

1982

NO. 24

Ej 3

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS

MARINAS .

ENSENADA B . C . ABRIL 1982 .

ESTUDIO DE LA TECTONICA
DE LAS ISLAS DE
TODOS SANTOS, B.C., MEXICO

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO

PRESENTA SERGIO POU ALBERU

DIRECTOR: M.C. FRANCISCO SUAREZ VIDAL

ENSENADA B.C., MEXICO

DEDICATORIA

A mi Esposa Lupita, por su cariño,
comprensión, y dedicación durante
estos años.

A mi Madre, por su aliento y
cariño en la vida.

A Mis Tios Roberto y Elena, por su
cariño y constante ayuda .

A la memoria de mi Padre

Sergio Pou Pla

A la memoria de mi Abuelo

Mariano Pou Prat

AGRADECIMIENTOS

Al Maestro en Ciencias Francisco Suarez Vidal ,por aconsejarme y apoyarme a lo largo de la realización del presente trabajo.

A mis maestros y sinodales M.C. Román Lizarraga, M.C. Victor Wong, Ocen. Adolfo Gonzalez, Quim. Irma Soria Mercado, Biol. Dora Wawmann, F.M. M. Angel Ibarra, por sus consejos y su dedicación a la revisión de este trabajo.

A todos mis maestros que con su dedicación y esfuerzo contribuyeron a la realización de mi carrera.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES.....	2
OBJETIVOS.....	11
HIPOTESIS.....	11
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	12
ESTRATIGRAFIA.....	13
MATERIALES Y METODOS.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	17
CONCLUSIONES.....	35
SUGERENCIAS.....	36
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	37

INTRODUCCION

La Península de Baja California, en la República Mexicana, presenta características tectónicas de particular interés desde el punto de vista geológico debido a que es una región que ha sido afectada por múltiples y complejos agentes tectónicos.

En su origen, la península de Baja California está asociada a la interacción de la Placa Americana o de Norte America, y la placa del Pacífico Norte. Al consumirse la placa Farallon (Cox 1970) por la acción de la zona de subducción presente en la frontera entre esta placa y la placa del Pacífico norte (Fig.1 a), atrae hacia la costa continental a la zona de producción existente entre las placas Farallon y Pacífico, recorriéndose así hasta entrar en contacto con el macizo continental y originar el actual sistema de San Andrés y la formación del Golfo de California . (Cox 1970)(Fig.1 b)

Durante el proceso de esta actividad tectónica, se genera , como una falla de rumbo (Falla transforme o de frontera de placas), la actual Falla de Agua Blanca, que invierte su accionar de falla lateral izquierda a falla

lateral derecha (Tabla 1) al producirse la generación del Golfo de California, o sea, al activarse el actual sistema de San Andrés. (Gastil et. al.. 1975)

Como efecto del acercamiento de la zona de producción existente entre las placas Farallon y Pacífico a la zona de consumo presente entre las placas Farallon y Americana (Tabla 1), se presenta un regimen tectónico que genera las grandes masas de rocas intrusivas que son las que propiamente forman el batolito peninsular.

Uno de los eventos geológicos mas importantes en la Baja California es sin duda la formación del batolito que propiamente le da origen. Este cuerpo igneo intruyó como efecto de la acción de la zona de subducción que actuó en el límite de las placas Farallon y Americana, durante el Cretácico medio (Gastil et. al., 1975). Los fenómenos durante la intrusión del Batolito en este período estuvieron acompañados por la existencia de vulcanismo del tipo andesítico -basáltico característico de una zona de subducción, originando depósitos de roca volcánica y volcanoclástica que en la actualidad es la Formación Alisitos, período

correspondiente al Cretácico (Aptiano-Albiano), descrita por Santillan y Barrera (1971) en su localidad tipo en el Rancho Alisitos, del Cañón de Santo Tomás, B.C., México. Desde el Cretácico tardío y hasta principios del Mioceno se encuentra una época de calma tectónica (Wong 1980).

El segundo régimen tectónico de capital importancia para la Península de Baja California es el que origina la apertura del Golfo de California motivando la migración de la península hacia el Nor-Oeste mediante la acción del sistema de fallas de San Andrés en el Golfo de California, misma que se inicia en la frontera Oligoceno-Mioceno, hace aproximadamente 30 millones de años (Atwater 1970) (Tabla 1).

La tendencia general de las cordilleras peninsulares y en general de los principales sistemas de afallamiento son en dirección Nor-Oeste, es decir siguen la dirección general de la Península. Sin embargo en su porción norte concretamente en el Nor-Oeste, se encuentra una falla de considerable longitud y que ha sido considerada anómala en cuanto a su posición dentro del sistema (Allen et. al.

.1960), esta falla es la Falla de Agua Blanca.

La Falla de Agua Blanca es una falla de rumbo con desplazamiento lateral derecho, de una longitud de aprox. 130 Km., siendo una de las mayores estructura de este tipo en el norte de Baja California. Estructuralmente es el escarpe mas largo del Nor-Oeste de la Península. (Allen et. al. 1960). Ocurre desde el paso San Matías, en su región oriental, hasta la Península de Punta Banda, en la costa del Pacífico, pasando por Valle de la Trinidad, Cañón de Dolores, Rancho de Agua Blanca y Valle de Santo Tomás, en donde se divide en un sector norte y uno sur. El sector norte origina la Península de Punta Banda (Allen et. al. 1960) y el sur origina el escarpe sur de la misma Península. Asociadas a este sector se encuentran tambien las fallas de Santo Tomás y Maximinos. (Wong 1980).

El sector norte de la Falla de Agua Blanca delimita al norte el escarpe de Falla de Punta Banda y es el responsable de la configuración de la línea de costa de esta prolongación fisiográfica. En la zona de intersección entre Punta Banda y la cabecera del Estero de Punta Banda (Fig. 2) se encuentran emanaciones de

agua caliente, por lo que, con otras evidencias, tales como la presencia de facetas triangulares presentes en la vertiente norte de la península de Punta Banda, las cuales son visibles desde la carretera Transpeninsular a la altura del cañón de las Animas, al Sur-Este de Maneadero es posible proponer la continuación de la falla alineada a estos manantiales y en dirección Nor 40 Oeste (Allen et. al. 1960).

ANTECEDENTES

De acuerdo con estudios recientes, (Gastil et. al. 1975, Wong 1980), se puede decir que el sector sur de la Falla de Agua Blanca corresponde al trazo original. Sin embargo, los desplazamientos más recientes han ocurrido en el sector norte (Allen et. al. 1960), como se desprende de la observación de la existencia de fecetas triangulares sumamente claras es decir de formación relativamente reciente, en el sector norte de esta falla, en la sección comprendida entre el estero de Punta Banda y la carretera transpeninsular. Además, la existencia de emanaciones de aguas termales en las proximidades de la cabecera del Estero de Punta Banda sugieren un estadio de actividad, que no se aprecia en el sector sur .

Dada la dificultad de observar y medir desplazamientos y ocurrencia de estructuras características de un sistema de fallas por efecto de torsión en el campo, se han ideado mecanismos que reproduzcan lo mas aproximadamente posible los efectos de estos eventos tectónicos, y que sean reproducibles en laboratorio. Tales mecanismos son, por ejemplo

los ideados por Riedel en 1929 y el uso de la caja de cizalle mediante los cuales se pueden apreciar la secuencia de eventos, las direcciones preferenciales de afallamiento y desplazamiento ocurridos y en general, la secuencia de eventos que generan un sistema de fallas de torsión o de cizalle.

Se han encontrado similitudes entre experimentos realizados a nivel microscópico (Caja de cizalle), nivel medio (Experimento de Riedel) y sistemas de fallas reales en el campo (Tchalenco 1970).

En el experimento de Riedel, se coloca un material plástico (generalmente una pasta de arcilla y agua), sobre dos bloques que son susceptibles a desplazamientos horizontales.(Fig. 3)

Una vez colocado el material sobre los bloques deslizantes, se procede a aplicar una fuerza controlada a uno de ellos provocando así el esfuerzo de torsión al material comprendido en la zona de fractura.

En general, el comportamiento de los

materiales empleados en el laboratorio es homogéneo y similar en los diversos casos estudiados (Tchalenco 1970), y se aprecia una secuencia clásica que se repite en cada caso.

Inicialmente hay un incremento de la fuerza aplicada al bloque que se desliza, sin presentarse en la superficie del material tratado ninguna ruptura visible. Posteriormente se inicia una secuencia de eventos que son como a continuación se describen (Tchalenco 1970).

1.-Pre-ruptura.- Se presenta una deformación homogénea en la futura zona de cizalle, círculos pintados en la superficie del material se deforman a elipses, lo cual indica una deformación simple. (Fig. 4 A)

2.- Se presentan las primeras fallas con ángulos de inclinación de 12 ± 1 grados, con respecto a la dirección del movimiento de los bloques, y posteriormente alcanzarán mediante rotación, una inclinación máxima de 16 grados. La proporción del desplazamiento total, empieza a ser absorbida por el sistema de fracturas y rápidamente alcanza valores del 50

3.- Aparecen algunas fallas con posición mas paralela al del desplazamiento y con ángulos de 8 grados. La proporción del desplazamiento total se incrementa rápidamente hasta el 75

4.- Al continuar aplicándole la fuerza al bloque desplazado, se generan fallas simétricas entre sí, con inclinaciones de - 10 grados y que interconectan pares de fallas previas. Mas de la mitad de las fallas preexistentes están ahora en una posición de 4 grados con respecto a la dirección del esfuerzo. (Fig. 4 D).

5.- Se genera la estructura 'Pre-residual', consistente en la generación de las primeras estructuras paralelas completamente a la dirección del desplazamiento con inclinaciones máximas de 4 grados. Estas fallas paralelas a la dirección del movimiento se llaman 'Fallas principales de cizalle'. (Fig. 4 E)

6.- La estructura 'residual' consiste en la absorción de prácticamente todo el desplazamiento a lo largo de las fallas principales de cizalle, con inclinaciones de 0 grados con respecto a la dirección de desplazamiento. (Fig. 4 E).

El comportamiento del esfuerzo con respecto a la deformación se puede apreciar, de manera esquemática, en la (Fig. 5) , en la que se muestra un incremento de esfuerzo para iniciar el desplazamiento hasta un límite, en el que se presentan las primeras fallas y a partir del cual, la cantidad de esfuerzo necesario para realizar el desplazamiento es decreciente hasta un nivel mínimo en el que el sistema presenta características de la estructura residual antes descrita.

Esta serie de experimentos son reproducibles en el laboratorio y actualmente explican de una manera satisfactoria la secuencia de eventos tectónicos que ocurren en un sistema de fallas de torsión.

OBJETIVOS

I.= Obtener la configuración tectónica de las Islas de Todos Santos, Baja California, México.

II.= Integración del patrón tectónico local al patrón tectónico regional de la Bahía de Todos Santos, Baja California México.

HIPOTESIS :

Se propone como hipótesis la existencia de correlación tectónica entre Punta Banda y las Islas de Todos Santos, mediante la presencia de la Falla de Agua Blanca.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

Las Islas de Todos Santos se encuentran localizadas en la Bahía de Todos Santos, B. C., México, aproximadamente a los 31 grados 40 minutos Norte y los 116 grados 40 minutos Oeste. Cierran parcialmente la mencionada Bahía, entre las proyecciones fisiográficas de Punta Banda (al sur) y Punta San Miguel (al norte) (Fig. 2) Consisten en dos pequeñas Islas de aproximadamente 3.5 kilómetros cuadrados de superficie total, separadas entre si por un pequeño canal de aproximadamente 300 metros de anchura. Por observación directa en un mapa (Gastil et. al. 1975), y por fotografía aerea, se aprecia que las Islas de Todos Santos se encuentran alineadas a Punta Banda con una orientación geográfica de N40W, misma que guarda el sector norte de la Falla de Agua Blanca en la Península de Punta Banda. Esta Península se encuentra flanqueada tanto por el norte como por el sur por los sectores de la Falla de Agua Blanca (norte y sur respectivamente), mismos que se originan a partir del Valle de Santo Tomás (Wong 1980).

ESTRATIGRAFIA :

Las formaciones presentes sobre Punta Banda son, en orden de antigüedad, la Formación Alisitos y la Formación Rosario, ambas correspondientes al Cretácico Superior. Sobre ellas se encuentra una serie de trece terrazas, que presentan fauna de edad Pleistoceno. Estas terrazas se encuentran muy poco deformadas (Allen et. al. 1960). No ocurre lo mismo con los estratos inferiores correspondientes al Cretácico, dado que presentan inclinaciones hasta de 55 grados en la zona conocida como 'El Rincón de las Ballenas' en donde además afloran estratos conteniendo un arrecife de rudistas (Coralliocama orcutti), con esa misma inclinación (Saul 1970).

MATERIALES Y METODOS

A) MATERIALES

ai) DE CAMPO :

- Brújula Brunton
- Martillo de Geólogo
- Lente 10 X
- Cámara fotográfica
- Bolsas para muestras
- Cinta adhesiva
- Marcador indeleble
- Mapa de campo
- Libreta de campo

aii) DE GABINETE :

- Red estereográfica
- Mapa geológico regional
- Fotografía aérea vertical
- Lente para estereoscopia

B) METODOS : Los métodos empleados son de muestreo directo de campo, con toma de rumbos y echados de las principales estructuras observadas en el campo, mediante el uso e la brújula Brunton. La toma de muestras de roca, para su posterior análisis en laboratorio. El cálculo de actitudes reales a partir de datos de campo (aparentes), se realizaron siguiendo el método de red estereográfica, descrito por Ragan (1973). La fotografía aérea vertical es utilizada para distinguir estructuras alineadas como fallas principales.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos durante la realización de la presente tesis, se pueden resumir como a continuación se muestra :

Existe una orientación similar entre Punta Banda y las Islas de Todos Santos, tal que sugiere una continuación de la una en las otras. Esta orientación es de aproximadamente N40W.

La litología presente en Punta Banda, en su extremo final, es decir, a partir del campo turístico de 'Tres Hermanas', corresponde a la facción volcánica de la Formación Alisitos (Gastil et. al. 1975), que comprende rocas volcánicas andesíticas de color gris claro a castaño rojizo, con fenocristales de plagioclásas. Esta misma asociación se encuentra en las Islas de Todos Santos, lo cual sugiere una interrelación entre éstas y el continente al menos durante el período de depositación de la Formación Alisitos. (Cretácico superior).

En las Islas de Todos Santos, se presentan

fundamentalmente tres tipos de rocas que son, una facción volcánica, una facción sedimentaria formada principalmente por conglomerados, y una pared sedimentaria formada por areniscas con inclusiones de conglomerados.

Sin duda la roca dominante corresponde a la facción volcánica, la cual domina casi totalmente a la Isla Sur de Todos Santos.

La roca volcánica que está mas ampliamente representada en la Isla sur es un tipo de andesita, de coloración gris claro a café, con vesicularidad en algunas zonas. Esta corresponde a la Formación Alisitos.

a) Isla Sur.

En particular, en la Isla Sur, haciendo un transecto longitudinal a la isla (Fig. 6) y partiendo del extremo sur, aparece primeramente una roca del tipo andesítico de color gris claro, con vesicularidades aisladas.

En contacto con este material, aparece una zona de flujo de lava en la cual las líneas de flujo son claramente visibles. Este material se

encuentra en el primer estrechamiento geomorfológico de la Isla sur, entre la primera pareja de playas de bolsillo. Se trata de roca volcánica, de textura escoriacea, coloración amarilla clara y con una gran vesicularidad.

A partir de este punto, dividiremos la descripción de la zona de estudio en costa Occidental (Correspondiente al Pacífico) y costa Oriental correspondiente a la costa de la Bahía de Todos Santos.

Costa Occidental.

A partir del material de flujo antes mencionado, se encuentra, una roca volcánica tipo andesita de coloración gris claro. Este material, que forma el cuerpo en sí de la Isla se continúa hasta el canal que separa a las dos islas.

En la medida en que se progresa hacia el norte, la tonalidad del material se empieza a oscurecer y tiende a adquirir coloración rojiza. Aproximadamente 250 metros antes del canal entre las Islas, aparece sobreyaciendo al material volcánico, un conglomerado de clastos de

material volcánico, grandes y bien redondeados, de escasa potencia y que guarda una posición horizontal paralela al actual nivel del mar. (Fig. 6)

Costa Oriental.

En lo que respecta a la costa oriental de la Isla Sur, el material descrito como andesita se continúa prácticamente sin discontinuidad hasta la zona del canal. Sin embargo, en el lugar conocido como 'El Embarcadero', se presenta otra vez un material de flujo de lava y coloración amarillenta.

Con respecto a la presencia del conglomerado en esta parte de la isla, éste material aparece en la zona del canal propiamente dicha, pero está mejor representado que en la costa occidental. Se pueden diferenciar claramente dos horizontes de conglomerado, uno corresponde al conglomerado inferior que aflora en la costa occidental (Zona próxima al canal), y otro superior que está formado de clastos mucho menores y no tan bien redondeados. Este último desaparece en las cercanías de la zona del canal (Fig. 6).

b) Isla Norte.

En lo referente a la Isla Norte, el material formador de la isla es en sí similar al de la Isla Sur, a excepción de una pared sedimentaria formada de areniscas, gravas y material fino (Lutitas) presente en la zona del canal (Fig. 6). Esta pared sedimentaria es notoria por no tener relación estratigráfica con ningún otro punto de las islas, tanto la Norte como la Sur. Consiste de una secuencia más o menos cíclica de gravas, arenas, arenas finas y en ocasiones limos o lodos.

La posición original de estos estratos debió ser muy similar a la que en la actualidad guardan, pues se pudo precisar la dirección del techo y piso mediante grietas de desecación con presencia de gotas de lluvia, recolectadas en la misma pared.

Este material se encuentra en discordancia angular, (además de litológica) con el material volcánico formador propiamente de la Isla. Sin embargo, debido a la presencia de estructuras sedimentarias primarias tan frágiles como las grietas de desecación mencionadas, y debido al

excelente grado de conservación que muestran, además de que por la forma física en que se presentan los estratos, se puede quizás deducir que en realidad se encuentran prácticamente en el lugar de su depositación.

Por otra parte, en esta pared sedimentaria no se han encontrado restos fósiles que permitan su fechado.

En lo que refiere a la estructura en sí: Punta Banda se encuentra flanqueada por el Norte por el sector Norte de la Falla de Agua Blanca, misma que se prolonga hacia el Nor-Oeste en el Océano Pacífico flanqueando también a las Islas de Todos Santos. (Propuesto por Allen et. al. 1960, Gastil et. al. 1975, Wong 1980).

Se sugiere que el sector sur de la Falla de Agua Blanca, controla la costa sur de Punta Banda y se interna en el Océano Pacífico siguiendo una dirección semi-paralela a la del sector norte .

En lo referente a la litología, esta concuerda en términos generales con la encontrada en Punta Banda, descrita por Gastil

et. al. (1975) como la facción volcánica de la formación Alisitos, correspondiente al Cretácico superior, consistente en una secuencia de andesitas y roca piroclástica. La única excepción, la encontramos en la pared sedimentaria que se localiza en la Isla Norte, en la región del canal entre las Islas, misma que no corresponde a la litología local. Se trata de una secuencia sedimentaria de gravas con angulosidad bastante marcada, un sorteamiento de mediano a pobre y areniscas de tamaño entre mediano y fino, y escasos horizontes de material fino.

En esta secuencia sedimentaria no se encontraron fósiles que permitan hacer una datación aproximada, y una consecuente relación estratigráfica a la costa. Sin embargo se propone como hipótesis plausible del origen de este material en las Islas de Todos Santos, lo siguiente.

Aparentemente se trata de una secuencia aluvial correspondiente a un abanico aluvial, tanto por la carencia de fósiles como por la secuencia de estratificación en sí, que presenta horizontes de gravas de mediano tamaño, seguidas

de arenas medias y finas, y terminada por capas delgadas de material fino, todo lo cual sugiere una secuencia de gradación normal que es posible de asociarse a la actividad de un río formador de un abanico. El hecho de que en las capas de material fino se encuentren grietas de desecación, en posición original, demuestra que las condiciones de depositación fueron, para ese horizonte, muy someras, además de escasa energía.

Por otra parte un sistema de fallas escalonado, de caída normal, sugiere un sistema de esfuerzos tensionales o de relajación de la corteza terrestre en la región. (Fig. 7)

En la península de Punta Banda, se aprecian claramente, en la región ocupada por las rocas sedimentarias de la formación Rosario, y en la vertiente que da al Estero de Punta Banda, un sistema precisamente de fallas normales escalonadas. Estas fallas afectan rocas de edad Cretásica, pero no lo hacen en rocas coronantes de edad Pleistoceno. Así pues, se puede asegurar que esta porción de la costa de Baja California fué afectada por esfuerzos tensionales durante y después del Cretácico,

pero no durante el Pleistoceno. (Tabla 2)

Ahora bien, por otra parte, al observar el estudio batimétrico de la región (Secretaría de Marina 1968), aparece como rasgo notable la presencia del cañón submarino de Punta Banda, mismo que dificulta aparentemente la correlación del extremo Nor-Occidental de Punta Banda con el extremo Sur-Oriental de las Islas de Todos Santos, dado que el mencionado cañón ocurre entre los dos bloques. Una explicación a la presencia del mencionado cañón se encuentra en el hecho de que la Falla de Agua Blanca además de su desplazamiento de rumbo, tiene un fuerte componente normal, que hace que se produzca un gradiente en la batimetría con tendencia a aumentar hacia el sur de la Bahía. (Gonzalez 1977).

Se han obtenido perfiles de reflexión sísmica en la zona del cañón de Punta Banda, (Wong 1980) que muestran la presencia de un horst uniendo a Punta Banda y a las Islas de Todos Santos. (Fig. 8)

Si suponemos que este horst está formado por la acción de los dos sectores de la Falla de

Agua Blanca, la zona encontrada entre ellos, es decir, la zona que propiamente ocupa Punta Banda y las Islas de Todos Santos, deben estar sujetas a un esfuerzo de torsión tal que generaría una zona de cizalle tal como la propuesta por Tchalenco (1980) (Fig. 4)

En esta zona de cizalle se deben de observar las estructuras propias de ella, es decir, existirá la formación de afallamientos de rumbo con dirección diagonal a la del esfuerzo, además de afallamientos con direcciones diagonales contrarias a las del esfuerzo

Estas estructuras son las conocidas como Riedel's y anti-Riedel's, que se mencionan en el contexto del presente trabajo.

En el mapa de la (Fig. 9), se pueden observar la tendencia de algunas de las principales estructuras mapeadas en las islas. Además en la (Fig. 10), podemos visualizar mas ampliamente la forma de interrelación de estas estructuras de afallamiento debido al esfuerzo de torsión que ocurre tanto en Punta Banda como en las Islas de Todos Santos.

La ausencia de una falla principal central tanto en Punta Banda como en las Islas, sugiere que el estadio de esta zona de cizalle no es de completa madurez, como está descrito por Tchalenco (1980). Sin embargo, podemos observar una serie de afallamientos que pueden colocar a esta zona en un estadio inmaduro o pre-residual, tal que transmita el movimiento de las fallas tanto en el sector norte como en el sur, a lo largo de estas estructuras secundarias (Riedel's). La presencia de estrias de falla en dirección horizontal, muestreadas en un espejo de falla de la región del campo turístico de 'Tres Hermanas', en Punta Banda, parece confirmar esta suposición.

Por otra parte, se puede notar que en el caso concreto de la Isla sur, aparece una tendencia a que la pared occidental de la misma, sea controlada por una falla. Es decir, aparece una estructura de falla que une a varios Riedel's, ésto quizás sea el origen de una estructura central propia de una cierta madurez en el contexto tectónico de zona de cizalle que se propone contemplan las Islas de Todos Santos. Por lo tanto, vemos que existen ciertas estructuras que hablan de una tendencia a la

generación de una zona madura, pero que en terminos generales se presenta un estadio intermedio.

La presencia del Horst antes mencionado entre Punta Banda y Las Islas, sugiere una dependencia tectónica entre ambas porciones. Para que esta aseveración pueda ser fundada, lógicamente debemos esperar una ocurrencia similar entre las estructuras de afallamiento existentes en Punta Banda y las presentes en las Islas, dado que lo anterior implica una sujección de las dos zonas a un mismo patrón tectónico.

Ahora bien, existen evidencias que permiten suponer que la hipótesis es correcta, tales como, por ejemplo, que la misma estructura en sí, presente una alineación preferencial de su eje mayor en una dirección similar (Aproximadamente N40W), así como la presencia de fallas oblicuas al eje mayor de la estructura, fenómeno que ocurre tanto en Punta Banda como en Las Islas de Todos Santos.

Por otra parte, la litología presente en Punta Banda, en su extremo Oeste y la presente

en general en las Islas, permiten suponer una correspondencia entre las dos porciones.

Como se menciona anteriormente Punta Banda presenta una facción sedimentaria y otra de roca volcánica. La fase sedimentaria está formada por la Formación Rosario principalmente. Esta facción sedimentaria ocupa la porción este de Punta Banda, desde el Valle de Santo Tomás, hasta la región que ocupa el campo turístico de Tres Hermanas, (Gastil et. al. 1971). A partir de esta zona, y hasta el extremo occidental de Punta Banda, hay ocurrencia de roca volcánica, predominantemente del tipo andesítico, correspondiente a la Formación Alisitos (Gastil et. al. 1971).

La presencia de estrias de falla en la roca volcánica de la región del campo Turístico de Tres Hermanas, sugiere desplazamientos de rumbo en dirección Nor-Oeste. (según observaciones de campo).

En lo referente a las Islas de Todos Santos, la litología corresponde fundamentalmente a la facción volcánica de la Formación Alisitos (Mapa de Gastil et. al.

1971).

En el extremo sur de la Isla Sur, se encuentra una roca volcánica de tipo andesítico muy similar a la encontrada en Punta Banda.

Conforme se avanza hacia el norte, se encuentra una región de flujo de lava, en la cual la erosión del oleaje ha sido tal que permite la comunicación entre las aguas del Pacífico con las de la Bahía durante la pleamar.

Esta región de material menos competente que los alrededores, ha sido erosionada a ambos lados formando una pareja de playas de bolsillo, que son estructuras geomorfológicas características de la Isla Sur.

En uno de los cortes producidos por la erosión de esta primera playa de bolsillo, se encuentra aflorando una zona de roca en la cual hay vestigios de roca cataclástica, típica de relleno de falla.

Continuando hacia el norte siempre, se llega a otra pareja de playas de bolsillo, una en la costa occidental y su contraparte en las

costa occidental. En esta segunda pareja de playas de bolsillo es evidente la presencia de roca cataclástica de coloración verdosa que aflora a ambos lados de la Isla. Alineando estos dos afloramientos, se puede apreciar que la topografía sufre un brusco descenso, en vista transversal a la Isla. Es evidente pues, que se trata de otra zona de falla, de ocurrencia transversal al eje mayor de la Isla.

A manera de resumen, se puede concretar que existen , especialmente notorios en el flanco protegido, una serie de afallamientos escalonados, paralelos o semiparalelos entre sí, que cortan oblicuamente el eje mayor de la Isla.

Ahora bien, podemos notar que existen una serie de evidencias que permiten asociar tectónicamente a las Islas de Todos Santos con la Península de Punta Banda. Para lograr esta correlación tectónica con bases de carácter regional, es necesario comprender el comportamiento de un sistema de bloques sujetos a un esfuerzo de torsión.

Basándonos en las similitudes apreciadas entre la geología de Punta Banda y las Islas de

Todos Santos, podemos decir que, aparentemente hay una relación de interés entre los dos cuerpos geológicos.

Contrastando con la característica volcánica del material formador de las Islas, se encuentra en la Isla Norte una pared sedimentaria formada por secuencias de areniscas y gravas. Esta parece obedecer a una depositación aluvial

El asociar este paquete sedimentario a el extremo distal de un abanico aluvial implica tomar en consideración aspectos de carácter batimétrico que permitan asociar este punto en las Islas, con el continente. En la Bahía de Todos Santos se encuentra el Bajo San Miguel, localizado entre Punta San Miguel y las Islas de Todos Santos (Fig. 2), mismo que puede haber sido originado por el mismo agente que depositó el material sedimentario en cuestión en las Islas. Es decir, si partimos de la premisa de que aparentemente el material sedimentario de las Islas es de origen aluvial y observamos las condiciones batimétricas de la zona circunvecina a las Islas de Todos Santos, resulta lógico asociar el origen de el sedimento al origen del

Bajo San Miguel, generados ambos quizas por el arrollo San Miguel, en tiempo aparentemente posterior al Cretácico . (Es decir, aparentemente no es Rosario).

Ahora bien, si asumimos un abanico aluvial ocupando la región cercana entre Punta San Miguel y las islas, la pregunta lógica que se sugiere es el donde se encuentra en la actualidad ese abanico. Como posible explicación se sugiere que, tomando en cuenta los movimientos ascendentes y descendentes del nivel del mar durante la última glaciación, se pudo haber generado una trampa sedimentaria de escasa pendiente entre Punta San Miguel y las Islas, favoreciendo la depositación del material. Posteriormente, un paulatino ascenso del nivel del mar origina una erosión de todo el material sobresaliente del nivel del mar. Ahora bien la presencia de este material sobre el nivel del mar se explica quizas por encontrarse en la región mas protegida al embate de las olas , de todo el supuesto cuerpo aluvial, es decir, en el interior practicamente del canal entre islas. La secuencia de afallamiento normal por gravedad que se aprecia en esta pared sedimentaria parece confirmar la hipótesis de un

trabajo erosivo del soporte de este material,
tal que genere una caída natural de los estratos

No es el propósito del presente trabajo el
explicar a detalle la estratigrafía de las Islas
de Todos Santos, pero se considera que la
explicación expuesta es posible.

Finalmente, es oportuno anotar que se
considera que la secuencia sedimentaria en
cuestión no obedece al régimen tectónico que se
ha tratado en este escrito, por no tener
relación cronológica con este .

CONCLUSIONES

Las Conclusiones que se desprenden del presente trabajo son, en terminos generales:

a) Las Islas de Todos Santos, B.C., México responden a un modelo de zona de torsión entre dos fallas de rumbo. Estas fallas son el sector norte y sur de la Falla de Agua Blanca, que flanquean a las islas por occidente (El sur) y por oriente (El norte).

b) Esta zona de cizalle se caracteriza por la presencia de fallas del tipo de Riedel's y de Anti-Riedel's, así como por la apariencia de control de falla de los flancos de las Islas.

c) El grado de madurez de la zona de torsión de las Islas de Todos Santos es de intermedio, según lo descrito por Tchalenco (1980).

d) Las Islas de Todos Santos, son incluidas en el blóque tectónico de Punta Banda, a la que están unidas por el basamento mediante un Horst. Asi pues, existe una dependencia directa entre la tectónica local de las Islas y

la Regional de la Bahía de Todos Santos.

e) El paquete sedimentario presente en la Isla Norte, no corresponde cronológicamente con el resto del material formador de la Isla. Esta discordancia obedece fundamentalmente a la depositación muy posterior de la secuencia sedimentaria con respecto a la formación de la Isla.

Posiblemente se trate de una secuencia de abanico aluvial depositada en esta región por alguno de los arrollos que desembocan en la Bahía a siendo el que presenta mayores probabilidades el arrollo San Miguel, por existir el Bajo San Miguel entre su desembocadura y el punto en la Isla Norte en que se encuentra esta secuencia de sedimentos.

Finalmente, se recomienda la realización de un estudio de carácter estratigráfico que permita esclarecer correctamente el origen de esta pared sedimentaria.

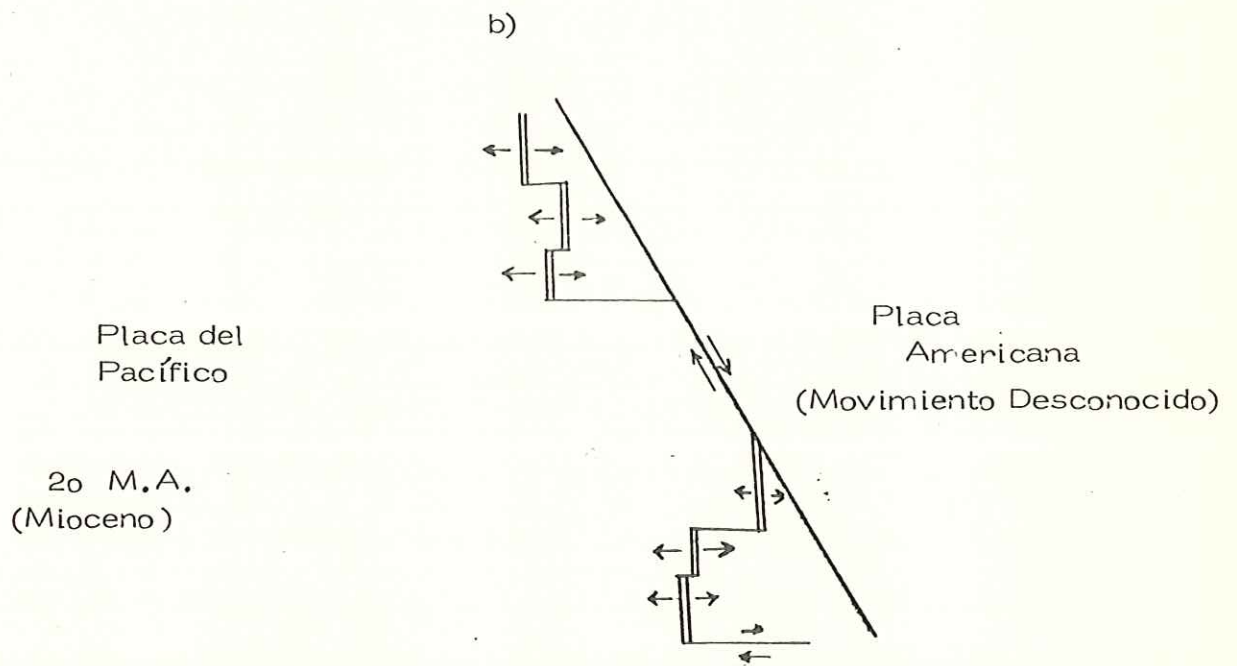
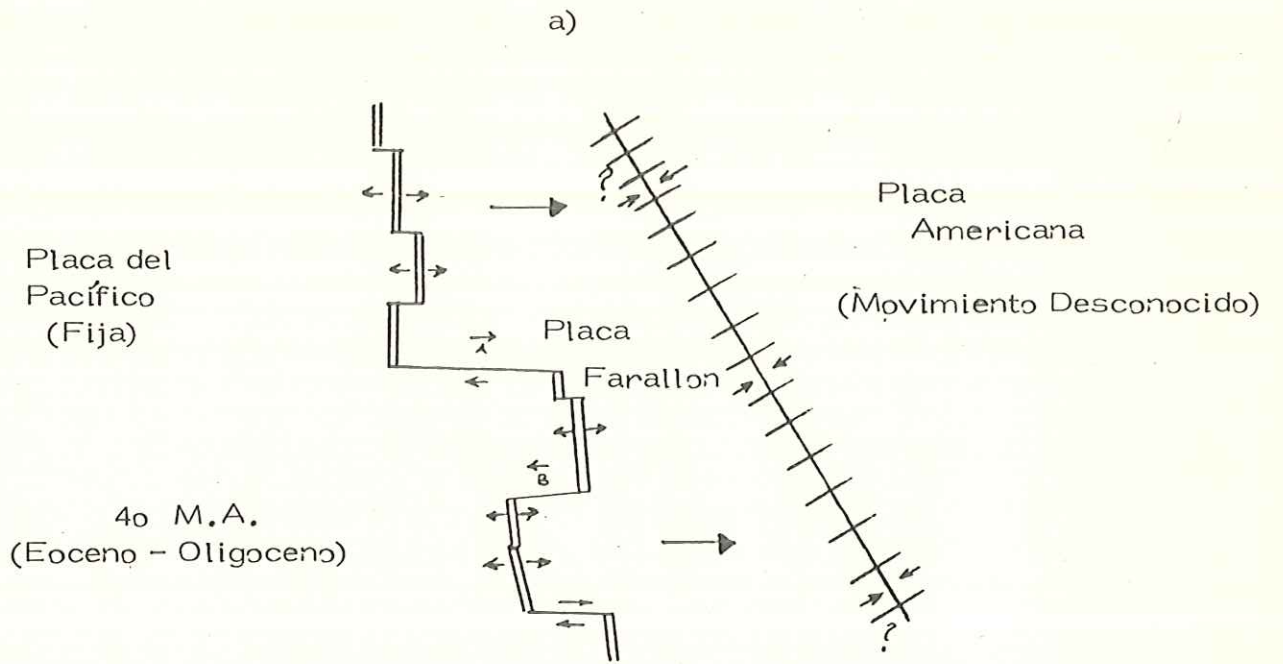


Figura 1.- Placa Farallon, Placa Americana, Placa Pacífico

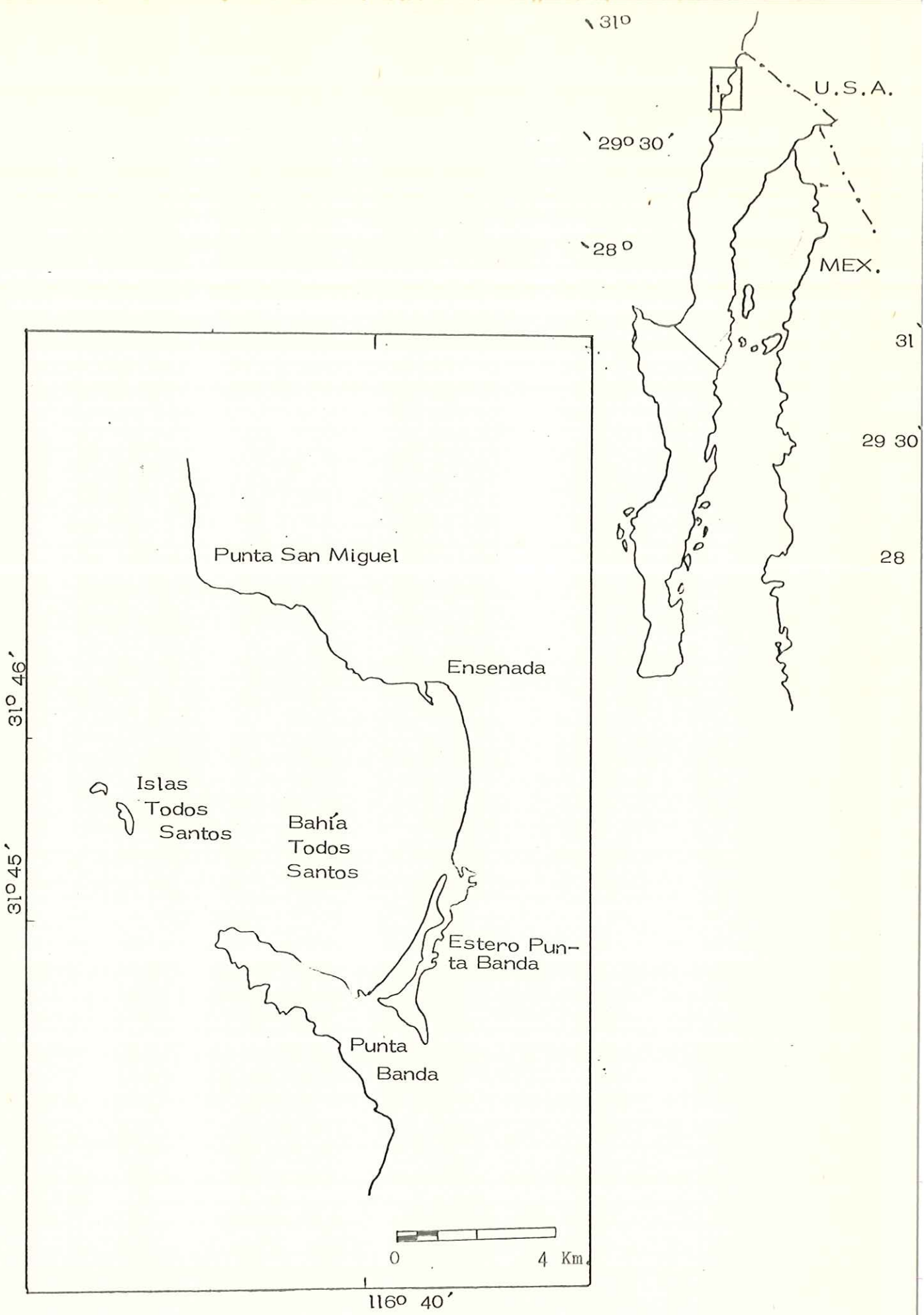


Figura # 2.- Localización Geográfica de Area

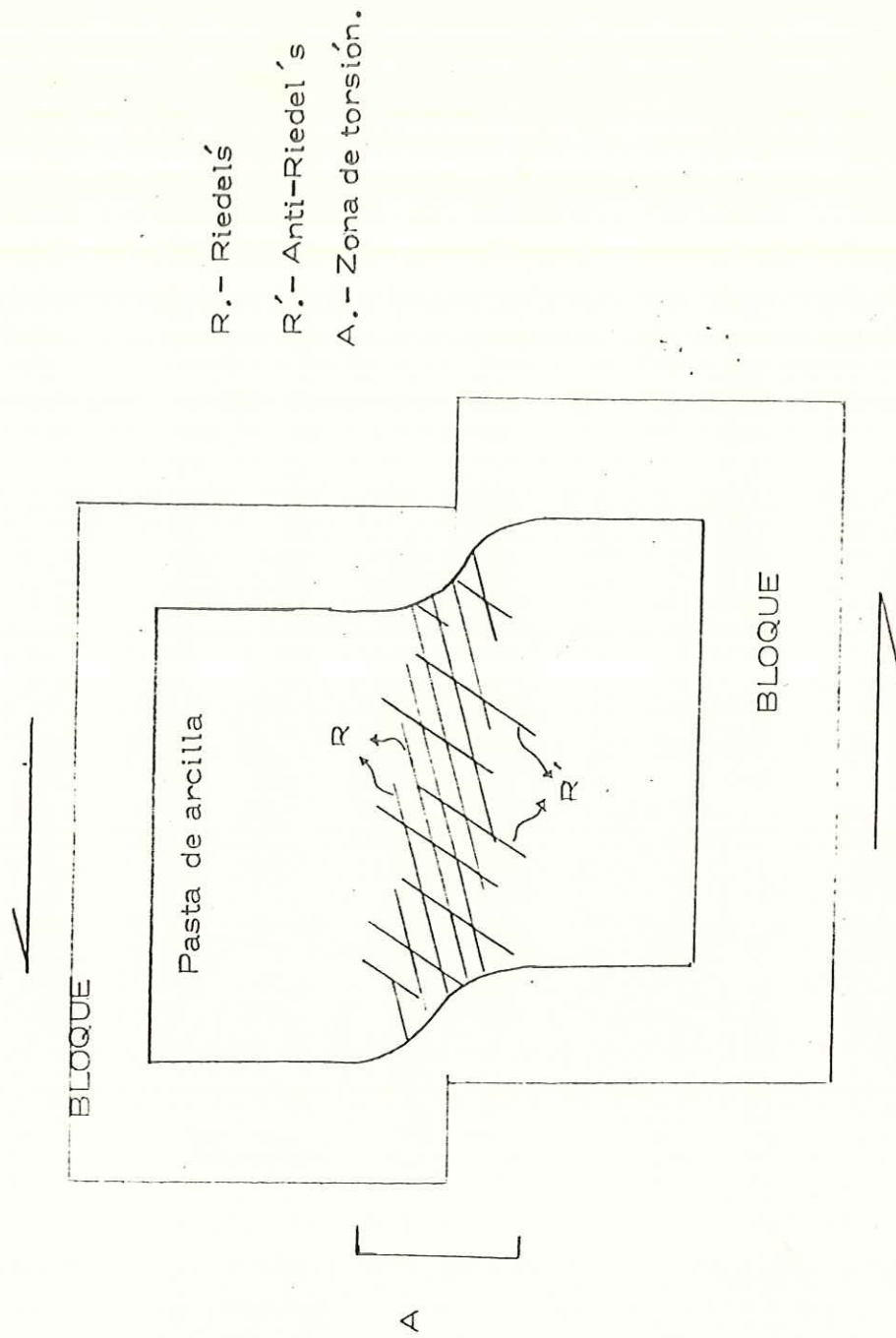


FIGURA 3 - Diagrama que muestra el experimento de Riedel
Las flechas indican la dirección del movimiento.

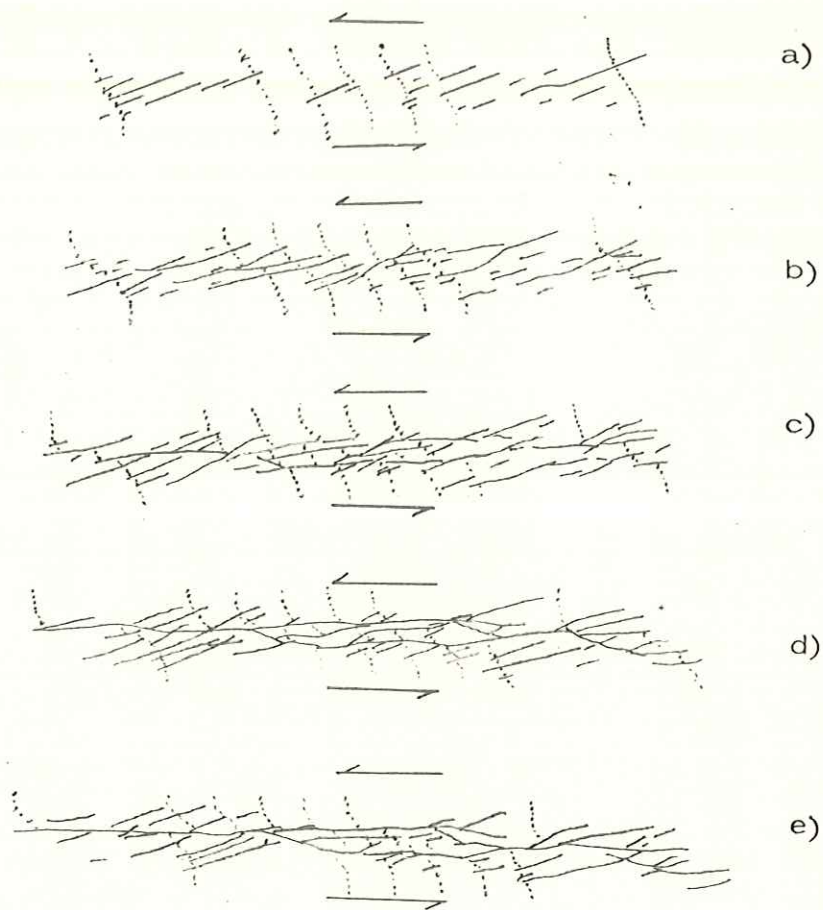


Figura 4.- Secuencia de eventos de afallamiento en sistema de esfuerzos de torsion.

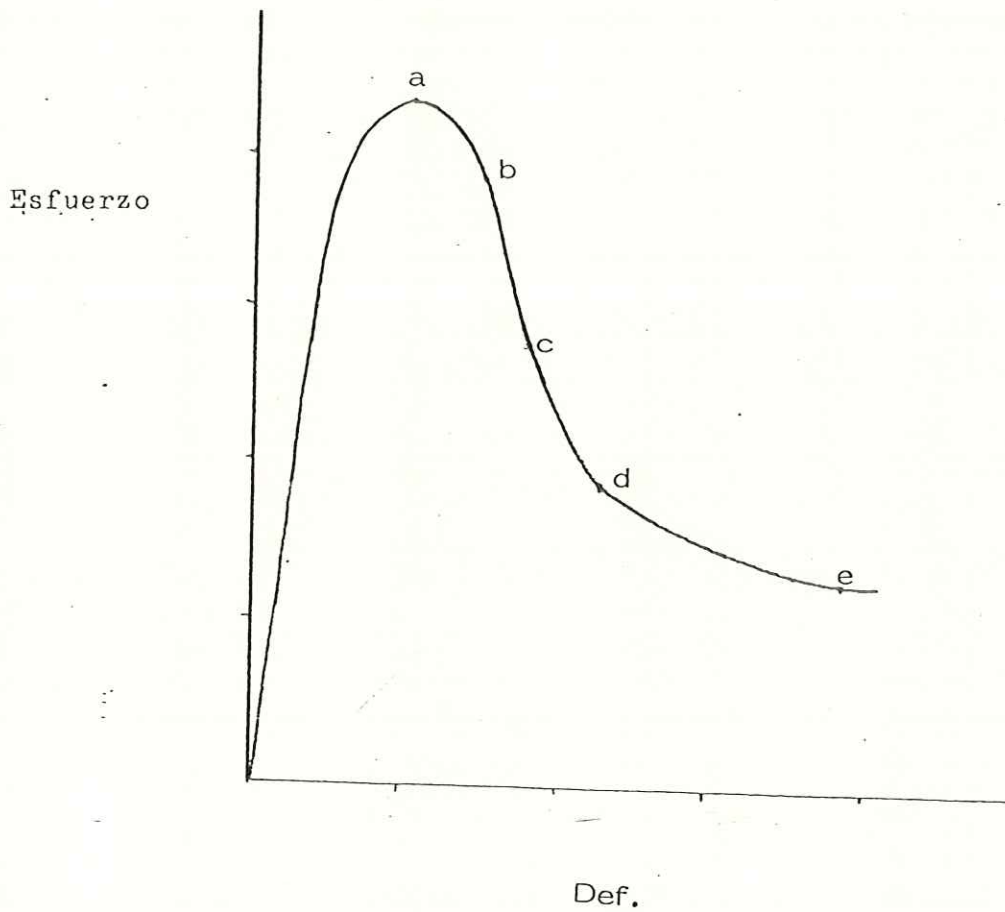
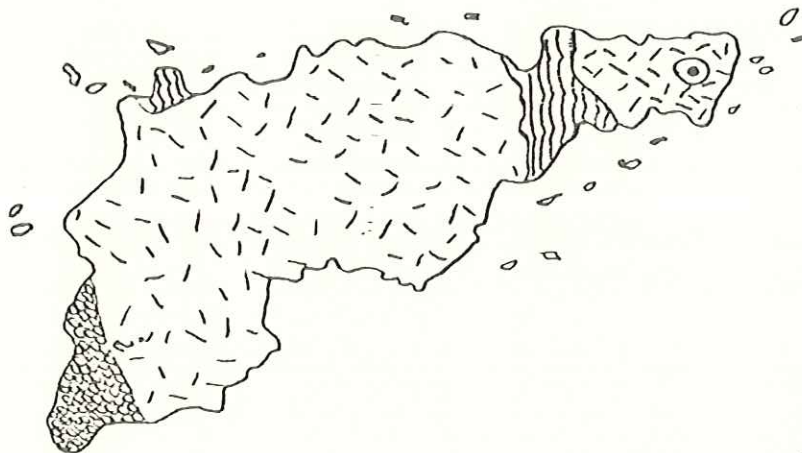
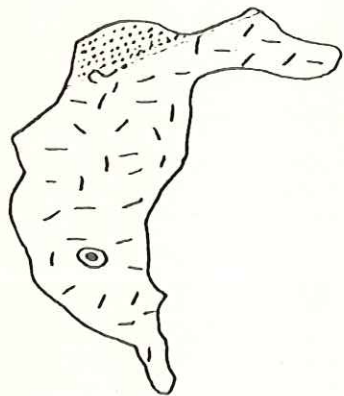
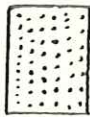


Figura 5.- Curva de Esfuerzo-Deformacion

Los estadios del a) al c) corresponden a la figura anterior.



Areniscas y
Lutitas



Flujo de
Lava



Conglomerado



Andesita



Figura 6.- Mapa Geológico de las Islas de Todos Santos.

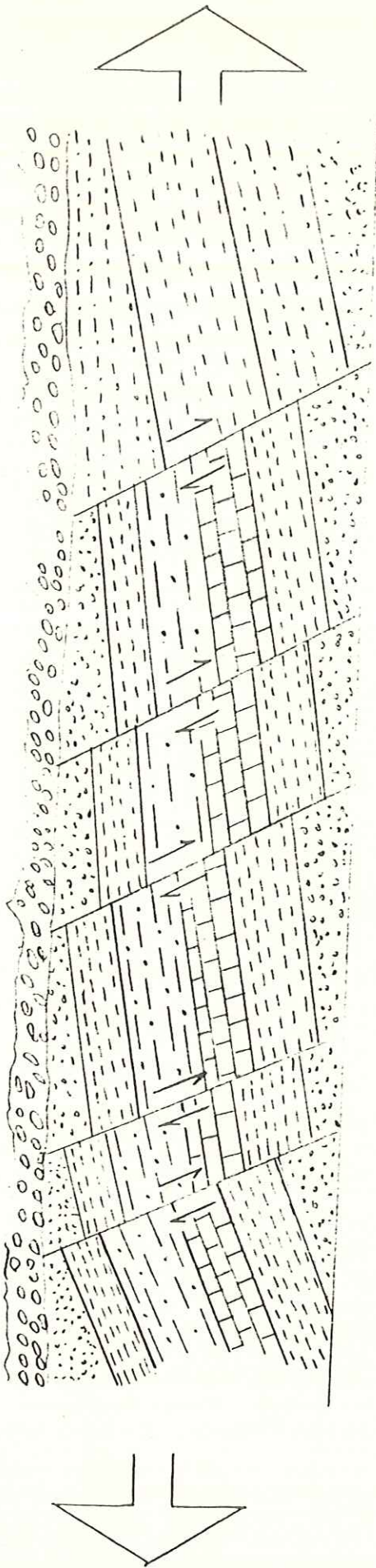


FIGURA NUM.7.- Ejemplo de Fallas normales escalonadas producto de esfuerzos tensionales. La litología y la estructura son imaginarias.

Islas de Todos Santos (Basamento).

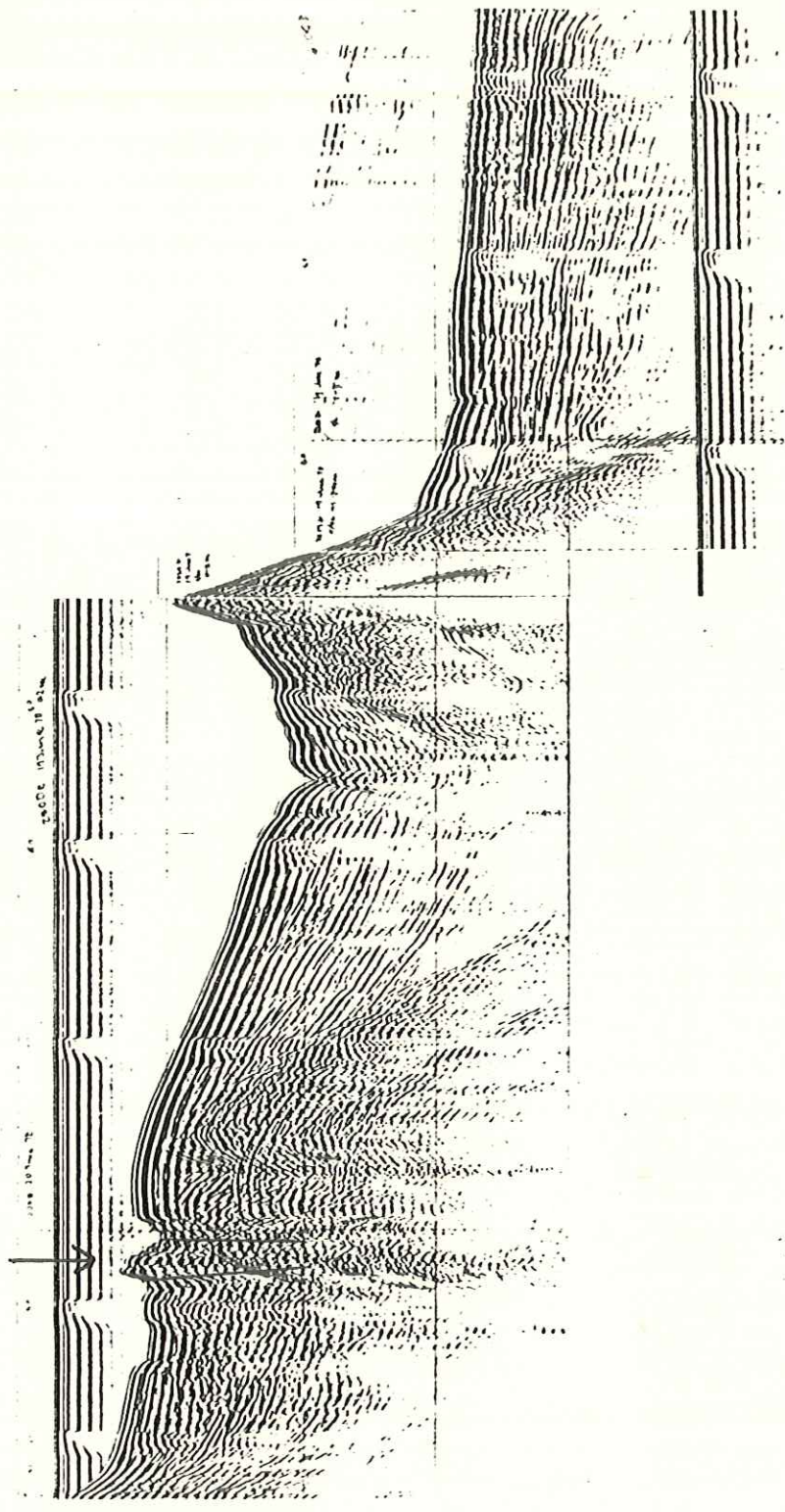
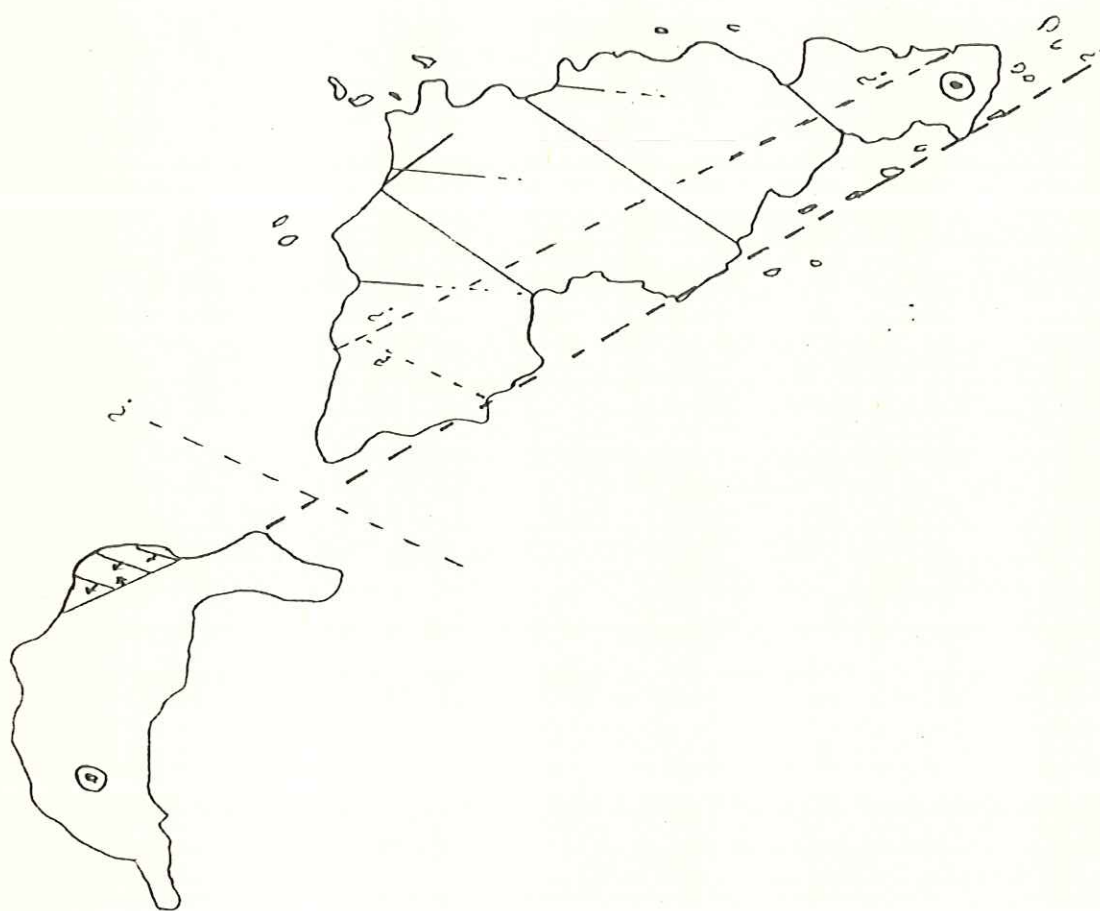


Figura 8 .- Perfil de reflexión sísmica obtenido transversalmente al cañón .
submarino de Punta banda. (Wong. 1980)

N



⊙ = Faro

0 100 1000 metros

Figura 9 .- Tendencia de las principales estructuras de falla en las Islas de Todos Santos.

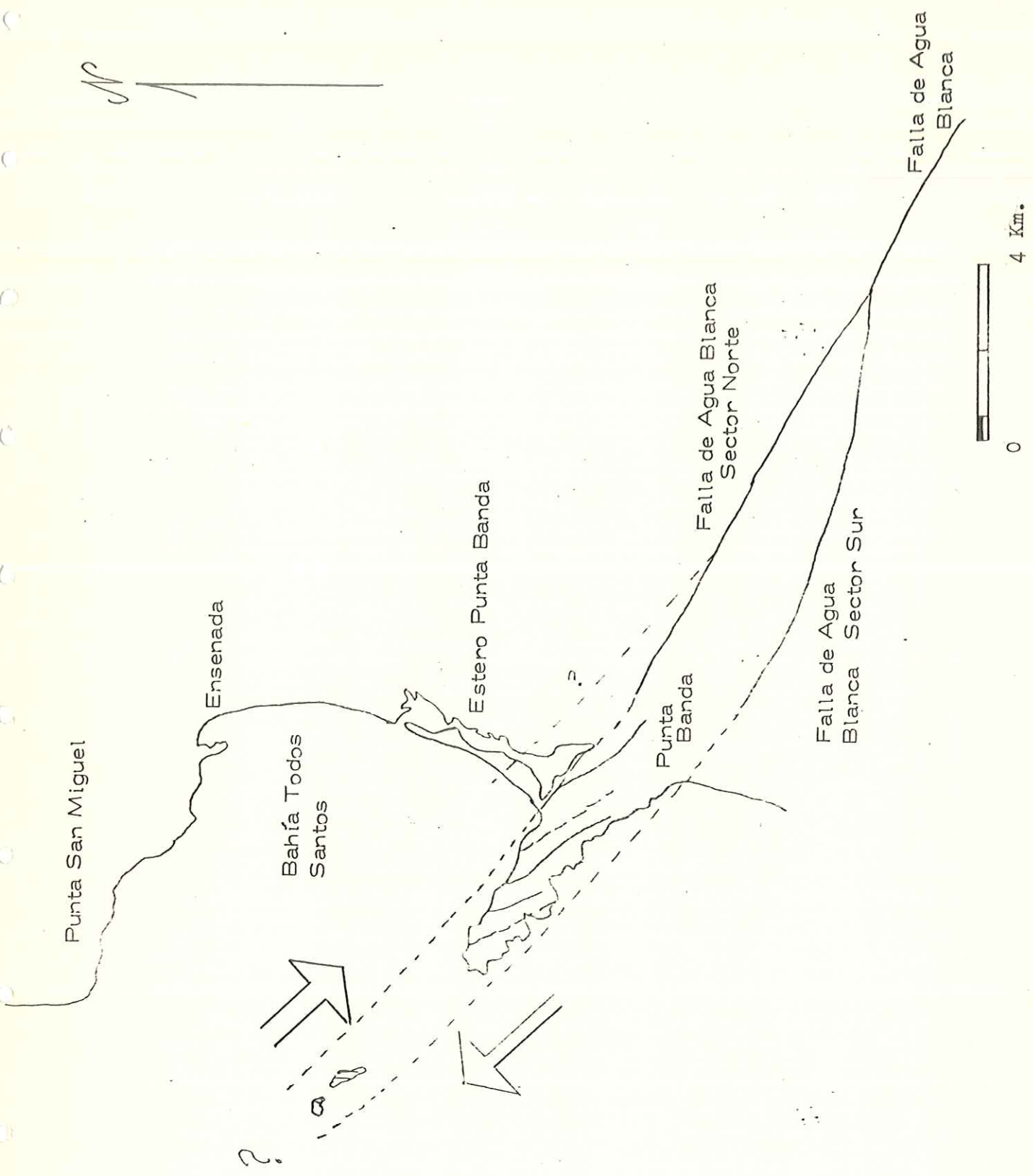


Figura 10. - Contexto Tectónico Regional.

T A B L A 1

ERA	PERIODO	EPOCA	M. A.	
C E N O G E N I C O	CUATERNARIO	RECIENTE	5000	
		PLEISTOCENO	2.5	
	TERCIARIO	PLIOCENO	7	
		MIOCENO	26	
		OLIGOCENO	33	Se inicia la apertura del Golfo de California
		EOCENO	54	
	PALEOCENO	65		
M E S O Z O I C O	CRETACICO		136	Agua Blanca Opera Lateral derecha
	JURASICO		190	La Transforme de Agua Blanca opera lateral izquierda
	TRIASICO		225	Aparece la transforme de Agua Blanca
P A L E O G E N I C O	PERMIICO		280	
	CARBONIFERO		345	
	DEVONICO		395	
	SILURICO		430	
	ORDOVICICO		500	
	CAMBRIICO		570	
P R E C A M B R I I C O	NUEVO PRECAMBRIICO			
	ANTIGUO PRECAMBRIICO			
			4600	

T A B L A 2

ERA	PERIODO	EPOCA	M. A.	
C E P C I O H C. G	CUATERNARIO	RECIENTE	5000	Deposición de sedimentos
		PLEISTOCENO	2.5	Ausencia de tectonismo
	TERCIARIO	PLIOCENO	7	Ultimo evento tectónico
		MIOCENO	26	
		OLIGOCENO	38	
		EOCENO	54	
		PALEOCENO	65	
		SUPERIOR		Deposición de la Formación Rosario
P E R M I O C E N O S	CRETACICO	MEDIO		
		INFERIOR	136	Deposición de la Formación Alisitos
	JURASICO		190	Intrusión del Batolito
	TRIASICO		225	

BIBLIOGRFRAFIA CITADA

ALLEN ,C.R., SILVER,L.T., & STAHLIS,F.G., 1960

Agua blanca fault -- a major transverse structure of
northern Baja California , Mexico.

Geol. Soc. Am. Bull. v.71, pp. 457-482.

ATWATER,J,1970

Implications of plate tectonics for the Cenozoic tectonic
evolution of western North America.

Seis.Soc.Am. Bull. , v.81,pp.3515-3536.

COX, A. 1973

Plate Tectonics and Geomagnetic Reversals

702 pp.

W.H.Freemann an Co. San Francisco , California.

GASTIL,R.G., PHILIPS,R.P., & ALLISON,E.C.1975

Reconaisance geology of the state of Baja California,Mexico

Geol. Soc.Am. , Memoir 140, pp.170.

GONZALEZ,S.A. 1977

Anomalias Gravimétricas y Magnéticas de la Bahía de Ensenada.

Tesis U.C.M. (U.A.B.C.)

GASTIL R.G. , HIGLEY R. 1977

Guide to San Diego Area Stratigraphy

AAPG - SEG Petroleum

Exploration school Field Trip 61 pp.

RAGAN, D.M. 1973

Structural Geology: An introduction to geometrical techniques.

J. Wiley Editors pp 91

New York.

SAUL, L.R. 1970

Upper Cretaceous faunas of Punta Banda.

In Pacific Slope Geology Of Northern Baja California, Mexico
and Adjacent Alta California. pp 82

TCHALENCO, J.S. 1970

Similarities Between shear Zones of Different Magnitudes

Geol. Soc. Am. Bull. V81, pp 1625-1640

WONG, O.V., , 1980

Implicaciones tectónicas de la falla de Agua Blanca en
la Bahía de Todos Santos.

Tesis de Maestria C.I.C.E.S.E. 80 pp