



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**SEDIMENTOLOGIA DE LA FORMACION ROSARIO
(CRETACICO SUPERIOR) EN EL AREA DE
PUNTA BANDA, B.C. MEXICO.**



TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA
RAMON BRICEÑO ROSSETTE

Ensenada, B.C. Mayo de 1988

SEDIMENTOLOGIA DE LA FORMACION
ROSARIO (CRETACICO SUPERIOR) EN EL
AREA DE PUNTA BANDA, B.C. MEXICO.

T E S I S

que presenta:

RAMON BRICENO ROSSETTE

Aprobada por:



Ocean. Fco. Javier Aranda Manteca

Presidente del Jurado



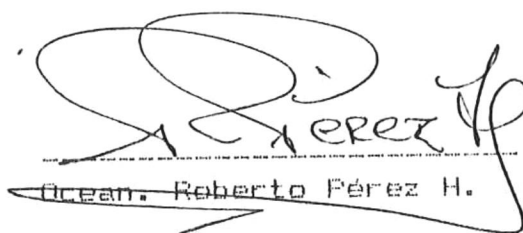
Ing. Geol. Jorge Ledesma V.

Sinodal Propietario



Ocean. Jose Luis Ferman A.

Sinodal Suplente



Ocean. Roberto Pérez H.

Sinodal Propietario



Ocean. Rigoberto Guardado F.

Sinodal Suplente

RESUMEN

Se llevó a cabo el levantamiento de una secuencia estratigráfica en los afloramientos del Cretácico Superior de Punta Banda, B.C. México. Para la cual se establecieron los mecanismos sedimentarios que le dieron origen, siendo estos asociados a procesos de tormentas.

De igual modo se hicieron algunas inferencias paleoecológicas en base a los organismos fósiles presentes en la secuencia, sobre todo a partir de la ocurrencia del rudista Coralliochama orcutti (White, 1885), el cual nos refleja condiciones ambientales diferentes a las actuales para su desarrollo, correspondiendo estas a regiones tropicales de aguas cálidas.

Se ubicó estratigráficamente a una asociación de bivalvos y gasterópodos conocida como fauna de Fairbank. Además se estableció la existencia de una biofacies caracterizada por Coralliochama orcutti (White, 1885) para aguas poco profundas y por la fauna de Fairbank para aguas mas profundas.

AGRADECIMIENTOS

Especialmente a mi director de tesis Ocean. Fco. Javier Aranda Manteca.

A los Oceanólogos Roberto Pérez H., Jose Luis Ferman A., y Rigoberto Guardado F., así como también al Ing. Geol. Jorge Ledesma V., por haber aceptado corregir el contenido de ésta tesis.

A los pasantes de Oceanólogo Maria de los Angeles Barcenaz Pazos y Juan Carlos Navarro Fuentes por haber dedicado parte de su tiempo en la discusión de ésta tesis.

Al personal del departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Marinas por su apoyo.

DEDICATORIA

A mi mamá, Sra. Yolanda Rossette Mascareño por que siempre ha respetado mis decisiones (aunque éstas no siempre han sido buenas).

A mi papá, Profesor Ramón Briceño Romero por contribuir a mi formación como persona.

A Rocio Anel, Irma y Carlitos.

A mi Mamá Fide por ser mi eterna compañera.

A mi tia Ofelia, Edith y Lenin por no perderme de vista durante mi carrera.

A Rosa Edna por aparecer justo cuando yo lo necesitaba.

A la memoria de Daniel Alberto Espinoza C. "El Tonín".

A mis compañeros, por compartir conmigo el viaje desde el Precámbrico hasta el Cuaternario.

A Gilberto Reyes L. y Javier Becerra G., ellos saben por que.

EL ROCK AND ROLL NUNCA
MUERE.....EL CUERO ES EL QUE SE ARRUGA, NADA MAS.

(Alejandro Lora, El Tri)

INDICE	Pagina
I).- Introducción.....	1
II).- Antecedentes Generales.....	4
III).- Antecedentes Particulares.....	6
IV).- Objetivo.....	8
V).- Localización y Descripción del Area de Estudio.....	9
VI).- Metodología.....	11
VII).- Resultados.....	13
VII.1).- Descripción de la columna estratigráfica.....	13
VII.2).- Lista de Fósiles.....	16
VII.3).- Micropaleontología.....	17
VIII).- Discusiones.....	18
VIII.1).- Modelo Sedimentario.....	18
VIII.2).- Inferencias Paleoecológicas.....	29
IX).- Conclusiones.....	34
X).- Bibliografía.....	35

INDICE DE FIGURAS	Pagina
Figura 1.- Afloramientos del Cretácico Superior.....	3
Figura 2.- Localización del área de estudio.....	10
Figura 3.- Columna estratigráfica.....	15
Figura 4.- Procesos físicos básicos que ocurren durante las tormentas.....	19
Figura 5.- Relación entre los eventos ocurridos y la columna estratigráfica.....	21
5a.- Eventos de tormenta y calma.....	21
5b.- Energía generada durante los eventos de tormenta.....	21
5c.- Fluctuaciones del nivel medio del mar.....	21
Figura 6.- Sistemas fluviales encargados del aporte continental a Punta Banda durante el Cretácico Superior.....	23
Figura 7.- Depósitos de tormenta existentes en la columna.....	26
Figura 8.- Organismos de la fauna de Fairbank.....	28
Figura 9.- <u>Coralliochama orcutti</u> (White, 1885).....	30
Figura 10.- Biofacies propuesta para el depósito de Punta Banda.....	32

I) INTRODUCCION

Los sedimentos del Cretácico Superior que se encuentran aflorando a lo largo de la costa del Pacífico fueron depositados dentro de la extensión oeste de una cuenca de frente de arco originada por la subducción de la placa del Pacífico con respecto a la placa de Norte América, en forma de un prisma de acreción, sobre distintos medios ambientes (Dickinson, 1983 en Cunningham y Abbott, 1986), siendo estos depósitos terrestres, transicionales, de plataforma y mar profundo.

Actualmente estos depósitos son conocidos para Baja California como el grupo Rosario, el cual está conformado por la Formación Bocana Roja, Formación Punta Baja, Formación El Gallo y Formación Rosario (Kilmer, 1963; Patterson, 1978).

La extensión de estos afloramientos en Baja California comprende desde Punta Canas hasta Rosarito (a unos 30 km. al sur-sureste de Tijuana), así como también al norte de la línea internacional en el área de San Diego (fig.1).

El presente trabajo se concreta a las rocas Cretácicas reconocidas en primer término por White (1885) en Punta Banda, B.C., México; posteriormente correlacionadas con la Formación Rosario descrita por Santillan y Barrera (1930), en su localidad tipo al sur del arroyo Rosario, el cual se encuentra al este-noreste de la población de El Rosario B.C. México.

Al norte de la península está representada por una cuña persistente, apenas deformada y con engrosamiento hacia

el oeste en la cual ocurren conglomerados intraformacionales, areniscas, limolitas y lodolitas (Lopez, 1982).

La sucesión estratigráfica en los afloramientos dicha formación en el área de El Rosario, consiste de una unidad inferior compuesta de 75mt. de arenisca, una unidad media de 45mt. de lodolita y una unidad superior conformada también por arenisca. Los conglomerados característicos ocurren en las partes superiores e inferiores (Patterson, 1978).

Los fósiles de la base en el afloramiento de Punta Banda incluyen a Ceralliochama orcutti (White, 1885), Spondylus sp, Ostrea sp y otros moluscos que indican medios ambientes de aguas tibias. Los amonoideos tales como Eaculites inornatus (Meek, 1862), y Pachydiscus (Neodesmoceras) catarinae (Anderson y Hanna, 1928), son fósiles índices para la unidad media de lodolita, la cual también presenta ricas asociaciones de foraminíferos (Lopez, 1982).

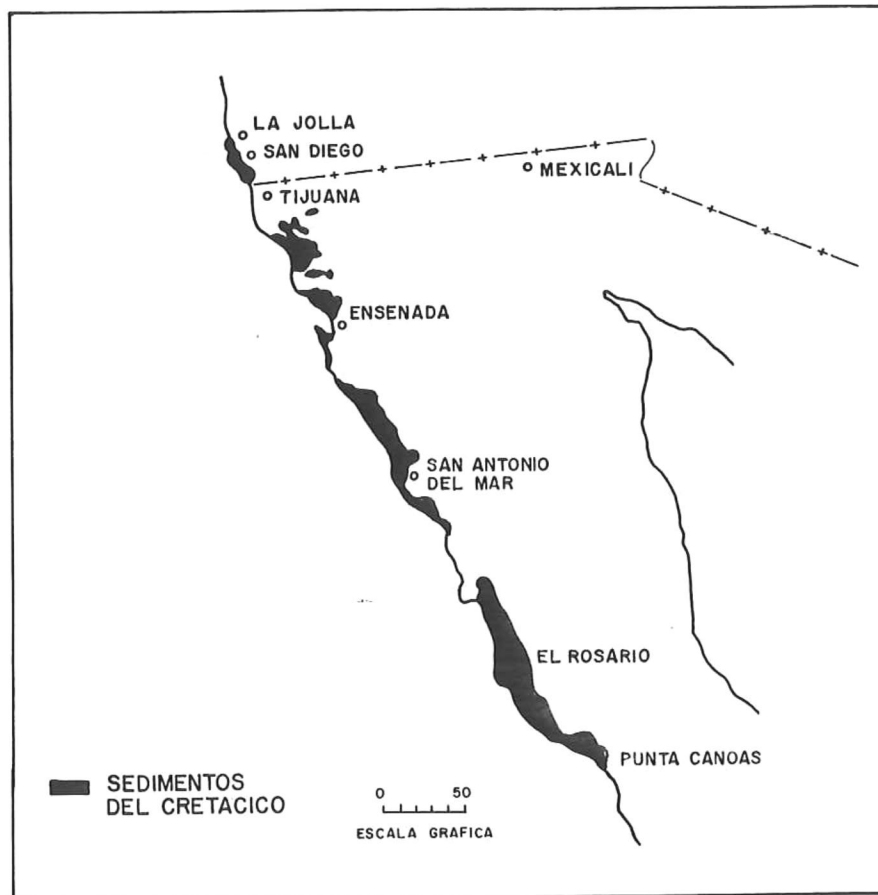


FIGURA 1 = AFLORAMIENTOS DEL CRETACICO SUPERIOR
(TOMADO DE YEO, 1984)

11) ANTECEDENTES GENERALES

Beal (1948), realiza un estudio de la geología de las rocas Cretácicas en el área de El Rosario, B.C., a las cuales reconoce como Formación Rosario.

Kilmer (1963), en base a un estudio estratigráfico y bioestratigráfico de las rocas cretácicas en el área de el Rosario, B.C., describe cuatro formaciones, las cuales son: Formación La Bocana Roja, Formación Punta Baja, Formación El Gallo y Formación Rosario.

Patterson (1978), eleva al rango de Grupo a la Formación Rosario descrita por Beal (1924), dentro del cual quedan comprendidas las formaciones descritas por Kilmer (1963). A su vez divide estas formaciones en miembros.

Ledesma (1984), interpretó una facies de la Formación Rosario al norte de Ensenada, B.C., señalando que contiene evidencias de redepositación en aguas moderadamente profundas, probablemente en la parte superior de un abanico de turbidez.

Yeo (1984), efectuó un estudio de la sedimentología del Cretácico Superior en la parte norte de Baja California, concluyendo que tanto la secuencia del suroeste de California como la del noroeste de Baja California están caracterizadas por facies que van desde continentales hasta marinas de aguas

profundas, las cuales fueron depositadas a lo largo de una cuenca de frente de arco.

Cunningham y Abbott (1986), estudiaron la sedimentología y proveniencia de la Formación Rosario al sur de Ensenada, B.C. y concluyeron que dicha Formación entre Punta Banda y Punta San José, fue depositada a lo largo de una cuenca de frente de arco que estaba limitada al este por las elevaciones volcánicas alisitos.

III) ANTECEDENTES PARTICULARES

White (1885), relacionó los depósitos sedimentarios que afloran en Punta Banda con los del grupo Wallala y describe al bivalvo rudista Coralliochama orcutti, así como la fauna asociada, situando a estos depósitos en el Cretácico medio.

Fairbank (1893), colectó fósiles de la localidad añadiendo especies no reportadas por White (1885), concluyendo que estas capas se correlacionan con las del grupo Chico de California. De las especies nuevas que fueron reportadas 14 son claramente del Cretácico.

Anderson y Hanna (1935), sitúan a los afloramientos de Punta Banda donde aparece el rudista Coralliochama orcutti en la parte baja del Cretácico Superior; específicamente asignan una edad para el Turoniano.

Posteriormente Anderson en un trabajo no publicado concluye que los arrecifes de Coralliochama orcutti pertenecen al Maestrichtiano. También Anderson y Hanna en 1935, reportan una lista de fósiles bivalvos y gasterópodos, la cual se añade a la de Fairbank, concluyendo que se correlacionan con la parte baja de grupo Chico de California.

Saul (1970), sugiere una cercana relación espacial y temporal de los estratos de Coralliochama orcutti y los estratos que contienen a la fauna de Fairbank,

correlacionandolos con la formación Jalama de Santa Barbara California, indicando una edad probable del Campaniano Tardío al Maestrichtiano Temprano.

Marincovich (1975), realiza una colecta de fósiles en los depósitos de Coralliochama orcutti (White, 1885), con el propósito de establecer la relación de su morfología con el modo de vida de estos organismos.

Cupul (1984), realiza el levantamiento de una sección estratigráfica para la localidad y establece que la línea de costa se encontraba al este de la línea actual, durante el Cretácico Superior.

IV) OBJETIVO

Establecer un modelo sedimentario para la secuencia de la Formación Rosario (Cretácico Superior) en Punta Banda, B.C. Mexico.

V) LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

En la zona sur de la Bahía de Todos Santos afloran depósitos sedimentarios de la Formación Rosario (K Sup), localizados entre los $31^{\circ} 42'$ y los $31^{\circ} 44'$ de latitud norte y los $116^{\circ} 40'$ a los $116^{\circ} 44'$ de longitud oeste (fig.2). Se encuentran expuestos sobre los acantilados de la península de Punta Banda, sobreyaciendo y en discordancia angular a la Formación Alisitos (K Inf). Dichos depósitos consisten en dos unidades litoestratigráficas; la primera esta constituida por una arenisca y caliza, mientras que la segunda esta conformada por una arenisca (Cupul, 1983).

La península de Punta Banda es una prolongación rocosa con dirección N 40 O y se encuentra flanqueada por los sectores norte y sur de la falla de Agua Blanca, la cual ha presentado gran actividad tectónica apreciable en el fracturamiento, afallamiento, deformación (compresión-distensión) e inclinación de dichos depósitos de la Formación Rosario. No siendo así para los depósitos del cuaternario (Aranda, comunicación personal).

Es importante hacer notar que los depósitos de la Formación Alisitos presentes en el área se encuentran también deformados por la acción de dicha falla.

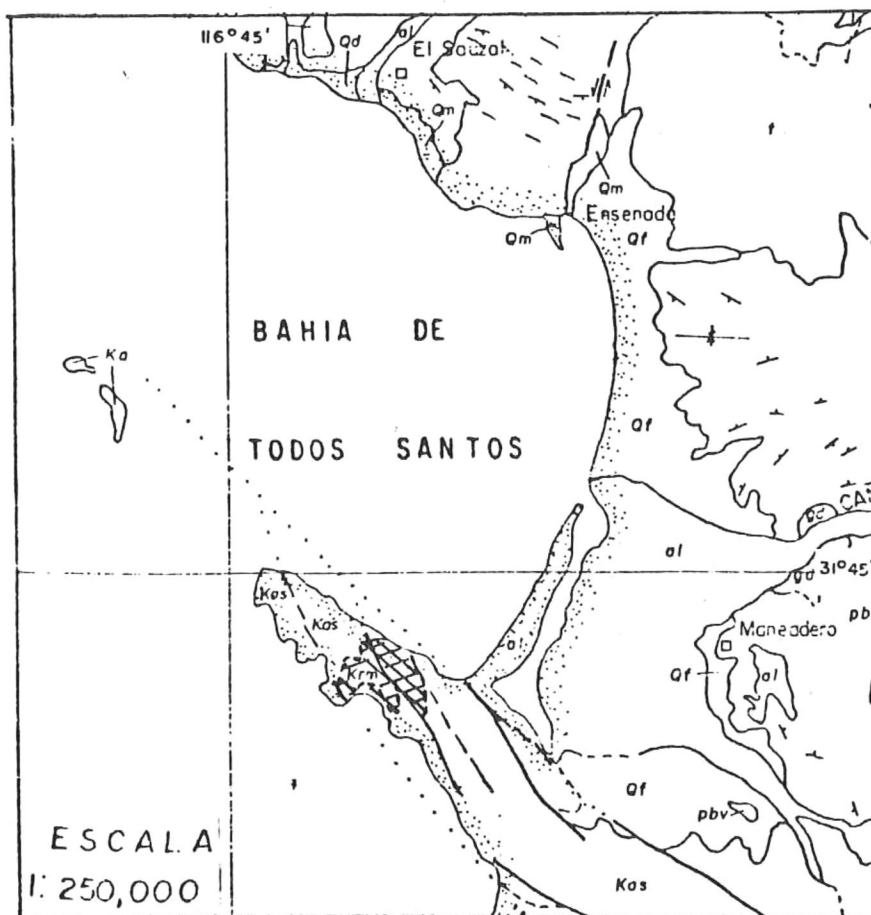


FIGURA 2.- LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.
(Tomado de Gastil, R.G. et. al.,
1975)

VI) METODOLOGÍA

Se llevó a cabo el levantamiento de columnas estratigráficas en las áreas mejor expuestas o en donde se observaron cambios en la litología y/o contenido de fósiles, con el fin de establecer las variaciones de facies.

Se tomaron muestras de rocas sedimentarias anotando sus características como tamaño de grano, color, clasificación, presencia de carbonato de calcio como cementante y sobre todo el tipo de estratificación que presentaban. Estas muestras fueron etiquetadas y colocadas en bolsas de plástico para luego ser analizadas en el microscopio estereoscópico.

Los fósiles colectados en el área fueron también etiquetados y se anotaron características tales como tamaño de los mismos, tipo de matriz en la que se encontraban, así como el cementante de la matriz. Estos fósiles después fueron transportados al laboratorio para su identificación.

Las rocas sedimentarias colectadas fueron observadas en el microscopio estereoscópico, con lo cual se ratificaron las características sedimentológicas anotadas en el campo.

Estas rocas sedimentarias fueron utilizadas posteriormente para el análisis micropaleontológico, para lo cual fue necesario la eliminación de la materia orgánica siguiendo la técnica de Royse (1970).

Una vez eliminado el contenido de materia orgánica las muestras fueron tamizadas mediante el uso de una serie de tamices con un rango de tamaños de 0 phi a 4 phi.

Paso seguido se procedió a la observación de cada

fracción en el microscopio estereoscópico con la finalidad de separar los microfósiles presentes en las muestras.

La fracción obtenida en el colector de los tamices para cada muestra, se colocó en vasos de precipitado a los cuales se agregó agua destilada homogenizándose la muestra mediante agitación y montándose en porta objetos mediante la ayuda de un gotero para proceder luego a la observación en el microscopio compuesto y de esta manera identificar los microfósiles presentes en las muestras.

Algunas de las características paleoecológicas del depósito fueron inferidas en base a criterios biológicos, partiendo de la identificación de los fósiles colectados. De esta manera se establecieron también las sucesiones laterales de los organismos fósiles con el objeto de definir biofacies.

Los rangos de paleoprofundidad para los organismos fósiles colectados fueron obtenidos a partir del uso de figuras de la distribución espacial de los mismos en el medio ambiente marino (Keen y Coan 1963; Mckerow, 1978; Saul, 1982).

VII) RESULTADOS

VII.1) Descripción de la columna estratigráfica:

La base de esta columna (fig.3) está constituida por un estrato masivo de lutita con un espesor de 90 cm, le sigue una arenisca de color amarillo con estratificación cruzada hamacada, mal clasificada, así como clastos angulosos tamaño guijarros embebidos en ella, con un espesor de 90 cm, presentando el contacto inferior erosional. Posteriormente se presenta otro estrato de lutita, color café oscuro con estructuras de bioturbación cuyo espesor es de 30 cm; el siguiente cuerpo litológico está conformado por arenisca de color amarillo con estratificación cruzada hamacada, mal clasificada y horizontes de brechas tamaño guijarros embebidos en la arenisca que tiene un espesor de 2 m, nuevamente presenta un contacto inferior erosional. A éste le sigue una lutita de color café con un espesor de 50 cm y estructuras de bioturbación. Sobre yaciendo a la lutita se encuentra una arenisca gruesa la cual se convierte en la matriz de una capa de fósiles con un espesor de 1.5 m, en la que son visibles evidencias de transporte, esta capa es constituida por una asociación de rudistas y cuatro grupos de gasterópodos (turbinidos, neritidos, ceritidos y naticidos), siguiendo, ocurre una arenisca amarilla con un espesor de 3 m, que en su base muestra laminación pasando a estratificación cruzada hamacada y de nuevo a laminación en la parte superior, la ocurrencia de biotita existe dentro de toda la arenisca, que vuelve a presentar contacto inferior

erosional, la cual da paso a una lutita color gris bioturbada con un espesor de 50 cm; continuando con la columna se presenta una arenisca gruesa color amarillo con contacto inferior erosional, donde existen conglomerados intraformacionales, esta arenisca es seguida por otra capa de fósiles constituida también por rudistas y gasterópodos transportados, con un espesor de 1.5 m. El estrato siguiente es una lutita gris con un espesor de 5 cm, seguido por una arenisca media a gruesa con bioturbación, su espesor es de 15 cm y el contacto inferior es regular. A continuación se presenta un paraconglomerado cuyo tamaño de clastos varía de 2 a 10 cm. Sigue una secuencia de areniscas finas color café oscuro que muestran laminación y estratificación cruzada hamacada con alternancia de lutitas grises, la presencia de restos vegetales es una característica en toda esta secuencia; en la parte media de ella se encuentra un estrato de arenisca gris clara rica en carbonato de calcio como cementante la cual contiene gran cantidad de fósiles de bivalvos y gasterópodos, el espesor aproximado de esta última secuencia es de 30 m.

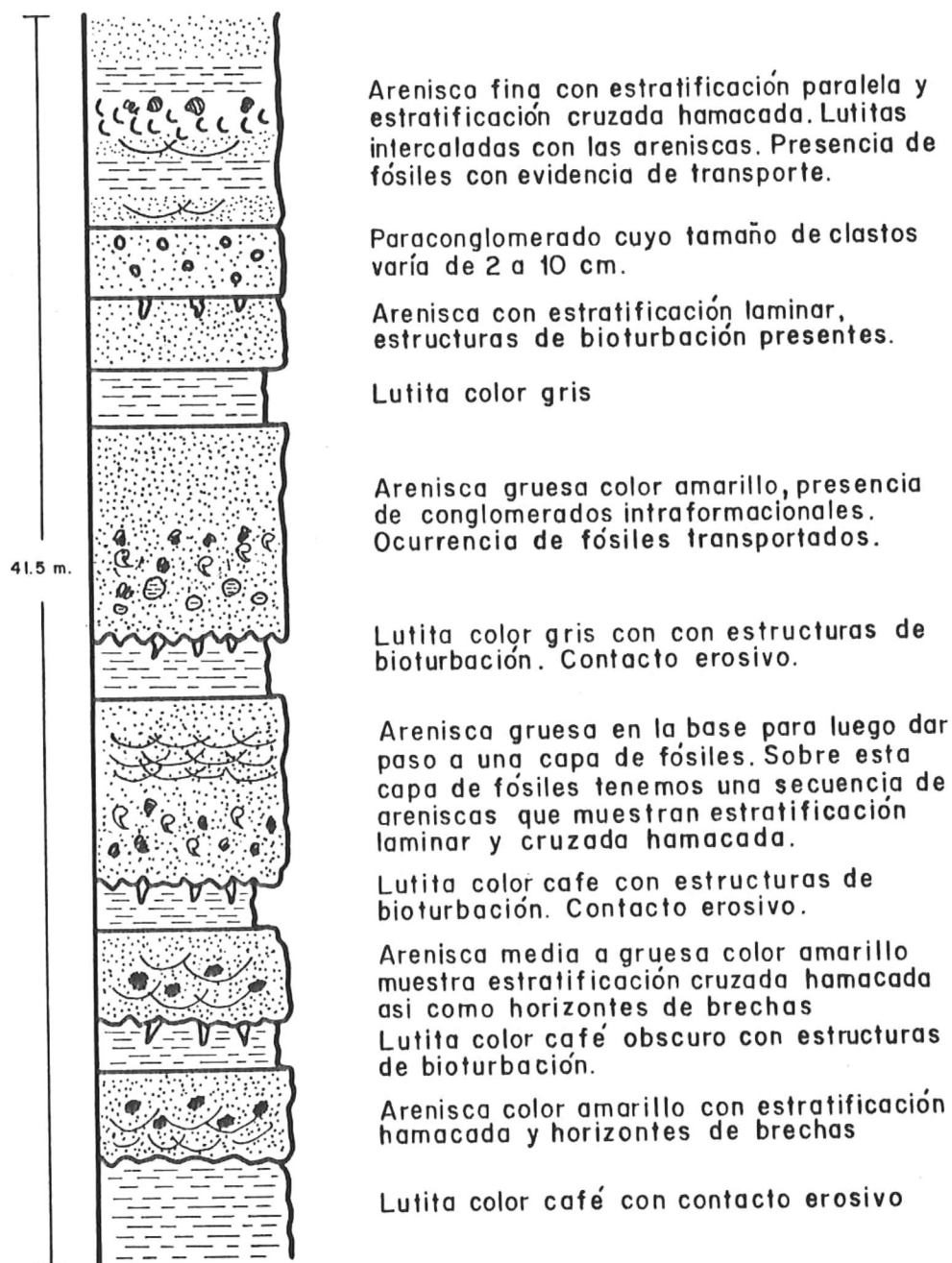


FIGURA 3 - COLUMNA ESTRATIGRAFICA

VII.2) Lista de fósiles

Coralliochama orcutti (White)
Homalopoma eurystoma (White)
Nerita californienses (White)
Benoistia pillingi (White)
Glycimeris veatchii (Gabb)
Acila sp.
Ostrea sp.
Meekia (Mygalia) Daileyi (Saul y Popenoe)
Tellina (Tellinella) n. sp.
Tellina mathewsonni (Gabb)
Cymbophora aff. Cymbophora ashburnerri (Gabb)
Calva varians (Gabb)
Legumen ooides (Gabb)
Lysis aff. Lysis duplicosta (Gabb)
Euspira sp.
Lispodestes rotundus (Warin)
Biplica obliqua (Gabb)
Nonacteonina n. sp.
Venericardia sp. (Lamarck)
Exogyra sp.
Dentalium sp. (Linn)
Mitra sp.
Turritella sp. (Lamarck)
Baculites aff. Baculites anceps (Lamarck)
Tagelus sp.

Polinices (Euspira) shumardianus (Gabb)

Oligoptycha obliqua (Gabb)

Trochus (oxytele) Eurystomos (Gabb)

Ringicula varia (Gabb)

Margarites (Atira) ornatissima (Gabb)

Epitonium sillimani (Gabb)

Olivella sp.

Acteon traski

Gyrodes expansa (Gabb)

VII.3) Micropaleontología

Los resultados en los análisis micropaleontológicos, efectuados a las muestras de sedimento fueron negativos.

VIII) DISCUSIONES

VIII.1).— Modelo sedimentario:

Para establecer bajo qué mecanismos de sedimentación se origino el depósito de Punta Banda, tomaremos como una característica básica la ocurrencia de estratificación cruzada hamacada, la cual solo ocurre en secuencias sedimentarias influenciadas por oleaje de tormentas (Aigner, 1985; Branchley y Newall, 1982; Bourgeois, 1980; Hunter y Clifton, 1982; Kreisa, 1981), modelo sugerido por Ledesma (comunicación personal, 1987; Facultad de Ciencias Marinas).

Los procesos físicos básicos que ocurren durante la sedimentación de tormenta han sido ilustrados por Allen (1982, 1984 en Aigner, 1985), en un modelo sencillo que se describe a continuación (fig. 4):

1.— Efectos barométricos: las depresiones ciclónicas son acompañadas por un gradiente horizontal de presión atmosférica, por consiguiente existe un levantamiento del nivel del agua sobre la costa.

2.— Efectos del viento:

a).— El efecto del viento soplando en dirección hacia la costa no solo contribuye a levantar el nivel del agua, sino también genera una corriente de deriva que actúa en dirección hacia la costa.

b).— La inclinación en la superficie del agua debido al efecto barométrico y a la corriente de deriva producida por el viento, es compensada por un flujo de retorno cercano al fondo, es decir hacia fuera de la costa. De esta manera el

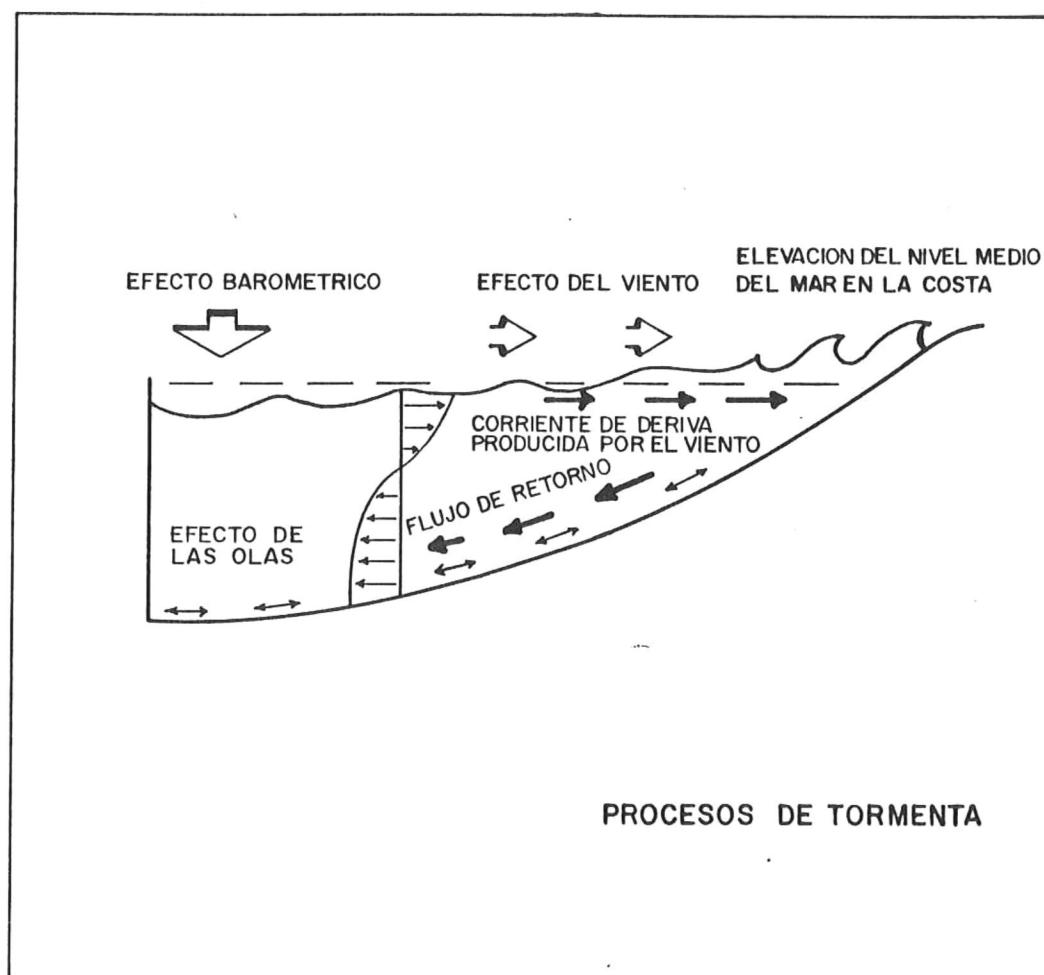


FIGURA 4 - PROCESOS FISICOS QUE OCURREN DURANTE LAS TORMENTAS (PROPUESTO POR ALLEN, 1982, 1984 EN AIGNER, 1985)

movimiento combinado en el cuerpo de agua es un flujo cercano a la superficie en dirección hacia la costa y otro en sentido contrario.

3.- Efectos de las olas: las olas generan flujos oscilatorios cerca del fondo, siendo estos los responsables de poner el sedimento en movimiento. Una combinación entre el efecto de las olas y corrientes unidireccionales inducidas por el viento pueden causar flujos combinados que transportan sedimentos desde zonas cercanas a la costa hacia zonas alejadas, depositandolos como capas gradadas de tormenta.

La columna estratigráfica obtenida muestra una secuencia de lutitas y areniscas, lo que indica la acción de diferentes mecanismos de sedimentación.

En condiciones normales de depositación tendremos como resultado el asentamiento de partículas finas en un área no influenciada por el oleaje o por consiguiente alejada de la zona de playa, dando origen a la formación de estratos de lutita; la ocurrencia de lutita en la base de columna refleja la sedimentación en una zona de plataforma somera. La presencia de la estratificación cruzada hamacada en el estrato de arenisca que sucede a la lutita, así como los horizontes de brechas indican un cambio en las condiciones de depositación el cual se asocia a procesos de tormentas (fig.5a) ya que éstas traen consigo el levantamiento del nivel del mar en la zona costera, produciendo corrientes de fondo en dirección hacia fuera de la costa para compensar

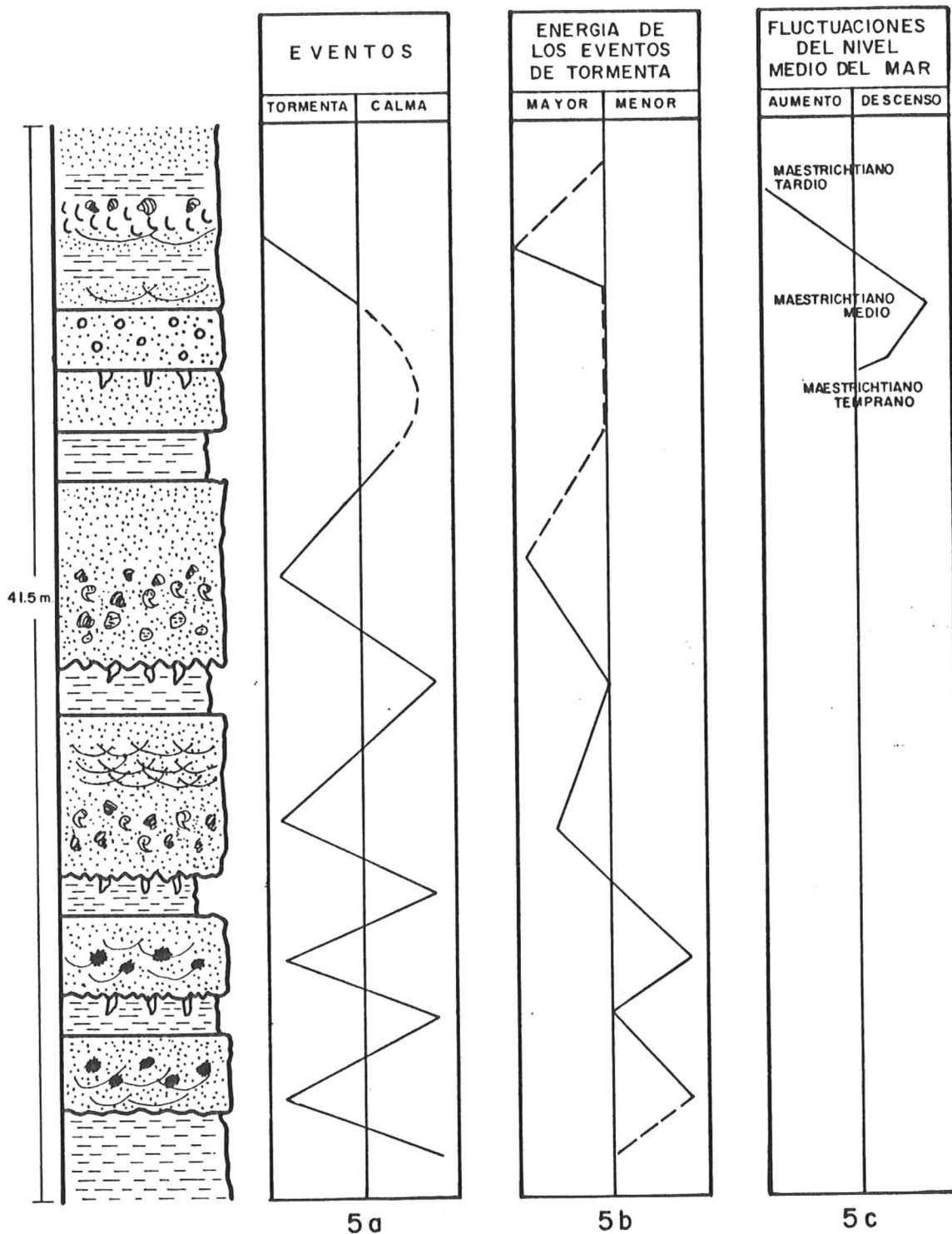


FIGURA 5 - RELACION ENTRE LOS EVENTOS OCURRIDOS Y LA COLUMNA ESTRATIGRAFICA.

dicha elevación, éstas corrientes de fondo son las encargadas del transporte de sedimentos desde zonas de playa a zonas de plataforma (Bourgeois, op. cit.).

Consecuentemente el contacto inferior de la arenisca es erosional, reflejando que ese sedimento en el trayecto a su depósito erosionó el material ya depositado, los horizontes de brechas indican a su vez la proveniencia del sedimento ya que los clastos son el resultado de la erosión causada por el oleaje de tormenta sobre las rocas existentes en la playa, los cuales son transportados junto con la arena para formar las capas hamacadas tal como lo señala Bourgeois (op. cit.).

Una fuente importante de aporte de sedimento a la playa la constituyen los sistemas fluviales que se generan durante las tormentas. Estos sistemas llevan material erosionado de las partes continentales, depositándolo en abanicos deltaicos, los cuales son alterados por los mecanismos asociados al evento de tormenta. Al parecer los sistemas fluviales que ahora son conocidos como San Carlos y Las Animas (fig.6), fueron los causantes del aporte continental que dio origen al depósito de Punta Banda, como lo muestran Aranda y Briceno (1987). Ascendiendo en la secuencia se observa otro cambio en las condiciones de sedimentación indicado por la ocurrencia de lutita, lo cual refleja, una vez concluida la tormenta, la depositación del material fino que fue transportado en suspensión durante la misma (fig.5a).

La existencia de estratificación cruzada hamacada en el

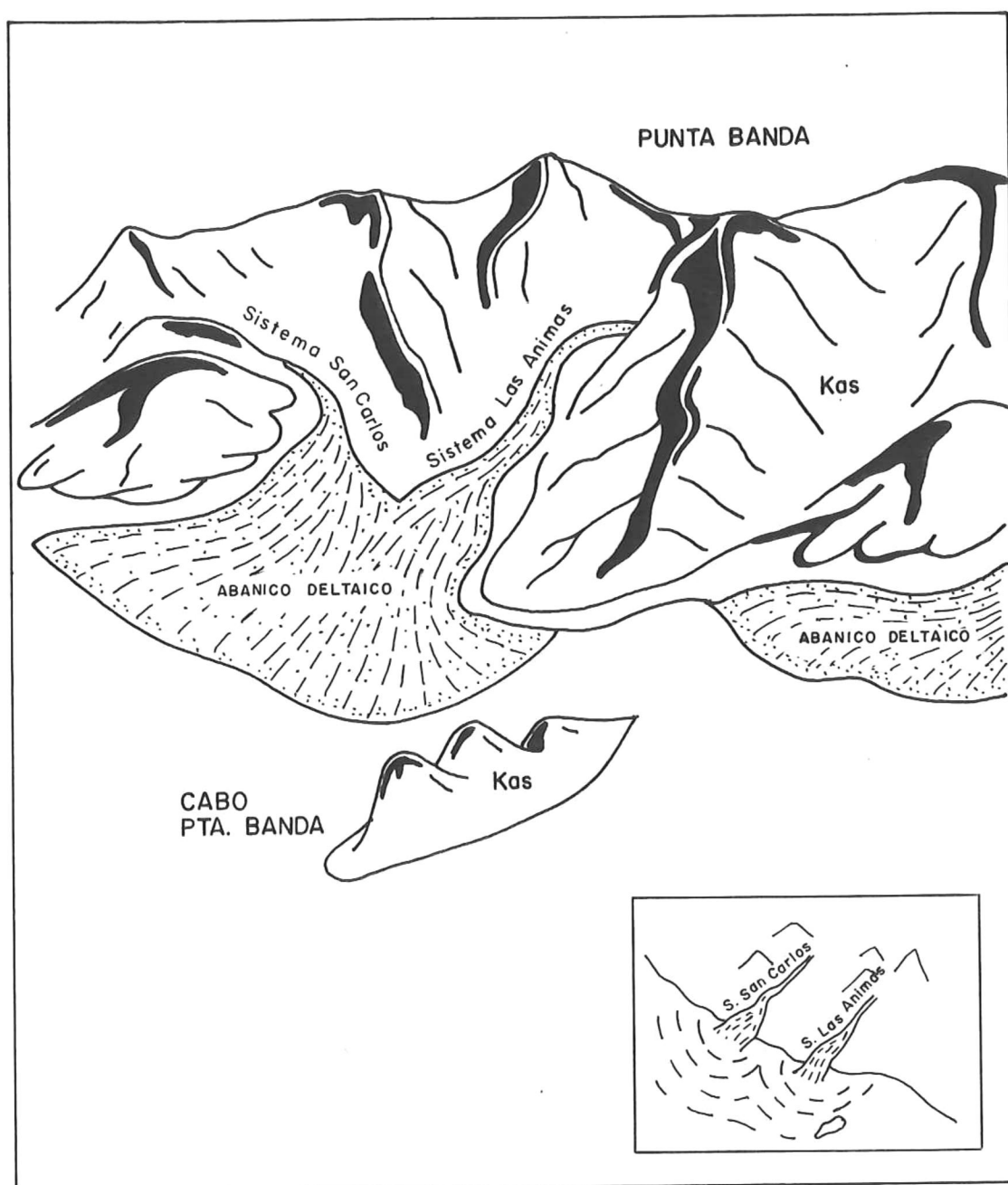


FIGURA 6 = SISTEMAS FLUVIALES ENCARGADOS DEL
 APOORTE CONTINENTAL A PUNTA BANDA
 DURANTE EL CRETACICO SUPERIOR
 (TOMADO DE ARANDA Y BRICEÑO, 1987)

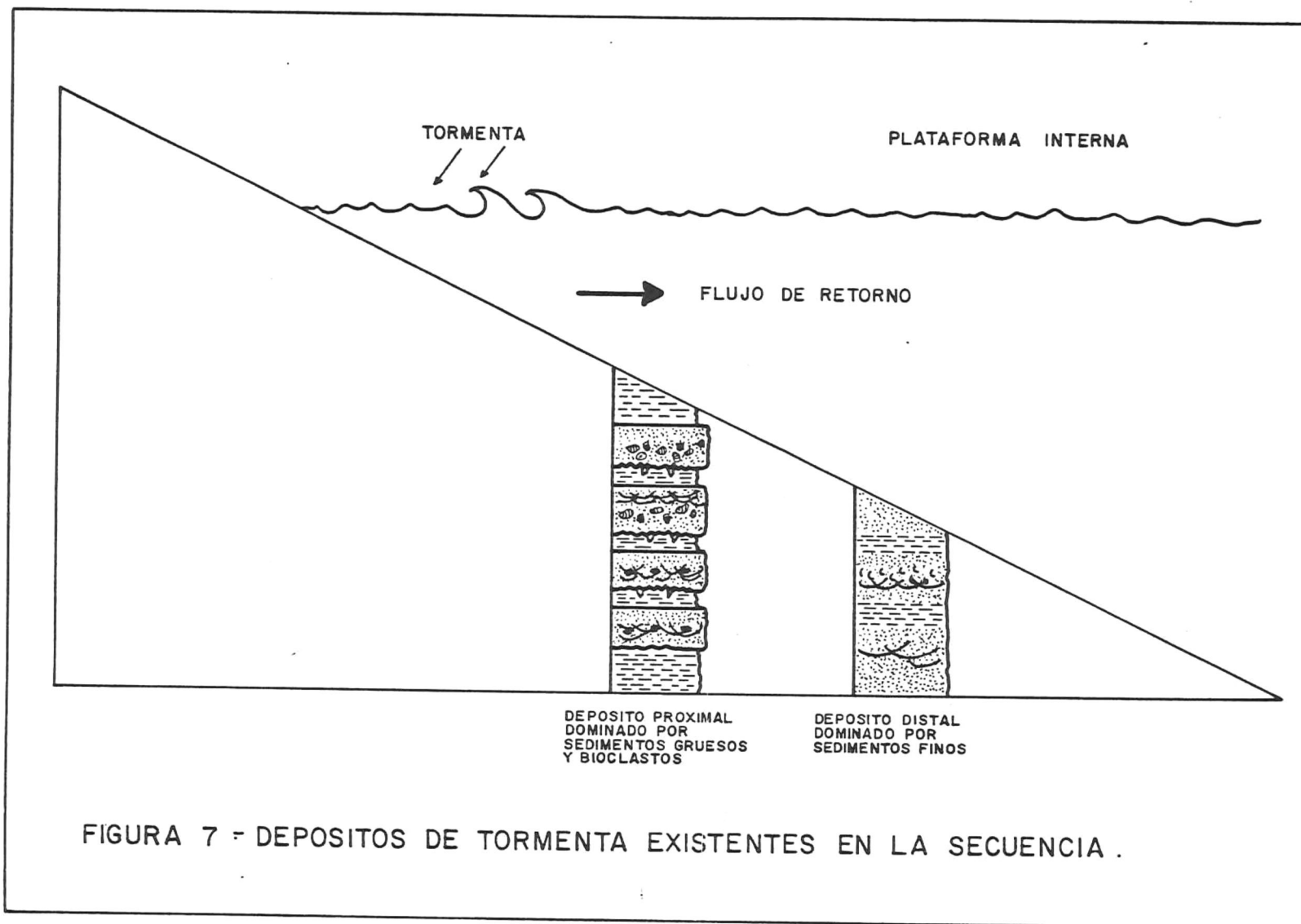
siguiente cuerpo de arenisca cuyo contacto inferior es erosional y la presencia de horizontes de brechas, es evidencia de la acción de otro evento de tormenta influenciando la sedimentación (fig.5a), el siguiente estrato de lutita indica nuevamente la depositación de material fino en una zona de plataforma.

El siguiente cuerpo litológico muestra organismos fósiles, rudistas y gasterópodos, embebidos en una matriz arenosa, el desarreglo presentado por los fósiles refleja la acción de un mecanismo de transporte de corta duración, ya que muchos de ellos se encuentran completos, tal como lo señala Kreisa (op. cit.) asociando este tipo de transporte a tormentas, lo que nos conforma un depósito proximal de tormenta (fig.7), como lo indica Aigner (1982). Es importante destacar que la concentración de organismos fósiles en el depósito refleja la energía del oleaje generado durante el evento de tormenta (fig.5b), ya que si la energía no es tan fuerte solo se transportara el sedimento siendo los organismos alterados de forma muy mínima. Por otra parte, si la energía del oleaje generado es fuerte los organismos serán transportados junto con el sedimento en dirección fuera de la costa (Dood y Stanton, 1981). La presencia de arenisca con estratificación cruzada hamacada sobre los fósiles reafirma la acción de tormentas en la mecánica de sedimentación del depósito, terminando con sedimentos característicos de plataforma constituidos por lutita.

El encontrar nuevamente fósiles con evidencias de

transporte en el siguiente cuerpo de arenisca muestra otra vez la influencia de un evento de tormenta alterando las comunidades bióticas dando como resultado un depósito proximal de tormenta (fig.7). Una característica importante en esta arenisca es la presencia de conglomerados intraformacionales en la base, lo que junto con el contacto erosional señalan que el transporte de esos sedimentos fue como un flujo de granos, el cual en el trayecto a su depósito no solo erosionaba el material ya depositado sino también lo incorporaba como clastos. La ausencia de estratificación cruzada hamacada en esta parte de la columna se asocia a un evento de tormenta de corta duración, para luego dar paso a la depositación del material fino como lo es la lutita, representando un periodo de calma posterior a la tormenta (fig.5a).

La siguiente parte de la columna muestra características de sedimentación diferentes a las anteriores, el paso de lutita a una arenisca laminada con bioturbación y posteriormente a un paraconglomerado nos conforma una secuencia que puede asociarse a un descenso en el nivel del mar; mientras que el cuerpo sedimentario superior está constituido por areniscas finas con estratificación cruzada hamacada e intercalaciones de lutita y restos vegetales, indicando con esto un aumento en el nivel del mar, es en este cuerpo sedimentario donde se ubica estratigráficamente una asociación de bivalvos y gasterópodos conocida como fauna de



Fairbank (fig.8), los cuales se encuentran en una matriz de arenisca con alto contenido de carbonato de calcio como cementante. Esta asociación de organismos presenta evidencias de transporte ya que no obstante que se encuentran completos, los bivalvos están desarticulados.

La estratificación cruzada hamacada que ocurre en las areniscas finas de esta parte de la columna en asociación con las intercalaciones de lutita nos hace pensar en un depósito distal de tormenta (fig.7).

Las variaciones en el nivel del mar propuestas, son correlacionables con el modelo de fluctuaciones en dicho nivel según Yeo (1984), ubicando al depósito sedimentario de Punta Banda en el Maestrichtiano (fig.5c).

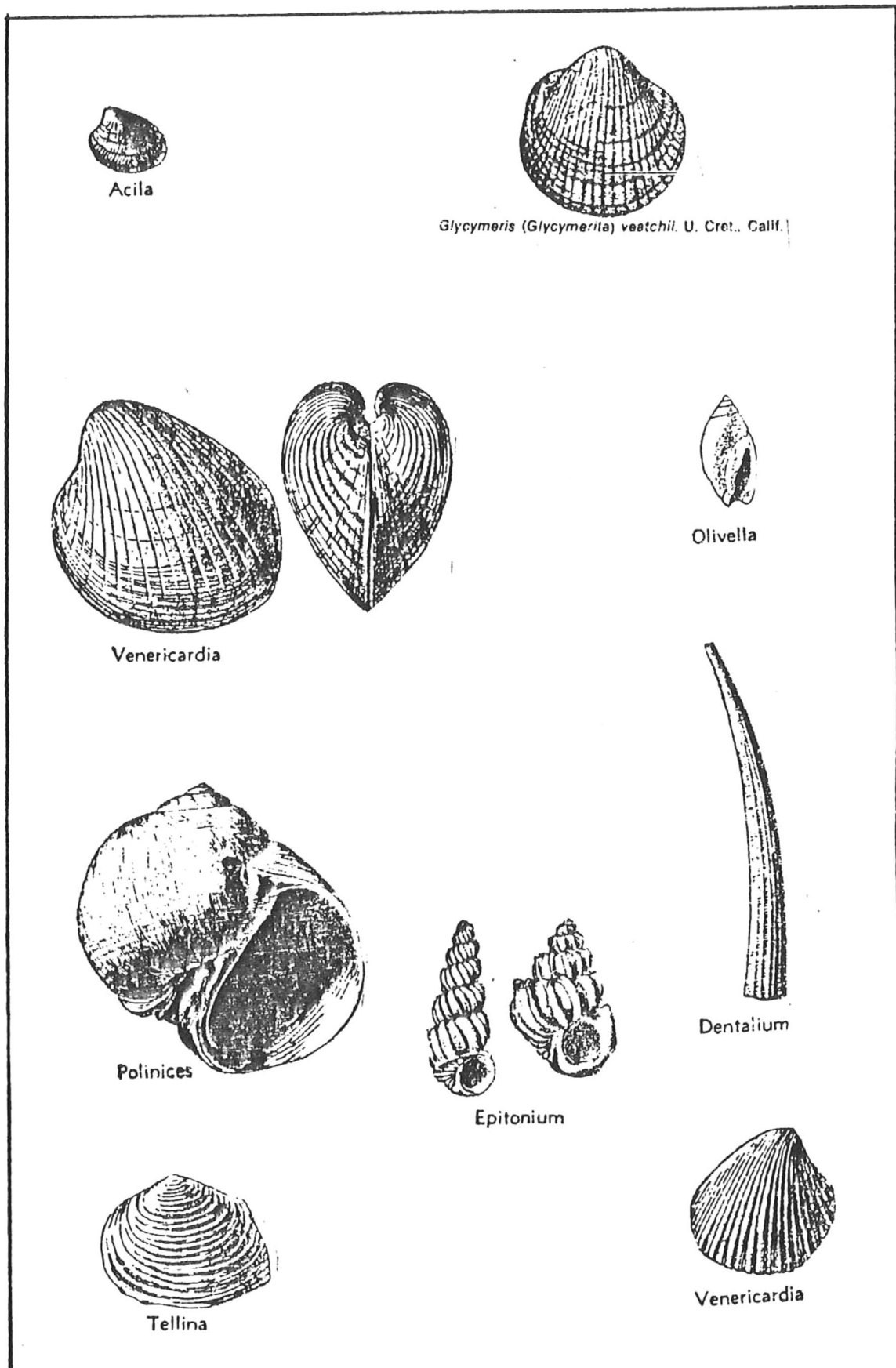


FIGURA 8.- ORGANISMOS FOSILES DE LA FAUNA DE FAIRBANK.

VIII.2) Inferencias paleoecológicas:

La primera fauna fósil que aparece en la secuencia sedimentaria corresponde al rudista del género Corallichama orcutti (White, 1885), en asociación con cuatro grupos de gasterópodos. Basandonos en la observación de los rudistas tenemos que éstos presentan conchas muy gruesas constituidas por carbonato de calcio y tallas de hasta 35 cm, debido a que estos organismos utilizaron el carbonato de calcio para disponible en el medio ambiente para generar sus conchas, el espesor de las mismas es un reflejo del grado de saturación de dicho compuesto en el agua de mar, tal como lo señalan Dood y Stanton (1981).

Por otra parte Corallichama orcutti (White, 1885) como su morfología lo indica (fig.9) posee un desarrollo importante de la balva inferior lo que lo sitúa en un hábitat con sedimentación significativa, no obstante que estos organismos eran filtroalimentadores, además el comportamiento gregario de estos rudistas muestra que crecieron en condiciones de sobrepoblación en donde las formas más altas tuvieron más oportunidad de sobrevivir (Alencaster, 1971).

La ocurrencia de gasterópodos sugiere la existencia en el medio ambiente de algas y otras plantas marinas que les sirvieron como alimento o como sustrato de fijación (Dood y Stanton, op cit). Estos gasterópodos se desarrollaban en zonas cercanas al crecimiento de rudistas y tomando en cuenta la distribución espacial actual de estos grupos (turbinidos, neritidos, ceritidos y naticidos) nos señala un medio

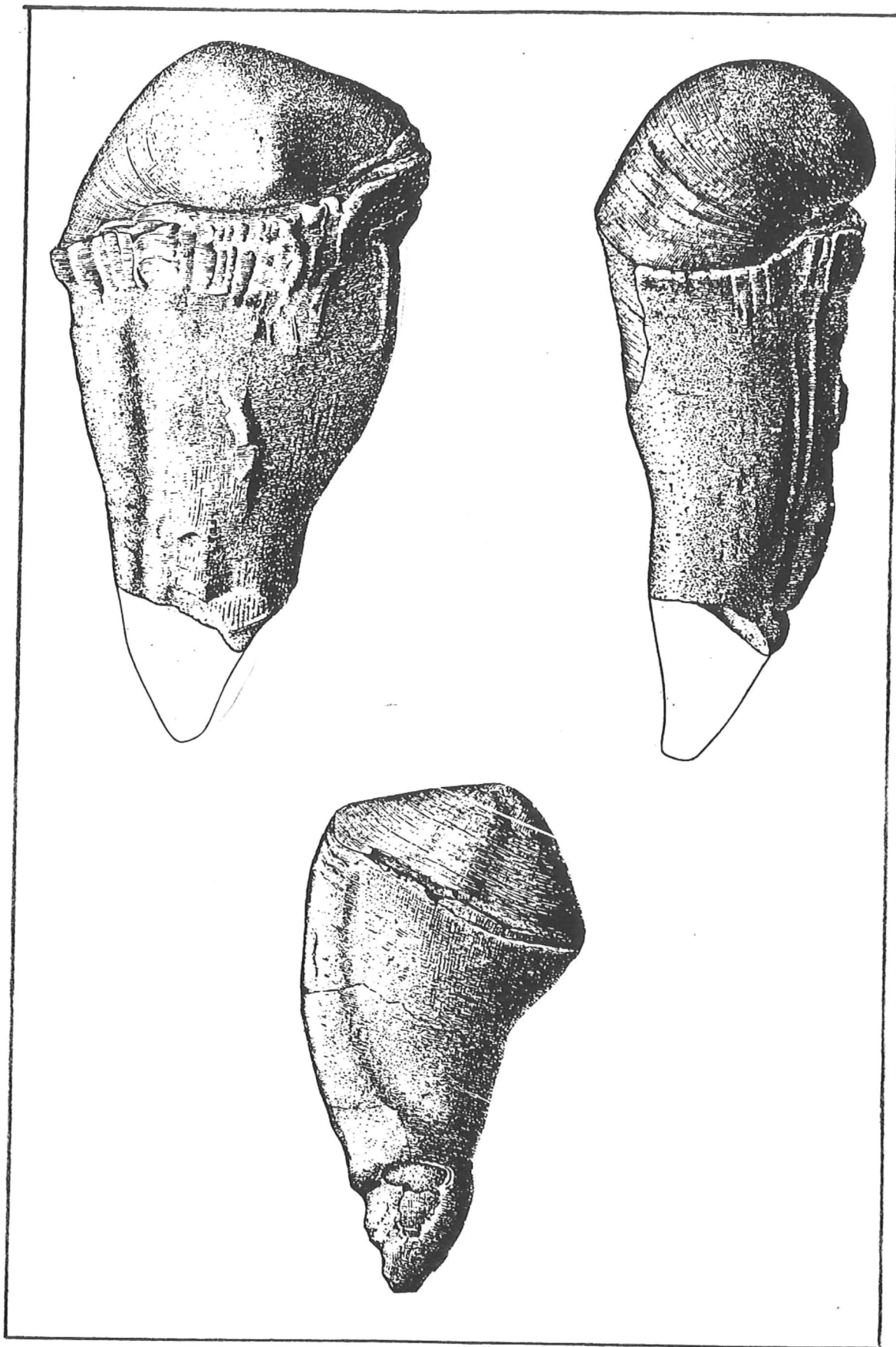


FIGURA 9.- MORFOLOGIA DE Coralliochama orcutti
(White, 1885)

ambiente tropical somero.

La paleoprofundidad que se le asigna a la asociación rudistas-gasterópodos no es mayor a los 15 m, ya que esa es la profundidad optima para el desarrollo de rudistas (Dood y Stanton, op cit).

La otra fauna fósil que se presenta en la secuencia sedimentaria es constituida por una asociación de bivalvos y gasterópodos, los cuales tambien presentan conchas gruesas y estan dentro de una matriz de arenisca con alto contenido de carbonato de calcio. El análisis paleobatimétrico de estos fósiles nos coloca en una zona de plataforma interna somera como lo señala Barcenás (1988), lo anterior nos lleva a proponer la existencia de una biofacies en el depósito de Punta Banda, representada por *Corallichama arcuati* (White, 1885) y su fauna de gasterópodos asociada para aguas poco profundas y por los bivalvos y gasterópodos de la fauna de Fairbank para aguas mas profundas (fig.10).

Es importante hacer notar que la ocurrencia de carbonato de calcio está asociada solamente a las capas de fósiles, lo que puede ser explicado en función de la acción de aguas meteóricas como lo señala Milliman (1974), lo cual nos refleja zonas donde la precipitación pluvial es importante, ocurriendo lo anterior en regiones tropicales en donde tambien tendríamos las condiciones de temperatura necesarias para el desarrollo de rudistas, con lo que podemos asumir que el depósito de Punta Banda se origino en una latitud cercana al Ecuador. Por su parte Gastil y Campa (1986) señalan al

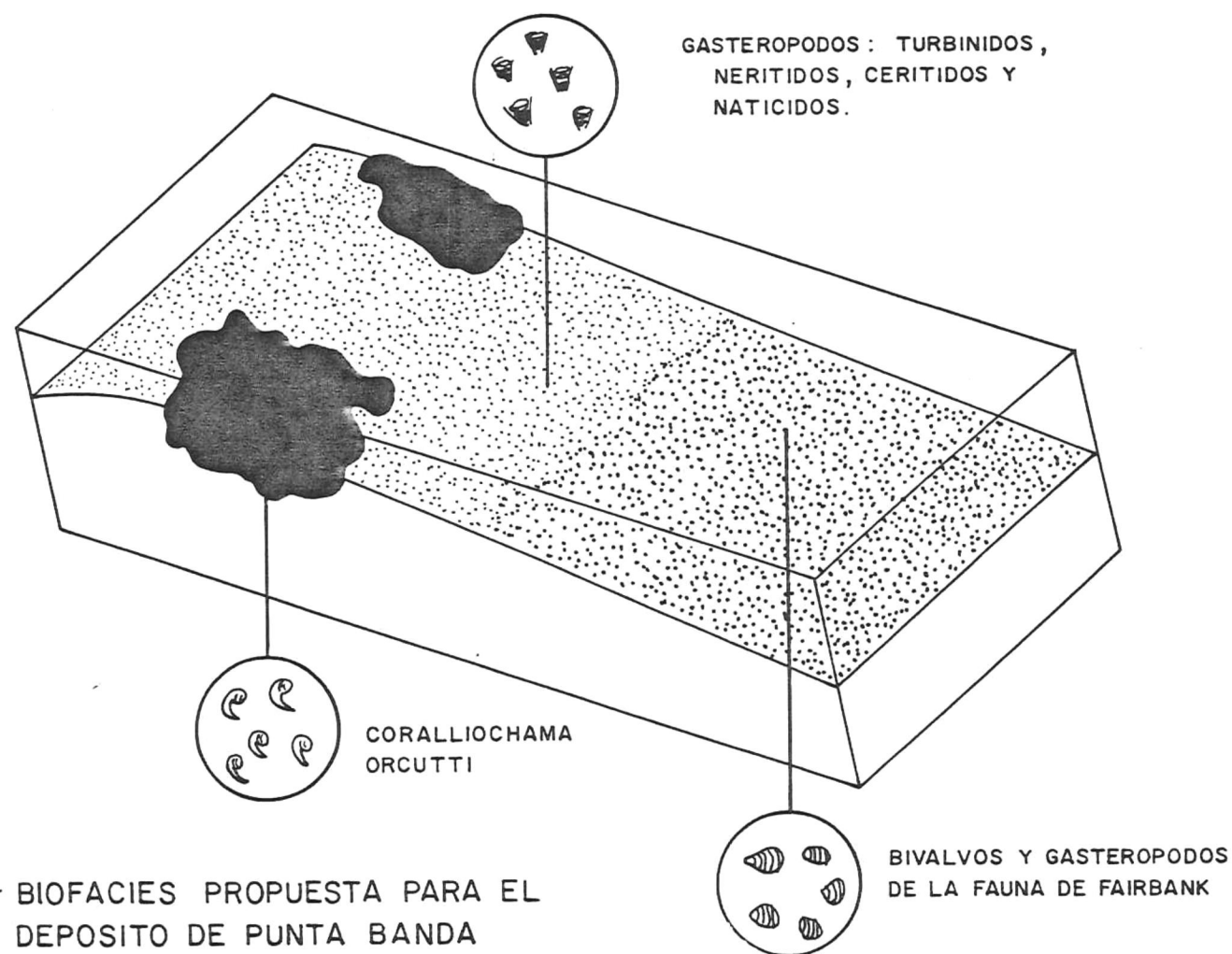


FIGURA 10 - BIOFACIES PROPUESTA PARA EL
DEPOSITO DE PUNTA BANDA

respecto, bajo evidencias paleomagnéticas, que el bloque correspondiente a Baja California y parte de Sonora estuvo a una latitud correspondiente a 12° al sur de la posición actual del bloque durante el Cretácico y que en las costas de Sonora y Sinaloa no existen depósitos del Cretácico Superior marino lo que prueba que estas áreas no tuvieron conexión con el océano durante ese tiempo.

IX) CONCLUSIONES

- 1.- La secuencia de la Formación Rosario en Punta Banda, B.C., fue depositada bajo la influencia de eventos de tormenta.
- 2.- Se reconoce la ocurrencia de facies proximal y distal de tormenta en la secuencia estratigráfica.
- 3.- La energía generada durante los eventos de tormenta no fue la misma.
- 4.- La secuencia contiene registradas fluctuaciones del nivel medio del mar, ubicandonos con esto en el Maestrichtiano.
- 5.- Paleoecológicamente las tormentas juegan un papel muy importante en relación con las comunidades de organismos, ya que son estos eventos los que modifican el establecimiento y desarrollo de ellos en un hábitat determinado.
- 6.- Se establece la existencia de una biofacies para el depósito sedimentario de Punta Banda indicada por el rudista *Coralliochama orcutti* (White, 1885) y los gasterópodos asociados para aguas poco profundas y por los bivalvos y gasterópodos de la fauna de Fairbank para aguas más profundas.
- 7.- Los rudistas presentes en la secuencia indican condiciones ambientales diferentes a las actuales para su desarrollo, correspondiendo éstas a regiones tropicales con aguas cálidas por lo que el depósito de Punta Banda debió haberse originado en una latitud cercana al Ecuador.

X) BIBLIOGRAFIA

- Aigner, T. 1982. Calcareous tempestites: storm-dominated stratification in upper Muschelkalk limestone. (Middle Trias, sw-Germany). Cyclic and event stratification. (ed. by Elmsere/Seilacher). Springer.
- Aigner, T. 1985. Storm depositional systems. Dynamic stratigraphy in modern and ancient shallow-marine secuencias. (ed. by Springer-Verlag Berlin Heidelberg).
- Alencaster, Gloria., 1971. Rudistas del Cretácico Superior de Chiapas. Paleontologia Mexicana Número 34, parte 1. Instituto de Geología. U.N.A.M.
- Aranda, Manteca F. J. y Briceño, Rossette R. 1987. Cretácico Tardío de Punta Banda en resúmenes del VII Congreso Nacional de Oceanografía. Ensenada, B.C. Instituto Nacional de la Pesca.
- Anderson y Hanna. 1935. Cretaceous Geology of Lower California. California Academy of Sciences. Vol.XXIII. N.1, pp.1-34, pls.1-11, 2 text figs.
- Barcenas, Pazos Maria de los Angeles.1988. Paleontologia y Paleoecologia de la Formación Rosario (Cretácico: campaniano-

maastrichtiano) B.C. México. Tesis de Licenciatura en Preparación. Facultad de Ciencias Marinas.

Beal, C. H., 1948. Reconnaissance of the geology and oil possibilities of Baja California, Mexico: Geol. Soc. Amer. Mem. 31, 138 p.

Bourgeois, J., 1980. A transgressive shelf sequence exhibiting hummocky stratification: the Cape Sebastian sandstone. (Upper Cretaceous), Southwestern Oregon. Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 50, No. 3, September, p. 0681-0702.

Brenchley, P.J. and Newall, G. 1892. Storm-influenced inner-shelf sand lobes in the Caradoc (Ordovician) of Shropshire, England. Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 52, No. 4, December, p.1257-1269.

Cunningham and Abbot. 1986. Sedimentology and Provenance of the Upper Cretaceous Rosario Formation South of Ensenada B.C. México. Cretaceous stratigraphy Western Nort America. Pacific Section SEPM.

Cupul, Magaña A.L. 1984. Paleogeografía de la bahía de Todos Santos para el Cretácico Superior. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas.

Dood, J. R. and Stanton. 1981. Paleoeecology, concepts and applications. A wiley-interscience publication. p. 1-547.

Fairbank, H.W. 1893. The validity of the So-called Wallala beds as a Division of the California Cretaceous. Am. Journ. Sci., ser. 3, V.3. 45, p.473-478.

Gastil, R. G. and Campa, M. F., 1986. The Cretaceous Paleogeography of Peninsular California and Adjacent Mexico in Abbott, P. L., (ed.) Cretaceous Stratigraphy Western North America. Pacific Section. SEMP. Vol. 46, p.41-50.

Hunter, R. E. and Clifton, E. H. 1982. Cyclic deposits and hummocky cross-stratification of probable storm origin in upper cretaceous rocks of the Cape Sebastian area, Southwestern Oregon. Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 52, No. 1, March, p. 0127-0143.

Keen, A. and Coan, E., 1963. Marine Molluskan Genera of Western North America: an illustrated key. Stanford University press. Stanford California.

Kilmer, F. H., 1963. Cretaceous and Cenozoic stratigraphy and paleontology, El Rosario area: Ph.D. Thesis (unpub.), University of California, Berkeley, 149 p.

Kreisa, R. D. 1981. Storm-generated sedimentary structures in

subtidal marine facies with examples from the Middle a Upper Ordovician of southwestern Virginia.

Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 51, No. 3, September, p.0823-0848.

Ledesma, Vazquez J. 1984. Mechanisms of Sedimentation for a Facies of the Upper Cretaceous Rosario Formation, Baja California, Mexico; in Frizzel, Virgil A. Jr., ed., 1984, Geology of the Baja California Peninsula: Pacific Section S.E.P.M., vol. 39, p.193-195.

Lopez Ramos, E. 1982. Geologia de México. Tomo II. Tercera edición. Edición escolar.

Maricovich, L., 1975. Morphology and mode of life of the Late Cretaceous Rudist, Coralliochama orcutti White (Mollusca:Bivalvia). Journ. of Paleontology 49(1), 212-223.

Mckerow, 1978. Ecology of Fossils. Princenton University press. Inglaterra.

Milliman, John D., 1974. Precipitation and cementation of deep-sea carbonate sediments: physics and mechanical propieties. ed. A.L. Inderbitzeu plenum press, New York. Marine Science, Vol.2.

Royse, Ch., 1970. An introduction to sediment analysis. Arizona State University Publications. p.101.

Santillan y Barrera. 1930. Las posibilidades petrolíferas en la costa occidental de la Baja California, entre los paralelos 30 grados y 32 grados de latitud norte. Inst. Geol. Mex. An., Vol.5 p1-37.

Saul, L.R., 1970. Upper Cretaceous faunas Of Punta Banda. Pacific Slope Geology of Northern Baja California and adjacent Pacific sections. AAPG, SEMP. p 79-82.

Saul, R. LouElla., 1982. Water depth indications from Late Cretaceous mollusks, Santa Ana Mountains, California in Bottjer, D. J., Colburn, J. P., Cooper, J. D., ed. 1982. Late Cretaceous depositational environments and paleogeography Santa Ana Mountains, Southern California.

White, Charles., 1885. On new Cretaceous fossils from California. Us. Geological Survey Bull. N.22, p 25.

Yeo, Ross K., 1984. Sedimentology of Upper Cretaceous strata, Northern Baja California, Mexico. in Minch, Jhon A. and

Ashby, James R., eds. 1984, Miocene and Cretaceous
Depositional Environments, Northwestern Baja California,
Mexico: Pacific Section A.A.P.G., Vol. 54, p.57-68.