

"ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS DIRECCIONALES
DEL CRETÁCICO SUPERIOR EN LA REGIÓN
DE PUNTA BANDA, BAJA CALIFORNIA."

Universidad Autónoma de Baja California
Escuela Superior de Ciencias Marinas.

Tesis de licenciatura en
OCEANOLOGIA

eduardo del corral de i.
agosto 1983

Agradecimientos.

al M.C. Francisco Suarez V. quien dirigió esta Tesis.

A mis Maestros de Geología el Oceanólogo Roberto Perez H.,
Oceanólogo Lorenzo Gomez M., Ing. Jorge Ledesma V., y al
Oceanólogo Oscar Gonzalez Y. quienes revisaron el escrito
y aportaron valiosas contribuciones.

i) Índice General.

ii) Introducción.

I. Antecedentes.

II. Planteo del Problema.

III. Objetivos.

IV. Area de Estudio.

V. Métodos y Materiales.

VI. Resultados y Discusiones.

VII. Conclusiones.

VIII. Bibliografía.

ii) INTRODUCCION.

El estudio de las estructuras sedimentarias conduce al conocimiento de eventos ambientales pasados, que conforman los actuales depósitos sedimentarios. Conjuntamente con el análisis de paleocorrientes constituye una herramienta solida, para comprender la naturaleza y configuración de depositos sedimentarios pasados y modernos, así como, un marco de referencia para guiar trabajos enfocados a la explotación de recursos naturales contenidos en los depósitos sedimentarios. Por lo tanto, el análisis ambiental se ha caracterizado por un gran desarrollo en las últimas décadas.

La Península de Baja California presenta características de gran interés geológico, principalmente asociadas al contexto tectónico en el cual se desarrolló. Es uno de los sitios idóneos para estudios de Geología Marina relacionados con las teorías de tectónica de placas y dispersión del piso oceánico. Como tal, la geología de Baja California ha sido un valioso campo de estudio y de pruebas para la Geología Marina en general.

La geología de Baja California presenta además un aspecto sedimentario de especial interés para la

Oceanología y disciplinas afines. Los registros sedimentarios de la Formación Rosario y de la Formación Alisitos contienen información relacionada con las condiciones oceanográficas del Cretácico.

El presente trabajo es un estudio de algunas condiciones paleo oceanográficas de la Bahía de Todos Santos, Baja California, pertenecientes al Cretácico Superior y contenidas en las estructuras sedimentarias de la Formación Rosario de esta localidad.

I. ANTECEDENTES.

Los postulados teóricos y las definiciones básicas concernientes a las estructuras sedimentarias han sido desarrolladas por Pettijohn (1975), Krumbein y Sloss (1963) y otros más. La clasificación de estructuras sedimentarias de acuerdo a sus características morfológicas fue desarrollada por Conybeare & Crooke (1968). Una alternativa a la clasificación, es tomar como fundamento el aspecto genético de las mismas, esto fue desarrollado principalmente por Elliot (1966). De importancia practica es la clasificación conjugando los criterios morfológicos, con los criterios de carácter genético, propuesta por Pettijohn (1975). A partir de esta division conceptual se obtienen dos categorías principales: las estructuras primarias, resultantes de los procesos mecánicos y las estructuras secundarias, las cuales resultan de procesos de carácter químico. Son de importancia dentro de la categoría de las estructuras primarias, las estructuras singenéticas, las cuales consisten en aquellas características formadas en el momento mismo de la depositación. En esta subdivisión es posible agrupar las estructuras con características direccionales, utilizadas en la reconstrucción de sistemas de paleocorrientes.

La descripción adecuada de las propiedades direccionales requiere de un marco de referencia, al cual puedan referirse las mismas, en función de su orientación. El desarrollo teórico de un sistema coordinado que satisfaga estas necesidades ha sido propuesto por Sander (1930) y perfeccionado por Potter & Pettijohn (1977).

Esclarecer los mecanismos inherentes a la formación de las estructuras sedimentarias ha conducido al desarrollo teórico de modelos hidráulicos que relacionen directamente

los medios ambientes sedimentarios y su interacción con el depósito, A partir de lo anterior se han generado modelos teóricos para explicar y predecir, las relaciones existentes entre un medio depositacional y las características sedimentarias de los depósitos relacionados al mismo.

Krumbein & Sloss (1963) subrayan el aspecto de proceso respuesta que relaciona un medio sedimentario con el depósito que en él se forma. Shepard & Moore (1955) destacan los problemas involucrados en la variabilidad temporal de los factores que controlan la formación de un depósito dado.

De acuerdo a Krumbein & Sloss (1963) es de importancia la variabilidad espacial de las propiedades sedimentarias

dentro de un depósito sedimentario, la cual constituye el modelo ambiental del depósito. Las relaciones geomorfológicas del medio sedimentario han sido estudiadas por Twenhofel (1950). Por último, son de importancia las consideraciones acerca de la validez de las inferencias obtenidas a partir de modelos de medios ambientes, desarrolladas por Selly (1970), quien establece la diferencia entre un medio sedimentario y la facie sedimentaria, la cual se define en base a la geometría, las estructuras sedimentarias, la distribución de paleocorrientes, los fósiles y la litología.

Antecedentes Geológicos de la Región de Estudio.

La Formación Rosario es una de las principales formaciones sedimentarias de Baja California. Se encuentra formada principalmente por estratos de origen marino y fluvial, los cuales comprenden básicamente conglomerados, areniscas y lutitas. Se ha aceptado generalmente que la Formación Rosario pertenece al Cretácico Tardío Superior. Sin embargo, aun existe inseguridad en un fechado a nivel de mayor resolución. El fechado de la Formación Rosario descansa principalmente en criterios derivados de asociaciones de foraminíferos y

amonites. Los trabajos de Barr (1970) han sido de utilidad para la definición del Campaniano y Maestrichtiano, sobre todo en base a los foraminíferos del género Bolivinooides. Los trabajos de Slitter (1968) y Allison (1970) ubican al Miembro Inferior de la Formación Rosario y poco menos de la mitad del Miembro Intermedio como pertenecientes al Campaniano Medio. El resto de la Formación Rosario corresponde al Maestrichtiano. Otras consideraciones al respecto fueron establecidas por Mickey (1970).

Los estudios sobre diversos aspectos sedimentarios de la Formación Rosario han sido realizadas en el area de Point Loma y La Jolla, EUA, en donde han sido descritas las estructuras sedimentarias por Stewart (1956) y por Anderson (1962). Maytum & Elliot (1970) determinaron el patrón de paleocorrientes de esta área, obteniendo una orientación preferencial al Oeste para la región de Rosarito, México y La Jolla, USA, y una componente Norte significativa para la región de Point Loma, USA. Walker (1967), desarrolló el modelo ambiental de esta región y obtuvo altas velocidades de la corriente, dentro de un marco de depositación de turbidita distal.

La estratigrafía de la Formación Rosario en las regiones del Cañón del Morro y de la Misión ha sido estudiada desde un punto de vista local y en cuanto a las

estructuras sedimentarias contenidas en el registro sedimentario. Mickey (1970) efectuó el reconocimiento de los miembros estratigráficos presentes en la localidad. Obtuvo las consideraciones paleoecológicas a partir de la fauna foraminífera Cretásica del Miembro Intermedio Lutítico, sugiriendo una asociación faunística representativa de aguas cálidas, de mar abierto y de profundidades de sublitoral exterior o batiales superiores. Estudios de importancia sobre diferentes aspectos de la estratigrafía de la Formación Rosario para esta área, han sido desarrollados por Carpenter (1968), Smith (1967), Worthington (1965) y Kebort (1964).

fosil para establecer las condiciones ambientales de su depositación. En base a su asociación espacial a Coriallochama Orcutti se le ha asignado un medio ambiente marino. Sin embargo, la Formación Rosario en Baja California, también se depositó en medios continentales, tales como los medios fluviales.

No existen las evidencias necesarias y suficientes para determinar el origen de estos sedimentos anteriores al bioherma, por lo cual, no es válido clasificar estos sedimentos como de origen marino, en base a su contiguidad al banco de rudistas. En el presente trabajo se propone que a partir de las estructuras sedimentarias singenéticas, así como de las estructuras sedimentarias en general, se reúnen las condiciones necesarias para contestar los siguientes interrogantes:

1. Es el medio ambiente de depositación de los sedimentos anteriores al banco de rudistas continental, transicional o marino?
2. Cuales son los rasgos mas relevantes del medio ambiente depositacional?
3. Cual es el medio específico de formación del depósito sedimentario?

4. Cuales fueron la naturaleza y el patrón de las corrientes imperantes en el medio?

III. OBJETIVOS.

Los objetivos a los cuales se encuentra circunscrito el presente trabajo consisten en obtener las características principales del medio ambiente depositacional de los sedimentos anteriores al horizonte bioh ermico, de la Formación Rosario, Punta Banda; así como determinar la naturaleza y patrón de paleocorrientes correspondiente. Lo anterior se realizara en base a las evidencias preservadas en las estructuras sedimentarias contenidas en la estratigrafia local.

IV. AREA DE ESTUDIO.

El area de estudio se localiza en la zona costera de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México; entre los 31 40' y 31 56' latitud Norte y los 116 36 y 116 50' longitud Oeste (Figura 1).

Comprende los acantilados localizados entre el Rincón de las Ballenas y el Cabo de Punta Banda, siendo una extensión aproximada de unos 1 200 metros. Así como los cortes de la Carretera Ensenada La Bufadora, Ruta 23; ubicados entre los kilómetros 13.6 y 17.0 de la carretera local mencionada. Por último, comprende también los cortes de los cañones formados por los arroyos que desembocan a la costa.

V. METODOS Y MATERIALES.

a) Actividades de Campo.

i) Se realizaron reconocimientos generales con el fin de identificar los rasgos estructurales generales, las zonas de abundancia de las estructuras sedimentarias, la identificación de las mismas, así como su clasificación y su localización geográfica específica, la accesibilidad del terreno y los límites físicos del área de estudio.

ii) Se llevó a cabo la cartografía del área de estudio con un tránsito Brunton y de acuerdo al método de levantamiento por pasos descrito por Compton (1970).

iii) Se llevaron a cabo mediciones de las propiedades direccionales de las estructuras sinécticas. En cada estructura se determinó el azimut, la escala, las actitudes aparentes de los estratos encajonantes, su localización específica, así como las propiedades específicas no direccionales de las estructuras sinécticas. El número de mediciones fue determinado en base a los criterios establecidos por Pettijohn et. al (1973) y Potter y Pettijohn (1977).

b) Procesamiento de Datos.

i) Se determinaron las actitudes verdaderas de los estratos encajonantes a partir del método geométrico (Ragan, 1973).

ii) En base a las actitudes verdaderas y de acuerdo a los criterios desarrollados por Pettijohn (1975) y Potter & Pettijohn (1977) se determinarán las correcciones necesarias por desplazamientos tectónicos.

iii) Los vectores promedio de las estructuras en flama fueron obtenidos de acuerdo al tratamiento para una distribución unimodal descrito por Steinmetz (1962) y Jones (1967). Las estratificaciones cruzadas fueron tratadas de acuerdo al método gráfico de Jones y James (1969).

iv) Se llevo a cabo la interpretación de las estructuras no direccionales en función de parametros ambientales y en relación al patrón de corrientes.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

El área de estudio se dividió en tres zonas principales de acuerdo a las características del terreno, el grado de preservación de la secuencia sedimentaria y el grosor expuesto de la misma.

La primera zona comprende los arroyos que intersectan la carretera y desembocan a la costa. La extensión de la zona se encuentra delimitada en base al cambio de litología que se presenta a la altura del kilómetro 13.6 de la carretera Ensenada La Bufadora y al contacto de falla de la Formación Rosario con la Formación Alisitos en el kilómetro 17.0 de la carretera. Comprende aproximadamente un kilómetro de ancho, a partir de la costa, entre los límites mencionados (Figura 2).

Esta zona presenta varios niveles topográficos, que corresponden a trece terrazas asociadas a cambios en el nivel del mar, con fauna de edad Pleistoceno. Estas terrazas presentan poca deformación (Allen et. al., 1960) y se encuentran sobre las formaciones presentes en el área, que son en orden de antigüedad: la Formación Alisitos del Cretácico Inferior y la Formación Rosario del Cretácico Superior. El acceso a los afloramientos esta

restringido por la inaccesibilidad del terreno. Las rocas consisten en areniscas de grano fino, con abundancia de cuarzo (50%) Internamente presentan laminaciones rítmicas muy finas y algunos estratos muy delgados. Se encuentran altamente intemperizadas, por lo cual es difícil observar estructuras direccionales en ellas. No presentan evidencias de gran deformación tectónica, salvo algunos sistemas de diaclasamiento con posible grado tectónico.

La segunda zona de estudio comprende los afloramientos localizados sobre los cortes de la carretera, entre los límites mencionados. Las areniscas de esta zona comparten las propiedades litológicas mencionadas anteriormente. En esta zona se encuentran estructuras de interés direccional, particularmente estratificaciones cruzadas de pequeña escala, en promedio de 10 a 15 cm. Las estratificaciones cruzadas son tanto planares como de valle, siendo las planares las de mayor abundancia. También se encuentran estructuras de flama y laminaciones convolutas, con suficiente preservación para obtener mediciones direccionales.

La última zona de estudio se encuentra integrada por los acantilados sobre la costa, comprendidos desde el Campo Arnaiz - Rincon de las Ballenas, hasta el contacto de falla de la Formación Rosario con la Formación Alisitos. Los problemas de accesibilidad a esta zona se

deben a bloques caídos que impiden el paso durante altamar, consecuentemente el tiempo de permanencia se encuentra restringido a los periodos de bajamar (Figura 1).

La extensión de la zona sobre de la costa es de aproximadamente 1 400 metros. La altura promedio de los acantilados es de 14 metros. Con excepcion de los últimos dos metros, se encuentran formados por rocas sedimentarias de la Formación Rosario. Los últimos metros se encuentran compuestos por sedimentos Pleistocénicos, los cuales forman una discordancia angular con la Formación Rosario, representando un hiatus.

Los sedimentos Pleistocénicos presentan abundante fauna de entre mareas y en los reconocimientos preliminares de este estudio, se recolectaron pelecípodos, gasterópodos y posibles fragmentos oseos.

La característica estratigráfica mas fácilmente observable en esta zona es la presencia de un horizonte biohermico, formando por banco de rudistas del Cretácico Medio - Superior *Coralliochama orcutti* (White 1885). El promedio del horizonte es de 1.5 a 2.0 metros y en algunas regiones presenta repeticiones en la columna por afallamientos normales.

Los últimos 500 metros anteriores al contacto de falla con la Formación Alisitos, presentan una abundancia de estructuras sedimentarias con alto grado de preservación contra el intemperismo y se encuentran conformando un solo bloque tectónico, salvo por algunas microfallas de escalas de centímetros. El echado promedio de los estratos de este bloque es menor a los 15 grados. Este bloque presenta la abundancia de las estructuras direccionales suficiente para la reconstrucción del patrón de paleocorrientes, además de la accesibilidad necesaria para efectuar las mediciones de la información direccional. Por otro lado, la preservación de las rocas, permite obtener mediciones precisas y confiables. El aspecto tectónico es poco complejo, visto en sección, el bloque pertenece a un patrón de fallas normales escalonadas, productos del movimiento de la falla maestra de la región, la cual es la Falla de Agua Blanca. Esta es una falla de rumbo, con desplazamiento lateral derecho. La longitud aproximada es de 130 km y se extiende desde el valle de San Matías hasta el Valle de Santo Tomás, donde se ramifica en una rama norte y una rama sur. La falla de Agua Blanca presenta una madurez de torsión intermedia (Pou, 1982). Dada la actitud tectónica de los estratos es posible obtener directamente los vectores de corriente, sin correcciones por desplazamientos tectónicos.

b) Estructuras Sedimentarias e Interpretaciones Ambientales.

Esta sección trata las estructuras sedimentarias presentes en el área de estudio, así como las implicaciones ambientales contenidas en las mismas.

E 01: Corresponde a la base del acantilado. La litología consiste en una alternancia de laminaciones rítmicas de lutitas y areniscas limosas. a: estratificación cruzada Eta (Allen,1963). b: laminación fina arcillosa con presencia de irregularidades pinch and swell, por intermitencia de la corriente, presenta adelgazamiento en la dirección de la corriente, hasta su terminación en cuna. c: laminaciones finas casi horizontales, presentan un bajo grado de variación lateral, correspondiente a un régimen hidráulico bajo y estable. d: laminaciones convolutas con un volcamiento menor debido a que las velocidades de la corriente fueron bajas en el momento de la deformación. e: estratificación cruzada Nu (Allen,1963). El vector de corriente corresponde al de las laminaciones rítmicas, implicando una posible estabilidad temporal de la corriente.

E 02: Corresponde a los afloramientos de los cañones. a:

capas de carbón con estratificación ondulatoria. Los horizontes arcillosos de la región inferior presentan el mismo comportamiento. b: estratificación cruzada formada por la migración de ondulitas de corriente de pequeña escala. Las altas concentraciones de carga en suspensión y la razón de profundidad casi máxima se muestran en la concavidad de las capas frontales. c: inclusiones de carbon bituminoso de bajo rango (0.5 a 1.0 mm.). El tamaño de grano de los sedimentos es de fino a muy fino.

E 03: Corresponde a la base del acantilado. Se presentan areniscas muy finas, limos y arcillas. a: laminación convoluta preferencialmente orientada. b: estructura de flama con orientación bien definida en la dirección de la corriente (1). c: acuñamiento en láminas de areniscas y arcillas. d: condiciones de erosión marcadas por el contacto inferior previo a la depositación. Las inversiones en la corriente en el sentido se deben a la turbulencia durante la deformación. Dada la abundancia de deformación hidroplástica, el caracter dominante de la depositación de los materiales fue a partir de suspensión con asentamiento rápido. Esto es característico de descargas en canales.

E: 05 Corresponde a la base del acantilado. Estas estructuras estan formadas principalmente por areniscas muy finas limosas. a: ondulitas preservadas en sección

transversal. La longitud de onda es amplia. b: ondulitas del tipo starved ripples formadas por la intermitencia de la corriente y la alta concentración de materiales en suspensión.

E 08: Corresponde al acantilado. Dique sedimentario clástico formado por areniscas con un alto contenido de cuarzo. El espesor es variable de 10 a 60 cm. Abundan en una zona de unos 200 metros de extensión. Atraviesan las laminaciones rítmicas de la base del acantilado hasta la discordancia angular Pleistocénica.

E 10: Corresponde a la base del acantilado. Bloque desprendido del acantilado. Este bloque no puede utilizarse para obtener las direcciones de los vectores de corrientes ya que se encuentra fuera de su orientación original, sin embargo es de importancia ya que muestra claramente el comportamiento temporal del patrón de paleocorrientes. Estas inversiones se presentan con abundancia y difieren totalmente de las inversiones descritas anteriormente (E 03) desde un punto de vista genético e hidráulico, ya que estas denotan el comportamiento periódico de una corriente oscilante, destacando su formación bajo la influencia de las mareas. Las variaciones en la magnitud, la relación angular y contactos son de importancia ya que reflejan las diferencias en los regímenes de flujo, asociadas a las

diferentes fases de la marea.

A 01: Estratificaciones de la base del acantilado. a: Estratificación cruzada Epsilon (Allen, 1963), el contacto inferior no es erosional como es de esperarse, sino mas bien transicional. La graduación en el espesor de las láminas disminuye hacia la región basal. Aparentemente se encuentran representadas dos condiciones de flujo. b: Estratificación cruzada de laminaciones frontales planares y de bajo ángulo.

A 02: Corresponde a la base del acantilado. a: vetas muy delgadas (0.5 a 1.5 cm) de yeso con cristalización bien desarrollada. La presencia de estas vetas en las fisuras y diaclasamientos excluye su formación sinsedimentaria, por lo cual no puede utilizarse como evidencia paleobatimétrica. b: laminación de régimen de flujo transicional. Las irregularidades en la geometría de las capas permiten distinguir los tres regímenes de flujo en las condiciones hidráulicas imperantes durante la formación de las estructuras.

A 03: Corresponde a la base del acantilado. a: Una de las estratificaciones cruzadas de mayor escala, localizada dentro de las laminaciones rítmicas en la base del acantilado. La escala es de 65 cm. y representa bajas velocidades de flujo de carga de fondo. Las escalas de

las estratificaciones cruzadas varían desde 2 hasta 75 cm. lo cual es producto tanto de diferencias de la profundidad, así como de diferencias en el aporte, las condiciones de flujo y en las velocidades de la corriente. La asociación de estructuras presentes en la figura, sugiere un régimen de flujo variable temporalmente con incrementos en la velocidad hacia a.

A 05: Corresponde a la base del acantilado. Estructuras formadas por procesos de carga y deformación hidroplástica de los sedimentos, sobre los cuales se realiza la depositación. Los sedimentos deben poseer un alto contenido de agua encontrándose en un estado de semi-solución, formando de esta manera los moldes de carga. La presencia de estas estructuras demuestra que el medio fue acuático y descarta conjuntamente con otras estructuras la posibilidad de un ambiente eólico.

A 15: La deformación plástica de los horizontes arcillosos requiere de un patrón de sedimentación, en el cual la depositación de la carga, altere el equilibrio en los sedimentos. Esto se produce comúnmente por movimientos generados por fuerzas gravitacionales. La formación de las estructuras de flama muestra este caso. Las areniscas muestran la depositación de materiales de mayor densidad, sobre una capa de menor densidad de limos y arcillas, en sobresaturación de agua, en el momento de

la depositación. Se realiza una transformación tixotropica, con pérdida de fuerza, originando un sistema de celdas convectivas. En las arenas se observa una componente vertical ascendente, además de la componente lateral por la acción de la corriente depositacional. Como resultado queda impresa la dirección de la corriente imperante. Este proceso puede ser lento o instantáneo. En este caso, posiblemente se trate de una depositación catastrófica. Las diferencias entre las arenas y las arcillas en el medio de mareas pueden reflejar asimismo diferentes aportes de materiales, por ejemplo: continentales y oceánicos. a: deformación del horizonte arcilloso influenciado por la acción de la corriente prevaleciente. b: transmisión vertical de los esfuerzos deformacionales y posibles residuos de ondulitas de otro régimen de sedimentación. c: lentes de arenas que resultan de las corrientes internas de convección. Es interesante que este patrón de sedimentación se presenta en los canales deltáicos a mayor escala, cuando existen diferencias en el aporte que provocan la depositación de sedimentos de tracción sobre sedimentos a partir de suspensión.

A 22: Laminación convoluta en la base del acantilado. Las laminaciones convolutas son muy frecuentes a una altura específica de la columna estratigráfica y constituyen estructuras con variabilidad espacial

definida. La abundancia de estas estructuras es en la zona de diques sedimentarios. A pesar de que estas estructuras son consideradas como de caracter direccional, los vectores de corrientes obtenidos a partir de ellas, requieren de interpretaciones probabilísticas y por lo tanto, no comportan el nivel de confiabilidad de las otras estructuras.

A 23: Corresponde a la base del acantilado. Estratificación cruzada de valle de escala intermedia. Este tipo de estructuras presentan condiciones de erosión, en un ambiente de mareas estas estratificaciones pueden representar la fase dominante de las mareas y las estratificaciones planares condiciones de depositación mas estables, durante la fase no dominante del ciclo. Por debajo de las estratificaciones cruzadas se conservan ondulitas de longitud de onda media. Asociadas a estratificaciones cruzadas erosionales se encuentran generalmente acuñaientos, los cuales en conjunto pueden implicarlas zonas de paleocanales de mareas, en donde los procesos característicos de transporte son de erosión y transporte de las partículas de mayor diámetro.

A 29: Ondulitas de corriente a dos metros de altura sobre la base del acantilado. Litológicamente se caracterizan por su contenido micáceo. Son de grano fino y presentan alto contenido de carbón. Estas estructuras son demasiado

escasas en el area para ser utilizadas como indicadoras direccionales.

c) Patrón de Corrientes y Medio Asociado.

El patrón de corrientes de las estratificaciones cruzadas contiene dos aspectos principales: una marcada bimodalidad y la bipolaridad resultante entre ambos modos de la corriente principal. Esta distribución es el producto de una corriente con inversiones periódicas en el sentido y la dirección. Este tipo de corrientes se encuentra tanto en el transporte eólico como en el transporte acuático de medios transicionales. En el primer caso son el resultado de patrones de circulación por las diferencias de calentamiento de la costa y el océano. En el medio acuático son generados por la acción de las mareas gravitacionales.

Los procesos sedimentarios que se han discutido en las estructuras sedimentarias implican dos condiciones esenciales para su formación: un transporte por un medio acuático y saturación de agua en los sedimentos de deformaciones hidroplásticas. Por tanto el medio transicional contiene una corriente principal que

transporta la carga sedimentaria en un medio acuático y en consecuencia esta es una corriente de marea.

Las estructuras singenéticas muestran el comportamiento de este patrón de corrientes. Existen evidencias de flujos laminares de bajo régimen y estables, asociadas a velocidades bajas en las corrientes.

Igualmente existen evidencias de incrementos en las velocidades de la corriente y de cambios en el régimen de flujo, presentándose flujos transicionales y de régimen alto. Las diferencias en los contactos basales en las estratificaciones cruzadas refuerzan aun más la implicación de incrementos y decrementos en las velocidades.

En estas condiciones hidráulicas se desarrolla la sedimentación, íntimamente ligada a las variaciones del medio de transporte. Se presentan evidencias de sedimentación lenta, condiciones de baja energía, materiales finos en suspensión en la formación de ritmitas y en los horizontes limosos y arcillosos. En algunos casos las ondulaciones en la estratificación, las variaciones en el grosor de las capas y la formación de capas frontales planares, corresponden a estos procesos de depositación, de flujo bajo con intermitencia en el aporte.

De igual manera, las estructuras muestran las condiciones de flujos transicionales y alto régimen y asociados a estas condiciones se encuentran procesos erosivos, configuraciones tentativas de canales y desembocaduras de canales, así como transporte de carga de fondo de las fracciones gruesas de los sedimentos.

Es posible pensar en diferencias en la profundidad en función de la amplitud de las escalas de las estructuras, así como a partir de las diferentes formas que presentan las estructuras sedimentarias, debido a las combinaciones de profundidad, velocidad y suministro sedimentario.

VII. CONCLUSIONES.

Las anteriores condiciones descritas tomadas en conjunto constituyen las condiciones de sedimentación de un medio transicional de complejo de mareas o de un medio de depositación de turbidez. En el primer caso, estos medios están constituidos principalmente por planicies y canales de mareas. Cada una de estas formas está caracterizada por diferentes procesos sedimentarios. Sobre las planicies el flujo de las mareas se comporta como una amplia lámina, con un ascenso y un descenso suave. Los depósitos sedimentarios son materiales muy finos, depositados principalmente a partir de suspensión. En los canales el flujo es erosivo, ya que en se concentran las corrientes, aumentando la velocidad asociado a un cambio en el régimen. Los sedimentos son transportados como carga de fondo y están representados por arenas gruesas, las cuales son un depósito por rezago, en el fondo de los canales.

En el segundo de los casos es posible pensar en un medio marino de mar profundo análogo al medio depositacional del área de Rosarito, México y La Jolla y Point Loma, USA.

Las características sedimentológicas del área de estudio favorecen dos formas básicas de interpretación ambiental. Por un lado es posible pensar en un medio transicional de mareas, asociados particularmente a este medio se encuentran el patrón de paleocorrientes y la mayoría de las estructuras sedimentarias singenéticas. Asimismo, es posible pensar en un medio de mar profundo de turbidita. Existen las estructuras sedimentarias, en especial las laminaciones convolutas y las estructuras en flama con paleocorrientes unimodales, que sugieren la presencia de este medio.

En el presente trabajo nos inclinamos a dar peso al patrón de paleocorrientes derivado a partir de estratificaciones cruzadas y a las interpretaciones hidráulicas de las estructuras singenéticas y por lo tanto, favorecemos una interpretación de medio ambiente de mareas. Sin embargo, es necesario destacar que cualesquiera de estas interpretaciones no puede ser concluyente, dado que se requieren para ello mayores argumentos. De importancia para tal efecto, son los argumentos de carácter paleontológico, que permitan esclarecer la paleobatimetría de la zona y las condiciones ecológicas predominantes. VIII. BIBLIOGRAFIA.

len, J. R.] 1963. The Classification of Cross Stratified Units
with notes on their origen, Sed. 2, 93-114.

Allen, C.R., Silver, L.T., Stahlis, F.G., 1960, Agua Blanca
Faunlt--a majaan transverse structure of Northern
Baja California, Mexico. Geol. Soc. Am. Bull.
v71, pp. 457-482.

Allison, E.C., 1970, Age relationships of late cretaceous
marine deposits of Coastal San Diego County and
Northwestern Baja California, with standard stages
of European Cretaceous, PAG, SEC, AAPFG, SEG, 155p.

Anderson, R.H., 1962, Geology and micropaleontology of Point
Loma San Diego County, California, Unpub. Maes.
Thesis, UN SOUTH CALIF, 83 pp.

Barr, F.T., 1970, The Foraminiferal Genus Bolivinoides from
the Upper Cretaceous of Lybia. Jour. Paleo. 44,
642-654.

Carpenter, W.B., 1968, Stratigraphy of the Rosario Formation,
North western Baja California, Mexico, Unpub. Geo
198, S.D.S.C., San Diego, California.

Compton, R., 1970, Geología de Campo, Ed. Pax Mexico,
Mexico, D.F. 478pp.

Conybeare, C.E.B., Crooke, C.A., 1968, Manual of sedimentary structures: Bull. Austr. Dept. Nat. Dev. Bur. Mines 102, 372pp.

Elliot, R.E., 1966, A classification of subaqueous sedimentary structures based on the reological and kinematical parameters, Sedim, 5, 193-209.

Fairbanks, H.W., 1863, The validity of the so called Wallala Beds as a division of the California Cretaceous: Am. Jour. Sci. ser 3, v 45, 473-478.

Jones, T.A., James, W.R., 1969, Analysis of bimodal orientation data. Mathematical geo. 1, 129-135.

Jones, T.A., 1967, Estimation and testing procedures for circular normally distributed data: Office Nav. Res. Cont. Nonr-1228, 61pp.

Kebort, A.T., 1964, Geology of the Mesa Redondo area, Northwestern Baja California, No publ. geo 198, S.D.S.C., San Diego, California.

Krumbein, W.C., Sloss, L.L., 1963, Stratigraphy and sedimentation 2nd edition: San Francisco, W.H. Freeman Co., 660pp.

Maytum, J., Elliot, W.J., 1970, Upper Cretaceous Stratan of the La Jolla area San Diego: Correlation and Physical Stratugraphy, Pac. Sl. Geo. Nor.B.C.and Cal., AAPG, SEPM, SEG, 155pp.

Mickey, M., 1970, Notes on the Biostratigraphy of the Upper Cretaceous Rosario Formation in Northwestern Baja Calif., Pac. Sec. AAPG, SEPM, SEG, 155pp.

Pettijohn, F.J., Potter, P.E., Siever, R., 1973, Sand and Sandstone, Springer-Verlag, New York, 618pp.

Pettijohn, F.P., 1975, Sedimentary Rocks, 3rd Ed., Harper and Row, New York, 628pp.

Potter, P.E., Pettijohn, F.J., 1977, Paleocurrents and Basin Analysis, Springer-Verlag, New York.

Pou Alberu, S., 1982, Estudio de la Tectónica de las Islas de Todos Santos, B.C, México, Tesis Profesional, Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, México.

Ragan, D.M., 1973, Structural Geology: an Introduction to Geometrical Techniques, 2nd. ed., J.Wiley, New York.

Sander, B., 1930, Gefugekunde der Geisteine, Wein Spinger, 325pp.

Saul, 1970, Upper Cretaceous Faunas of Punta
BandaPAG, SEC, AAPG, SEG, 155pp.

Selly, R.C., 1970, Ancient Sedimentary
Environments, Ithaca, New York Cornell, Un.
Press, 237pp.

Shepard, F.P., Moore, D.G., 1955, Central Texas Coast Sediments
Characteristics of Sedimentary Environments,
Recent History and Diagenesis, AAPG Bull.
39, 1465-1593.

Slitter, W.V., 1968, Upper Cretaceous Foraminifera from
Southern Californiand Northwestern Baja
California, Mexico, Univ. Kansas Paleo. Cont. ser
49, Protozoa, art 7.

Smith, 1967, Stratigraphy of the Cerro Coronel
Area, Northwestern Baja California, Mexico, Unpub.
Geo 198, SDSC, San Diego, California.

Steinmetz, R., 1962, Analysis of Vectorial
Data, Jour. Sed. Petr. 32, 801-812.

Stewart, H.B., 1956, Contorted Sediments in Modern Coastal
Lagoon Sediments, explained by laboratory
Experiments, AAPG Bull. 40, 153-179.

Twenhofel, W.H., 1950, Principles of Sedimentation, Mc-Graw Hill, New York, 673pp.

Walker, R.G., 1967, Turbidite sedimentary structures and their relationships to proximal and distal depositional environments, Jour. Sed. Petr. 37, 25-43.

White, C.A., 1885, On New Cretaceous Fossils from California: U.S. Geol Survey Bull. 22.

Worthington, B.C., 1965, Sedimentary Structures of the Rosario Formation in el Morro Valley, Baja California, Mexico, Unpub. report Geol 198, SDSC, San Diego California.

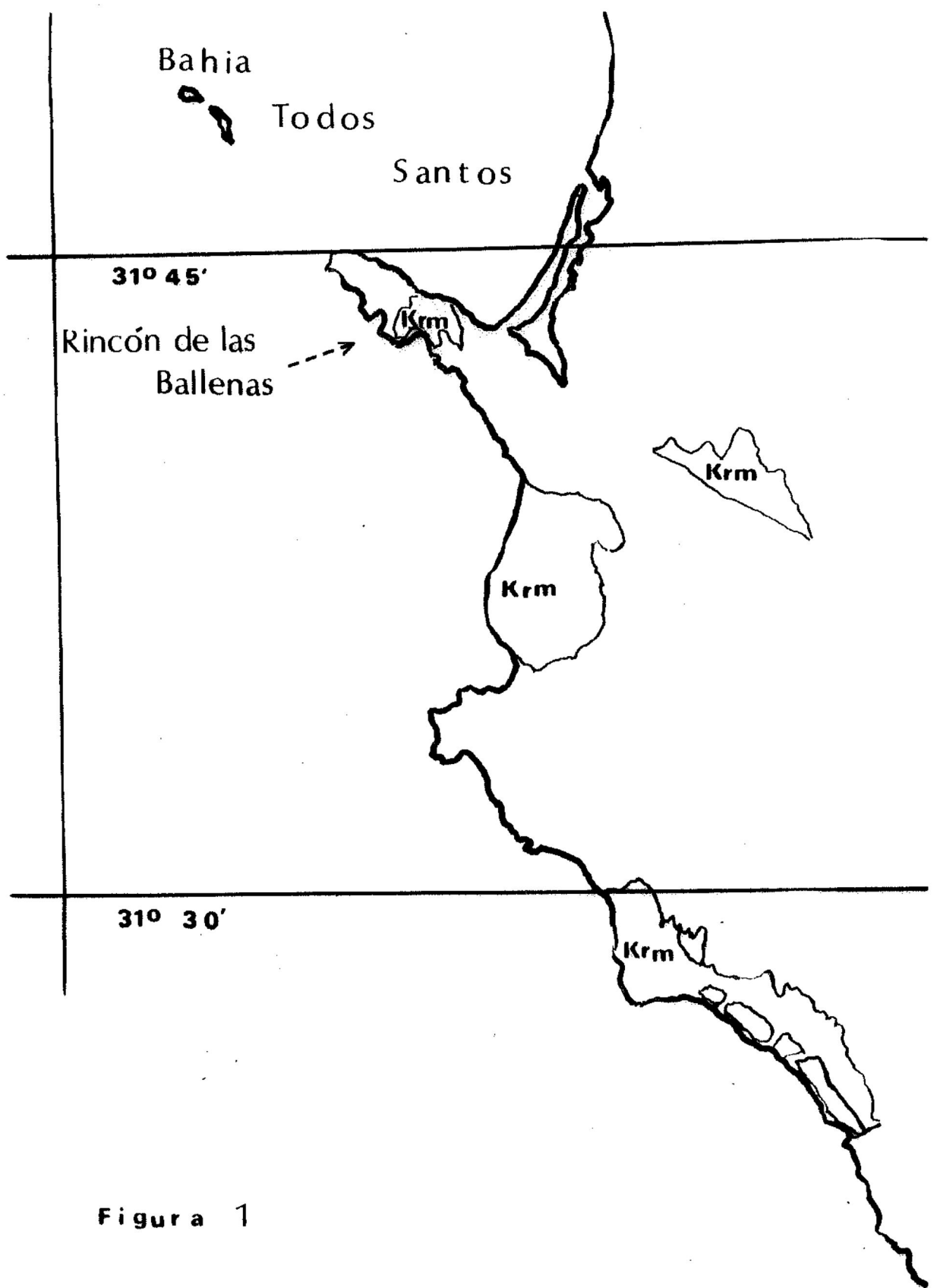
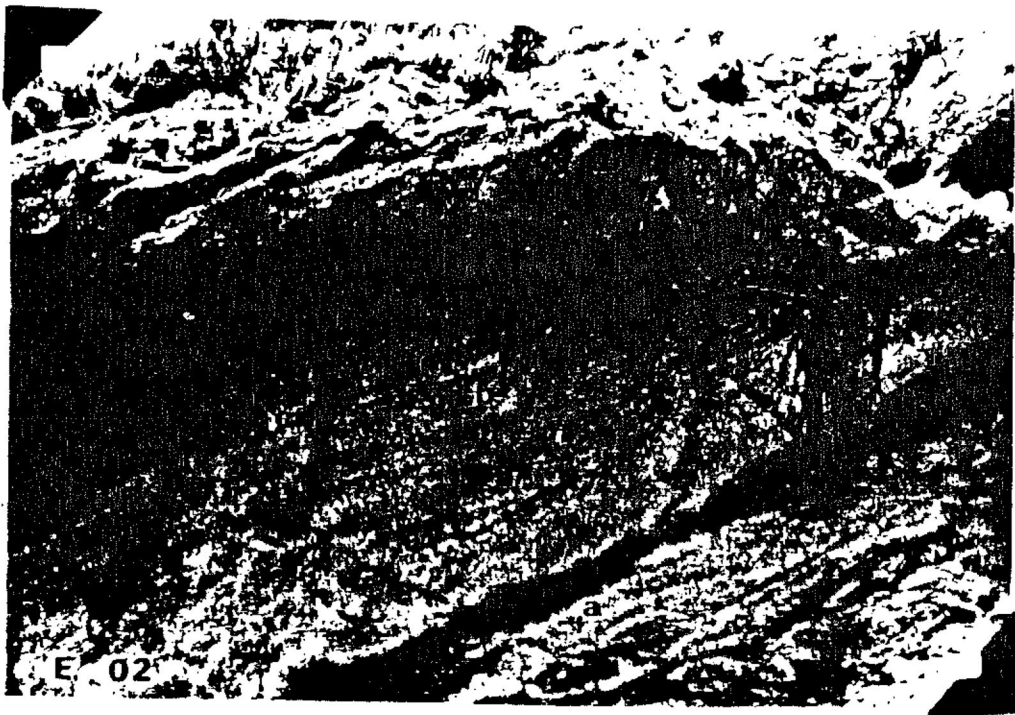


Figura 1





E 03

