrecimiento de foraminíferos; sobre esto, Mills concluye que la sedimentación podría haberse realizado en aguas muy profundas o en condiciones turbidíticas en aguas menos profundas, y que ocurrió un aporte de ceniza que redujo

la población de foraminíferos no aglutinados y la proliferación de los radiolarios (20).

Sigal en 1969, en un trabajo presentado sobre la cronoes-  
tratigrafía de las formaciones sedimentarias del Ecuador,  
se refiere a la Fm. San Mateo como: "un conjunto de depó-  
sitos tobáceos generalmente ricos en radiolarios" (31).  
En la parte norte del Cabo San Lorenzo (considerada base  
de la Formación San Mateo), dedujo que la serie mostraba  
una correspondencia con el Eoceno medio, pero la presen-  
cia del *Stichocassidulina thalmanni* la relacionaba más  
bien con el Eoceno superior. También en otro corte rea-  
lizado en la cantera las Palmas, encontró una relación  
con el Eoceno superior. Según Sigal, en otros dos cortes  
realizados (Pta. Colorada y Pachoche), encontró una rela-  
ción con el Oligoceno (base de la Fm. Tosagua), por la  
escasez de foraminíferos y abundancia de radiolarios.

Los geólogos del IFF en 1971, realizó un trabajo micropa-  
leontológico y estratigráfico, en el cual se llegaron a  
las mismas conclusiones anteriores, colocando a la base  
de la Fm. San Mateo en las biozonas de *Globorotalia*  
*lehneri* y *Orbulinoides beckmanni* (Eoceno medio superior)  
y el tope en el Oligoceno superior por su semejanza  
paleontológica con la base de la Fm. Tosagua.

E. Navarrete en 1985, concluye en su tesis de grado, que

los afloramientos de la Fm. San Mateo en el área de Puerto López y Salango, tienen una edad que va del Eoceno medio superior al Eoceno superior (23).

#### OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Para el presente trabajo se tiene como objetivos, los siguientes puntos:

1. Hacer la datación de los sedimentos del área de estudio.
2. Determinar el modelo de sedimentación.
3. Efectuar el análisis petrográfico de rocas y materia orgánica, para determinar el posible origen de los sedimentos.
4. Efectuar el análisis secuencial, para establecer la historia de depositación de la cuenca, correlacionándolo con otros trabajos similares dentro de la misma unidad estratigráfica, en áreas adyacentes.

#### METODOLOGIA.

La metodología de trabajo se la dividió en las siguientes etapas:



Campo.

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

1. Reconocimiento general de los afloramientos de la Fm. San Mateo en el area de estudio, mediante el uso del mapa topográfico escala 1:50.000 Chacras de Manta y el mapa geológico escala 1:100.000 Manta.
2. Levantamiento de una poligonal del perfil de los acantilados de San Mateo, mediante la utilización de brújula y cinta.
3. Toma de datos sedimentológicos, estratigráficos y estructurales de la serie estratigráfica aflorante.
4. Muestreo micropaleontológico y petrográfico.

Laboratorio.

5. Tratamiento de las muestras micropaleontológicas, mediante las técnicas clásicas de trabajo, hasta llegar a la identificación específica.
6. Toma de fotografías de especies datadoras de radiolarios y foraminíferos, en el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) del Laboratorio de Bioestratigrafía de Petroecuador.

7. Toma de fotografías de especies de radiolarios, en microscopio de luz transmitida del laboratorio de petrografía de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, ESPOL.

8. Análisis de láminas petrográficas de rocas.

9. Análisis de la materia orgánica en microscopio de reflectancia de vitrinita, en el Laboratorio de Geoquímica Orgánica de Petroecuador.



Oficina.

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

10. Determinación de la edad de la serie estratigráfica de la localidad tipo, mediante los microfósiles datadores identificados.

11. Confección de un mapa base a escala 1:2.000, con datos de la poligonal del perfil de los acantilados de San Mateo, para representar los datos litoestratigráficos, estructurales y de paleocorrientes.

12. Realización de la columna estratigráfica del perfil.

13. Realización de los análisis secuencial y de facies sedimentarias.

14. Presentación de los resultados, con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## CAPITULO I

### MICROPALAEONTOLOGIA

El estudio de los microfósiles tiene gran importancia en las investigaciones geológicas, especialmente para determinación de edad y paleoambiente. En el presente trabajo se utilizan los microfósiles para hacer datación, haciendo uso de la bibliografía siguiente: "Plankton stratigraphy" de Bolli y el "treatise on invertebrate paleontology; protista 2 y 3" de Moore.

#### 1.1 UBICACION DE LAS MUESTRAS

Para el presente trabajo se analizaron 22 muestras micropaleontológicas, localizadas a través del corte realizado en los acantilados (fig. 2). Del total de estas muestras el 45 % corresponde a muestras fértiles en abundancia y el 55 % restante a muestras poco fértiles y estériles, como se indica en la fig. 2.

#### 1.2 MICROFOSILES PRESENTES

De los microfósiles presentes, los radiolarios son

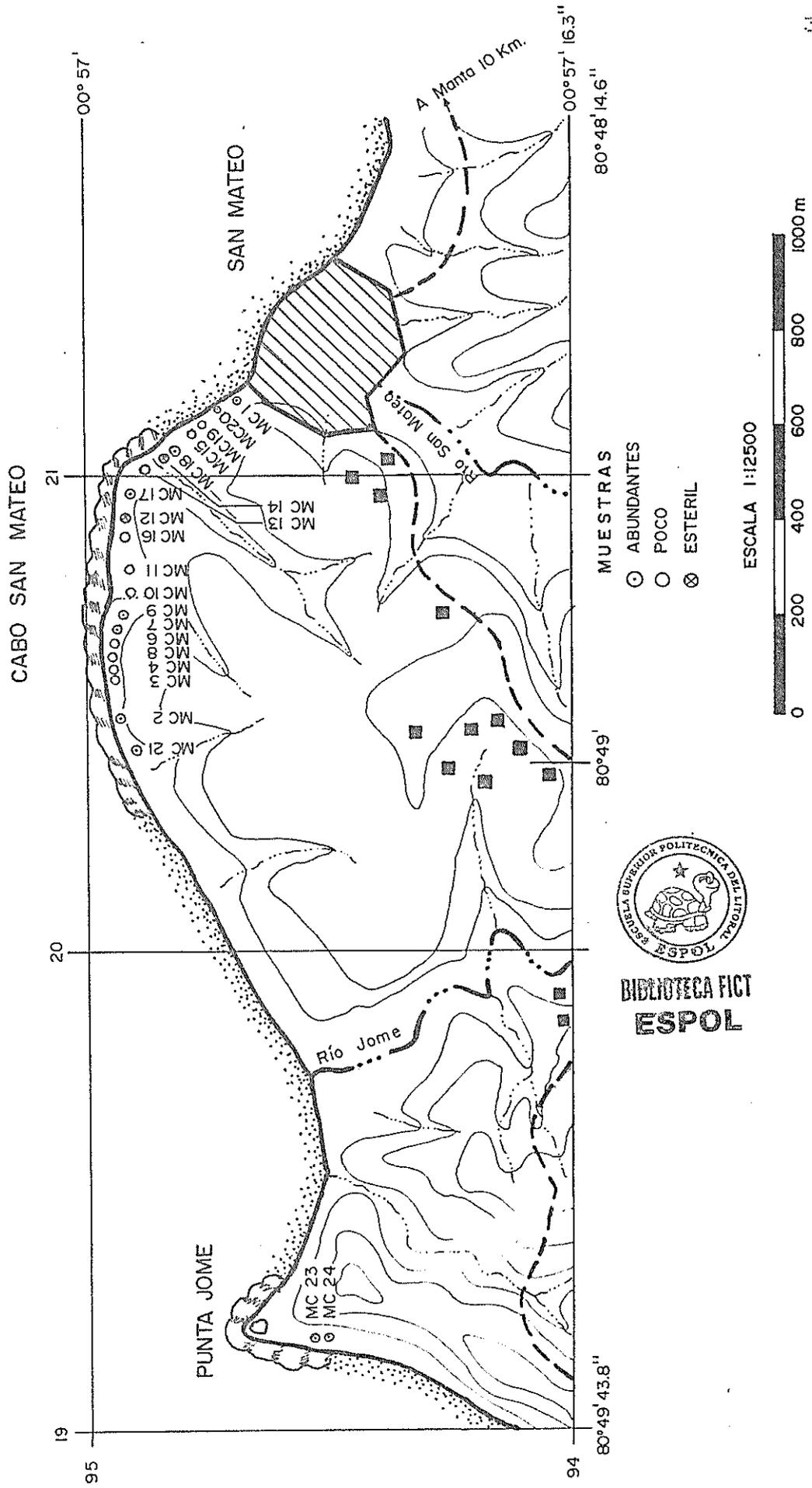


FIG. 2 MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS PALEONTOLOGICAS

los que se encuentran en casi la totalidad de las muestras, siendo dominantes en población con respecto a los foraminíferos, a excepción de dos muestras basales donde ocurre lo contrario. El comportamiento poblacional de los foraminíferos es en general, decreciente hacia el tope de la serie. En el anexo A, se encuentra el listado taxonómico de cada uno de las muestras fértiles.

A continuación se describen cada uno de los dos grupos por separado.



BIBLIOTECA FICT  
**ESPOL**

#### 1.2.1 Foraminíferos

En lo que respecta a los principales grupos ambientales de foraminíferos, planctónicos y bentónicos, se observa que los ejemplares planctónicos presentan una buena conservación y se encuentran principalmente concentrados en la base de la serie, haciéndose escasos e inclusive ausentes hacia el tope, es debido a esto que se han utilizado para hacer datación en la base, mientras que los bentónicos decrecen paulatinamente en población de base a tope, presentando buena conservación, así mismo en la base, y en el tope mala conservación y además corrosión.

Los ejemplares planctónicos presentes son los siguientes:

Acarininina broedermanni  
A. spinulainflate  
Catapsydrax echinatus  
C. unicavus  
Clavigerinella eocenica eocenica  
C. eocenica jarvisi  
Globigerina eocenica  
G. hagni  
G. trilocularis  
Globorotalia cerroazulensis pomeroli  
Globorotalia cf. pseudobulloides  
Truncorotaloides rohri

De la población de bentónicos se observó un dominio de la familia Buliminidae, siendo sus principales especies:

Bolivina alazanensis  
B. basisenta  
B. chirana  
B. gracilis  
B. jacksonensis  
B. maculata  
Bulimina affectata

Bulimina lineata  
 B. jacksonensis  
 B. ovata  
 Buliminella chirana  
 B. peruviana  
 B. peruviana obesa

Otros ejemplares bentónicos presentes son:

Bathysiphon eocenica  
 Anomalina chirana  
 Cassidulina subglobosa  
 Gyroidina condoni  
 Plectofrondicularia vaughani  
 P. cookie  
 P. virginiana  
 Stilostomella curvatura var. spinea  
 Uvigerina mantaensis  
 U. chirana



**BIBLIOTECA FICT  
 ESPOL**

Observando la mezcla de foraminíferos bentónicos presentes en las muestras, se establece que, estos fueron transportados por corrientes turbidíticas desde el borde de la plataforma continental (fig. 3).

En las láminas delgadas utilizadas para el

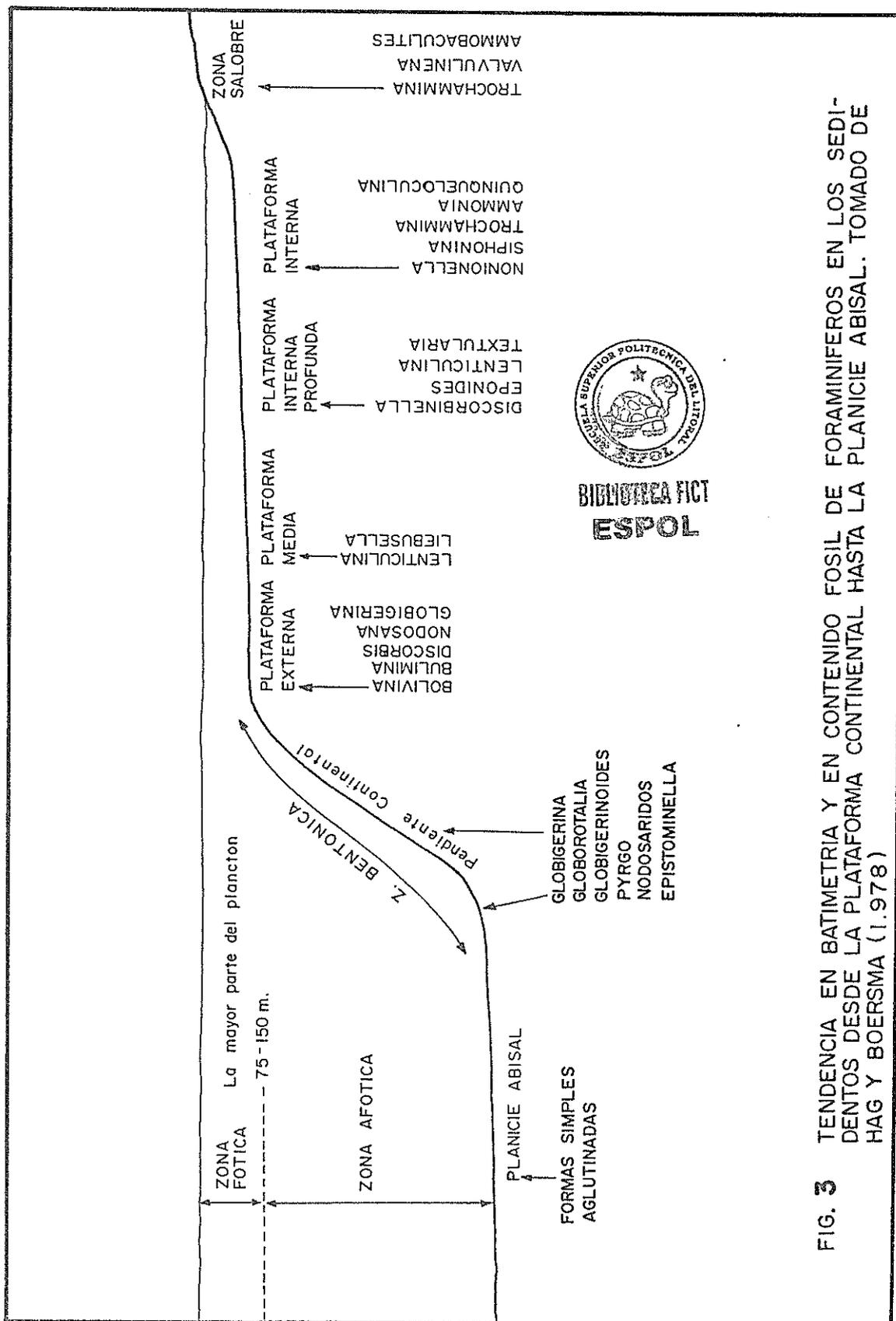


FIG. 3 TENDENCIA EN BATIMETRIA Y EN CONTENIDO FOSIL DE FORAMINIFEROS EN LOS SEDI-  
DENTOS DESDE LA PLATAFORMA CONTINENTAL HASTA LA PLANCIE ABISAL. TOMADO DE  
HAG Y BOERSMA (1.978)

análisis petrográfico se encontraron restos de macroforaminíferos como las Discocyclina que se puede apreciar en la lámina IV (anexo B).

### 1.2.2 Radiolarios

La presencia de estos especímenes es frecuente a lo largo de toda la serie estratigráfica, tal es el caso de Lithocyclia ocellus, la cual está presente en casi la totalidad de las muestras analizadas, disminuyendo su población hacia el tope de la serie, donde es superado en número por el grupo de Lithocyclia aristotelis.

Siguiendo en importancia numérica al Lithocyclia ocellus en toda la serie están los siguientes ejemplares:

Psammosphaera eocénica.

Cenodiscus sp.

Heliodiscus sp.

Phacodiscus sp.



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

Se debe destacar también la presencia de los siguientes ejemplares de radiolarios guías:

Eusyringium fistuligerum.

*Podocyrtis diamesa*.

*Seitochytris babylonis*.

Otros radiolarios poco frecuentes que acompañan a los anteriores son:

*Frustrrella charlestonensis*.

*Podocyrtis* cf. *trachodes*.

*Theocotyle* aff. *ficres*.

*Spongodiscus* sp.

*Calocycletta* sp.

*Lithochytris* sp.

*Spongaster* sp.



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

Para la mayoría de los ejemplares de radiolarios no fué posible llegar a una identificación específica, debido a la poca bibliografía existente.

### 1.3 EDAD DE LOS SEDIMENTOS

Luego de ser analizadas las muestras paleontológicas, se determinó que el rango estratigráfico de la serie va del Eoceno medio medio al Eoceno medio tardío-Eoceno superior temprano.

Para hacer la datación de la base de la serie, se analizaron las muestras MC-23 y 24, donde se tomó como ▶

41  
criterio la extinción de unos especímenes y la aparición de otros, como es el caso de las extinciones del foraminífero planctónico *Acarinina broedermanni* y el radiolario *Podocyrtes diamesa* y la evolución transicional del *Eusiringium lagena* al *E. fistuligerum* (tabla I), dándole a la base una edad del Eoceno medio medio, que corresponde a la zona de *Globorotalia lehneri* de Bolli et al. y P12 de Berggren y Van Couvering, para foraminíferos planctónicos, que corresponde a la zona de *Podocyrtes* amplia de radiolarios de Negrini 1971 y Sanfilippo et al 1981.

No se encontró evidencia que indicara la presencia de la zona P13 de Berggren o su correspondiente *Podocyrtes mitra* para radiolarios, debido a que la presencia de foraminíferos planctónicos es casi nula y, los radiolarios existentes no son característicos.

Las muestras MC-21, 02, 03, 04 y 07, tomadas en la parte media de la serie, presentan un claro dominio de *Lithocyclia ocellus* sobre los demás microfósiles presentes y, debido a que no se encontró ningún representante del grupo de *Lithocyclia aristotelis*, se puede estimar que esta sección de la serie, se encuentra en la zona del *Podocyrtes chalara*. Mientras que a partir de las muestras MC-09, 11 y 16, tomadas arriba de las anteriores, se inicia la apari-

ción incipiente de *L. aristotelis*, dando inicio a la zona del *Podocyrtis goethaena*, cuyo límite inferior es sincrónico con la transición evolutiva de *Lithocyrtis ocellus* a *L. aristotelis* (4).

En las muestras MC-17, 13, 14, 18, 15, 19, 20 y 01, del tope de la serie (enumeradas en orden ascendente), la población del grupo de *L. aristotelis* aumenta paulatinamente, mientras que la de *L. ocellus* disminuye (tabla I), pero sin llegar a desaparecer del todo en las muestras, lo que lleva a pensar que la asociación microfaunística se coloca dentro de la zona de *Podocyrtis goethaena*, proyectándose hasta la zona de "*Carpocanistrum*" *azyx* (4).

Por todo lo descrito, el tope de la serie se lo data como Eoceno medio tardío-Eoceno superior temprano.



**BIBLIOTECA FICT**  
**ESPOL**

TIEMPO GEOLOGICO (m. a)		54.9		50.3		41		36					
EPOCA	INFERIOR				MEDIO				SUPERIOR				
	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>15</sub>	P <sub>16</sub>	P <sub>17</sub>	
ZONACION PARA FORAMINIFEROS PLANCTONICOS. BOLLI y SAUNDERS, 1985	Morozovella edgari	Morozovella subbolina	Morozovella formosa	Morozovella dragomensis	Acarinina pentacamerata	Honkenina nuttall	Globigerinathoka s. subconglobata	Morozovella tenneri	Orbulinoides beckmanni	Truncorotaloides rohr	Globigerinathoka semivoluta	Turborotalina S.I.	
BERGGREN y VAN CONVERING, 1974	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>15</sub>	P <sub>16</sub>	P <sub>17</sub>	
Acarinina broedermanni (MC -24)	[Horizontal line]												
Acarinina spinulainfiata (MC -24)	[Horizontal line]												
Truncorotaloides rohr (MC -24)	[Horizontal line]												
Globigerina hagni (MC-24,18)	[Horizontal line]												
Clavigerinella e. eocenica (MC-24,02,18)	[Horizontal line]												
Clavigerinella e. jarvisi (MC -24,23)	[Horizontal line]												
Globigerina eocena (MC -24,18)	[Horizontal line]												
Calapsydrax unicovus (MC -02)	[Horizontal line]												
Turborotalia carcozulensis pomeroli (MC-18)	[Horizontal line]												
Podocyrthis diamesa (MC-24)	[Horizontal line]												
Eusyringium fistuligerum (MC-24)	[Horizontal line]												
Lithocyclia ocellus (todo)	[Horizontal line]												
Lithocyclia aristotelis (MC-09, → tope)	[Horizontal line]												
ZONACION PARA RADIOLARIOS NIGRINI 1971; SANFILIPPO et al. 1981	Bekema bidartensis	Burnyella cinnata	Phormocyrtis striata	Theocyrtis cryptocephala	Diclyporera mongoliferi	Thysocyrtis thacantha	Podocyrthis ampla	Podocyrthis mitra	Podocyrthis chialora	Podocyrthis goethuensis	"Corpocornisstrum" dzyx	Colocyrthis bandyca	Cripiopora ornata



TABLA I RANGOS DE EDAD DE LOS MICROFOSILES GUIAS ENCONTRADOS EN LAS MUESTRAS MICROPALEONTOLOGICAS DEL AREA DE ESTUDIO

## CAPITULO II

### MEDIO SEDIMENTARIO

Para el desarrollo del presente capítulo se tomaron como base los estudios e investigaciones hechas por Walker (1978), Lowe (1982) y, Mutti y Ricci Lucchi (1972), quienes a la vez tomaron como base los estudios hechos por Middleton y Hampton.

Middleton y Hampton en sus publicaciones de 1973 y 1976, no consideran a los flujos turbulentos de alta densidad, aunque muchos investigadores ya habían sugerido su importancia en los depósitos llamados arenas proximales de aguas profundas.

De todos los depósitos de flujos gravitacionales existentes, el área de estudio unicamente presenta depósitos de sedimentos de corrientes turbidíticas de alta y baja densidad, por lo que el presente capítulo se referirá unicamente a ellos.

#### 2.1 FLUJOS DE GRAVEDAD

Walker definió cinco depósitos principales de rocas

clásticas de aguas profundas, estos son: turbiditas clásicas, arenistas masivas, areniscas guijarrosas, conglomerados y flujos de detritos (con slumps y deslizamientos) (34).



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Las turbiditas clásicas consisten en una monótona alternancia paralela de areniscas y lutitas sin canalización; entre las estructuras sedimentarias incluye gradación, laminación paralela y estratificación cruzada.

Las areniscas masivas son potentes, de grano grueso y comúnmente canalizadas; estas carecen de estructuras sedimentarias internas como las turbiditas clásicas, pero contienen evidencia de estructuras de desagüe durante la depositación.

Las areniscas guijarrosas tienden a ser bien gradadas, y pueden presentar laminación paralela y estratificación cruzada a gran escala, también son canalizadas.

Los conglomerados son caracterizados por presentar una gradación inversa y normal, estratificación cruzada y paralela y comúnmente presentan imbricación en sus clastos.

En los flujos de detritos, las capas internamente son desorganizadas y fácilmente pueden ser confundidas con Tillitas glaciales; la imbricación puede estar ausente, sin embargo algunos flujos de detritos pueden presentar alguna. La gradación normal e inversa no se desarrolla consistentemente, aunque en forma local pueden presentar gradación inversa.

En cambio, Lowe establece que la depositación de corrientes turbidíticas deben ser tratadas en términos de tres poblaciones de granos, las cuales pueden ser identificadas fácilmente:

1. Arcilla, limo y partículas del tamaño de arena muy fina a media, las cuales pueden ser mantenidas en suspensión por un solo flujo turbulento, independiente de su concentración.
2. Arena gruesa a microconglomerática, esta no es completamente suspendida en grandes cantidades en el flujo. Estos granos pueden ser suspendidos por efectos combinados de: i) turbulencia, ii) el impedimento al asentamiento (hindered settling) resultado de su propia alta concentración y, iii) la capacidad de sustentación (flotación) provista por la mezcla intersticial de agua y sedimentos finos.

3. Guijas, guijarros y clastos, que tienen concentraciones tan grandes como del 10 al 15 %, son mantenidos en suspensión por los efectos combinados de la turbulencia del flujo, el impedimento al asentamiento "hindered settling", el poder de sustentación de la matriz y la presión dispersiva resultante de la colisión de los granos.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Como resultado, los granos de las poblaciones 2 y 3, son probablemente transportados en grandes cantidades unicamente en flujos relativamente concentrados y tenderán a ser depositados rápidamente una vez que empieza la sedimentación y la concentración de las partículas decrezca.

A continuación, se considerarán dos principales tipos de corrientes turbidíticas: los flujos de baja densidad, compuestos principalmente por granos de la población 1, en los cuales, el soporte del sedimento es en su mayor parte independiente de la concentración de las partículas; y los flujos de alta densidad, los que pueden incluir las poblaciones 1, 2 y 3, y en los que el soporte de las partículas depende de los efectos relacionados con la concentración.

### 2.1.1 Corrientes turbidíticas de baja densidad.

El término turbidita se aplica a una alternancia de materiales, que generalmente son arenas y arcillas, con una estratificación muy regular; son producidas por corrientes de sedimentos en suspensión con mayor densidad que el agua. El desarrollo dentro del flujo, puede ser dividido en tres partes principales: cabeza, cuerpo y cola (fig. 4).

Estas corrientes descienden pendiente abajo, accionadas por la componente tangencial de la gravedad; y parecen originarse en los cañones submarinos, confinados primeramente a canales, para luego diseminarse en las partes más distales del abanico y en el piso de la cuenca. La cabeza es una región de erosión que origina marcas de erosión de corriente (Scour Marks), seguida de una depositación en el cuerpo y la cola (29).

Muchos de los conocimientos de estructuras sedimentarias y facies turbidíticas, fueron resumidos por Bouma en 1962, creando su famosa "secuencia de Bouma" (fig. 5).

49

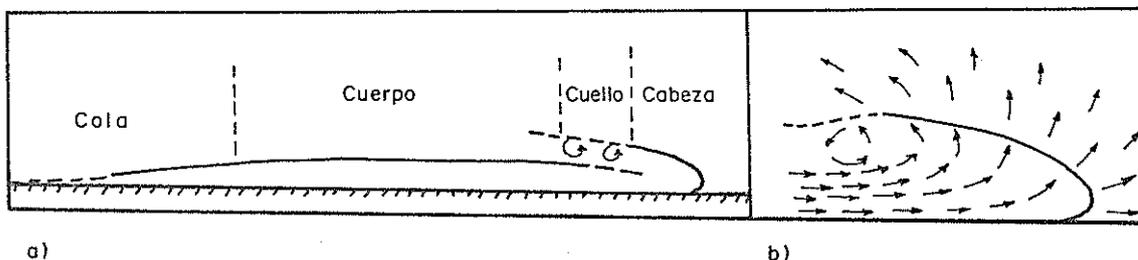


FIG. 4 a) DIVISION ESQUEMATICA DE UNA CORRIENTE TURBIDITICA: CABEZA, CUELLO, CUERPO Y COLA.  
 b) FLUJO PRINCIPAL DENTRO Y ALREDEDOR DE LA CABEZA DE UNA CORRIENTE TURBIDITICA (Tomado de Middleton y Hampton, 19)



BIBLIOTECA ACT  
 ESPO

Tamaño grano	Divisiones de Bouma(1962)	Interpretación
arcilla	Te Interturbiditas (generalmente lutitas)	Sedimentación Pelágica o granos finos, deposición de corrientes turbidíticas de baja densidad.
limo	Td Laminación paralela superior	
arena	Tc Ripples, laminación ondulada o convoluta	Parte baja de Régimen de flujo inferior.
	Tb Laminación plana paralela	Régimen de flujo superior capa plana.
arena (hasta granulos en la base)	Ta Masivo, gradado	? Régimen de flujo superior, deposición rápida y quick bed (?)

FIG. 5 LA SECUENCIA DE BOUMA DE DIVISIONES ESTRUCTURALES EN UNA CAPA TURBIDITICA Y SU INTERPRETACION DEL REGIMEN DE FLUJO (MIDDLETON Y HAMPTON, 1976)

La desaceleración del flujo es marcada por el paso del sedimento de la carga suspendida a la carga de fondo y la subsecuente depositación del sedimento por tracción formando las divisiones de Bouma Tb y Tc; las estructuras sedimentariarias que estas presentan, son: laminación paralela en Tb y estratificación cruzada, ripples, laminación convoluta y flaser en Tc. La capa suprayacente Td refleja mayormente la sedimentación por suspensión, pero con algún vestigio de tracción, produciendo una fina laminación característica de esta división (Walker, 1965; Hesse y Chough, 1981). Finalmente la división Te está formada por depósitos de sedimentos más finos en suspensión.

Otra ocurrencia común es el término Ta bajo el Tb, del cual no hay evidencia teórica o experimental que indique que se forme por depósitos de tracción de alta velocidad; al contrario, los resultados experimentales sugieren que es depositado por una sedimentación directa de partículas en suspensión en flujos de alta densidad (Middleton, 1967). Por lo tanto, la división Ta no es considerada aquí como perteneciente a las secuencias de estructuras depositadas por corrientes turbidíticas de baja

densidad (19).

Las secuencias completas Ta-e de Bouma, son muy raras en una serie turbidítica, lo más común es que falte algún término de esta secuencia, esto probablemente se debe a una erosión por emisiones posteriores o a un cambio de facies en la dirección del flujo.

Las corrientes turbidíticas de baja densidad se encuentran relacionados con el término Ta (S<sub>3</sub> de Lowe); tanto en la base como en el tope de la serie estratigráfica del área de estudio, presentan las siguientes características:

- Secuencias turbidíticas Ta (S<sub>3</sub>), Tc, típicas turbiditas "proximales", representan una alternancia de corrientes turbidíticas de alta y baja densidad (foto 5).
- Capa de turdidita Tb con restos de materia orgánica (foto 6).
- Secuencias turbidíticas "distales" mostrando los términos Tb-d (foto 7 y 8).
- Secuencias Tc, Te principalmente, donde se



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

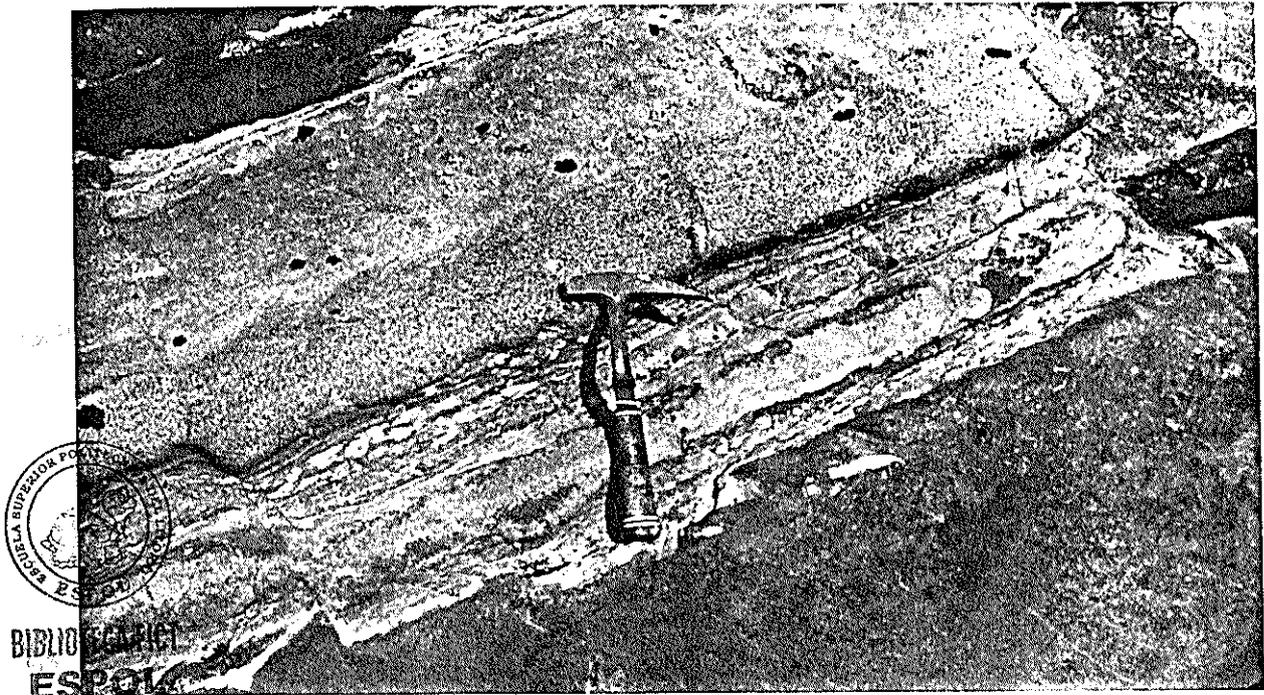


Foto 5. Secuencias turbidíticas S3 (Ta),Tc. Obsérvese que los términos S3 inferiores son masivos y el superior es normalmente gradado con deformaciones de carga en la base (coord. 05154/98945).

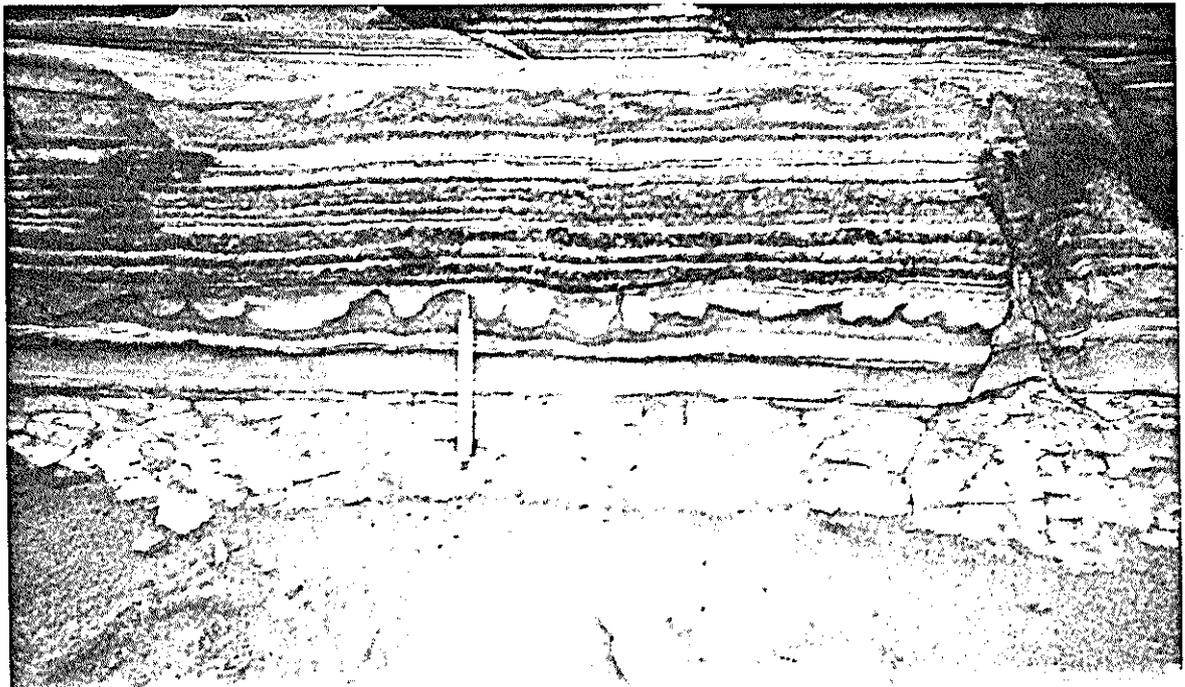


Foto 6. Laminación paralela Ib compuesta principalmente por restos de Bituminita, y deformaciones en forma en la base (coord. 05207/98943).



Foto 7. Secuencias turbidíticas 1b-d, mostrando laminación convoluta y sus respectivas estructuras de escape de fluidos (05212/98947).

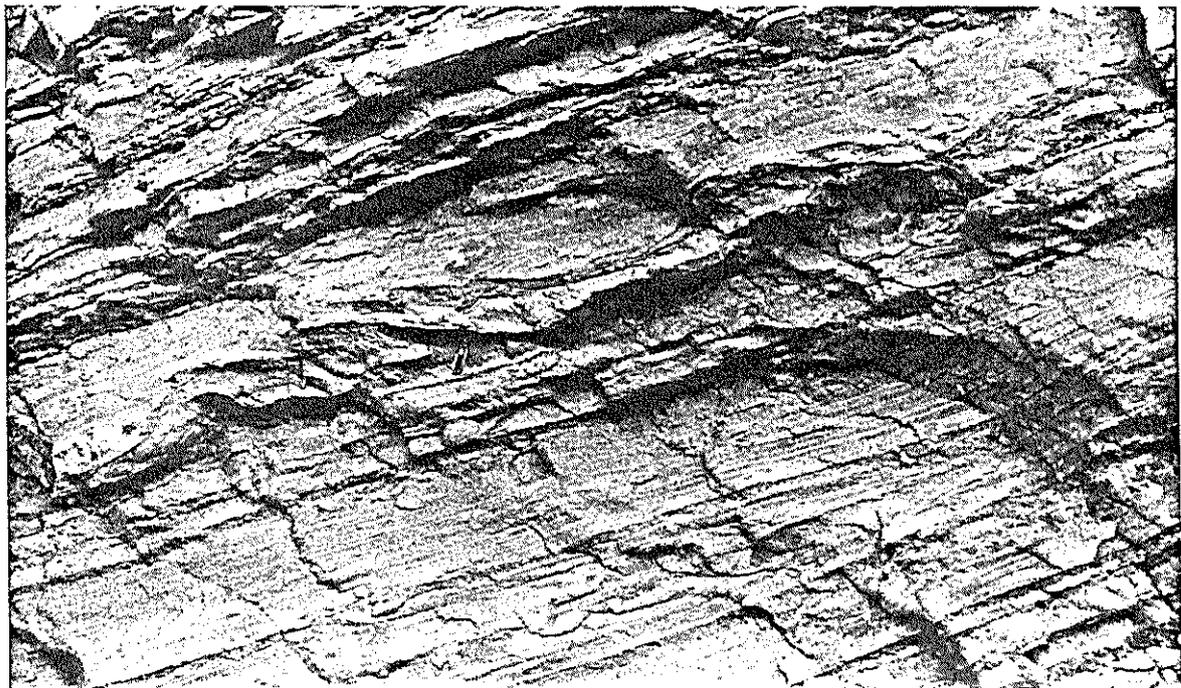


Foto 8. Abundantes secuencias turbidíticas 1b-d con esporádicos términos S3 (La) (ccord. 050678994).



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

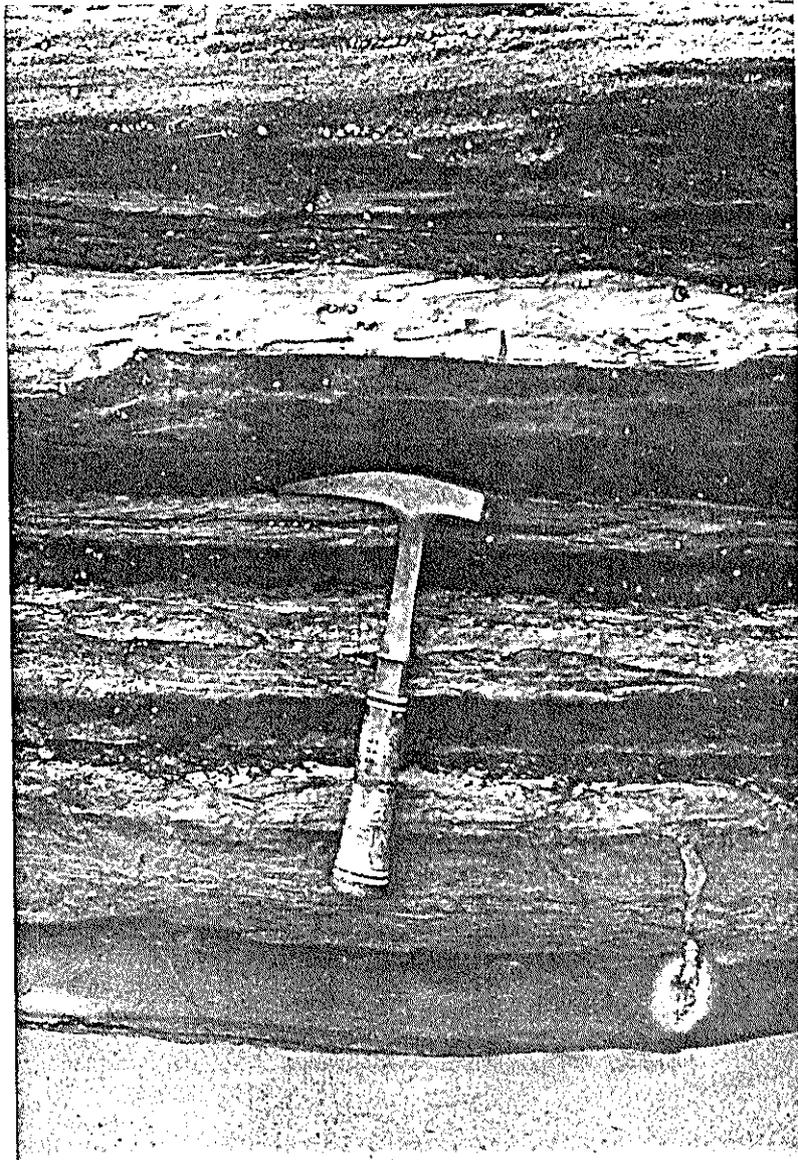


Foto 9. Se observa un término II en la base, seguido de una alternancia de secuencias I<sub>a</sub>, I<sub>b</sub>, la cual va haciéndose estrato-creciente hasta terminar en un S<sub>1</sub>. (coord. 05203/78946).

observa un estrato-grano-crecencia (foto 9).

### 2.1.2 Corrientes turbidíticas de alta densidad.

Las corrientes turbidíticas de alta densidad, han sido objeto de discusiones y especulaciones, desde que fueron propuestas por Kuenen en 1950-51. Un considerable conjunto de evidencias, sugiere que los flujos turbulentos de alta densidad de granos esencialmente sin cohesión, son efectivos en el transporte y depósito del sedimento en el fondo del mar. Esta evidencia toma en cuenta la gran similitud entre los antiguos depósitos de mar profundo, especialmente los comúnmente llamados turbiditas "proximales" y los depósitos experimentales a pequeña escala de flujos de alta densidad de Middleton (1967). Ciertas observaciones indican que muchas estructuras y texturas sedimentarias en los depósitos antiguos, parecen haberse formado por depositación a partir de un concentrado.

Las corrientes turbidíticas de alta densidad se subdividen en: los flujos arenosos, dominados por la población 2 de granos y suspendidos por la turbulencia y el impedimento al asentamiento

"hindered settling"; y los flujos de grava, constituidos por la población 3 de granos y mantenidos en suspensión en gran parte por la presión dispersiva y la matriz flotante.

#### DEPOSITACION DE SEDIMENTOS DE CORRIENTES TURBIDITICAS ARENOSAS DE ALTA DENSIDAD.

La depositación de sedimentos de una corriente turbidítica de arena gruesa de alta densidad puede dividirse en tres etapas principales: I) una etapa de sedimentación por tracción, II) una etapa de alfombras de tracción y, III) una etapa de sedimentación por suspensión. Estas secuencias reflejan el incremento de inconsistencia del flujo y el colapso de la nube de sedimentos suspendidos de alta densidad y, tienen las siguientes características:

- I) El sedimento depositado bajo estas condiciones, presentará una sedimentación por tracción, que le confiere principalmente estructuras como laminación paralela y oblicua o estratificación cruzada. Estas estructuras son comunes en muchas unidades potentes de areniscas "proximales" y areniscas guijarroas en secuencias de mar profundo.



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

Sin embargo, es evidente que, no toda la laminación paralela en esta secuencia se forma por sedimentación por tracción, según las publicaciones de Hiscott y Middleton en 1979. La estratificación cruzada que no incluye aquella desarrollada en el tope de las unidades de sedimentación "proximal", se reporta como proveniente de la base de algunas unidades y del interior de otras. En esta etapa la corriente también puede ser localmente erosiva, y los depósitos presentan lenticularidad, amalgamación y marcas de corriente (scour marks).

II) Debido a que la inconsistencia del flujo aumenta, las cargas de sedimento suspendido llegan progresivamente a concentrarse hacia la base. La heterogeneidad vertical en las cargas suspendidas es particularmente marcada en los rangos de tamaño grueso.

La ocurrencia de sucesiones de capas inversamente gradadas de arena gruesa a microconglomerados en las partes más bajas de algunas turbiditas "proximales", sugiere que cuando las alfombras de tracción son forzadas por una continua lluvia de sedimentos de

las capas superiores del flujo, estas colapsarán y se "congelarán", formandose nuevas alfombras de tracción a medida que la superficie de la capa se eleve.

Las unidades individuales de sedimentación de alfombras de tracción son de 5 a 15 cm de espesor. Cada una incluye una o más laminaciones micáceas cerca de la base, una zona media que presenta una bien desarrollada pero discontinua gradación inversa de arenisca de grano medio a conglomerática y una zona superior masiva.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Hay una directa relación general entre el tamaño del grano y el espesor de las capas de las alfombras de tracción, indica que el espesor de las alfombras de tracción.

III) Esta etapa corresponde a granos directamente depositados a partir de la carga en suspensión. La depositación ocurre a partir de una densa nube sin cohesión que muestra los efectos de la liquefacción. El resultado de estos depósitos es la presencia de estructuras de soporte de granos y la ausencia de estructuras de tracción. Pueden ser masivos

o presentar gradación y/o estructuras primarias de escape de agua desarrolladas durante el asentamiento en masa. La gradación si se presenta, puede ser desarrollada en toda la capa, o únicamente en la base o el tope. Las estructuras de escape de agua más comunes son las estructuras en plato y pilares.

Las etapas descritas son llamadas divisiones "S" de las turbiditas. La división S<sub>1</sub> presenta estructuras de tracción, generalmente laminación paralela y estratificación cruzada, reflejadas en capas planas y formas parecidas a dunas, respectivamente. La división suprayacente S<sub>2</sub>, contiene delgados estratos presentando gradación inversa y laminaciones de esfuerzo en la base, estos estratos son interpretados como depósitos de alfombras de tracción. La división superior S<sub>3</sub>, es formada por sedimentos en suspensión, puede presentarse sin estructuras o normalmente gradada, además comúnmente tiene rasgos de escape de agua.

La secuencia S<sub>1-3</sub>, refleja un modelo de evolución del flujo, el cual es mecánicamente similar a los seguidos en las corrientes turbidíticas de baja densidad, en la depositación de Tbc

(estructuras de tracción), Td (suspensión / laminación por tracción) y, Te (depósitos masivos por suspensión).

Los depósitos de corrientes turbidíticas a menudo incluyen altas proporciones de arenisca gruesa a muy gruesa, que alternan con delgadas unidades compuestas por S de alta densidad y Tb de baja densidad y suaves estructuras de deformación.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

En la fig. 6, se muestra la unidad completa de sedimentación ideal, formada durante las sucesivas etapas de depositación de alta y baja densidad, a partir de una corriente turbidítica compuesta por arena gruesa. Son posibles muchas variaciones en esta secuencia, debido a que flujos rápidamente desacelerados pueden empezar la depositación, ya sea por alfombras de tracción o por suspensión directa.

#### DEPOSITACION DE SEDIMENTOS DE CORRIENTES TURBIDITICAS GUIJARROSAS DE ALTA DENSIDAD.

La historia de sedimentación de este tipo de flujos, puede trazarse tanto hipotéticamente como por observaciones de depósitos conglomerados.

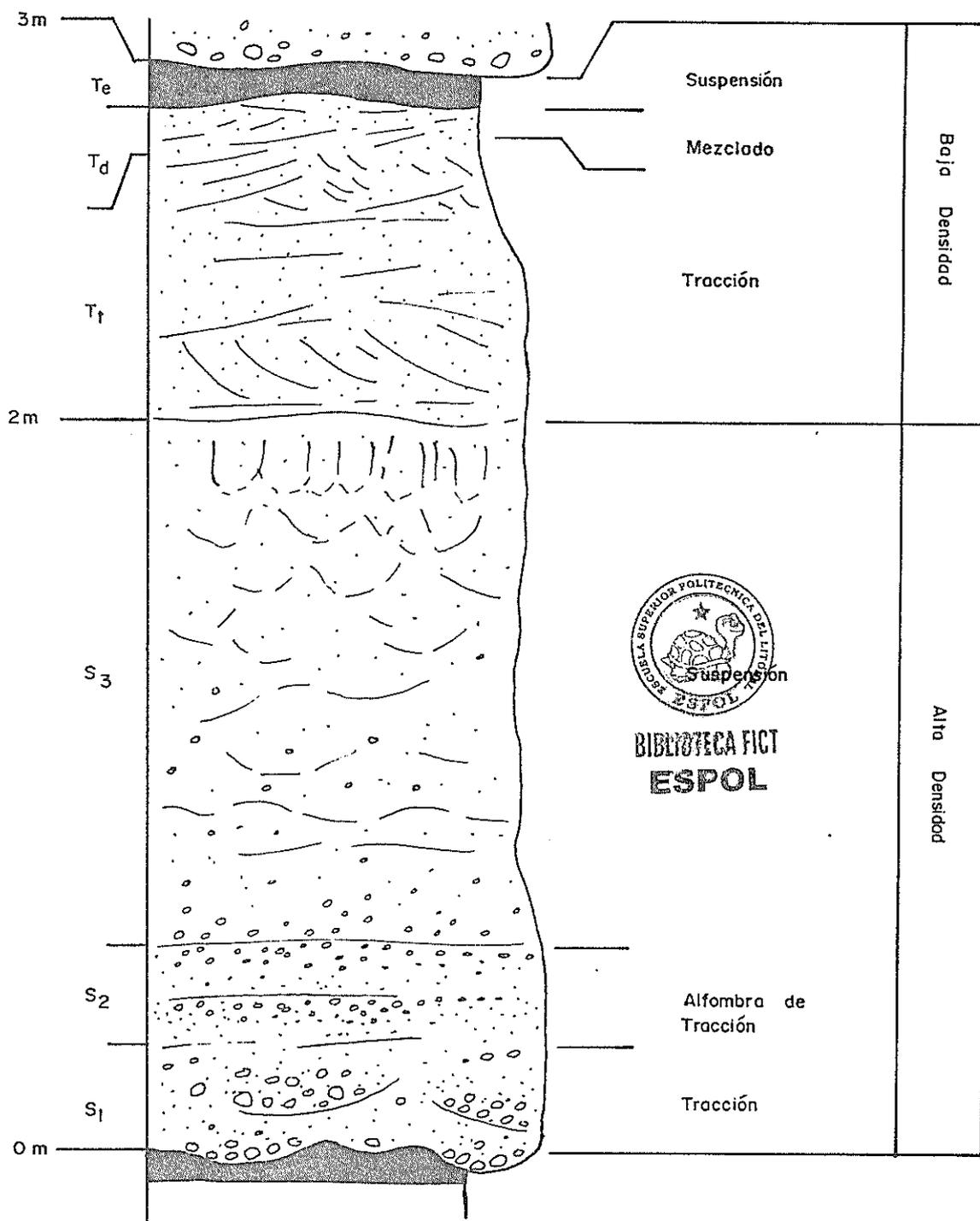


FIG. 6 DEPOSITO IDEAL DE UNA CORRIENTE TURBIDITICA ARENOSA DE ALTA DENSIDAD PRESENTANDO AMBAS DIVISIONES: ALTA DENSIDAD (S<sub>1-3</sub>) Y EL ULTIMO ESTADIO DE BAJA DENSIDAD (T<sub>1</sub>, T<sub>d-e</sub>). T<sub>1</sub> COMUNMENTE INCLUYE T<sub>c</sub> AL TOPE SOBREYACIENDO SOBRE UNA CAPA DE LAMINACION PARALELA (T<sub>b</sub>). (LOWE, 1982)

dos naturales, especialmente aquellos de Walker (1975, 1977) y Aalto (1976). Debido a la presencia de las poblaciones 1, 2 y 3, tales flujos, probablemente comprenden desde densas dispersiones ricas en gravas, dominadas por presión dispersiva intergranular hasta flujos arenosos más diluidos, en los cuales la turbulencia contribuye significativamente al soporte de granos. La mayor parte de la grava muy gruesa probablemente, es transportada cerca del piso en una capa de tracción altamente concentrada y en suspensión en la parte baja de la corriente. La depositación de la grava ocurre casi instantaneamente, una vez que la velocidad del flujo se hace menor a aquella necesaria para mantener la presión dispersiva, involucrando estancamiento y sedimentación a partir de suspensión directa. Por lo que el depósito generalmente presenta una capa de gradación inversa remontada por una unidad de gradación normal. Pendiente abajo, hacia el extremo distal de sedimentación de la corriente, se realiza una sedimentación directa a partir de suspensión sin alfombra de tracción. Este depósito representa una capa de grava normalmente gradada. La depositación de todo el volumen de grava de una corriente turbidítica arenosa de

alta densidad que puede retrabajar las capas superiores, formando facies de conglomerados con estratificación.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Es importante anotar que la depositación de la población de granos 2 ocurre independientemente de la población 3, debido a que los granos de arena son sostenidos por la turbulencia y la obstrucción al asentamiento "hindered settling" y no por presión dispersiva. Consecuentemente no son comunes turbiditas individuales que incluyen intervalos de grava y arena de depositación de alta densidad; la mayoría de los depósitos muestran cambios de facies pendiente abajo y una fuerte separación lateral de arenas y gravas (fig. 7).

En la fig. 8, se muestra un depósito ideal formado por depositación de aportes separados de arena y grava.

Las divisiones estructurales formadas por la depositación de aportes de grava, son designadas como R<sub>1</sub> (grava gruesa presentando estructuras de tracción), R<sub>2</sub> (capas de grava inversamente gradadas), y R<sub>3</sub> (capas de grava normalmente gradadas).



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

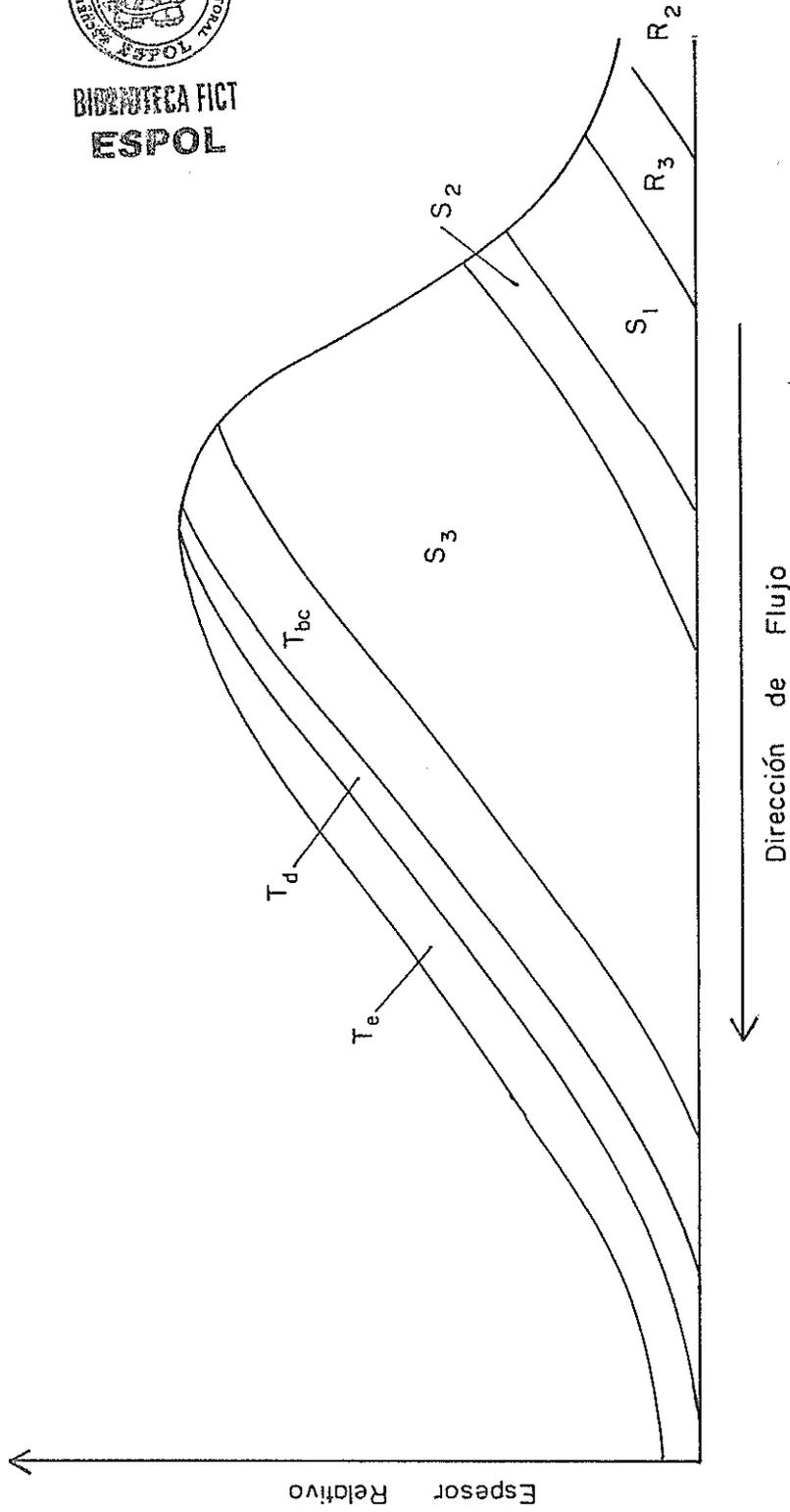


FIG. 7 DIAGRAMA GENERALIZADO PRESENTANDO LOS CAMBIOS EN UNA ORGANIZACION TURBIDITA PENDIENTE ABAJO. (LOWE, 1982)

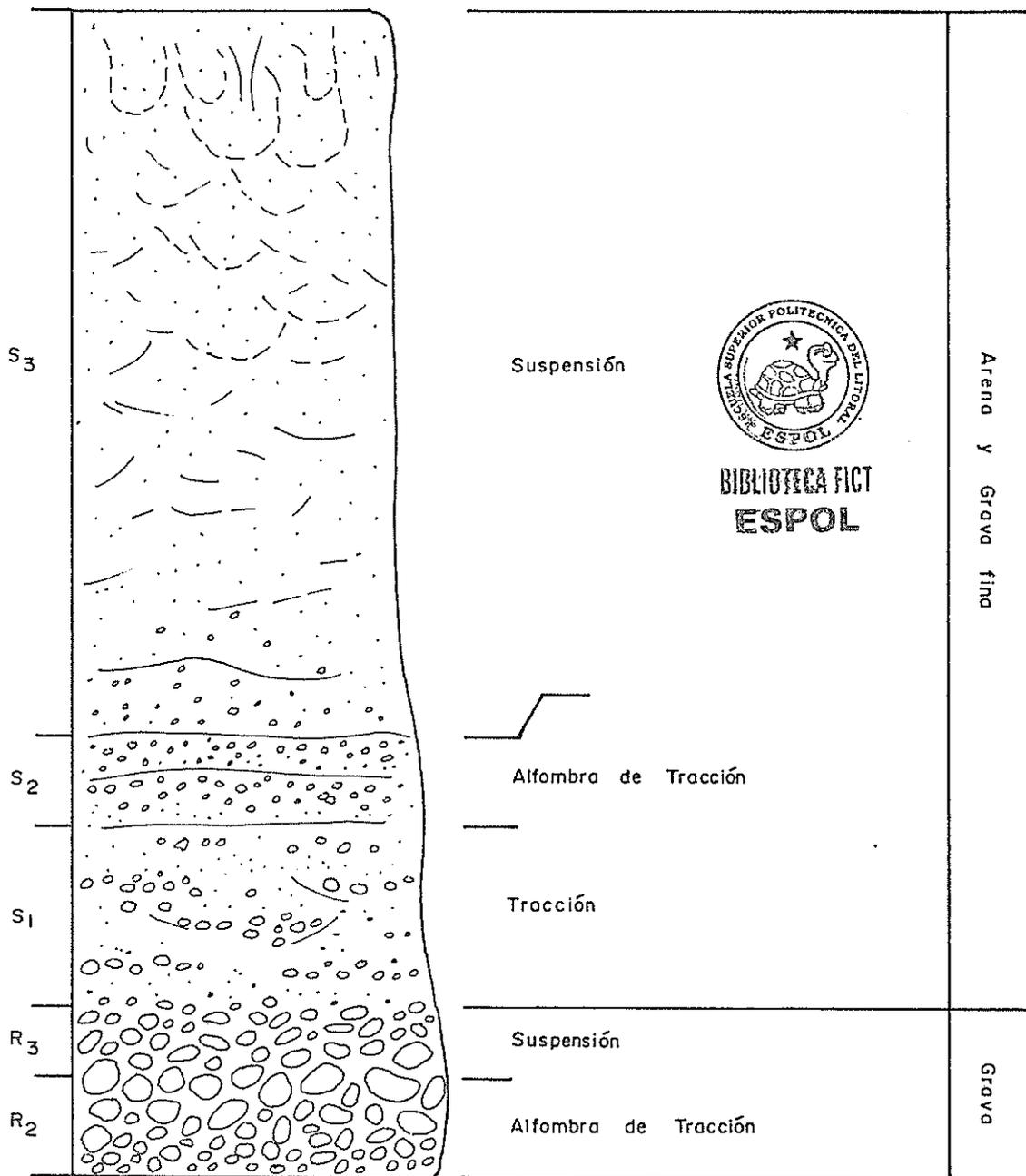


FIG. 8 UNA SECUENCIA IDEAL DE DIVISIONES DEPOSITADA POR CORRIENTE TURBIDITICA DE ALTA DENSIDAD, DECLINANDO DESDE GRAVA HASTA ARENA. (LOWE, 1982)

Los cambios inferidos en la secuencia de divi-  
siones en los depósitos de corrientes turbidi-

CAMBIOS PENDIENTE-ABAJO.

- Capa R<sup>1</sup> intercalada dentro de una secuencia de turbiditas de baja densidad (foto 16)
- Capa R<sup>2</sup> de corriente turbidítica de alta densidad sobre depósitos de corriente turbidítica de baja densidad (foto 15).
- Capa R<sup>2</sup> de corriente turbidítica de alta densidad con intervalos de alta densidad con intervalos turbiditas de alta densidad de determinar (foto 14).
- Estructuras almohadilladas dentro de una turbidita de alta densidad con intervalos turbiditas de alta densidad con intervalos turbiditas de alta densidad (foto 13).
- Capa potente turbidítica R<sup>3</sup> con laminación cruzada bajo una alternancia de turbiditas S<sup>3</sup>, Tb-c menos potentes (foto 12).
- Capa potente que muestra el intervalo S<sup>3</sup> mi-crocongglomerático (foto 12).
- Secuencias de turbiditas S<sup>1</sup>, S<sup>3</sup> (foto 10 y 11).

densidad:

En el área de estudio se presentan los siguientes ejemplos de corrientes turbidíticas de alta densidad:



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

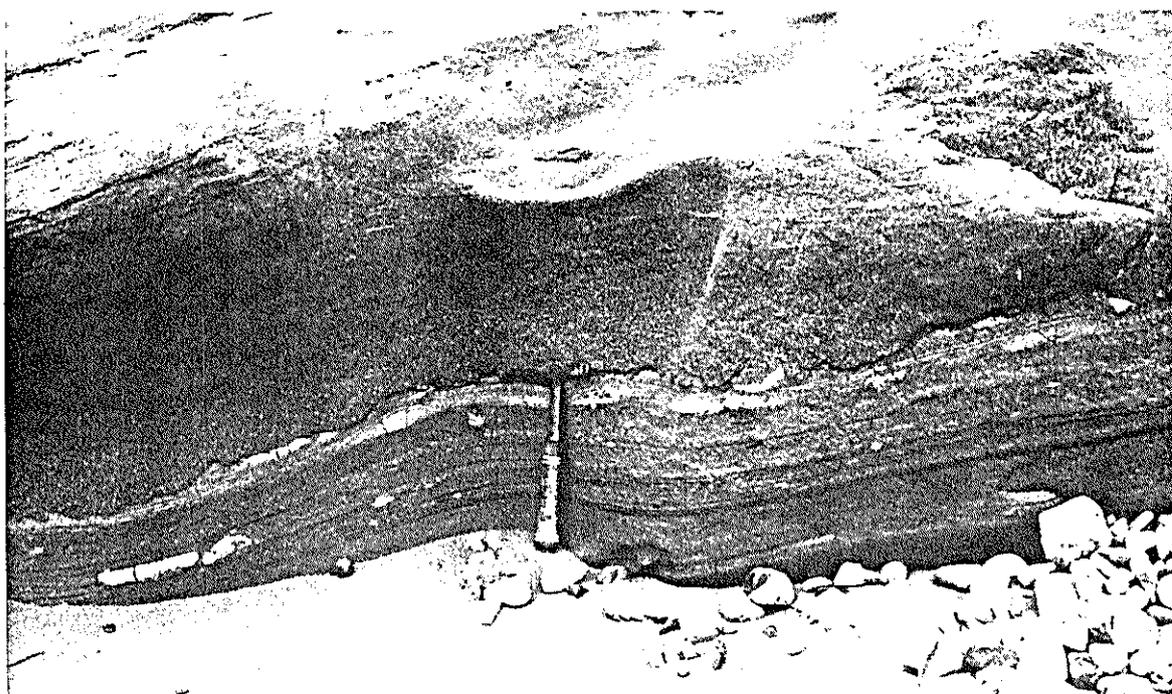


Foto 10. Secuencia S1,3 separados por una capa de material fino con deformaciones en llama. Observese los clastos intraformacionales en la inferior capa S1 y la apariencia masiva del término superior S3.

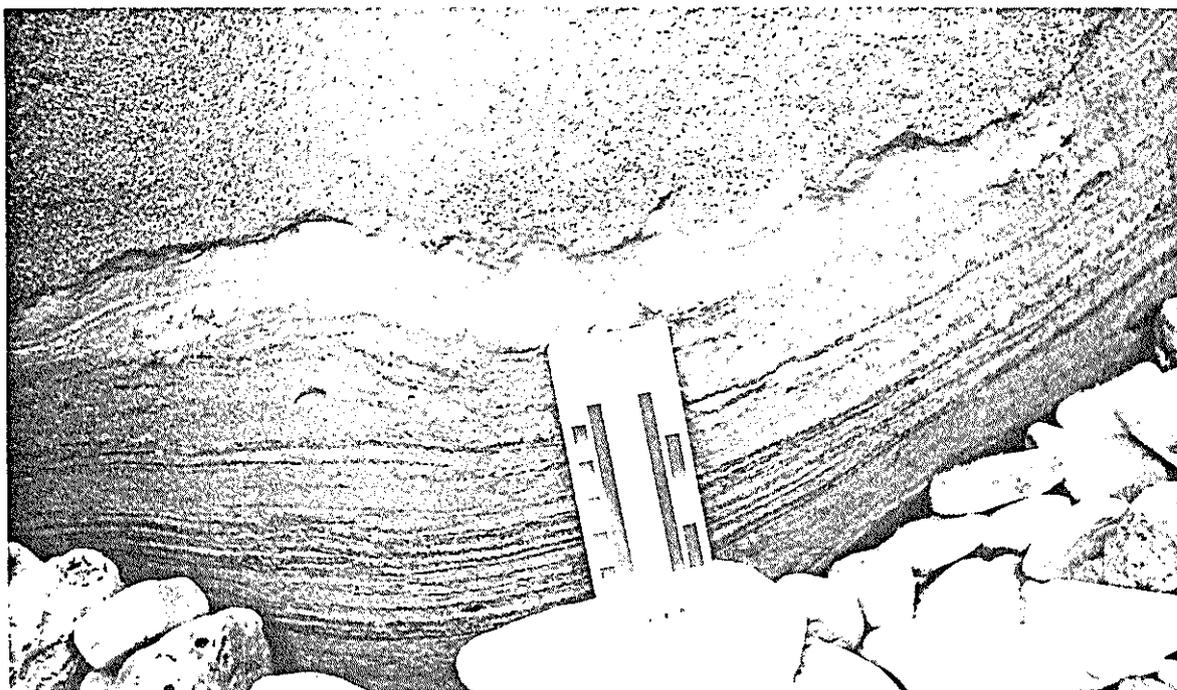


Foto 11. Detalle de la foto anterior, donde se observan intraclastos y material orgánico en el término S1. (coord. 95311/50913).

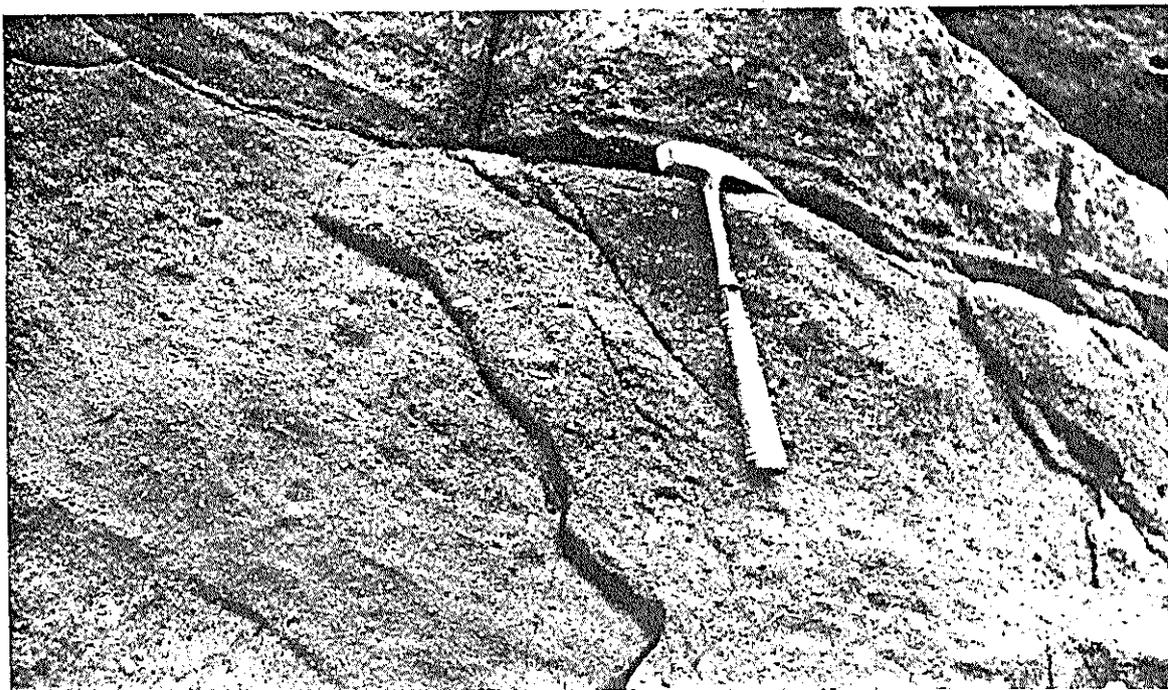


Foto 12. Potente capa de arenisca guijarrosa con leve imbricación en los clastos. Correspondiente a la Facies B de Mutti. (coord. 05192/98946).

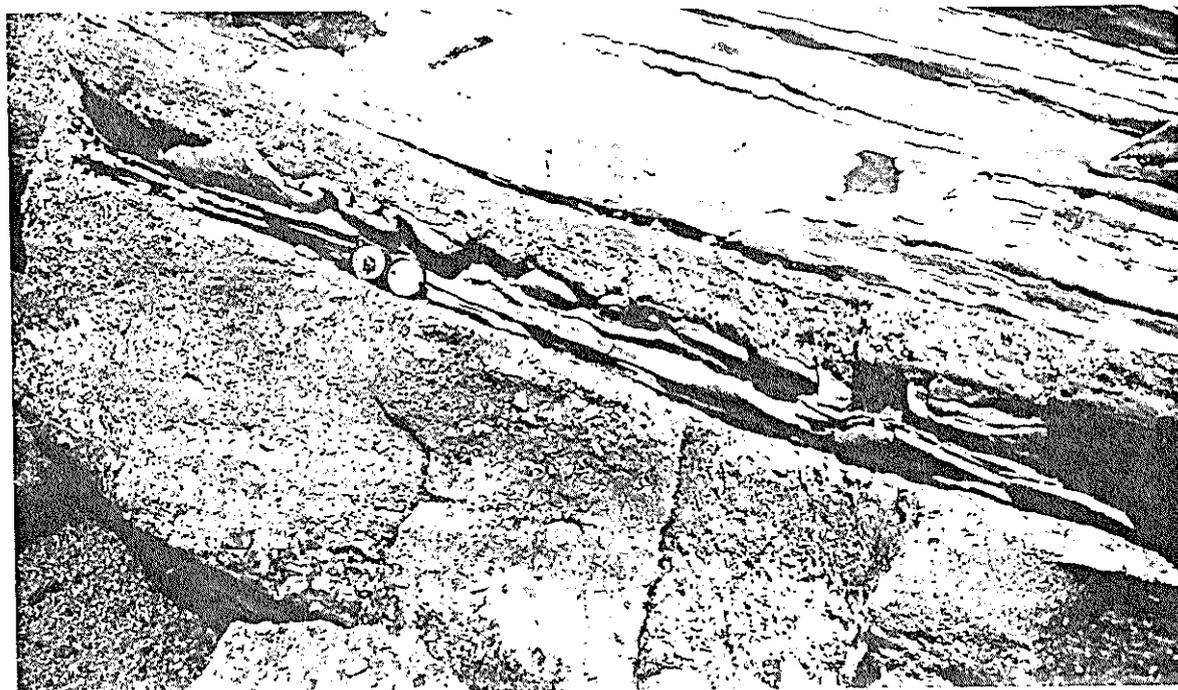
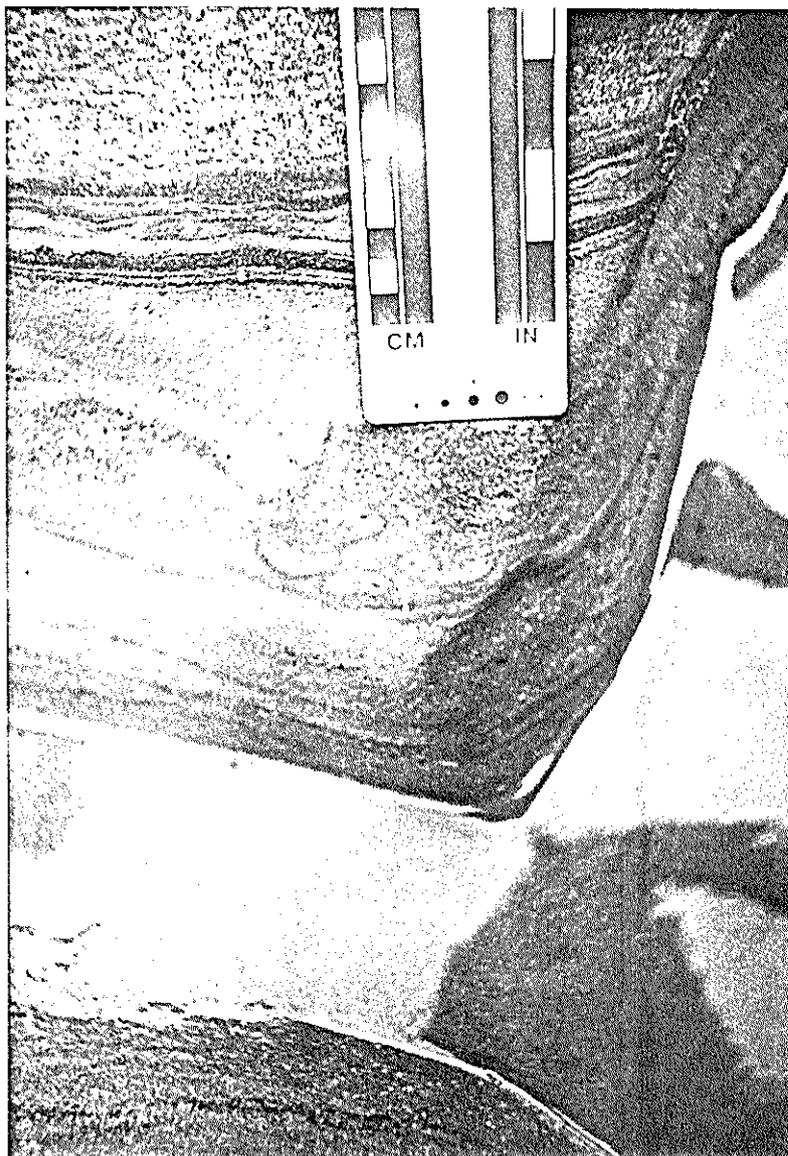


Foto 13. En la base se observa una capa potente K3 cementizada que muestra laminación cruzada y una incipiente imbricación, intercalada con una capa arcillosa que presenta un slump (verdes n.º 1). En el tope alternancias de S<sub>1</sub> - T<sub>1</sub> c. (Facies C<sub>1</sub>, coord. 05192/98945).



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Foto 14. Estructuras almohadilladas dentro de una secuencia de corrientes turbidíticas de esta densidad no determinada. (coord. 00207.3379).

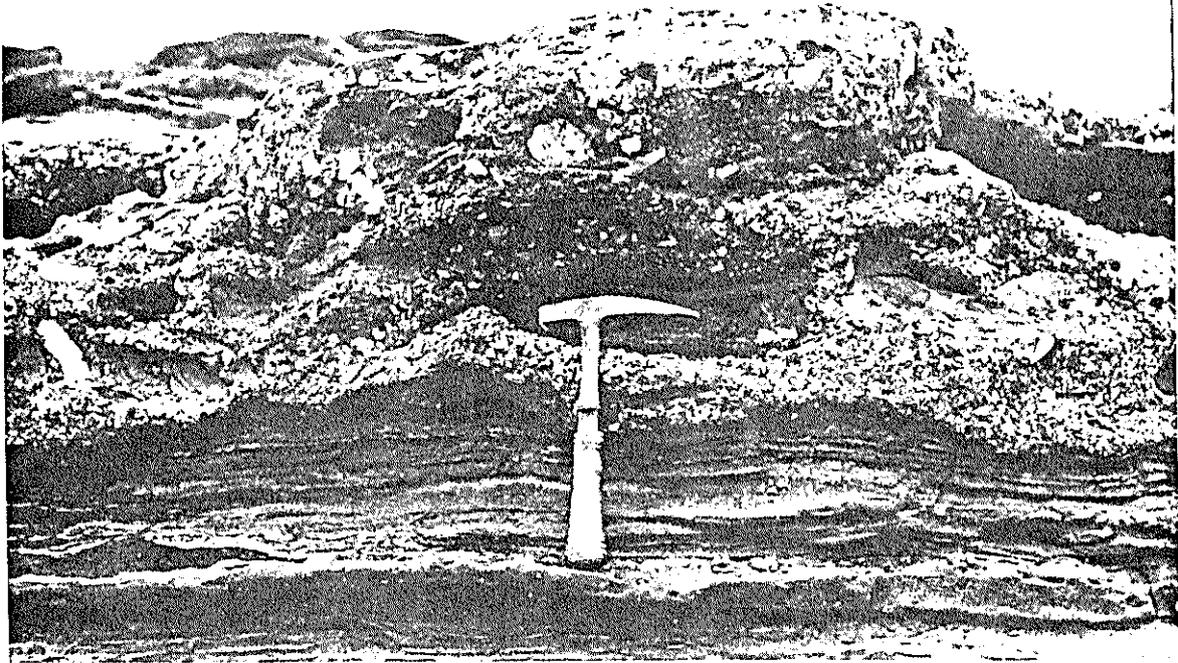


Foto 15. Secuencia que muestra depósitos de una CIAD sobre depósitos de una CIAD. La capa R.2 presenta gradación inversa y superficie ondulada en el contacto (Facies n.2) sobre turbiditas con alternancias Ib-c y Ib.2 (Facies 4). (coord. 051°2' 30" W).

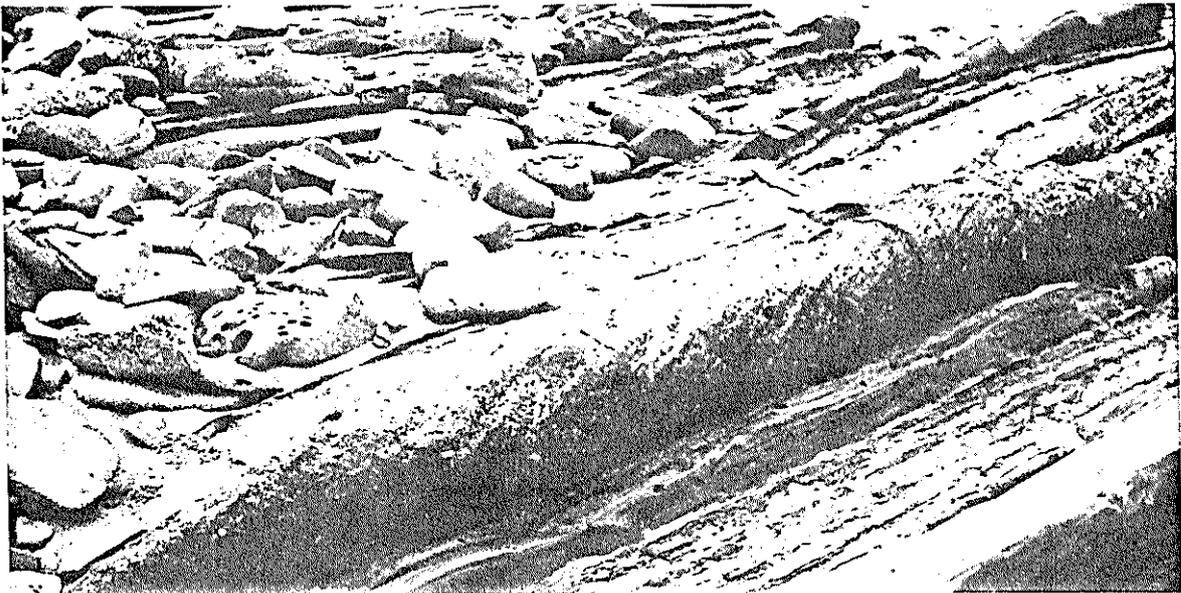


Foto 16. Depósito de CIAD intercalado entre depósitos de CIAD. La capa decimétrica intermedia R1 canalizada muestra laminación cruzada y secamiento (Facies n.2) y se encuentra cubierto por un arenoso que presenta secuencias Ib-c y Ib.2 (Facies 4). (coord. 051°2' 30" W).

ticas de alta densidad, reflejan la evolución del flujo pendiente abajo, y tienden a parecerse a los depósitos de flujos de baja densidad (fig. 7).

En ambientes "proximales", de cañones submarinos y canales del abanico interior, los depósitos de corrientes turbidíticas de alta densidad consistirán ya sea de grava gruesa presentando las divisiones  $R_2$  y  $R_3$ , o de arena y grava fina arreglados en complejos ciclos  $S_{1-3}$ .

Algunas divisiones pueden estar ausentes en una turbidita, generalmente  $S_1$  y  $S_3$  a causa de la extrema inestabilidad del flujo. En su extremo más distal una corriente de alta densidad deposita únicamente una delgada división  $S_3$  que cuando está sobrepuesta directamente por divisiones de estructuras de tracción depositadas por la desaceleración del flujo residual de baja densidad; representa lo mismo que  $T_a$  (fig. 7). La sucesión resultante  $S_3 = T_a, T_b - e$ , representa la clásica secuencia de turbiditas de Bouma (1962).



## 2.2 FACIES SEDIMENTARIAS

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Los depósitos de aguas profundas pueden dividirse en facies desde la A hasta la G, que han sido desarrolladas por Mutti y Ricci Lucchi (29), y revisadas por otros investigadores más recientemente. A estas facies pueden adaptarse criterios de la secuencia de Bouma, así como las de otros investigadores como Lowe y sus depósitos de corrientes turbidíticas de alta densidad.

Las facies son esencialmente descriptivas y su clasificación depende de observaciones de: el espesor de las capas, el tamaño del grano, la relación arenisca-lutita, la regularidad en la estratificación, las texturas y estructuras internas e indicadores paleoecológicos.

### 2.2.1 Consideraciones teóricas.

A continuación se describen cada uno de las facies que tienen relación con depositación marina profunda:

#### FACIES A

Caracterizada por la existencia de capas poten-

tes (generalmente de 1 a 10 m) de areniscas gruesas o conglomerados con frecuentes variaciones laterales de espesor y comúnmente amalgamadas. Entre las características más comunes están: superficies erosivas, canales e interdigitaciones con capas de grano fino, estructuras de corriente frecuentes, y contactos entre capas generalmente irregulares, sin embargo, en las partes distales del abanico las capas de conglomerados tienden a ser rectas. La relación conglomerado-arenisca/lutita, en general, es muy alta. La secuencia de ~~estratificación~~ <sup>estratificación</sup> no es aplicable.



La organización interna puede ser ~~estratificada~~ <sup>estratificada</sup>, no gradada o inversamente gradada. Walker propone términos como: gradación-estratificación, gradación inversa a normal y capas desorganizadas.

Pueden distinguirse cuatro tipos de subfacies, dos de ellas donde dominan los conglomerados sobre la matriz arenosa y las otras dos donde domina la matriz sobre los clastos.

#### A.1 Conglomerados desorganizados

Los clastos dominan claramente sobre la

matriz arenosa, no poseen estructuras internas, todo el material se halla completamente desordenado. El espesor oscila de uno a varios metros generalmente.

#### A.2 Conglomerados organizados.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Son los que poseen una ordenación interna de clastos en una matriz arenácea. Las estructuras que dominan son de grano clasificación normal o inversa y una imperfecta estratificación horizontal, también aparecen imbricaciones. El espesor de las capas varía desde unos pocos centímetros hasta aproximadamente un metro.

#### A.3 Areniscas conglomeráticas desorganizadas.

Son areniscas de grano grueso a muy grueso que incluyen frecuentes clastos. Pocas veces presentan una incipiente granoclasi- ficación y son frecuentes las superficies de contacto irregulares. El espesor de las capas va de cincuenta centímetros a cinco metros o incluso diez metros. La relación arena/arcilla  $S_d/S_h$  no excede 10:1.

#### A.4 Areniscas conglomeráticas organizadas.

Estas se caracterizan por la presencia de una granoclasificación normal y ausencia de gradación inversa. El espesor de las capas oscila entre veinte centímetros y dos metros. Son frecuentes los turboglifos grandes u otras estructuras de corriente. Las capas de arcilla son menos frecuentes, la relación  $S_d/S_h$  oscila alrededor de 10:1. Los clastos se hallan siempre dispersos y por lo general localizados en la base de los estratos, con los ejes tendiendo a orientarse según la dirección del transporte.

#### FACIES B

Está compuesta por estratos potentes de arenisca de grano grueso a medio e incluso microconglomerática que comparada con la anterior facies se presenta mejor clasificada, con laminación y estratificación menos potente, lateralmente más continua y menos canalizada y tiene intervalos de lutita de mayor espesor. Las estructuras en plato y otras estructuras de escape de fluidos son comunes en algunas facies

B, así como estratificación cruzada a mediana y gran escala, algunas incluyendo marcas de migración de ripples. La secuencia de Bouma no es aplicable, y presenta dos subdivisiones:

B.1 Capas con estructuras de "plato" (dish structure).

B.2 Capas sin estructuras de "plato".

Esta última se caracteriza por la existencia frecuente de una laminación paralela más o menos marcada, a veces con ripples en el techo. Son frecuentes también las estructuras de base, tipo marcas de desbaste (Scour Marks), y la presencia de amalgamaciones.

La facies B se encuentra comunmente interestratificada con la facies E y a veces con las facies A, C y D.

#### FACIES C



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

Corresponde a las típicas turbiditas "proximales" de la secuencia de Bouma. Se componen de areniscas gruesas a finas comúnmente interestratificadas con lutitas, los contactos son

netos y planos en la base, existe regularidad en la estratificación y buena continuidad lateral (que la distingue de las facies A y B). El intervalo Ta es muy potente, frecuentemente sin estructura y con un delgado Tc que lo cubre. Las capas poseen, por lo general, un espesor mayor de treinta centímetros, oscilando entre 1.5 y 5 metros. La relación Sd/Sh es aproximadamente de 5:1.



#### FACIES D

**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

También corresponde a turbiditas típicas, pero faltando el término Ta como mínimo. Consiste en capas tabulares de areniscas de grano fino a medio y limolitas o lodolitas que persisten a través de grandes distancias. El contacto inferior es plano y neto, las capas de arenisca se hallan siempre granoclasificadas y contienen la parte superior de la secuencia de Bouma: Tc-e o Tc,Te. La relación Sd/Sh es aproximadamente 1:1. El espesor de las capas raras veces sobrepasa los diez centímetros, pero puede variar entre 3 y 40 cm. La actividad biológica es muy evidente en todo el estrato. Los estratos de estas facies corresponden a las clásicas turbiditas "distales". Son transicionales con las

capas de la facies C, o pueden encontrarse interestratificadas.

Pueden ocurrir en todas las partes de un abanico submarino, así como también en la planicie de cuenca, las canalizaciones generalmente están ausentes. Pueden subdividirse en:

- D.1 Cuando las areniscas son más potentes que las lutitas interestratificadas.
- D.2 Cuando las areniscas son de igual potencia que las lutitas.
- D.3 Cuando las lutitas son más potentes que las areniscas interestratificadas.

#### FACIES E



Es prácticamente una variante de la facies D definida por Mutti y Ricci **BIBLIOTECA FIC** **ESPOL**, y está caracterizada porque la arenisca es más gruesa, el porcentaje de arena es mayor y la relación  $S_d/S_h > 1:1$ . Las capas de arenisca son más delgadas, numerosas y discontinuas, y con una tendencia a acufarse, o sea, a la forma lenticular. La secuencia de Bouma puede ser aplica-

ble, calificando las facies de "turbiditas distales".

La diferencia con las facies D es que: son menos potentes, generalmente menos de 30 cm y comúnmente menos de 15 cm; son de grano más grueso y pobremente clasificadas e incluyen estratificación lenticular y ondulada, con clastos intraformacionales. La facies E es característica de zonas canalizadas de abanicos submarinos. La relación de facies B/E es típicas de las partes internas y medias, y junto a la facies D, G y F componen la mayoría de los depósitos laterales de los canales (over-tops y levées).

#### FACIES F



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

En esta facies, se incluyen todos aquellos niveles que han sufrido deslizamientos, desplomes, volcamientos, etc. durante o después de la sedimentación. Los ejemplos típicos de esta facies lo componen las zonas de pliegues por deslizamiento (Slumps) y las secuencias de lutitas con clastos donde la matriz muestra un aspecto caótico. Esta facies se encuentra preferentemente cerca del talud inferior y a lo

larg de los bordes del canal en las partes interna y media de un abanico submarino (facies de pendiente). La secuencia de Bouma no es aplicable a estas facies.

### FACIES G

A ella pertenecen todos los sedimentos de grano fino que incluyen los depósitos pelágicos y hemipelágicos, más o menos potentes. Entre ellas se intercala a veces una pequeña parte de sedimento alóctono, formado por muy delgadas capas de areniscas finas o limolitas. La estratificación de estas facies, cuando se la puede detectar, es fina y paralela. Se desarrolla mejor en zonas intercanales y deslizamientos submarinos del piso oceánico, y se la encuentra generalmente asociada con las facies D y E.

#### 2.2.2 Facies presentes.

La facies A está presente principalmente en la base de la serie, con subfacies A.1 y A.2 asociadas con facies C y D (ver fotos 13, 15 y 16).

La Facies B está presente tanto en la base de

En la serie como en el tope, se observa una asociación de facies B de aproximadamente 26 m de potencia (foto 17), que en la parte inferior muestra capas masivas y en la superior una alternancia de estas con capas normalmente gradadas presentando estructuras de escape de fluidos, migración de ripples y estructuras formadas por tracción (foto 18 y 19). En el tope las secuencias son menos potentes y presentan capas canalizadas con estratificación festoneada (festoon) y paralela (fotos 20 y 21).

La Facies C presentan, en la base de la serie, potentes, potentes secuencias de aproximadamente 100 m de espesor con alternancias monótonas de capas Ta-c, que muestran, en general una grano-estrato-crecencia, desde capas centimétricas en la parte inferior, hasta potentes capas de más de 2 metros en la parte superior (foto 22). Se puede encontrar estructuras sedimentarias de corriente, como turboglifos, en la base de las capas.

La Facies D se presentan a través de toda la serie, desde la base hasta el tope. En la base, las secuencias tienen alrededor de 30 m

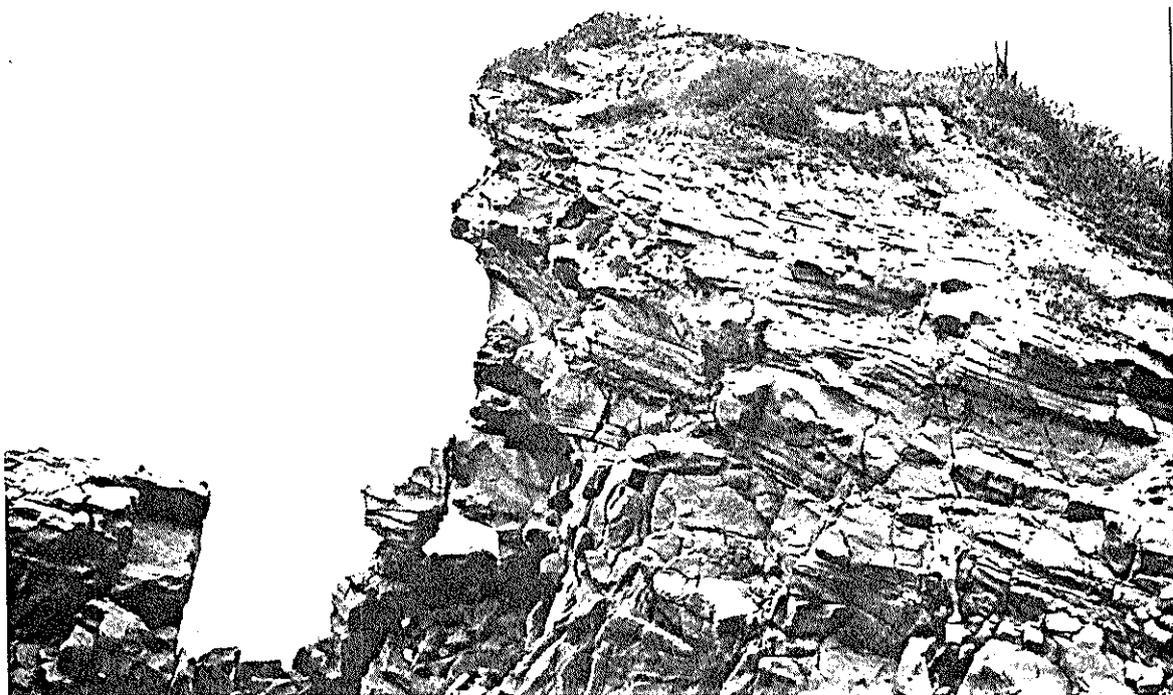


Foto 17. Secuencia potente ( $\geq 26$  m), perteneciente a la Facies B. En la base las capas tienen aspecto masivo y en el tope alternancias de capas gradadas y masivas (coord. 95192/98947).



Foto 18. Acercamiento del tope de la secuencia de la foto anterior. Se destaca hacia la parte media una laminación convoluta debida a ripples y hacia el tope una laminación horizontal (Facies B).



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL



Foto 19. Detalle de la parte derecha de la toma anterior. Se observa como la capa presenta en la parte inferior laminación paralela que cambia hacia arriba a laminación convoluta debida a migración de ripples que parece haber sido deformada por deslizamiento posterior, esta capa se encuentra decapitada por un flujo conglomerático fino erosivo, que se estrangula hacia el SSW. (Facies B).



BIBLIOTECA FICTA  
ESPOL

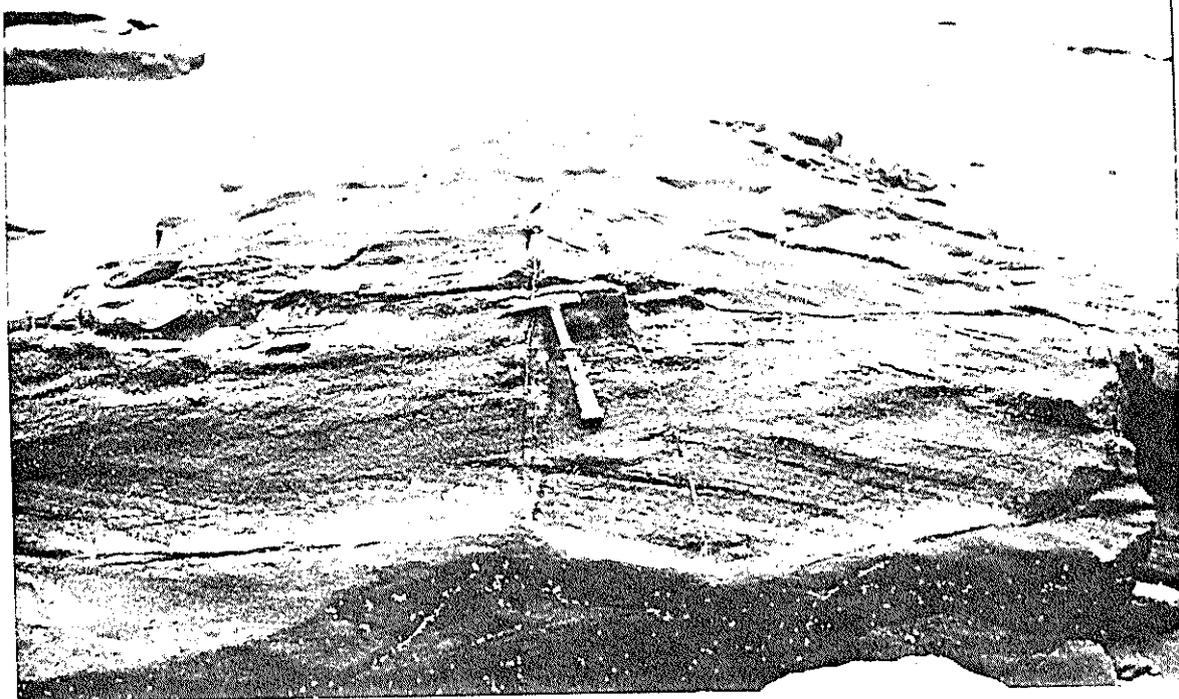


Foto 20. Canal arenoso con estratificación festoneada (festoon), (Facies B), (coord. 05211/98747).

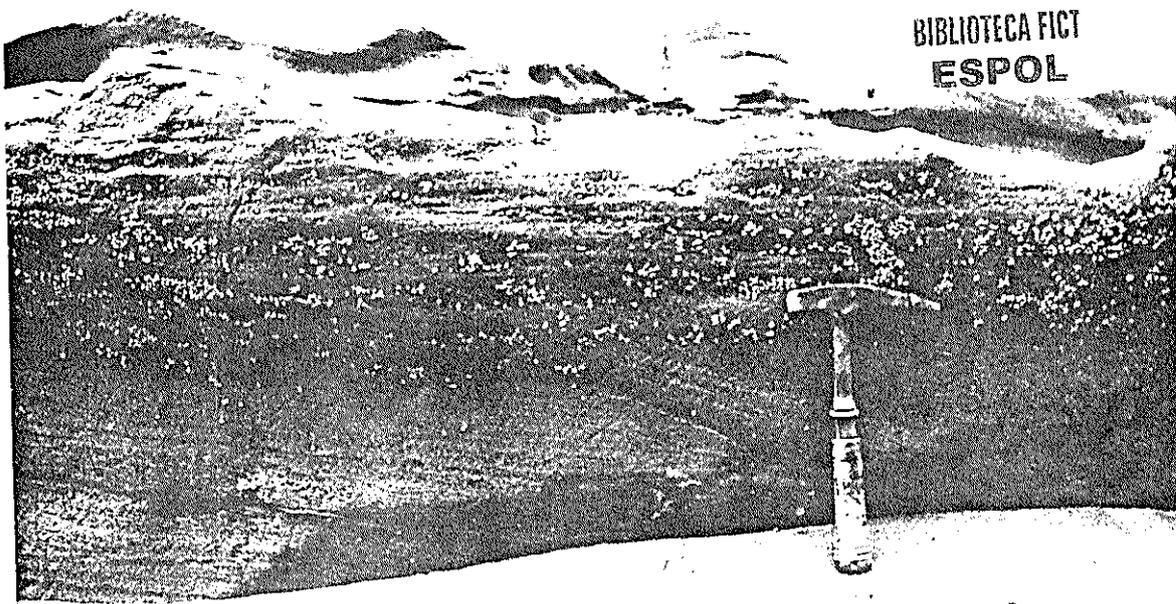


Foto 21. Canal arenoso secundario con estratificación paralela (Facies B), (coord. 05208/98711).

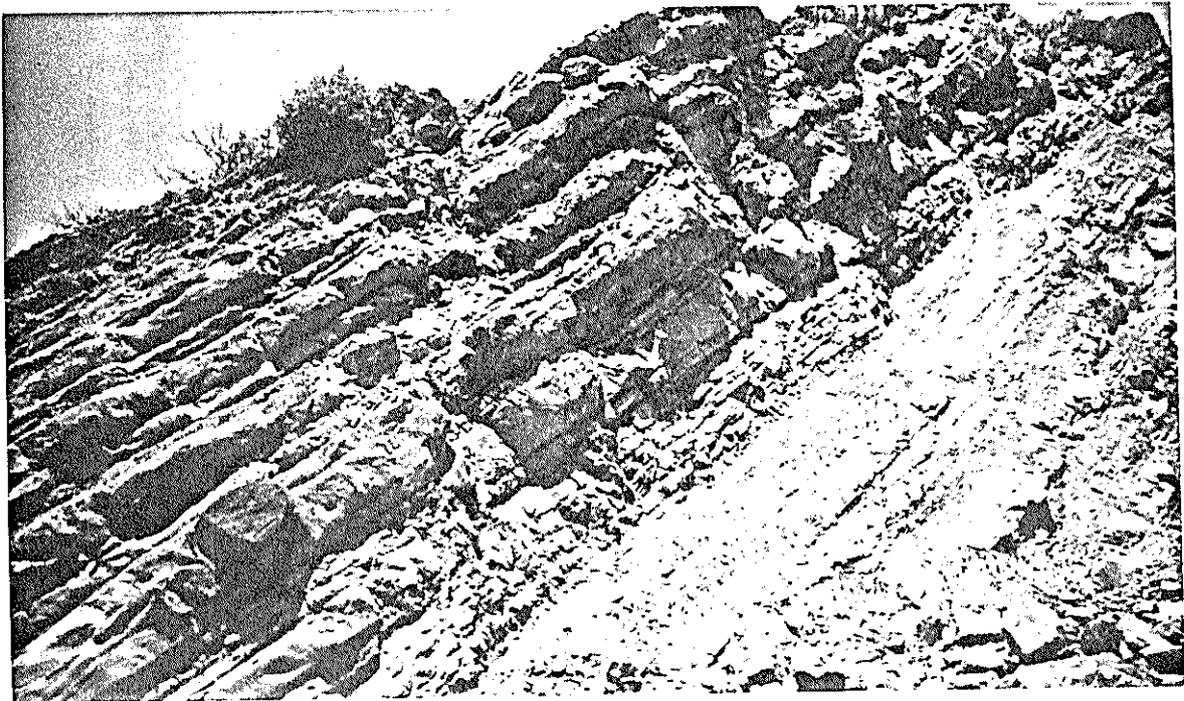


Foto 22. Grandes secuencias estrato-grano-crecientes de "turbiditas proximales", (Facies C), (coord. 05193798945).

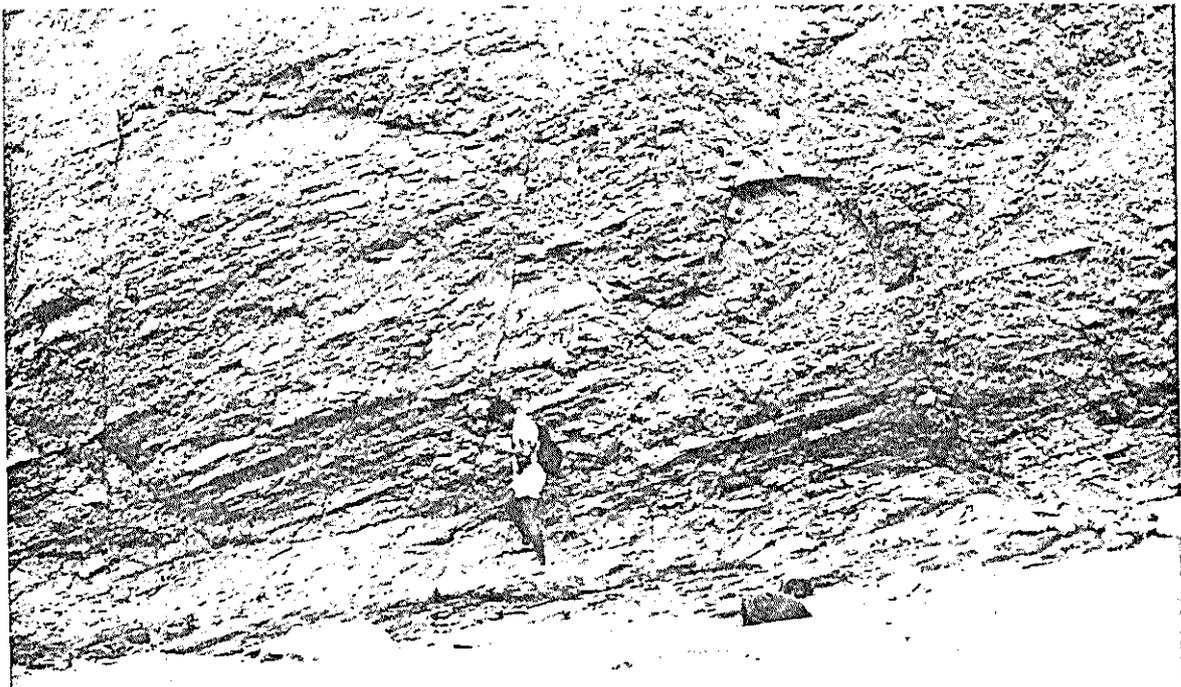


Foto 23. Secuencias de turbiditas "distales" ibeo, afectadas por varias fallas pequeñas, (Facies D.1), (coord. 05207758949).



BIBLIOTECA FICIT  
 ESPOL

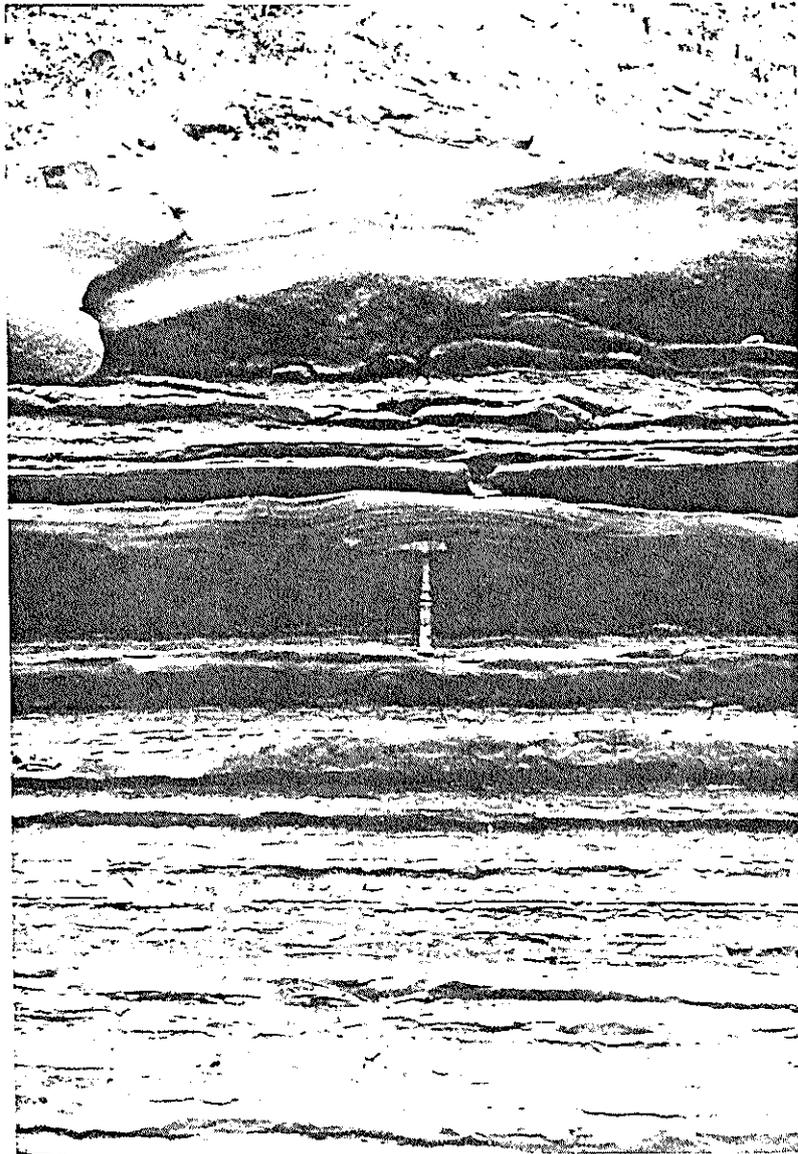


Foto 24. Secuencias estrato-grano-crecientes, con alter-  
nancias de capas fino, med. (facies D), (coord.  
05192/793/15).



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

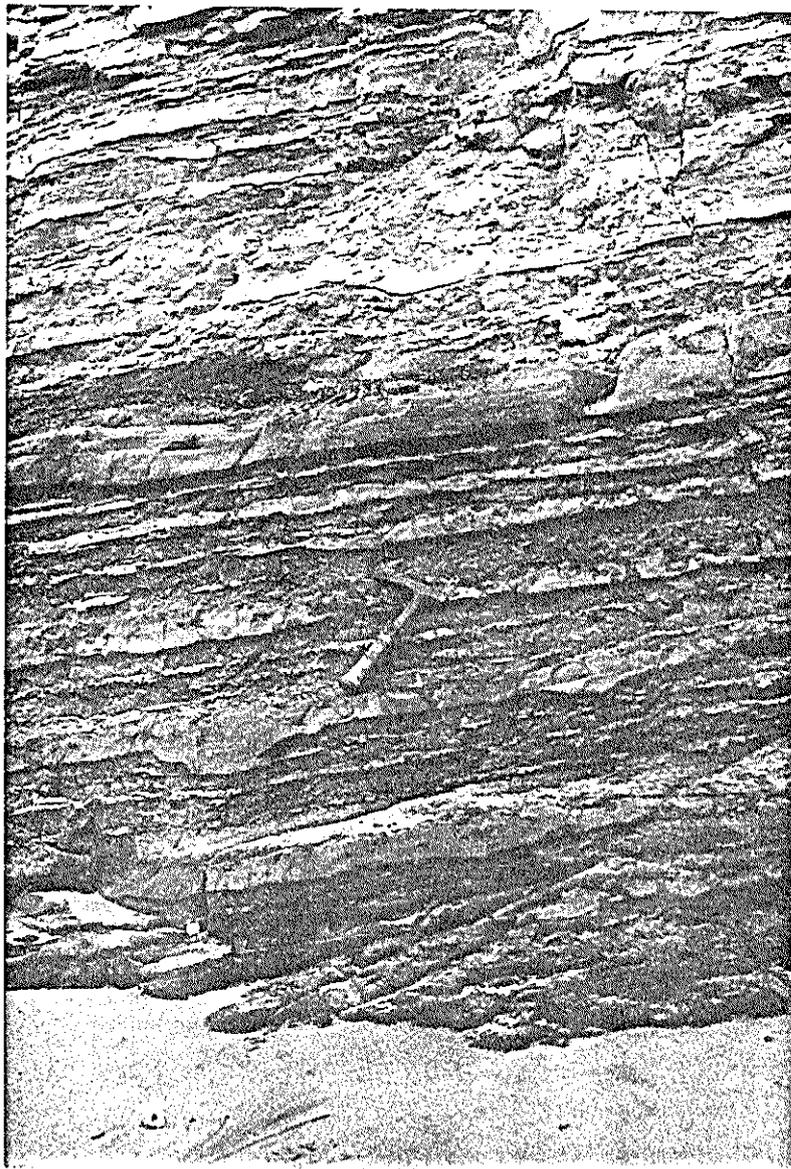


Foto 25. Secuencias estratigráficas de areniscas, que muestran alternancias de litologías, donde la relación arenisca a arcilla (calizas) es aproximadamente 1:2 (Academia D.S., records, 1958/1960).



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

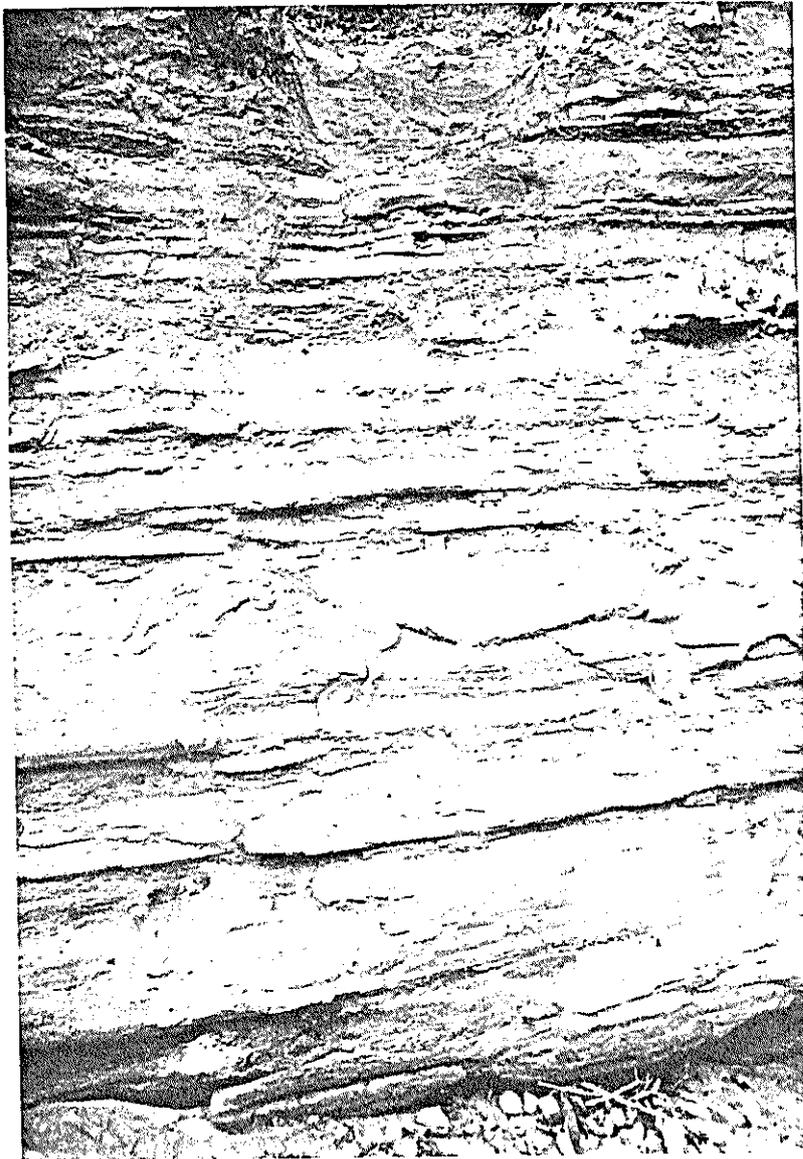


Foto 26. Secuencias que muestran repeticiones monótonas de capas decimétricas de turbiditas con intervalos 10-c, donde la relación arenisca a arcilla ( $S_d/S_h$ ) es alta, (Facies D.1), (coord. 05212/78947).



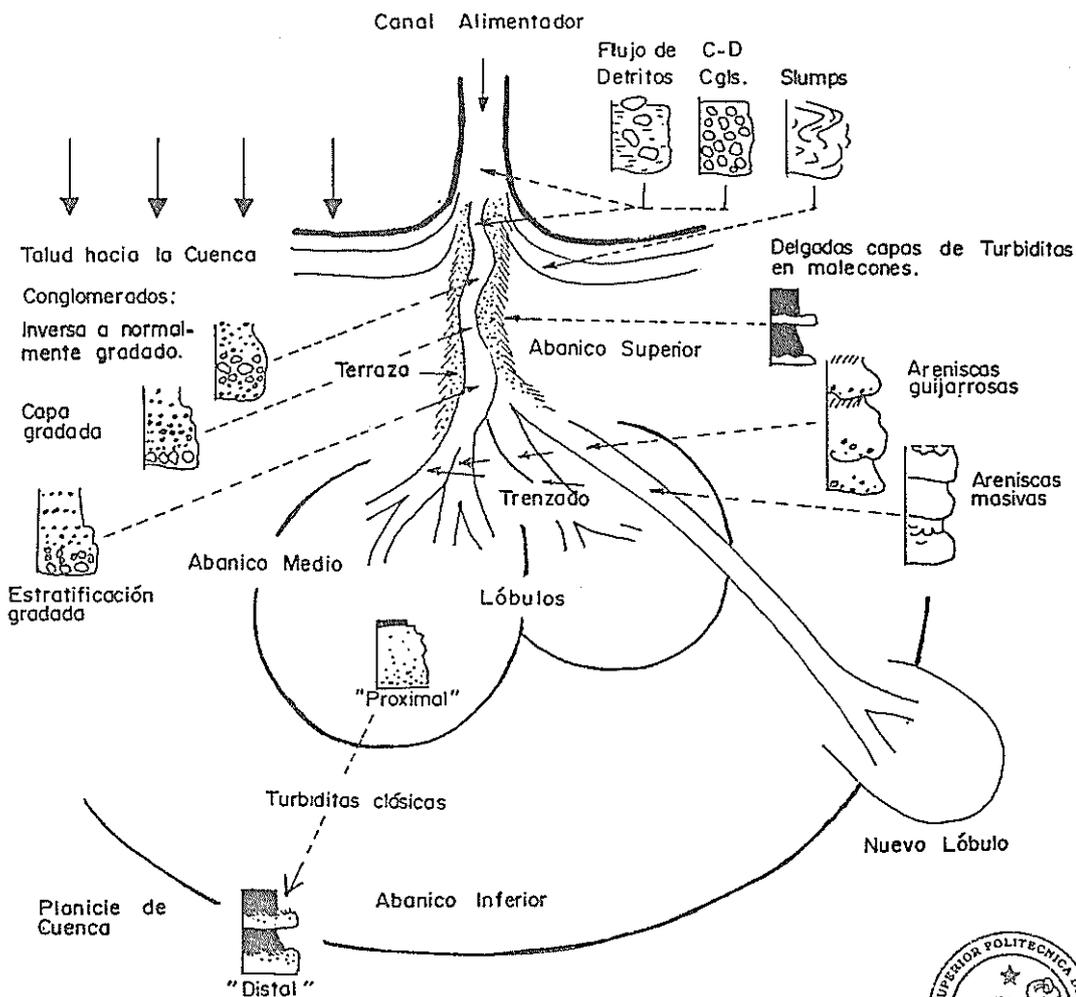
BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

de espesor y son estrato-grano-crecientes con alternancia de capas Tb-c y Te (foto 24). En la parte media, las secuencias son potentes, alcanzando un espesor total aproximado de 200 m con alternancias de capas Tb y Te que muestran ciclos estrato-grano-decrecientes (foto 25). En el tope, las secuencias son repeticiones monótonas de capas centimétricas que presentan intervalos turbidíticos Tb-c con un espesor total de 230 m. (foto 26).

### 2.3 Interpretación del medio.

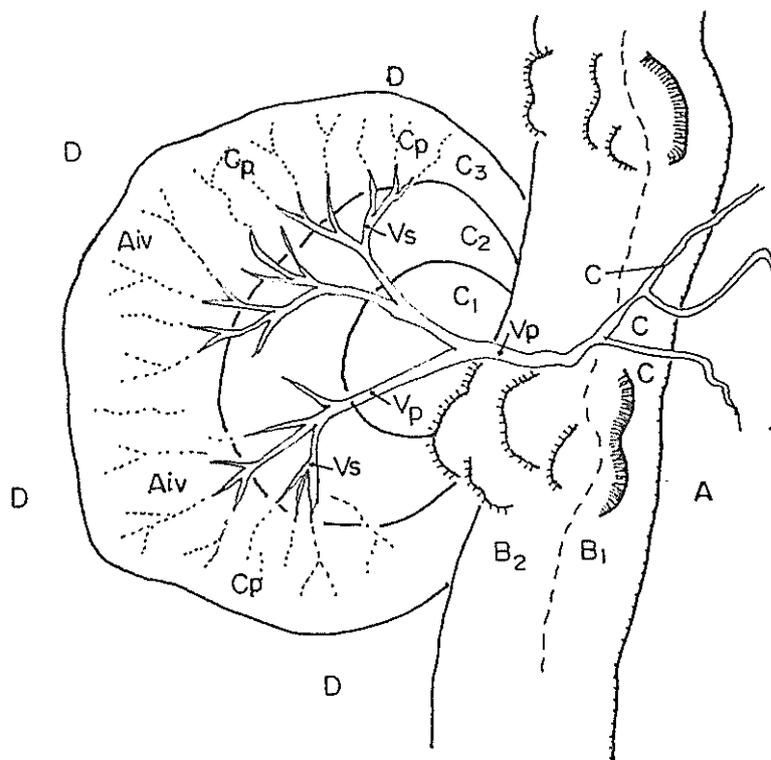


Para la interpretación del medio ~~DEPOSITOS DE~~ario de la serie estratigráfica expuesta en los acantilados objeto de este estudio, existen varios modelos deposicionales descritos por varios investigadores, pero los más estudiados son los modelos de depositación de abanico submarino propuestos por Walker (1978) (fig. 9) y el de Mutti y Ricci Lucchi (1972) (fig. 10). El primero hace énfasis en los sedimentos gruesos depositados en el abanico superior y los canales secundarios de la parte superior del abanico medio; mientras que el modelo de Mutti y Ricci Lucchi lo hace en sedimentos más finos. Y parece ser más aplicable a abanicos alimentados por un único cañon submarino en el que, el sedimento transportado a través de todo el



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

FIG. 9 MODELO DE DEPOSITACION DE ABANICO SUBMARINO, RELACIONANDO FACIES, MORFOLOGIA Y AMBIENTE DEPOSITACIONAL. C-D Cgls. INDICA CAPAS DESORGANIZADAS DE CONGLOMERADOS. (WALKER, 1978).



A: Zona de plataforma  
 B<sub>1</sub>: Zona de talud superior  
 B<sub>2</sub>: Zona de talud inferior  
 C<sub>1</sub>: Zona de abanico inferior  
 C<sub>2</sub>: Zona de abanico medio  
 C<sub>3</sub>: Zona de abanico exterior  
 D: Zona de llanura submarina  
 C: Cañon  
 Vp: Valles principales

 Huellas de deslizamiento submarino.  
 Acumulaciones de deslizamientos submarinos.  
 Vs: Valles secundarios  
 Cp: Conales periféricos  
 Aiv: Area entre canales

FIG. 10 ESTRUCTURA DEPOSICIONAL DE FACIES TURBIDITAS EN UN ABANICO SUBMARINO. (de MUTTI y RICCI LUCCHI 1972 y 1975)

cañon abastecedor, consiste de una mezcla de arena, limo y partículas del tamaño de arcilla (25).

Según lo observado y descrito en páginas anteriores, el autor del presente trabajo considera que el modelo aplicable para las facies turbidíticas en San Mateo es el modelo de asociaciones de facies de Mutti y Ricci Lucchi que está dividido en tres principales asociaciones de facies turbidíticas: talud (slope), abanico submarino y planicie de cuenca (fig 10). Estos pueden ser subdivididos desde la más "proximal" hasta la más "distal" de la siguiente forma:

Talud "slope"

1. Talud superior

2. Talud inferior

Abanico interior

3. Cañon submarino

4. Canales de abanico superior

Abanico medio

5. Canales de abanico medio

6. Malecón (levee)

7. Depósitos de intercanal

8. "Crevasse-splay"

9. Barra de desembocadura de canal

Abanico exterior

10. Lóbulos de abanico exterior

11. Bordes de lóbulo

Planicie de cuenca

12. Planicie de cuenca

13. Supercapas de planicie de



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

cuenca

En la fig. 11 se puede apreciar una columna progredante ideal de sedimentos depositados en una cuenca por corrientes turbidíticas, donde se muestran las facies de talud y de abanico.

El sistema turbidítico presente en los acantilados de San Mateo, comprende, desde la base hasta el tope de la serie estratigráfica, un depósito de abanico submarino que evoluciona de la parte media a la parte externa del mismo, ocurriendo dentro de la última, una variación lateral de los submedios (fig. 12). A continuación se presenta la evolución completa del medio sedimentario:

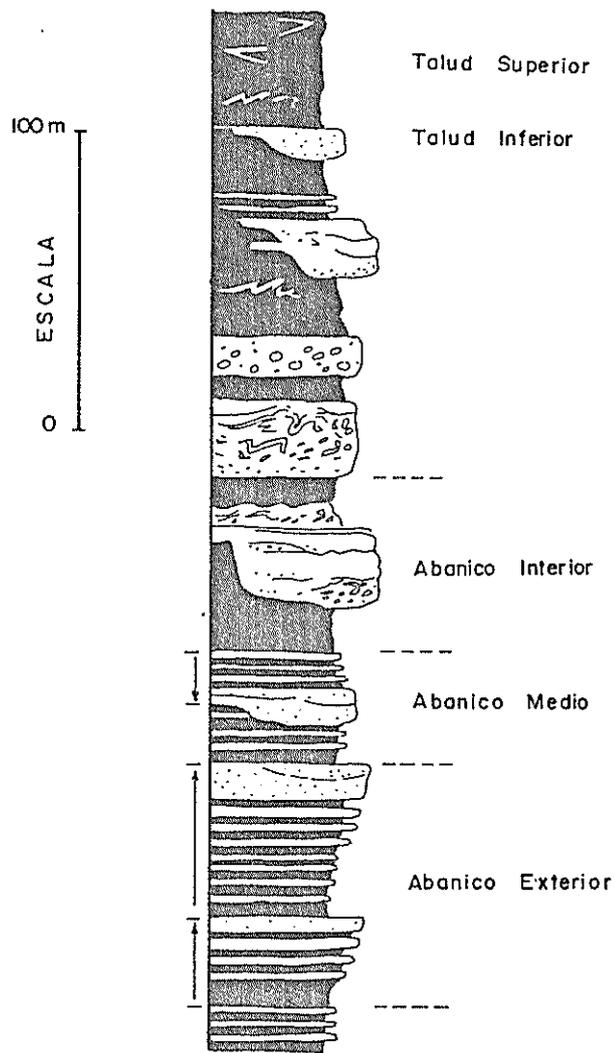
ABANICO MEDIO.

"Crevasse splay"



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

En la base de la serie, se pueden distinguir estos depósitos con secuencias características estrato-grano-decrecientes de capas pertenecientes a las Facies B, con un espesor total aproximado de 25 m (ver columna estratigráfica), que en este caso se encuentran afectados por una serie de fallas hacia la parte superior que los relacionan bruscamente con los si-



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

FIG. 11 SUCESION VERTICAL DE ASOCIACIONES DE FACIES DE UNA SECUENCIA PROGRADANTE DE ABANICO SUBMARINO. (MODIFICADO por MUTTI y RICCI LUCCHI 1972).



guientes depósitos.

#### ABANICO EXTERNO

Borde de lóbulo.

Estos depósitos suprayacentes a los de abanico medio, presentan una asociación de secuencias decamétricas de capas pertenecientes a la Facies D (no canalizadas) interrumpidas esporádicamente por capas canalizadas poco potentes que pueden interpretarse como Facies A, con un espesor aproximado de 85 m (ver columna estratigráfica). Los depósitos de este submedio pasan gradualmente a los del siguiente.

Lóbulos.

Caracterizados por secuencias potentes estrato-granocrecientes de capas de Facies C (fig. 13 y 14), que alternan con secuencias menos potentes estrato-decrecientes de capas pertenecientes a las mismas Facies, a las cuales Mutti (1981) las designa como ciclos de compensación. El espesor total aproximado de estos depósitos es de 133 m (ver columna estratigráfica). El contacto de estos depósitos con los siguientes es brusco, debido a que está afectado por una falla que parece ser de carácter regional.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

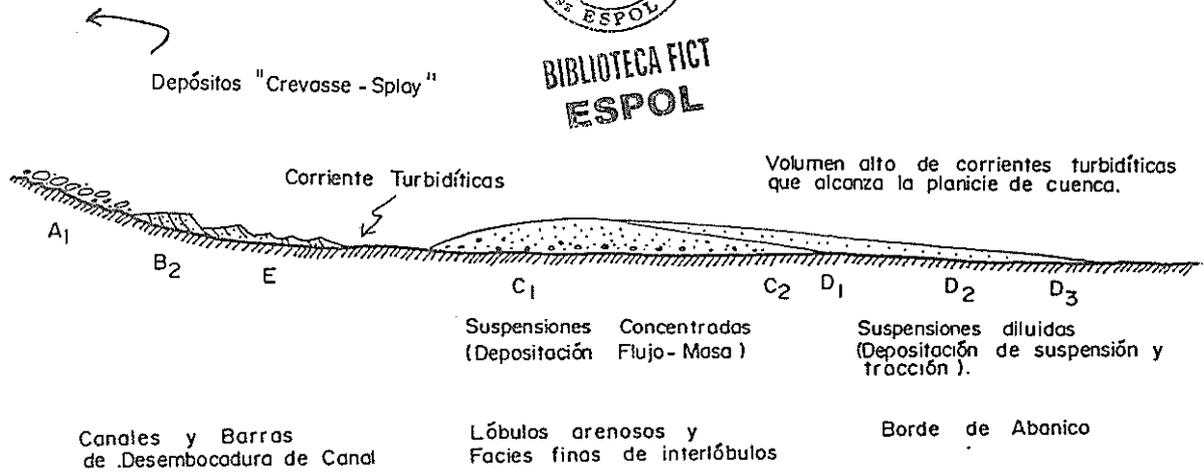


FIG.13 CORTE ESQUEMATICO PRESENTANDO DESARROLLO DE RELLENO DE CANAL, BARRA DE DESEMBOCADURA DE CANAL, Y DEPOSITOS DE LOBULOS DE .ABANICO EXTERIOR (de MUTTI 1979).

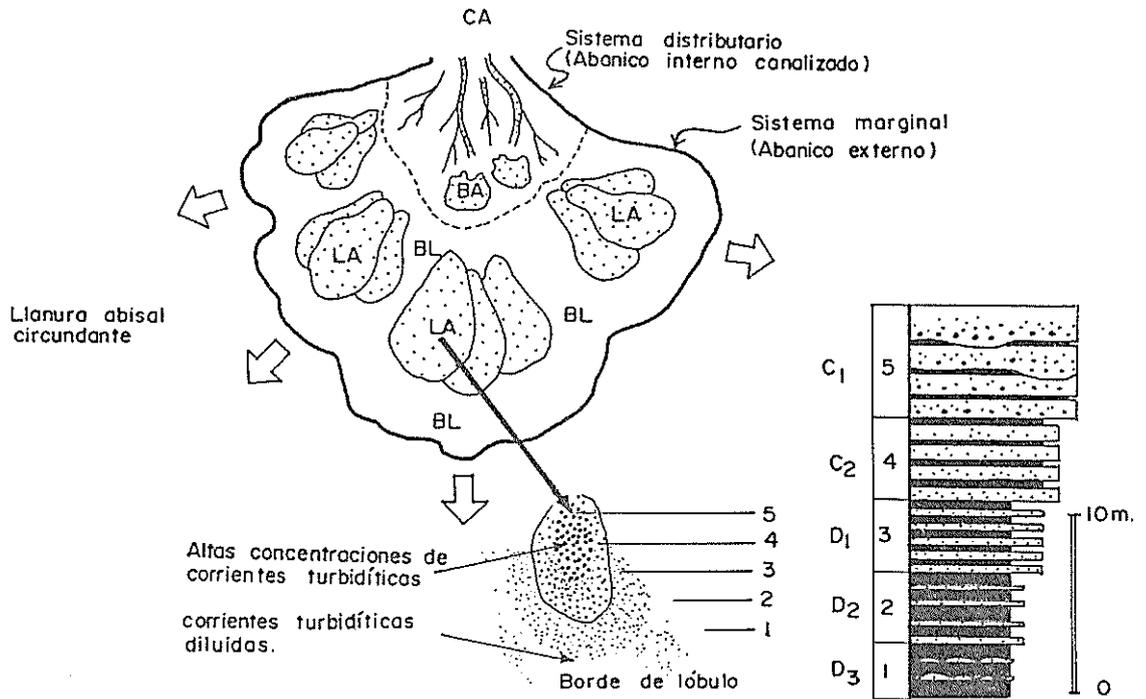


FIG.14 RELACION DE FACIES LATERAL Y VERTICAL DE DEPOSITOS DE LOBULO Y BORDE DE LOBULO PROGRADANTE (MUTTI 1977), CA= CUERPOS ARENOSOS CANALIFORME, BA = BARRAS DE ARENISCAS EN LA DESEMBOCADURA DE LOS CANALES, LA= LOBULOS ARENOSOS DE ABANICO EXTERNO, BL = BORDE DE LOBULO.

#### Borde de abanico.

Depósitos caracterizados por la gran continuidad lateral de secuencias estrato-crecientes, que muestran una evolución de pequeños ciclos estrato-decrecientes de capas pertenecientes a las Facies D.3, que cambian a ciclos de capas de Facies D.2 e imperceptiblemente pasan a los depósitos suprayacentes. El espesor total aproximado de estos sedimentos es de 200 m (ver columna estratigráfica).

#### Borde de Lóbulos.

Depósitos que comienzan por la acumulación de ciclos transicionales de capas de Facies D.2, que hacia el tope se transforman en alternancias de ciclos de capas D.1 y C.2, se debe destacar la aparición en esta parte de un canal arenáceo con estratificación cruzada a gran escala, estratificación festoneada, clastos blandos y materia orgánica, perteneciente a la Facies B, que se lo puede interpretar como un canal secundario que atravesó todo el abanico exterior hasta llegar al borde del mismo, efecto al cual hace referencia Walker (1978). El espesor total aproximado de estos depósitos es de 260 m (ver columna estratigráfica).



## CAPITULO III

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

### PETROGRAFIA

Para el trabajo de Petrografía, se recogieron para su análisis 11 muestras de las rocas sedimentarias aflorantes en el área de trabajo, incluyendo muestras de clastos calcáreos dentro de las areniscas. También se tomaron 5 muestras de materia orgánica para ser analizadas mediante técnicas especiales de Petrografía orgánica. En la figura 15 se presenta el mapa de ubicación de las muestras.

#### 3.1 ANALISIS PETROGRAFICO DE ROCAS.

Para el análisis petrográfico se utilizaron muestras de mano y láminas delgadas, estas últimas se analizaron con el microscopio petrográfico del Laboratorio de Petrografía de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra de la ESPOL.

La bibliografía utilizada para hacer las descripciones petrográficas y asignar los nombres a las rocas, es la siguiente:

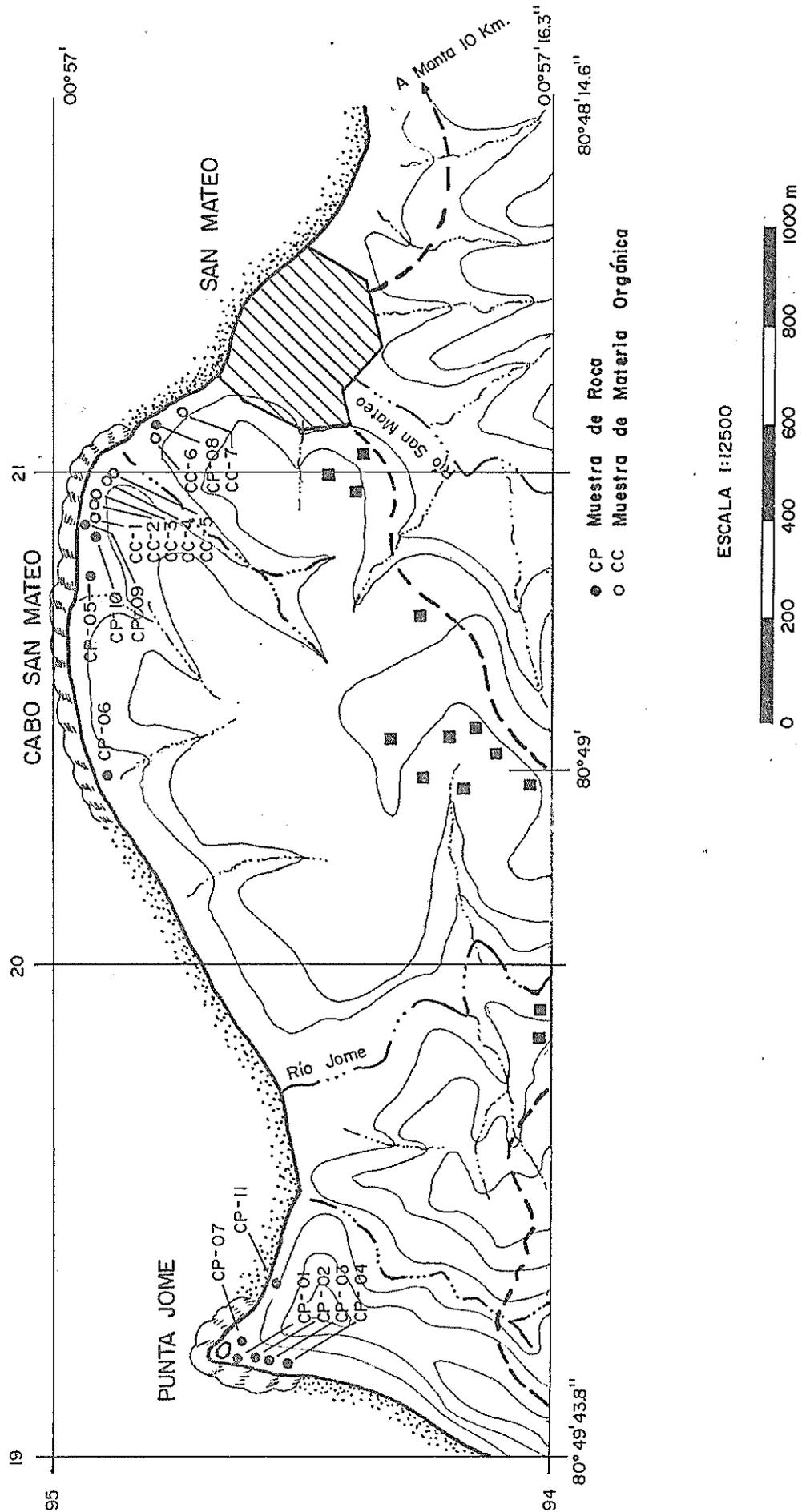


FIG. 15 MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS PETROGRAFICAS

"Tratado de Geología, Petrología" de Aubouin et al,  
"Rocas Sedimentarias" de Pettijohn, "Petrografía" de  
Williams et al, "Petrología Sedimentaria" de Folk y  
"Estratigrafía" de Corrales et al.

Cabe anotar que para el análisis modal de las areniscas se tomo como base el contaje de líneas desarrollado por Shand en 1916, cuyo método introduce menos error mientras más homogéneo es el tamaño del grano. Este método consta en el libro de Estratigrafía de Corrales et al.

La descripción de cada una de las muestras petrográficas, con sus respectivos resultados constan en el anexo C.

### 3.1.1 Rocas de grano fino

Son arcillolitas y limolitas que se caracterizan por ser de color gris, duras, compactas y, por presentar frecuentemente juegos de diaclasas perpendiculares.

Las muestras MCP-09 y MCP-10, presentan una matriz de granos de 0.014 mm y fragmentos de cuarzo y feldespato de hasta 0.050 mm, catalogándose las como Limolitas (ver anexo C).



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL



### 3.1.2 Areniscas.

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Las areniscas presentes en el área de estudio, en general se presentan de la siguiente forma: en la base de la serie son compactas, duras, de apariencia masiva a laminada, color gris y de grano muy grueso a fino, y hacia el tope estas son laminadas, duras a desleznables, de color gris a marrón, de grano muy fino a medio, con frecuentes restos de materia orgánica y algunos clastos calcáreos.

Aplicando el método de Shand en las muestras MCP-01 y MCP-07, las cuales fueron recogidas en la base de la serie, estas presentan una variación en el porcentaje del relleno calcáreo y feldespatos, lo que hace suponer que existe una variación vertical y posiblemente horizontal en sus componentes. Pero en forma general, sus componentes se presentan de la siguiente manera: Cuarzo 10 %, feldespatos 13 %, fragmentos de rocas 30 %, material calcáreo 40 % y minerales ferromagnesianos 7%.

Según la clasificación de las areniscas presentado por Folk (1968), en la que de los resultados obtenidos, deben tomarse en cuenta al cuar-

zo, feldespatos y fragmentos de rocas, como un 100 %, (fig. 16).

Los datos de estas muestras quedan de la siguiente forma:

	MCP-01	MCP-07
Cuarzo	21 %	18 %
Feldespatos	13 %	30 %
Frag. rocas	66 %	52 %
F/FR	0.2	0.6



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

De ahí que las muestras se las clasifica como Litarenitas, y atendiendo a su alto contenido de cemento esparítico, la muestra MCP-01 se subclasifica como Litarenita esparítica, y debido a que, en la muestra MC-07, el porcentaje de feldespatos es mayor al 10 %, ésta se subclasifica como una Litarenita esparítica subfeldespática.

Pero, si se toma en cuenta la clasificación de rocas intermedias entre carbonatadas y detríticas, descrita por Folk (fig. 17), y en la que diferencia elementos texturales.

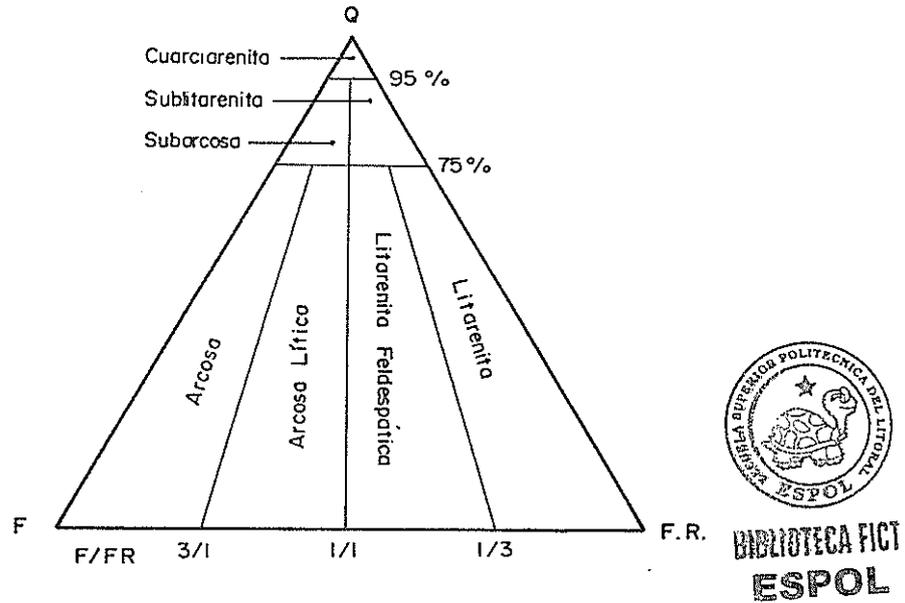


FIG.16 DIAGRAMA DE CLASIFICACION DE ARENISCAS DE FOLK (1968).

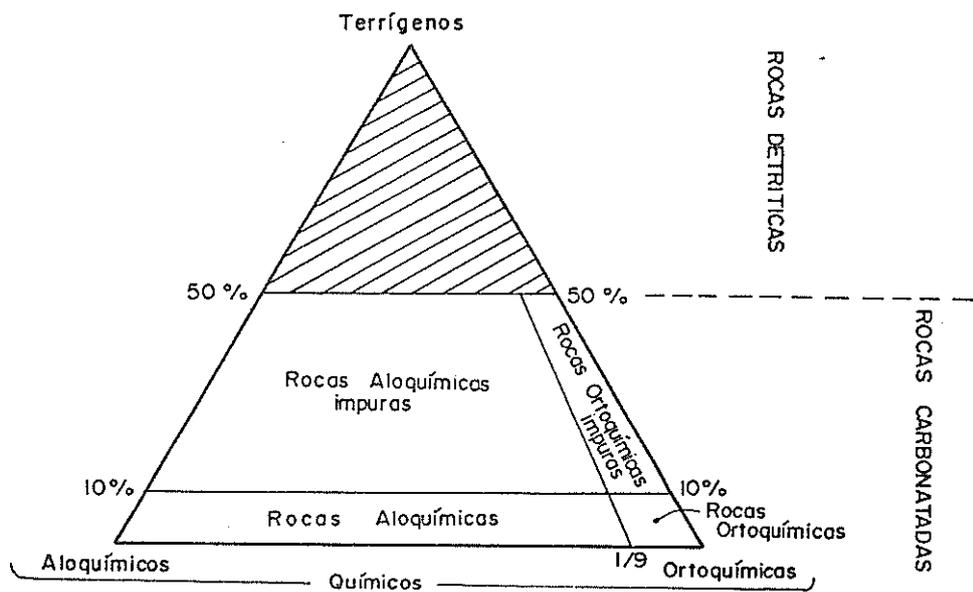


FIG.17 CLASIFICACION DE LAS ROCAS INTERMEDIAS ENTRE LAS CARBONATADAS Y DETRITICAS (Según ideas de FOLK).

Las muestras anteriores quedan de la siguiente manera:

	MCP-01	MCP-07
ortoquímicos	37 %	33 %
aloquímicos	14 %	7 %
terrigenos	49 %	60 %
aloq/ortoq	0.4	0.2



Lo cual deja a las muestras en el límite crítico de las rocas detríticas y carbonatadas, si tomamos como intraclastos al material calcáreo constituido por los fragmentos de rocas carbonatadas.

Según la clasificación de Pettijohn, estas rocas son denominadas Subgrauvacas.

Este tipo de areniscas calcáreas, según Aubouin (2), sería una de las 5 variedades de las antiguas areniscas del flysch alpino, que se depositaron en los surcos geosinclinales en una fase de intenso relleno que precedió a la orogénesis geosinclinal; con las siguientes características aproximadas en el porcentaje de sus componentes: menos del 50 % de calcita (  $\approx$  40

%), y más del 50 % de detritos terrígenos (  $\approx$  60 %, con fragmentos de rocas  $\approx$  20 %). El cemento esparítico, indicaría que los sedimentos son depositados en medios de alta energía.

#### CLASTOS CALCAREOS.

En algunos horizontes de areniscas en el tope de la serie estratigráfica, se recogieron clastos centimétricos, los cuales se presentan en forma aislada, caracterizándose por ser alargados, tabulares, subredondeados, de grano muy fino, color blanco amarillento y regular efervescencia al  $\text{CO}_2$ .

3

Siguiendo la abundancia de los elementos texturales anteriormente descritos, Folk establece cinco tipos fundamentales de rocas carbonatadas.

Según Folk (1968), las muestras encajan en las rocas del tipo III (ortoquímicas), y dado que los aloquímicos en dichas muestras son esporádicos, los cuales no llegan al 1 % del total, se clasificaron como a continuación se detalla:

MCP-05 Micrita.

MCP-06 Micrita con bioturbaciones.

MCP-08 Micrita con bioturbaciones.

Dunhan las clasifica como "mudstone", por su armazón de lodo micrítico. Este tipo de sedimento se los considera ligados a depósitos de baja energía (14).

### 3.1.3 Conglomerados.



BIBLIOTECA FICT

ESPOL

Los conglomerados presentes en la base de estudio, unicamente se encuentran en la base de la serie, siendo característica de estos, presentarse en capas canalizadas no mayores a 1 metro, normalmente gradadas, con clastos subredondeados con tamaños variables de 2 a 50 centímetros, que pueden mostrar una ligera imbricación.

Las muestras MCP-02, 03 y 11, se las clasifica como ortoconglomerados, según Pettijohn (1957).

Y dentro de este grupo, las muestras caen en los conglomerados petromícticos (polimícticos). Estos conglomerados son los representantes de grano grueso de las familias de las areniscas

líticas y arcósicas, aunque de composición variada. Se caracterizan porque sus componentes principales son las rocas metaestables, generalmente de varios tipos.

En las muestras como es obvio, no se hizo el análisis modal por la heterogeneidad del tamaño de los clastos; pero en forma general se observa en ellas que los fragmentos de rocas de origen volcánico son más pequeños y redondeados que los de origen sedimentario, estos últimos son más alargados y subangulosos, y con abundante microfauna en su interior. Esto indica que los fragmentos de rocas sedimentarias, provienen posiblemente de la misma cuenca, en tanto que los componentes de origen volcánico, han sufrido un transporte mayor debido a que sido trabajados bastante por la abrasión.

La matriz de estos conglomerados está constituida por arena, restos de fósiles y restos detríticos, los cuales ocupan la mayor parte del espacio interclástico. El cemento no muy visible, sería calcáreo, también se puede encontrar calcita recristalizada a esparita, en algunas fracturas.

En conclusión, se puede indicar que los depósitos de la base del afloramiento, principalmente tuvieron el aporte de compuestos provenientes de rocas volcánicas e igneas de origen básico, en tanto que los fragmentos de origen sedimentario provienen de la misma cuenca por la angulosidad en sus partículas, todo esto depositado en un ambiente de alta energía, evidenciado por el cemento esparítico de las areniscas y la presencia de macroforaminíferos en su matriz. Y en los sedimentos del tope de la formación, se observa un afinamiento en el tamaño de las partículas y la presencia de emplazamientos de clastos intraformacionales de micrita, caracterizados por ser depósitos de baja energía.

### 3.2 ANALISIS PETROGRAFICO DE MATERIA ORGANICA.



BIBLIOTECA FICT  
**ESPOL**

Debido a la abundancia de materia orgánica en los estratos del tope de la serie estratigráfica estudiada, se creyó conveniente tomar muestras de la misma para realizar análisis especializados de Petrografía Orgánica, que presentan interés en el aspecto genético de los sedimentos analizados y, sobretodo en Geología del Petróleo. Para el efecto se recogieron 5 muestras que se analizaron en el microscopio de inmersión del Laboratorio de Geología de Petroecuador en Guayaquil. Por cada muestra se tomaron alrededor

de 50 medidas de reflectancia ( $R_o$ ), las mismas que constan en el anexo D, con sus respectivos análisis estadístico y resultados obtenidos.

El valor medio por muestra de la  $R_o$  obtenida del análisis, se presenta de la siguiente manera:

MUESTRA	$R_o$
CC-01	0.18
CC-02	0.21
CC-03	0.23
CC-04	0.26
CC-07	0.29



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Considerando que en las primeras muestras parece que hubo inclusiones de pirita, la cual afectó en gran parte en la medición exacta de la  $R_o$ . Según estos valores medidos, las muestras en general, están constituidas por bituminitas pertenecientes a la familia de la Exinita.

En conclusión, se conoce que los macerales pertenecientes a esta familia provienen de una combinación de vegetales marinos y superiores, que constituyen según ciertos autores (26), el Kerógeno de tipo II, que es frecuente en sedimentos marinos carbonatados y caracterizados por una relación de Hidrógeno a Car-

bono (O/C) bastante baja, por ende podría generar hidrocarburos nafténicos y aromáticos si hubiese existido una maduración suficiente.



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**



## CAPITULO IV

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

### ANALISIS SECUENCIAL

El análisis secuencial es un método de análisis sedimentológico que sirve para investigar la dinámica de las cuencas sedimentarias. Este método se lo utiliza desde hace algunos años y son investigadores como Lombard y Delfaud, los que sentaron las bases para su utilización.

Para poder aplicar el análisis secuencial, se debe establecer en primer lugar, la secuencia de depositación natural que se tomo como la secuencia de primer orden y debe ser obtenida mediante la observación directa de la serie sedimentaria, en el campo. Los órdenes subsecuentes de las secuencias se establecerán mediante el estudio detallado de la serie estratigráfica, en labores de oficina y, utilizando la representación gráfica de la serie estratigráfica, denominada columna estratigráfica.

Para la interpretación de las secuencias, hay que tener en cuenta que, el tamaño del grano y su variación dentro de ellas tienen un fuerte significado dinámico.

También se debe hacer notar que, es posible hacer correlaciones estratigráficas mediante el análisis secuencial, sobre todo en las secuencias de orden mayor, por ejemplo con las secuencias de V orden o mayores, es posible establecer correlaciones entre aparatos sedimentarios, un delta y un abanico submarino, dentro de una misma cuenca o inclusive entre dos cuencas sedimentarias distintas.

Para este trabajo se toma como base para el análisis secuencial, una columna estratigráfica de la serie que aflora en los acantilados de San Mateo, correspondiente a la Formación del mismo nombre. Esta columna representa un espesor total de 720 m, con algunas interrupciones debido a recubrimientos que no permiten obtener información y que suman alrededor de 161 m (ver columna estratigráfica).

#### 4.1 DESCRIPCION DE LAS SECUENCIAS

La secuencia natural o de I orden, es siempre granodecreciente, pero se presenta de tres maneras:

- a) En la base de la serie, está constituida por una capa turbidítica de alta densidad con una disposición granodecreciente desde una arenisca de grano muy grueso hasta grano fino, que puede presentar una incipiente gradación inversa cerca del piso y

estratificación hacia el techo (Fig. 18). El espesor de las capas de esta secuencia varía de 3 m a 14 m.

b) Hacia arriba, pero cerca de la base de la serie, se presenta en forma de una capa de arenisca turbidítica que varía de grano medio a fino y que hacia el techo siempre presenta estratificación ondulada (fig. 18). El espesor de la secuencia varía de 0.3 a 2.3 m.

c) De la parte media al tope de la serie, se presenta en forma de una capa turbidítica que varía de arenisca de grano medio-fino a limolita, en la parte inferior presenta laminación paralela y hacia el techo, estratificación ondulada, cruzada y a veces masiva (fig. 18). El espesor de las secuencias varía de 5 cm a 60 cm.

Las secuencias de II orden, fueron tomadas mediante la asociación de las secuencias de I orden agrupadas de acuerdo a la variación en la relación arena/arcilla, ya sea que esta aumente o disminuya, evidenciada por el aumento o disminución del espesor de las capas de arenisca con respecto a las de arcillolita, o por la variación del tamaño del grano (fig. 19). En la serie se presentan 21 secuencias de II orden y,

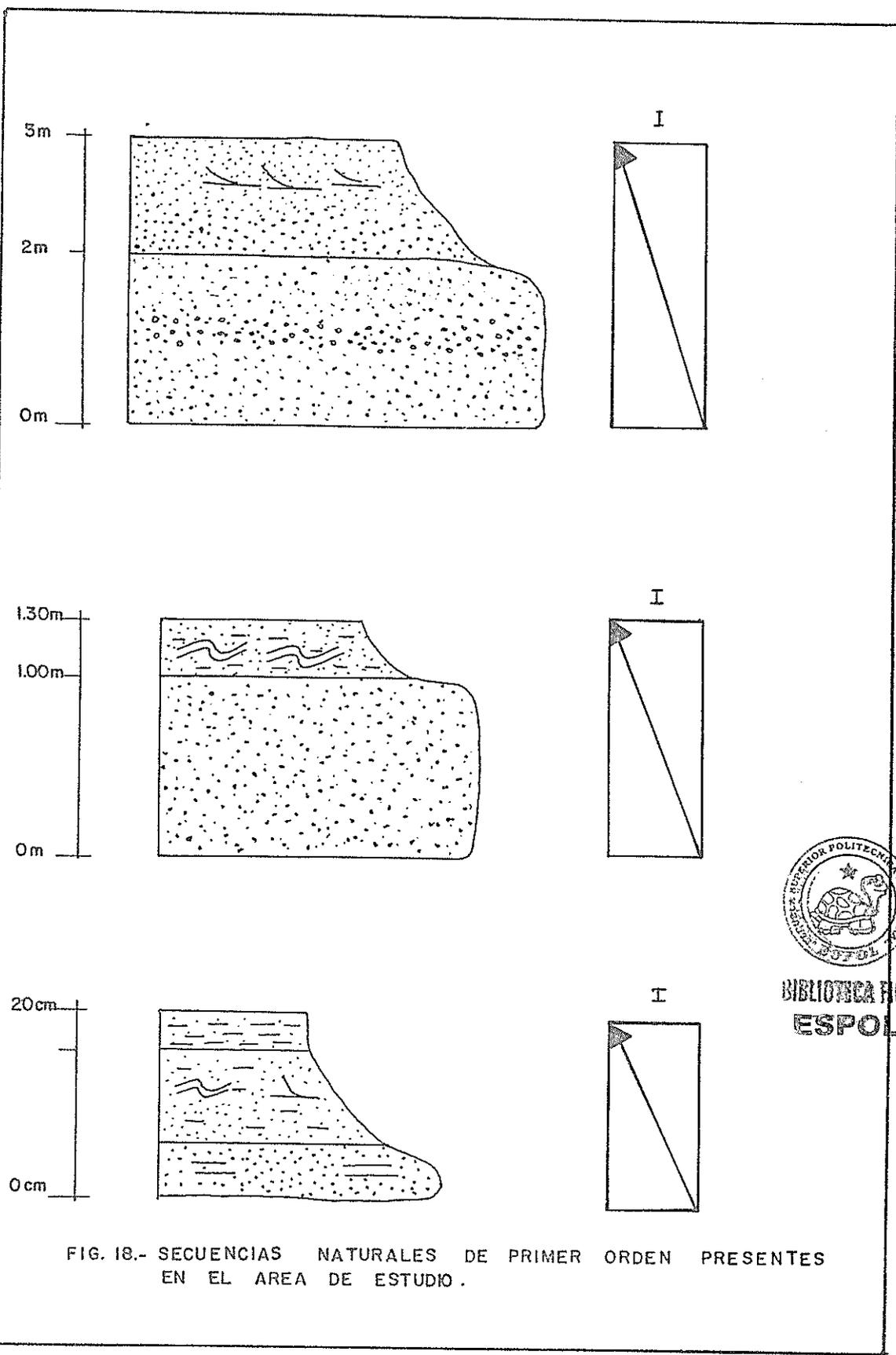


FIG. 18.- SECUENCIAS NATURALES DE PRIMER ORDEN PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

el espesor de las mismas varía de 2 a 96 m.

Las secuencias de III orden, productos de la agrupación de las de II orden, marcan tendencias sedimentológicas claras de la base al tope de la serie, así: la primera, quinta y séptima son retrogradantes (positivas) y, la segunda, tercera, cuarta, sexta y octava son progradantes (negativas). Los espesores de estas secuencias varían de 25 a 210 m (fig. 19).

Existen dos secuencias de IV orden, denominadas literalmente, la inferior con la "a" y la superior con la "b". La secuencia "a" es retrogradante y tiene un espesor de 270 m, mientras que la "b" es progradante y tiene un espesor de 450 m. (fig. 19).

Finalmente, existe una secuencia de V orden, denominada "A", que se encuentra incompleta, pero que parece tener una tendencia progradante.

#### 4.2 INTERPRETACION DE LAS SECUENCIAS

En general, se puede decir que, la interpretación de las secuencias descritas permite dilucidar una interacción continua entre la velocidad de subsidencia y la velocidad de sedimentación en la cuenca, donde se depositaron los sedimentos de la Formación San Mateo,

aflorantes en el área tipo.

Cada una de las secuencias de II orden, reflejan pulsos de subsidencia, los mismos que en la primera secuencia de III orden traducen una proliferación de la velocidad de subsidencia sobre la de sedimentación dentro de depósitos de abanico medio, tendencia que se mantiene y se vuelve más fuerte haciendo cambiar los depósitos de borde de lóbulo de abanico exterior.

Estos depósitos correspondientes a la segunda secuencia de III orden, en cambio, reflejan que los aportes sedimentarios superan a la subsidencia, mediante una progradación que se mantiene y, lleva a pasar a verdaderos depósitos de lóbulos, que en las secuencias tercera y cuarta también muestran la misma tendencia.

La quinta secuencia marca otra vez un cambio a depósitos de borde de lóbulo con un comportamiento retrogradante, que hace notar que las avenidas sedimentarias son superadas por la subsidencia.

En resumen, se puede decir que, estas primeras cinco secuencias de III orden, reunidas bajo la secuencia "a" de cuarto orden, marcan una retrogradación general debido a una fuerte subsidencia que hace cambiar los depósitos de abanico medio a abanico exterior.

La subsidencia mostrada por la anterior secuencia de IV orden, lleva a los depósitos de borde de lóbulo a variar a sedimentos más distales de borde de abanico, los cuales muestran una tendencia progradante, representada por la sexta secuencia de III orden, que marca el inicio de la atenuación de la subsidencia. Esta atenuación se hace más evidente al variar a depósitos de borde de lóbulo nuevamente, dentro de los cuales existe una deriva lateral que en primer momento muestran una octava secuencia de III orden retrogradante y, seguidamente una novena secuencia de III orden progradante.

En definitiva, las tres secuencias que conforman la secuencia "b" de IV orden, representan una progradación generalizada donde, la subsidencia disminuye y los aportes sedimentarios aumentan, haciendo que, el medio sedimentario varíe desde depósitos en los límites del abanico exterior con la planicie de cuenca hasta depósitos típicos de abanico externo (fig. 19).

En conclusión, se puede decir que, la serie sedimentaria de la Formación San Mateo en el área tipo, muestra en la base un proceso activo de subsidencia que supera a la velocidad de sedimentación, el mismo que se atenúa hacia el tope de la serie, siendo superado finalmente por los aportes sedimentarios que, de

seguirse pudieron haber llevado a una colmatación definitiva de la cuenca.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## CAPITULO V

### MARCO PALEOGEOGRAFICO

La depositación de los sedimentos de la Formación San Mateo del Área de estudio, se inició probablemente a principios del Eoceno medio, formando parte de un medio de abanico submarino construido en la base del talud o en una "cuenca de talud" (10), en una margen de subducción activa desde el Cretáceo superior (13). Este medio de depositación es correlacionable con otros similares determinados hacia el sur (Ligüique, Puerto López, Ancón).

Cuando los sedimentos de la base se depositaban, el Área sufrió una brusca subsidencia, evidenciada por el paso de asociación de facies de abanico medio a facies de lóbulos de abanico exterior, continúa el proceso subsidente general, pero en algunos momentos la velocidad de relleno es mayor, depositando secuencias estrato-crecientes. En estos depósitos la microfauna alóctona y autóctona es abundante (Capítulo I). La dirección preferencial de los flujos turbidíticos es hacia los 330°, lo que sugiere una zona de aporte sedimentario ubicada hacia el SSW, proba-

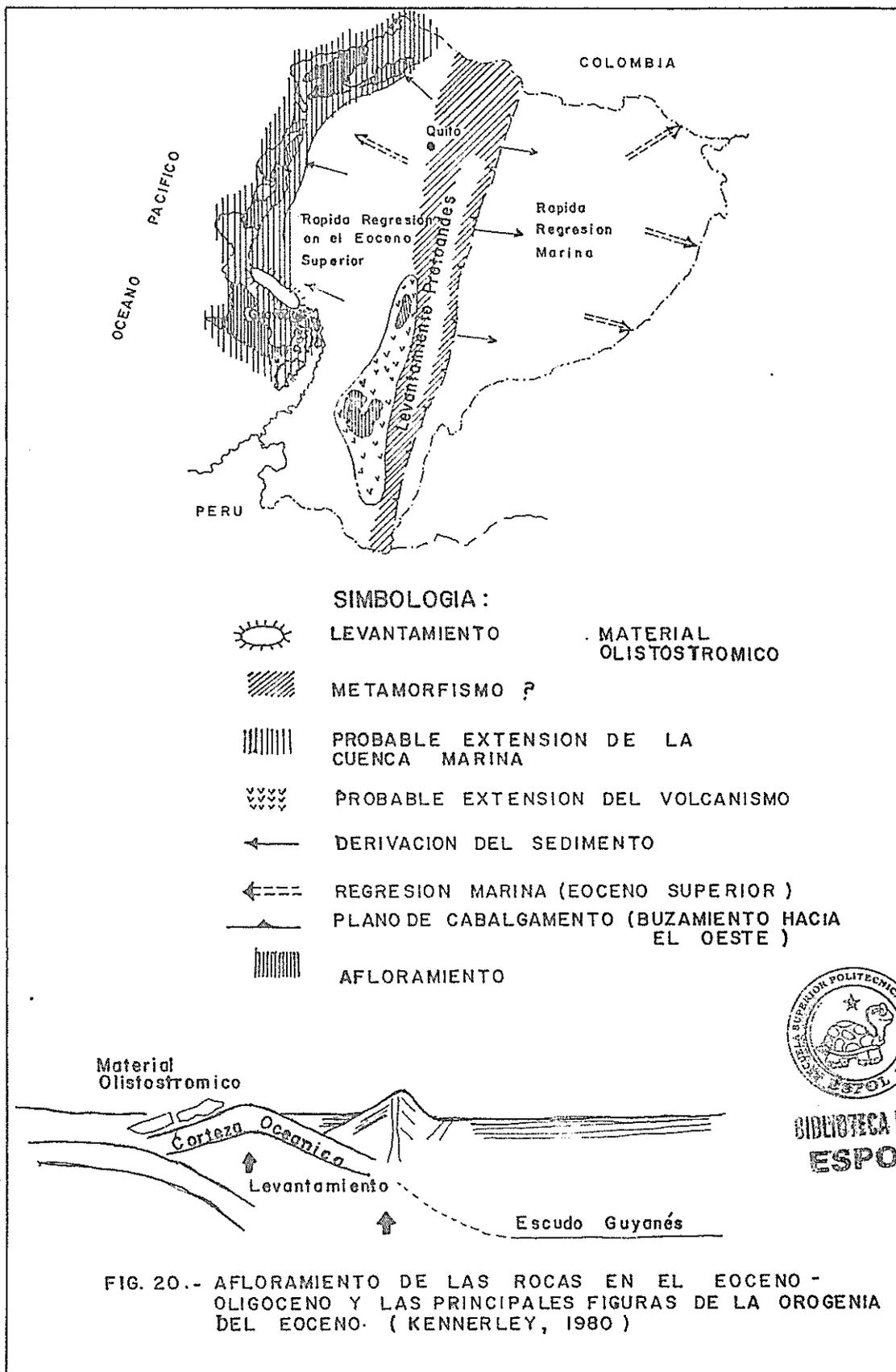
blemente la cordillera de los Andes, debido a la presencia de clastos ígneos en los conglomerados (Capítulo III), que como anota Egúez (1985), pudieron ser transportados a través de cañones con un rumbo de  $330^\circ$ , resultantes de un fallamiento regional. Otra posibilidad de área de suministro es, la cordillera Chongón-Colonche, tal como lo sugiere Navarrete (1985).

Al mismo tiempo y sobre la plataforma continental ocurría el depósito de la Fm. San Eduardo, como lo demuestran las apariciones de clastos calcáreos hacia la parte superior de la serie sedimentaria.

El proceso de subsidencia se continúa, haciendo variar las facies de abanico hasta el límite con las de planicie de cuenca. Seguidamente, hacia el tope de la serie se nota una atenuación del proceso de subsidencia, que conlleva a una depositación progradante dentro de las facies de abanico exterior en los límites del Eoceno medio con el Eoceno superior (Capítulo I). En esta parte, la microfaua de foraminíferos es muy escasa y los pocos presentes muestran señales de desgaste, producto de la re sedimentación que sufrieron los depósitos, lo cual es corroborado por los abundantes restos de materia orgánica presentes en los niveles arenosos y, por los clastos calcáreos subredondeados que señalan una cierta distancia de transporte.



Finalmente, en el caso de mantenerse la tendencia retrogradante de la megasecuencia del tope de la serie (ver fig. 12), se llegaría a una colmatación total de la cuenca, acompañada con una somerización de la misma, al término del Eoceno superior, debido a una rápida regresión de las áreas continentales, causada por una reactivación brusca de la orogenia andina en esa época (16) (fig. 20).



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio realizado permite establecer las siguientes conclusiones:

1. El análisis micropaleontológico de la población de foraminíferos y radiolarios, permite establecer para la base de la serie la edad de Eoceno medio-medio, correspondiente a la biozona de radiolarios de *Podocyrtis* amplia; mientras que para el tope, la edad se determina en el límite del Eoceno medio y el Eoceno superior, correspondiente al cambio de la biozona de *Podocyrtis* goethaena a la de "*Carpocanistrum*" azyx.
  2. El medio sedimentario que controló los depósitos, corresponde a un abanico submarino que presenta una variación de facies de abanico medio a abanico exterior con derivaciones laterales dentro de estos submedios.
  3. Las estructuras sedimentarias de corriente muestran una dirección general de depósito hacia los 330°, lo que indica una zona de aporte ubicada al SSE.
-

4. Las rocas presentes en el área, están constituidas por arcillolitas, limolitas, areniscas y conglomerados. Las areniscas pueden clasificarse como subgrauvacas que contienen clastos calcáreos hacia el tope de la serie; mientras, los conglomerados concentrados en la base, se clasifican como petromícticos. Los detritos componentes de estas rocas, muestran una distancia larga de transporte para los de tipo volcánico y corta para los de tipo sedimentario que parecen originarse en la misma cuenca.
5. La materia orgánica presente en los estratos del tope de la serie, está constituida por bituminita perteneciente al kerógeno de tipo II que, debido a su alta relación de Hidrógeno a Carbono (H/C), podría generar hidrocarburos nafténicos y aromáticos si existiera la suficiente maduración.
6. Las secuencias de la serie sedimentaria muestran en la base, un proceso subsidente activo que supera la velocidad de sedimentación, presentando una megasecuencia retrogradante; mientras que, hacia el tope, el proceso se atenúa siendo rebasado por los aportes sedimentarios correspondiente a una megasecuencia progradante que, de seguirse pudo haber llevado a una colmatación definitiva de la cuenca.

Para futuras investigaciones se recomienda:

1. Continuar con la investigación sedimentológica de la Formación San Mateo en áreas vecinas, para determinar las otras partes del modelo sedimentario propuesto en este trabajo de tesis.
  2. Realizar análisis secuencial en otros afloramientos de la Fm. San Mateo, para correlacionar las secuencias determinadas y su implicación geodinámica a nivel de la cuenca sedimentaria.
  3. Iniciar un estudio de las asociaciones de microfauna del Eoceno, de ser posible en cooperación con una institución que se dedique a este tipo de estudios (p.e. PETROECUADOR), para realizar un inventario de los microfósiles guías característicos de esta Epoca en la costa ecuatoriana.
  4. Iniciar una campaña de exploración hidrocarburífera relacionada a los depósitos de la Fm. San Mateo que, poseen buenas posibilidades sedimentológicas, estructurales y de contenido de materia orgánica para ser considerados como roca madre y/o yacimientos potenciales.
-

A N E X O S

BIBLIOTECA



FACULTAD DE LETRAS  
UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO

A. LISTADO DEL ANALISIS DE MUESTRAS MICROPALEONTOLOGICAS

---

MUESTRA MC-01	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
<p>Anomalina chirana  Anomalina sp.  Bolivina basisenta  Bolivina chirana  Bolivina jacksonensis  Bolivina maculata  Erizalina sp.  Bulimina de-cutata ?  Bulimina jacksonensis  Buliminella peruviana  B. peruviana obesa  Guttulina problema ?  Nodosaria sp.  Pseudonodosaria obesa ?  Plectofrondicularia vau-  ghani  P. virginiana ?  Stilostomella curvatura  var. spinea  Uvigerina manteensis  Valvulineria sp.</p>	<p>RADIOLARIOS</p> <p>Cenodiscus sp.  Cenosphaera sp.  Frustrella charlestonensis  Lithocyclia ocellus  L. aristotelis grupo  Phacodiscus sp.  Podocyrthis cf. trachodes</p>
 <p><b>BIBLIOTECA FICT'  ESPOL</b></p>	
<p>Rango estratigráfico: Eoc. med. tardío-Eoc. sup. temp.  Paleoambiente: marino de plataforma continental prof.</p>	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-01

MUESTRA MC-20	
BENTONICOS	FLANCTONICOS
Bathysiphon eocenica Choffatella sp.	
	RADIOLARIOS
	Cenosphaera sp. Cenodiscus sp. Lithocyclia ocellus L. aristotelis grupo Psammosphaera eocenica
	 <b>BIBLIOTECA FICT</b> <b>ESPOL</b>
Rango estratigráfico: Eoc. med. tardío-Eoc. sup. temp. Paleoambiente: marino de plataforma continental prof.	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-20

MUESTRA MC-15	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
Uvigerina sp.	
	RADIOLARIOS
	Lithocyclia ocellus gr. L. aristotelis gr. Podocyrthis sp. Psammosphera sp. Cenodiscus sp.
	 <b>BIBLIOTECA FICT</b> <b>ESPOL</b>
Rango estratigráfico: Eoc. med. tardío-Eoc. sup. temp. Paleoambientes: marino de plataforma continental prof.	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-15

MUESTRA MC-18	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
Allomorphina sp. Bolivina alazaensis B. jacksonensis B. maculata B. marginata ? B. pisciformis Bulimina jacksonensis Buliminella peruviana Cassidulina subglobosa Gyroidina condoni Nonionella sp. Uvigerina chirana ? U. cocoaensis ? U. cooki	Clavigerinella eocanica eocanica Globigerina eocaena G. hagni Globorotalia cerroazulen- sis pomenoli
	RADIOLARIOS
	Heliodiscus sp. Lithocyclia ocellus L. aristotelis grupo Phacodiscus sp. Thecotyle aff. ficres
 <p><b>BIBLIOTECA FICT ESPOL<sup>E</sup></b></p>	
Rango estratigráfico: Eoc. med. tardío-Eoc. sup. temp. Paleocambiente: marino de plataforma continental prof.	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-18

MUESTRA MC-14	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
	RADIOLARIOS
	Lithocyclia ocellus Psammosphaera sp.
	 <b>BIBLIOTECA FICTICIA</b> <b>ESPOL</b>
Rango estratigráfico: Eoc. med. tardío-Eoc. sup. temp. Paleoambiente: marino de plataforma continental prof.	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-14

MUESTRA MC-13	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
	RADIOLARIOS
	<p>Cenodiscus sp.  Cenosphaera sp.  Colocycletta sp.  Lithocyclia ocellus  L. aristotelis grupo  Spogodiscus sp.  Podocyrtris sp.</p>
	 <p>BIBLIOTECA FICT  <b>ESPOL</b></p>
Rango estratigráfico: Eoc. med. tardío-Eoc. sup. temp. Paleoambiente: marino de plataforma continental prof.	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-13

MUESTRA MC-17	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
Bulimina ovata	
	RADIOLARIOS
	Cenodiscus sp. Cenosphaera sp. Frustrella charlestonensis Lithocyclia ocellus L. aristotelis grupo Lithochytris sp. Podocyrthis cf trachodes Spongaster sp.
	diente de pez
Rango estratigráfico: Eoc. med. tardío-Eoc. sup. temp. Paleocambiente: marino de plataforma continental prof.	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-17

MUESTRA MC-16	
BENTONICOS	FLANCTONICOS
	RADIOLARIOS
	<p>Cenodiscus sp.  Lithocyclia ocellus gr.  L. aristotelis gr.  Phacodiscus sp.  Psammosphaera sp.</p>
	 <p><b>BIBLIOTECA FICT</b>  <b>ESPOL</b></p>
<p>Rango estratigráfico: Eoc. med. tardío-Eoc. sup. temp.  Paleoambiente: marino de plataforma continental prof.</p>	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-16

MUESTRA MC-11	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
	RADIOLARIOS
	Lithocyclia ocellus gr. L. aristotelis gr. Phacodiscus sp. Psammosphaera sp.
	 <b>BIBLIOTECA FICT</b> <b>EPOL</b>
Rango estratigráfico: Eoc. med. tardío-Eoc. sup. temp. Paleocambiente: marino de plataforma continental prof.	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-11

MUESTRA MC-10	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
Bathysiphon eocenica	
	RADIOLARIOS
	Cenodiscus sp. Psammosphaera sp.
	 <b>BIBLIOTECA FICT</b> <b>ESPOL</b>
Rango estratigráfico: Eoc. med. tardio-Eoc. sup. temp. Paleoambiente: marino de plataforma continental prof.	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-10

MUESTRA MC-09	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
Bathysiphon eocenica Buliminella peruviana B. maculata	Clavigerinella eocenica eocenica
	RADIOLARIOS
	Lithocyclia aristotelis gr. L. ocellus gr. Cenodiscus sp. Psammosphaera sp.
Rango estratigráfico: Eoc. med. tardío-Eoc. sup. temp. Paleoambiente: marino de plataforma continental prof.	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-09

MUESTRA MC-07	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
<i>Bolivina alazanensis</i> <i>B. basisenta</i> <i>B. gracilis</i> <i>B. jacksonensis</i> <i>B. maculata</i> <i>Buliminella chirana</i> <i>B. peruviana</i> <i>Buliminellita mirifica</i> <i>Cibicides grimsdalei</i> <i>Eponides</i> sp. <i>Plectofrondicularia cookei</i> <i>P. vaughani</i> <i>Sigmolina tenuis</i> <i>Stilostomella curvatura</i> var. <i>espinea</i> <i>Uvigerina chirana</i> <i>U. mantaensis</i>	<p style="text-align: center;">RADIOLARIOS</p> <i>Cenodiscus</i> sp. <i>Cenosephaera</i> sp. <i>Lithocyclia ocellus</i> <i>Phacodiscus</i> sp.
	 <p style="text-align: center;">BIBLIOTECA FICT ESPOL</p>
	Restos de peces Espículas silíceas de Espongiarios
Rango estratigráfico: Eoceno medio tardío Paleoambiente: marino de plataforma continental prof.	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-07

MUESTRA MC-02	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
Bolivina maculata Dentalinoides sp. Discorbis sp. Eponides sp. Gyroidina sp. Nutallides sp. Stillostomella sp.	Catapsidrex unicavus Clavigerinella eocanica eocanica
	RADIOLARIOS
	Lithocyclia ocellus Phacodiscus sp.
	 <b>BIBLIOTECA FICT</b> <b>ESPOL</b>
	Espículas de equinodermos
Rango estratigráfico: Eoceno medio tardío Paleambiente: marino de plataforma continental prof.	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-02

MUESTRA MC-21	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
	Globigerina trilocularis
	RADIOLARIOS
	Cenodiscus sp. Lithocyclia ocellus Phacodiscus sp. Psammosphaera eocenica
 <b>BIBLIOTECA FICT</b> <b>ESPOL</b>	
Rango estratigráfico: Eoceno medio tardío Paleocambiente: marino de plataforma continental prof.	

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-21

MUESTRA MC-24	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
<p>Anomalina sp.  Bathysiphon eocenica  Bolivina basisenta  B. chirana  B. gracilis  B. jacksonensis  B. maculata  Bulimina affectata  B. lineata  B. ovata  Buliminella chirana  B. peruviana  Cassidulina crassa ?  Dentalina sp.  Dentalinopsis sp.  Gyroidina planulata  G. orbiculis  Marginulina sp.</p>	<p>Acarinina broedermanni  A. spinulainflate  Catapsidrex echinatus  Clavigerinella eocenica  jarvisi  Globigerina aff. hagni  G. eocaena  G. trilocularis  Globorotalia cf. pseudobul-  lroides  Truncorotaloides rohri</p>
	RADIOLARIOS
	<p>Eusyringium fistuligerum  Lithocyclia ocellus  Podocyrctis diamesa  Psammosphaera eocenica  Sethochytris babylonis</p>
<p>Rango estratigráfico: Eoceno medio medio (P12)  Paleoambiente: marino de plataforma continental prof.</p>	



BIBLIOTECA FICTICIA  
ESPOL

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-24

MUESTRA MC-23	
BENTONICOS	PLANCTONICOS
<i>Bathysiphon eocenica</i> <i>Bolivina basisenta</i> <i>B. chirana</i> <i>B. gracilis</i> <i>B. jacksonensis</i> <i>Bulimina ovata</i> <i>B. lineata</i> <i>Buliminella chirana</i> <i>B. peruviana</i> <i>B. peruviana obesa</i> <i>Cassidulina subglobosa</i> <i>Cibicides mississippiensis?</i> <i>Dentalina pauperata</i> <i>Discorbis samanica</i> <i>Eponides umbunatus</i> <i>Gavelinella sp. ?</i> <i>Gyroidina orbicularis</i> <i>Lenticulina sp.</i> <i>Marginulina tuberculata</i> <i>Flectofrondicularia vau-</i> <i>ghani</i> <i>Pseudonodosaria obesa ?</i> <i>Spiroplectamina eocenica</i> <i>Stilostomella curvatura</i> <i>var. espinea</i> <i>Uvigerina mantaensis</i> <i>Valvulinaria sp.</i>	<i>Clavigerinella eocenica</i> <i>eocenica</i> <i>C. eocenica jarvisi</i>
	RADIOLARIOS
	<i>Lithocyclia ocellus</i> <i>Psammosphaera eocenica</i>
<p>Rango estratigráfico: Eoceno medio medio  Paleoambiente: Marino de plataforma continental prof.</p>	



BIBLIOTECA FICT  
**ESPOL**

CONTENIDO MICROFOSIL DE LA MUESTRA MC-23

B. LAMINAS DE FOTOGRAFIAS DE MICROFOSILES TOMADAS EN MI-  
CROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO MEB, Y EN MICROSCO-  
PIO DE LUZ TRANSMITIDA.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## L A M I N A I

1. *Acarinina spinulainflata* (Bandy) 1949. Rango desde la zona del *Acarinina pentacamerata* a *Morozovella leheri*. Aumento x274.
2. *Globigerina hagni* (Gohrbandt) 1967. Rango desde la zona del *Acarinina pentacamerata* al *Globigerinatheka seminvoluta*. Aumento x356.
3. *Catapxydrex unicavus* (Bolli, Loeblich & Tappan) 1957. Rango desde la zona del *Orbulinoides beckmanni* al Oligoceno. Aumento x274.
4. *Acarinina broedermanni* (Cushman & Bermúdez) 1949. Rango desde la zona del *Morozovella aragonensis* al *Morozovella lehnari*. Aumento x274.
5. *Clavigerinella eocenica jarvisi* (Cushman) 1930. Rango de la zona del *Hantkenina nuttalli* al *Globigerinatheka seminvoluta*. Aumento x203.
6. *Clavigerinella eocenica eocenica* (Nuttalli) 1928. Rango de la zona del *Acarinina pentacamerata superior* al *Globigerinatheka seminvoluta*. Aumento x212.

7. *Truncorotaloides rohri* (Brönnimann & Bermúdez) 1953. Rango de la zona del *Acarinina pentacamerata* inferior al *Truncorotaloides rohri*. Aumento x274.
8. *Globigerina Eocaena* (Guembel) 1868. Rango desde la zona del *Globigerinatheka s. subglobata* al *Globigerinatheka semiinvoluta*. Aumento x274.
9. *Eusiringium fistuligerum* (Ehrenberg) 1873. Rango desde el final de la zona del *Thyrsocyrtis triacantha* al inicio del *T. bromia*. Aumento x549.

## L A M I N A    I I

1. *Bathysiphon eocenica*. Aumento x95.
2. *Uvigerina mantensis*. Aumento x274.
3. *Bolivina maculata*. Aumento x221.
4. *Bulimina basisenta*. Aumento x388.
5. *Bulimina lineata*. Aumento x186.
6. *Uvigerina yazoensis*. Aumento x156.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

7. Plectofrondicularia cookie. Aumento x231.

L A M I N A     I I I

1. Lithocyclia aristotelis gr. Aumento x256.

2. Lithocyclia aristotelis gr. Aumento x150.

3. Lithocyclia ocellus. Aumento x274.

4. Lithocyclia aristotelis gr. Aumento x252.

5. Lithocyclia aristotelis gr. Aumento x10.

6. Lithocyclia aristotelis gr. Aumento x10.

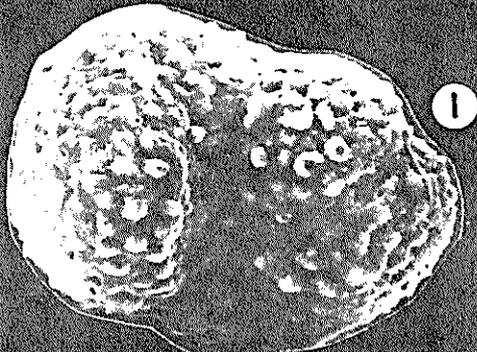
L A M I N A     I V

1. Discocyclina sp. Aumento x2.5.

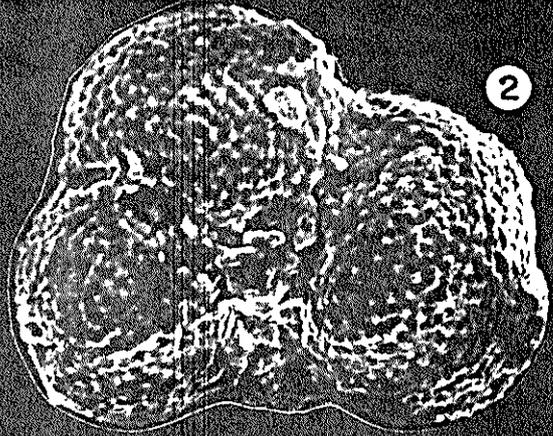


BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

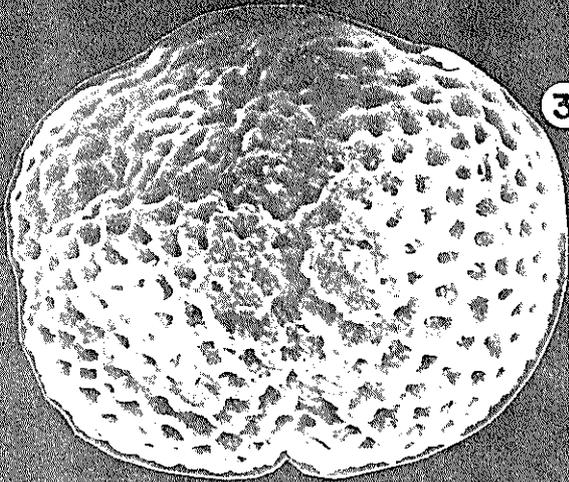
LAMINA I



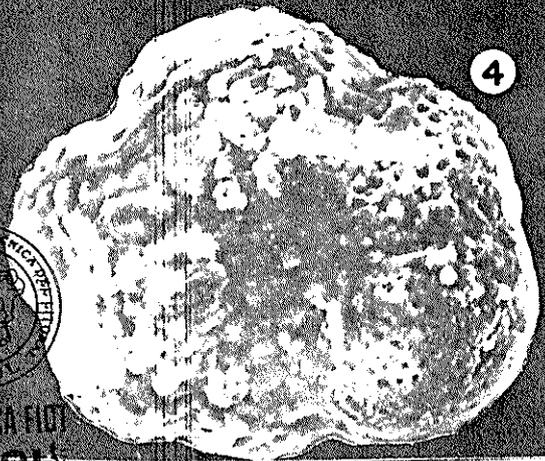
1



2



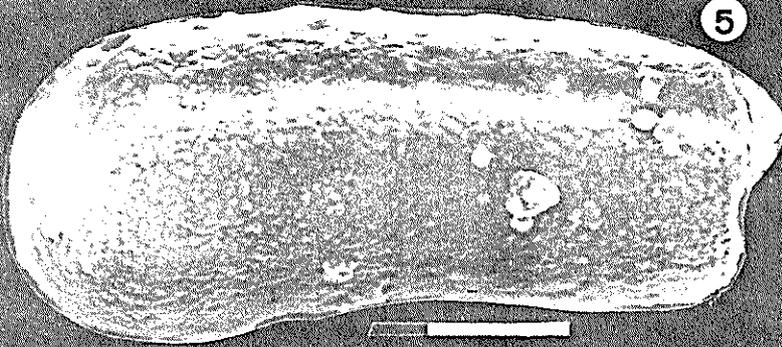
3



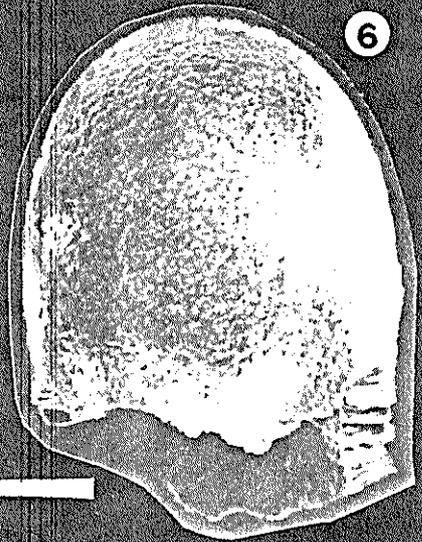
4



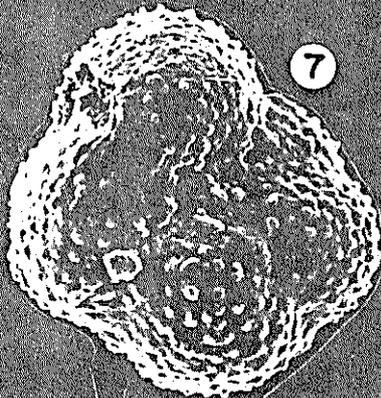
BIBLIOTECA HISTORICA Y GEOLOGICA DE ESPAÑA



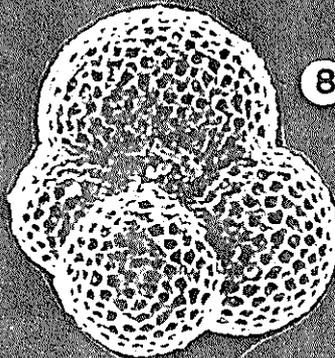
5



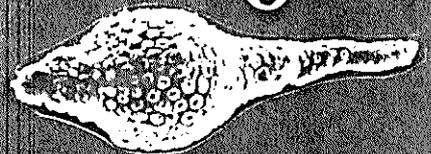
6



7



8



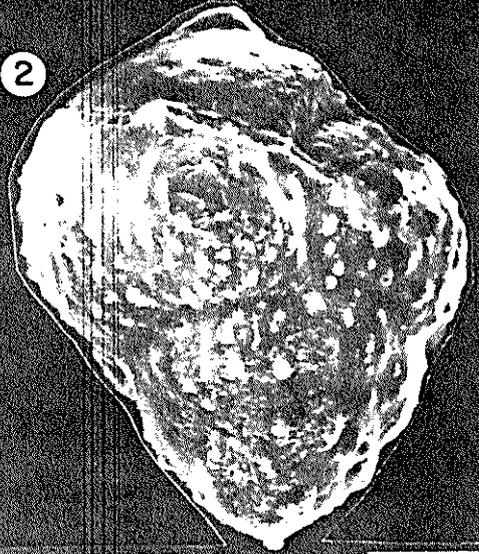
9

LAMINA II

1



2



3



4



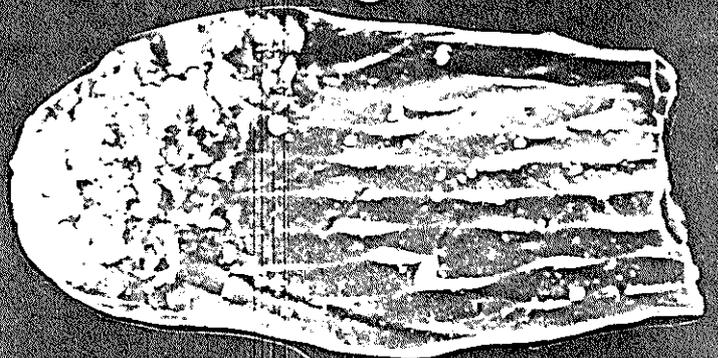
5



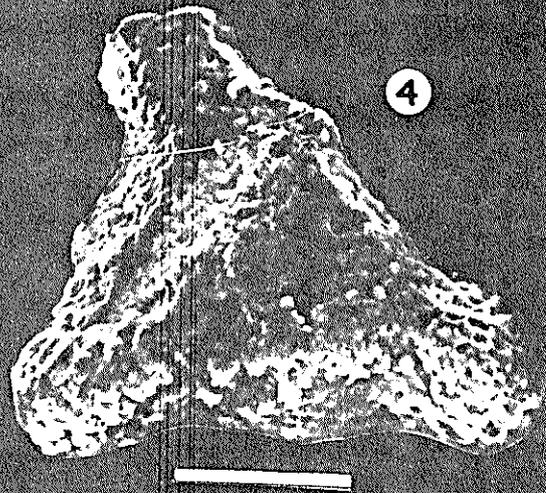
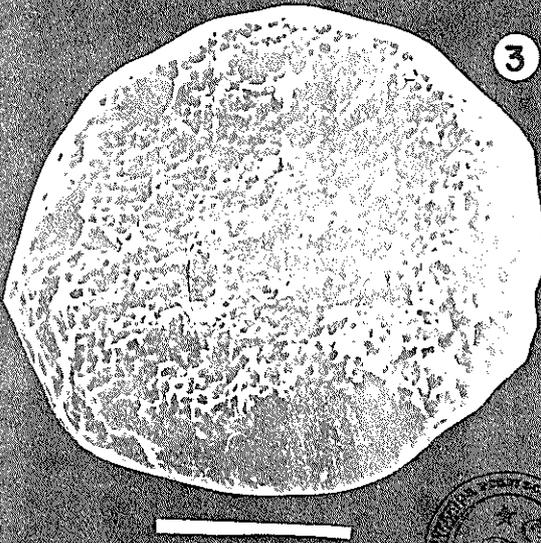
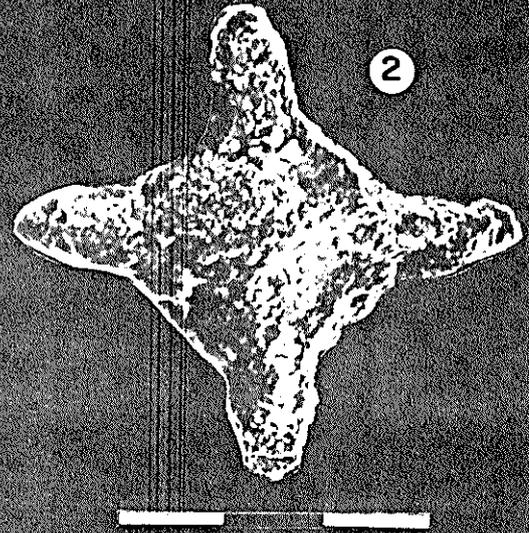
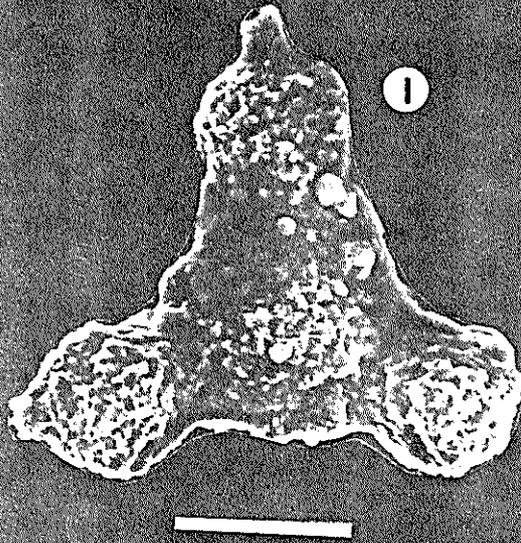
6



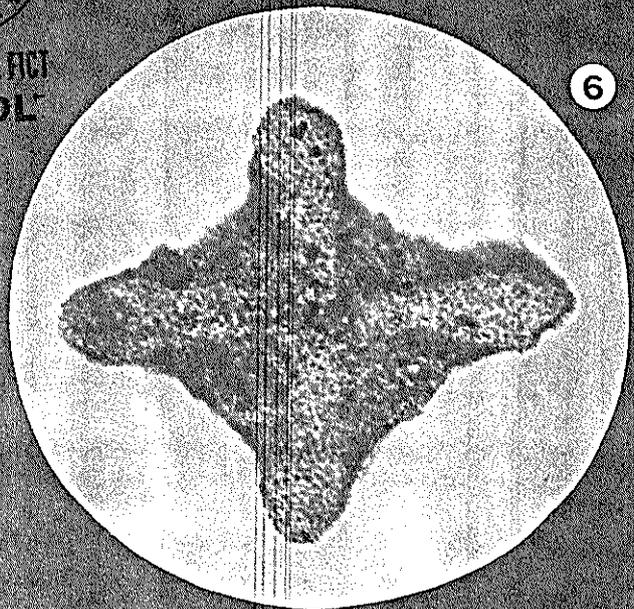
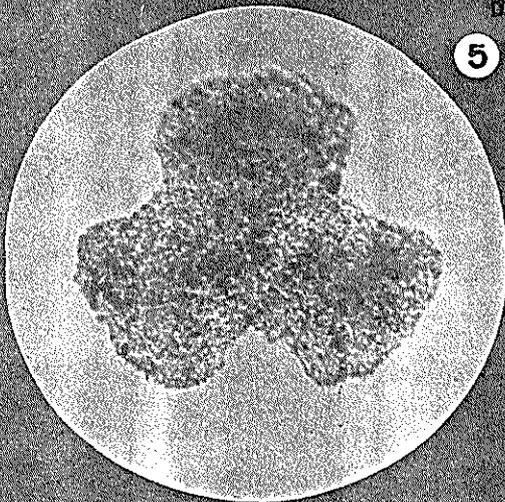
7



BIBLIOTECA ICT  
ESPOL



BIBLIOTECA FCI  
ESPOL



LAMINA IV



BIBLIOTECA FIGT  
ESPOL

C. ANALISIS PETROGRAFICO DE ROCAS.



BIBLIOTECA FICT<sup>7</sup>  
ESPOL

MUESTRA: MCP-01  
TIPO DE MUESTRA: ARENISCA  
FORMACION: SAN MATEO

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Muestra dura, masiva, de color gris, de grano muy grueso, constituida por fragmentos de rocas principalmente.

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

Muestra constituida por fragmentos de rocas volcánicas, lutíticas y calcáreas, acompañada de cuarzo y feldespatos; los cuales flotan en un cemento esparítico que, constituye el 35 % de la roca. Los fragmentos de rocas volcánicas, son oscuros, con textura traquítica, subredondeados, en algunos se presentan horblendas de longitud aprox. de 0.086 mm, flotando en una matriz de feldespatos alterados. Los fragmentos de rocas calcáreas son subangulosos, alargados, de matriz micrítica. Los fragmentos de rocas lutíticas son, de matriz muy fina silíceas, con inclusión de microfósiles. Los feldespatos presentes son angulosos, siendo alcalinos principalmente, con abundantes microclinas. El cuarzo es generalmente cristobalita de aprox. 0.014 mm. se observan macroforaminíferos flotando en el cemento.

NOMBRE: LITARENITA ESPARITICA

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
 FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA  
 LABORATORIO DE PETROGRAFIA

TESIS DE GRADO DE MARLONN CONTRERAS FERNANDEZ

Numero de muestra\_\_\_\_\_ MCP-01  
 Sitio de muestreo\_\_\_\_\_ Formacion San Mateo  
 Tipo de muestra\_\_\_\_\_ Roca Sedimentaria  
 Fecha de analisis\_\_\_\_\_ Octubre 5, 1989  
 Aumento para el barrido\_\_\_ X 10  
 Cantidad de barridos\_\_\_\_\_ 6

RESULTADOS DEL ANALISIS

COMPONENTES	SUMA	%
ESPARITA (cemento)	3405	37.09
FOSILES CALCAREOS	608	6.62
ROCAS CALCAREAS	672	7.32
ROCAS VOLCANICAS	1872	20.39
ROCAS LUTITICAS	480	5.23
CUARZO	947	10.32
FELDESPATOS	607	6.61
FERROMAGNESIANOS	126	1.37
OTROS*	463	5.04
	9180	100.00

\*Minerales opacos, materia organica, vacios

Nombre de la roca: Litoarenita esparitica



BIBLIOTECA FICT  
 ESPOL

MUESTRA: NCP-02  
TIPO DE MUESTRA: CONGLOMERADO  
FORMACION: SAN MATEO

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Muestra compuesta por clastos calcáreos, lutíticos y volcánicos, de subangulosos a subredondeados. Los clastos de origen sedimentario son mayores que los de origen volcánico.

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

Los clastos calcáreos están constituidos por matriz micrítica y un 20 % de restos fósiles, estos se presentan en forma alargada y subangular (biomicrita). Los clastos lutíticos son subangulosos con algunas inclusiones de microfósiles. Los fragmentos volcánicos son subredondeados y textura traquítica. La matriz está constituida por fragmentos de rocas volcánicas, restos fósiles, feldespatos.

NOMBRE: ORTOCONGLOMERADO

MUESTRA: MCP-03  
TIPO DE MUESTRA: CONGLOMERADO  
FORMACION: SAN MATEO

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Muestra constituida por clastos calcáreos, lutiticos y volcánicos de diámetro aprox. de 4 mm a 4 cm.

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

Los clastos de origen sedimentario se presentan subangulosos y alargados y, los de origen volcánico lo hacen de forma subredondeada, presentando textura traquítica. La matriz está constituida por restos de foraminíferos, fragmentos de rocas, cuarzo microcristalino, feldespatos (labradorita).

NOMBRE: ORTOCONGLOMERADO



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

MUESTRA: MCP-05  
TIPO DE MUESTRA: CLASTO CALCAREO  
FORMACION: SAN MATEO

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Clasto redondeado, tabular, alargado de grano muy fino.

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura no detrítica, de masa lodosa (mudstone), que engloba esporádicos microfósiles, sílice secundaria en cuarzo, calcedonia con contornos irregulares, presencia de materia orgánica y pirita autigénita. Los microfósiles son reemplazados por microesparita.

NOMBRE: MICRITA

MUESTRA: MCP-06  
TIPO DE MUESTRA: CLASTO CALCAREO  
FORMACION: SAN MATEO

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Clasto subredondeado de forma tabular, alargado de grano muy fino.

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura no detrítica de masa lodosa calcárea, la cual se encuentra bioturbada. Matriz micrítica con abundantes fragmentos angulosos de feldespatos y cuarzo en las áreas bioturbadas de restos fósiles son tanto calcáreos como silíceos.

NOMBRE: MICRITA BIOTURBADA



BIBLIOTECA FICT'  
ESPOL'

MUESTRA: MCP-07  
TIPO DE MUESTRA: ARENISCA  
FORMACION: SAN MATEO

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Roca dura, masiva, de color gris, de grano muy grueso, constituida por fragmentos de rocas.

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

Los fragmentos de rocas constituyen aproximadamente el 60 % de la muestra (ver análisis modal), los fragmentos lutíticos son los grandes, alargados y subredondeados, con microfósiles en su interior. Los de origen volcánicos son pequeños, subredondeados y con textura traquítica. El cemento es esparítico con Discocyclinas completos o semicompletos flotando en el cemento, también se presentan fragmentos de cuarzo (cristobalita), chert, regular abundancia de fragmentos de feldespatos alcalinos (microclina).

NOMBRE: LITARENITA ESPARITICA SUBFELDESPATICA



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
 FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA  
 LABORATORIO DE PETROGRAFIA

TESIS DE GRADO DE MARLONN CONTRERAS FERNANDEZ

Numero de muestra\_\_\_\_\_ MCP-07  
 Sitio de muestreo\_\_\_\_\_ Formacion San Mateo  
 Tipo de muestra\_\_\_\_\_ Roca Sedimentaria  
 Fecha de analisis\_\_\_\_\_ Octubre 5, 1989  
 Aumento para el barrido\_\_\_ X 6.5  
 Cantidad de barridos\_\_\_\_\_ 5

RESULTADOS DEL ANALISIS

COMPONENTES	SUMA	%
ESPARITA (cemento)	1630	32.93
FOSILES CALCAREOS	90	1.82
ROCAS CALCAREAS	239	4.83
ROCAS VOLCANICAS	609	12.30
ROCAS LUTITICAS	622	12.57
CUARZO	501	10.12
FELDESPATOS	878	17.74
FERROMAGNESIANOS	98	1.98
OTROS*	283	5.72
TOTAL	4950	100.00

\*Minerales opacos, materia organica, vacios

Nombre de la roca: Litoarenita esparitica



BIBLIOTECA FICT  
 ESPOL

MUESTRA: MCP-08  
TIPO DE MUESTRA: CLASTO CALCAREO  
FORMACION: SAN MATEO

162

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Clasto subredondeado de forma tabular, alargado, de color blanco amarillento, de grano muy fino.

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura de masa lodosa micrítica, con abundantes fragmentos de cuarzo y feldespatos angulosos con cierto subparalelismo en una dirección. Los fragmentos oscilan de 0.031 a 0.124 mm y, corresponden del 10 a 12 % aproximado de la muestra.

NOMBRE: MICRITA BIOTURBADA



MUESTRA: MCP-09  
TIPO DE MUESTRA: LUTITA  
FORMACION: SAN MATEO

DESCRIPCION MACROSCOPICA

Roca dura, de grano muy fino, color gris marrón.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura pelítica, con matriz arcillosa, detrítica, con granos de tamaño 0.014 mm de diámetro, sericítica, finamente orientada. Los microcristales de cuarzo y feldspatos son de aproximadamente 0.050 mm, con algunas trazas de moscovita.

NOMBRE: LIMOLITA ARCILLOSA



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

MUESTRA: MCP-10  
TIPO DE MUESTRA: LUTITA  
FORMACION: SAN MATEO

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Roca dura, de color gris, de grano muy fino.

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

Textura pelítica, con matriz arcillosa, detrítica, con granos de tamaño 0.014 mm de diámetro, sericítica, finamente orientada. Los microcristales de cuarzo y feldespatos son de aproximadamente 0.050 mm.

NOMBRE: LIMOLITA



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

MUESTRA: MCP-11  
TIPO DE MUESTRA: CONGLOMERADO  
FORMACION: SAN MATEO

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Roca constituida por clastos de rocas volcánicas y sedimentarias de tamaño variable de 2 cm a 4 cm.

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

Los clastos de origen sedimentario se presentan subangulosos y alargados y, los de origen volcánico lo hacen en forma subredondeada presentando textura traquítica. La matriz está constituida por restos de foraminíferos, fragmentos de rocas, cuarzo microcristalino, feldespatos (labradorita).

NOMBRE: ORTOCONGLOMERADO

D. RESULTADOS DEL ANALISIS PETROGRAFICO DEL CARBON.

LABORATORIO DE GEOLOGIA CEPE SRG  
 GEOQUIMICA ORGANICA  
 REFLECTANCIA DE VITRINITA

FECHA -----SEPTIEMBRE 14 1989  
 SITIO -----FORMACION SAN MATEO  
 TESIS DE GRADO -----MARLONN CONTRERAS  
 NO. DE LABORATORIO -----LAB17-89  
 NO. DE MUESTRA -----CC-01  
 PROFUNDIDAD-----SUPERFICIAL  
 TIPO DE MUESTRA -----AFLORAMIENTO

VALORES ORDENADOS LEIDOS FOTOMETRO MPV

0.14	0.16	0.17	0.19	0.20
0.15	0.17	0.17	0.19	0.20
0.15	0.17	0.18	0.19	0.20
0.15	0.17	0.18	0.19	0.21
0.15	0.17	0.18	0.20	0.21
0.16	0.17	0.18	0.20	0.21
0.16	0.17	0.18	0.20	0.21
0.16	0.17	0.19	0.20	0.21
0.16	0.17	0.19	0.20	0.22
0.16	0.17	0.19	0.20	0.24

ESTADISTICAS DE LA POBLACION TOTAL

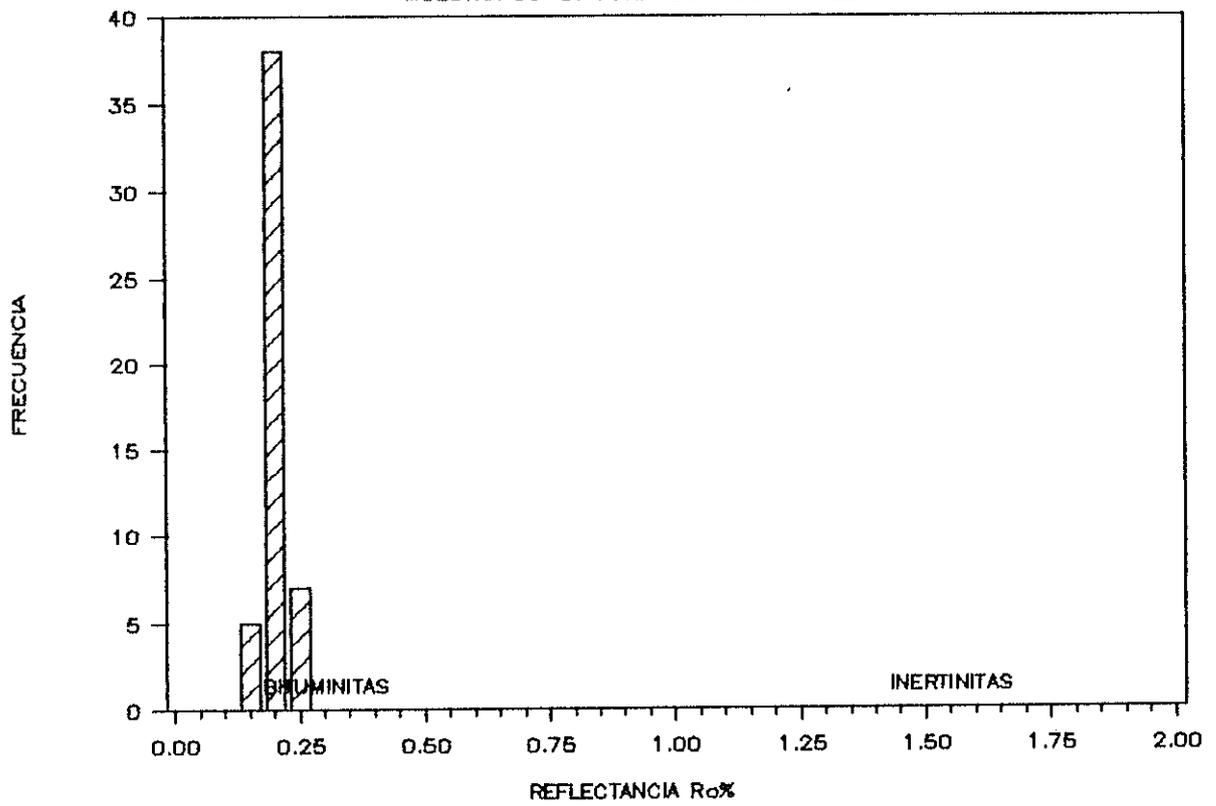
REFLECTIVIDAD MEDIA -----	0.18	*****	POBLACION
VALOR MAXIMO-----	0.24		CONSTITUIDA
DESVIACION ESTANDAR -----	0.02		FOR
NUMERO DE LECTURAS -----	50		BITUMINITAS
MEDIANA-----	0.18		



BIBLIOTECA FICT  
 ESPOL

# HISTOGRAMA DE REFLECTANCIA DE VITRINITA

MUESTRA CC-01 FORMACION SAN MATEO



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

LABORATORIO DE GEOLOGIA CEPE SRG  
 GEOQUIMICA ORGANICA  
 REFLECTANCIA DE VITRINITA

FECHA -----SEPTIEMBRE 14 1989  
 SITIO -----FORMACION SAN MATEO  
 TESIS DE GRADO -----MARLONN CONTRERAS  
 NO. DE LABORATORIO -----LAB18-89  
 NO. DE MUESTRA -----CC-02  
 PROFUNDIDAD-----SUPERFICIAL  
 TIPO DE MUESTRA -----AFLORAMIENTO

VALORES ORDENADOS LEIDOS FOTOMETRO MPV

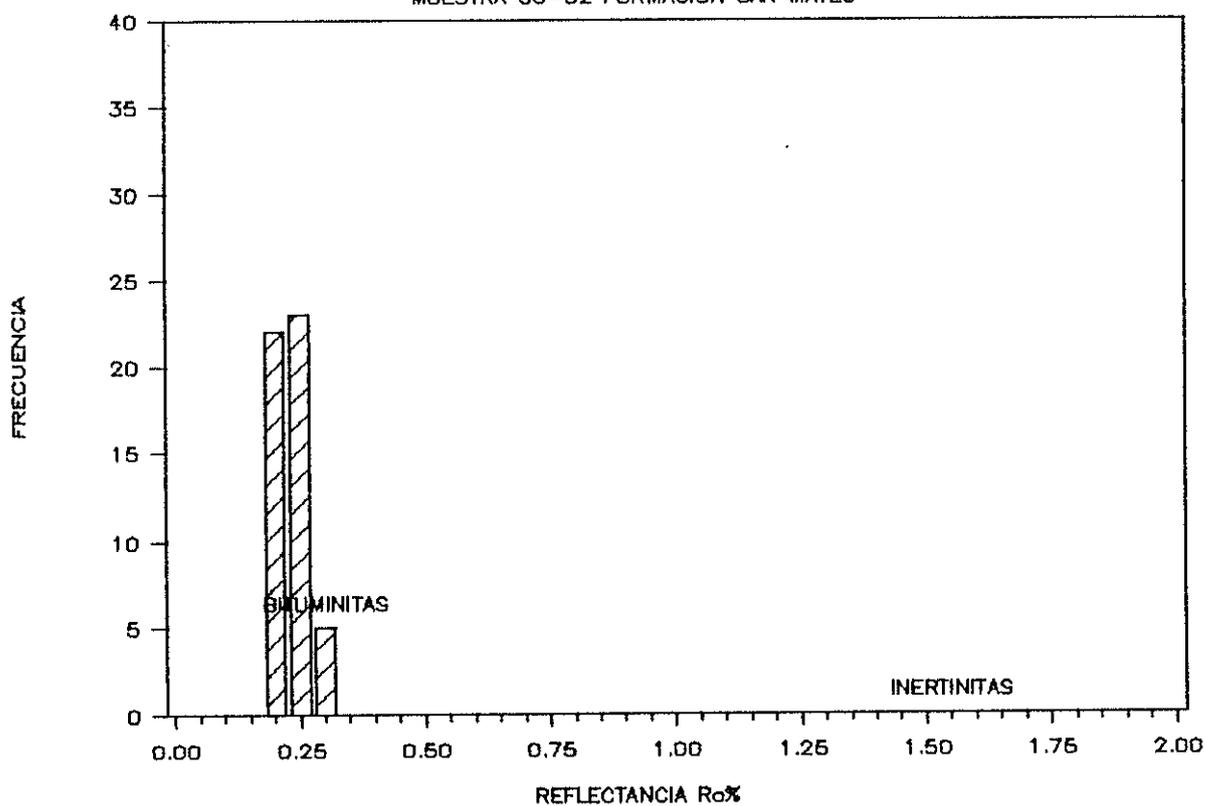
0.16	0.19	0.20	0.22	0.24
0.17	0.19	0.20	0.22	0.24
0.17	0.20	0.21	0.22	0.24
0.17	0.20	0.21	0.22	0.25
0.18	0.20	0.21	0.22	0.25
0.18	0.20	0.21	0.23	0.26
0.19	0.20	0.21	0.23	0.26
0.19	0.20	0.22	0.23	0.26
0.19	0.20	0.22	0.23	0.26
0.19	0.20	0.22	0.24	0.29

ESTADISTICAS DE LA POBLACION TOTAL

REFLECTIVIDAD MEDIA -----	0.21	*****	POBLACION
VALOR MAXIMO-----	0.29		CONSTITUIDA
DESVIACION ESTANDAR -----	0.03		POR
NUMERO DE LECTURAS -----	50		BITUMINITAS
MEDIANA-----	0.21		

170

### HISTOGRAMA DE REFLECTANCIA DE VITRINITA MUESTRA CC-02 FORMACION SAN MATEO



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

LABORATORIO DE GEOLOGIA CEPE SRG  
 GEOQUIMICA ORGANICA  
 REFLECTANCIA DE VITRINITA

FECHA -----SEPTIEMBRE 14 1989  
 SITIO -----FORMACION SAN MATEO  
 TESIS DE GRADO -----MARLONN CONTRERAS  
 NO. DE LABORATORIO -----LAB19-89  
 NO. DE MUESTRA -----CC-03  
 PROFUNDIDAD-----SUPERFICIAL  
 TIPO DE MUESTRA -----AFLORAMIENTO

VALORES ORDENADOS LEIDOS FOTOMETRO MPV

0.18	0.21	0.22	0.22	0.24	0.25
0.19	0.21	0.22	0.23	0.24	0.26
0.19	0.21	0.22	0.23	0.24	0.27
0.19	0.21	0.22	0.23	0.24	0.27
0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.27
0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.28
0.20	0.21	0.22	0.23	0.25	0.29
0.20	0.21	0.22	0.23	0.25	0.30
0.20	0.21	0.22	0.23	0.25	0.30
0.21	0.22	0.22	0.24	0.25	0.33

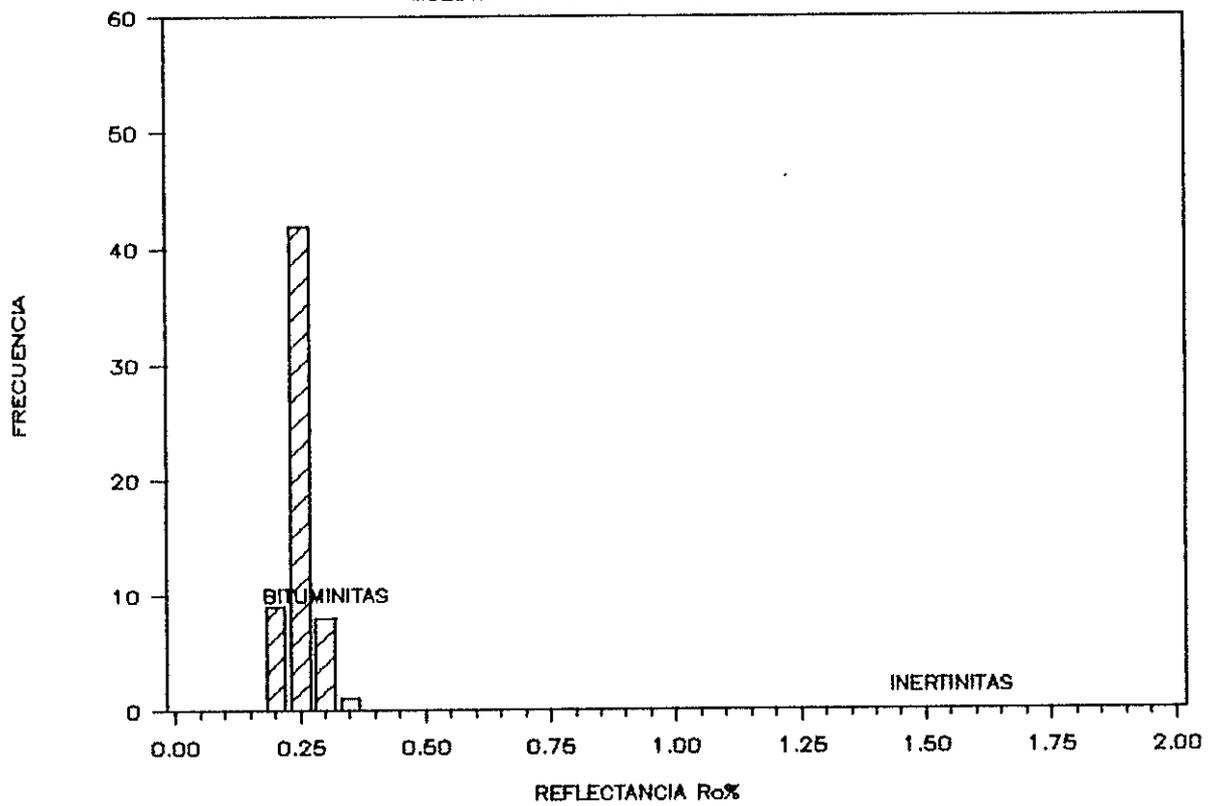
ESTADISTICAS DE LA POBLACION TOTAL

REFLECTIVIDAD MEDIA -----	0.23	*****	POBLACION
VALOR MINIMO-----	0.18		CONSTITUIDA
VALOR MAXIMO-----	0.33		POR
DESVIACION ESTANDAR -----	0.03		BITUMINITAS
NUMERO DE LECTURAS -----	60		
MEDIANA-----	0.22		

120

# HISTOGRAMA DE REFLECTANCIA DE VITRINITA

MUESTRA CC-03 FORMACION SAN MATEO



**BIBLIOTECA FICT**  
**ESPOL**

LABORATORIO DE GEOLOGIA CEPE SRG  
 GEOQUIMICA ORGANICA  
 REFLECTANCIA DE VITRINITA

FECHA -----SEPTIEMBRE 14 1989  
 SITIO -----FORMACION SAN MATEO  
 TESIS DE GRADO -----MARLONN CONTRERAS  
 NO. DE LABORATORIO -----LAB20-89  
 NO. DE MUESTRA -----CD-04  
 PROFUNDIDAD-----SUPERFICIAL  
 TIPO DE MUESTRA -----AFLORAMIENTO

VALORES ORDENADOS LEIDOS FOTOMETRO MPV

---

0.18	0.22	0.25	0.27	0.29
0.20	0.22	0.25	0.27	0.30
0.20	0.23	0.25	0.27	0.30
0.22	0.23	0.26	0.27	0.30
0.22	0.23	0.26	0.28	0.31
0.22	0.24	0.26	0.28	0.32
0.22	0.24	0.27	0.28	0.32
0.22	0.24	0.27	0.28	0.32
0.22	0.24	0.27	0.28	0.33
0.22	0.25	0.27	0.29	0.38

---

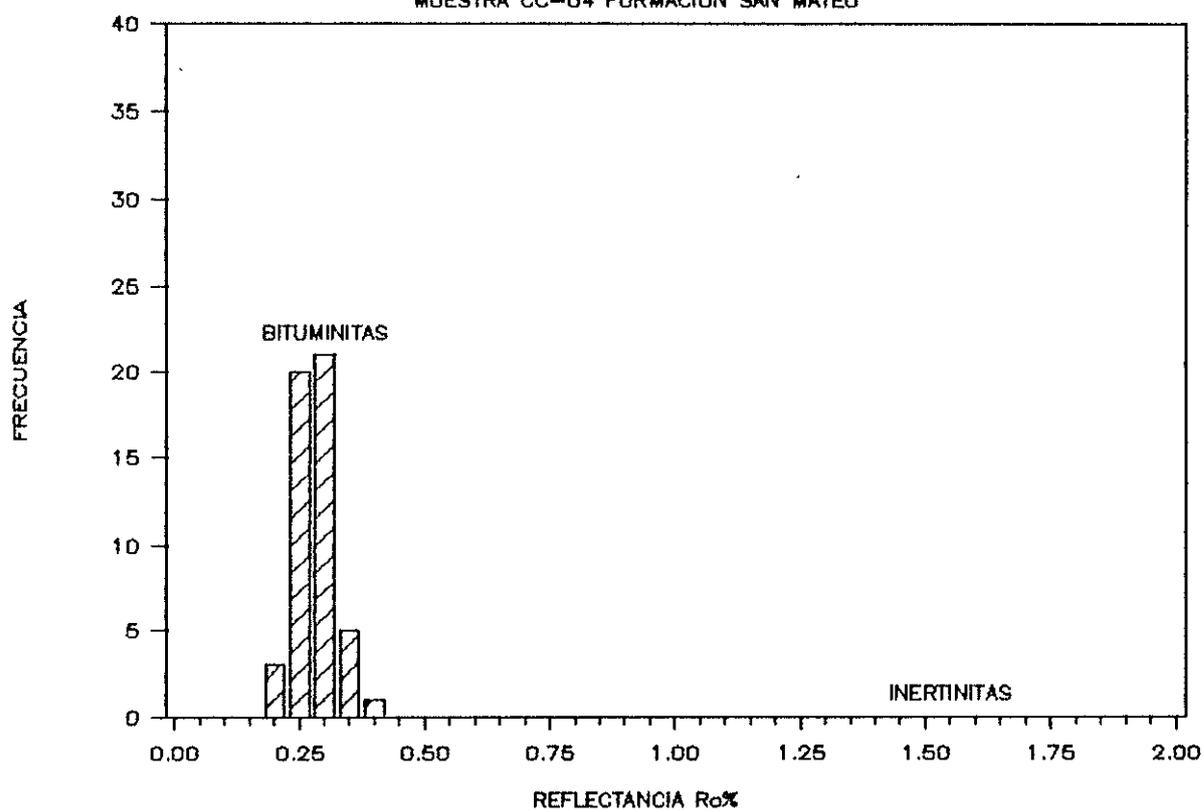
ESTADISTICAS DE LA POBLACION TOTAL

REFLECTIVIDAD MEDIA -----	0.26	*****	POBLACION
VALOR MINIMO-----	0.18		CONSTITUIDA
VALOR MAXIMO-----	0.38		FOR
DESVIACION ESTANDAR -----	0.04		BITUMINITAS
NUMERO DE LECTURAS -----	50		
MEDIANA-----	0.26		

---

## HISTOGRAMA DE REFLECTANCIA DE VITRINITA

MUESTRA CC-04 FORMACION SAN MATEO



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

LABORATORIO DE GEOLOGIA CEPE SRG  
 GEOQUIMICA ORGANICA  
 REFLECTANCIA DE VITRINITA

FECHA -----SEPTIEMBRE 14 1989  
 SITIO -----FORMACION SAN MATEO  
 TESIS DE GRADO -----MARLONN CONTRERAS  
 NO. DE LABORATORIO -----LAB21-89  
 NO. DE MUESTRA -----CC-07  
 PROFUNDIDAD-----SUPERFICIAL  
 TIPO DE MUESTRA -----AFLORAMIENTO

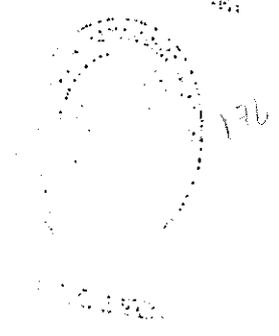
VALORES ORDENADOS LEIDOS FOTOMETRO MPV

0.20	0.23	0.26	0.29	0.31	0.34
0.20	0.23	0.26	0.29	0.31	0.35
0.21	0.24	0.27	0.30	0.31	0.35
0.22	0.24	0.27	0.30	0.31	0.36
0.22	0.24	0.27	0.30	0.32	0.36
0.22	0.24	0.27	0.30	0.33	0.37
0.23	0.25	0.28	0.30	0.33	0.38
0.23	0.25	0.28	0.30	0.33	0.38
0.23	0.25	0.28	0.30	0.34	0.39
0.23	0.25	0.28	0.31	0.34	0.39

ESTADISTICAS DE LA POBLACION TOTAL

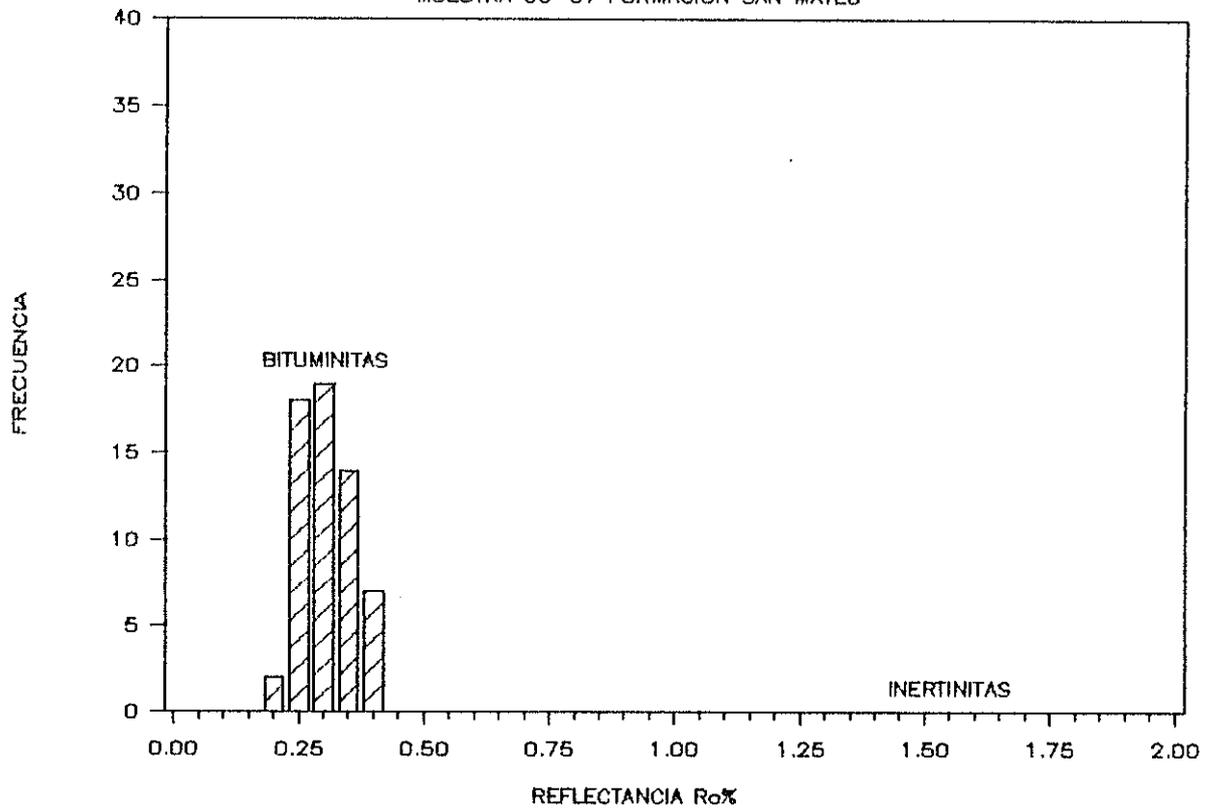
REFLECTIVIDAD MEDIA -----	0.29	*****	POBLACION
VALOR MINIMO-----	0.20		CONSTITUIDA
VALOR MAXIMO-----	0.39		POR
DESVIACION ESTANDAR -----	0.05		BITUMINITAS
NUMERO DE LECTURAS -----	60		
MEDIANA-----	0.28		

178



# HISTOGRAMA DE REFLECTANCIA DE VITRINITA

MUESTRA CC-07 FORMACION SAN MATEO



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## BIBLIOGRAFIA

1. ALPERN B., Petrographie du kerogene, en Kerogen insoluble organic matter from sedimentary rocks, Ed. Bernard Durand, Editions Technip, Paris 1980, cap II.
2. AUBOUIN J. et al., Tratado de Geología, Petrología, tomo I. Ediciones Omega S.A. Barcelona España, 1981, pp. 185-316.
3. BENÍTEZ S., Contribución al estudio de las cuencas sedimentarias del suroeste ecuatoriano, Memorias del III Congreso ecuatoriano de ingenieros geólogos, de minas y petroleos, tomo I-A, sección A. Guayaquil Ecuador. 1983. 39 p.
4. BOLLI H. et al., Plankton stratigraphy, Cambridge University Press. U.S.A. 1985. pp. 6-7, 95-97 y 631-650.
5. BRISTOW C. et HOFFSTETTER, L'exique stratigraphique international, Vol V, Fasc. 5 a 2, Ecuador, Segunda edición.

6. COMBAZ A., Les kerogenes vus au microscope, en Kerogen insoluble organic matter from sedimentary rocks, Ed. Bernard Durand, Editions Technip, Paris 1980, cap 3. 178
7. CORRALES I. et al, Estratigrafia, Editorial Rueda, Madrid España. 1977. 717 p.
8. DELFAUD J., Application de l'analyse séquentielle à l'exploration lithostratigraphique d'un bassin sédimentaire. L'exemple du Jurassique et du Crétacé inférieur de l'Aquitaine, Mem. BRGM, No. 77, Paris 1972, 593-611.
9. DOW W. et O'CONNOR D., How to assess maturation and paleotemperatures, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists SEPM. Tulsa 1982. pp. 133-157.
10. EGUEZ H., Sedimentología y Estratigrafía de la Formación San Mateo, Provincia de Manabí Ecuador, Tesis de grado, FIGMF-ESPOL, Guayaquil 1985, 111 p.
11. FAUCHER B. et al, A stratigraphic and micropaleontological survey, IFP, Paris 1971, pp. 157-159.
12. FAUCHER B. et SAVOYAT E., Esquisse géologique des

- Andes de l'Equateur, Revue de géographie physique et de géologie dynamique (2), vol. XV, fasc. 1-2, Paris 1973, pp. 115-142.
13. FEININGER T., BRISTOW R., Cretaceous and paleogene geologic history of coastal Ecuador, Geologische Rundschau, vol 69, 1980. pp. 849-874.
  14. FOLK R., Petrologia sedimentaria, Ed. Hemphill's, Austin 1968, 170 p.
  15. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR (IGM), Atlas del Ecuador, Banco Central del Ecuador, 1982. 80 p.
  16. KENNERLEY J., Outline of geology of Ecuador, Overseas Geological and Mineral Resource, No. 53, London 1980, 17 p.
  17. LONSDALE F., Sistema de subducción ecuatoriano, AAPG Vol 62, N° 12; traducción: Benites, Barquet, Hernández. 26 p.
  18. LOWE D., Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents, Journal of sedimentary petrology. Vol. 52, N° 1, USA. 1982.
-

19. MIDDLETON G. et HAMPTON M., Subaqueous sediment transport and deposition by sediment gravity flows,
  20. MILLS S., The stratigraphy of the terciary rocks of southern Manabi and Guayas Provinces (excluding The Santa Elena Peninsula), with notes on Esmeraldas Province, Ecuador, AEO, report SJMI, 1967, 60 P.
  21. MOORE R., Treatise on invertebrate paleontology, Protista 2, part C, vol 1 and 2, Geological Society of America and University of Kansas Press, Kansas 1964, 900 p.
  22. MOORE R., Treatise on invertebrate paleontology, Protista 3, part C, vol 1 and 2, Geological Society of America and University of Kansas Press, Kansas 1964.
  23. NAVARRETE E., Estudio estratigráfico de la Formación San Mateo, en el corte Puerto López -Salango Provincia de Manabí Ecuador, Tesis de grado, FIGMP ESPOL, Guayaquil 1983, 196 p.
  24. NILSEN T., Modern and ancient deep-sea sedimentation, SEPM, Tulsa 1984, cap. 8-9.
  25. PETTIJOHN F., Rocas sedimentarias, Editorial Universitaria de Buenos Aires. Buenos Aires, cuarta
-

edición, septiembre 1980. pp. 235-494.

26. FERRODON A., *Geodynamique petroliere*, Elf Aquitaine, Paris 1980, pp. 77-79.
27. POTTER P. et PETTIJOHN F., *Paleocurrents and basin analysis, second, corrected and updated edition*. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, 1977. 425 p.
28. RUPKE N., *Deep calstic seas*, en *Sedimentary Environments and Facies*. Editor H.G. Reading. Elsevier, New York 1978. pp 372-415.
29. SANTOS M., *La subcuenca Manabí y su contexto regional*, *Memorias del III congreso ecuatoriano de ingenieros geólogos, de minas y petroleos*. Tomo 1-B, sección A, Guayaquil 1983, 39 p.
30. SCHULLMANN N. et al., *Geology and groudwater possibilities of central Manabi Ecuador*, Ministry for Foreign Affairs, State of Israel, Jerusalem, 1965, 80 p.
31. SEILACHER A., *Biogenic sedimentary structures*, in *Adventures in Earth History*. Editor Cloud Preston, San Francisco 1970, pp 686-700.

32. SIGAL J., Quelques acquisitions récentes concernant la chronostratigraphie des Formations sédimentaires de l'Equateur, Revista española de micropaleontología, vol 1, n° 2, 1969, pp 205-236.
33. WALKER R., Deep-water sandstone facies and ancient submarine fans: Models for exploration for stratigraphic traps, AAPG, Tulsa 1978, pp 932.
34. WILLIAMS H. et al., Petrografía, Editorial continental, México DF, 1983, cuarta edición, pp 265-404.