

01026
13



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS.

COLEGIO DE GEOGRAFÍA



**GEOTECTÓNICA EN LA PENÍNSULA DE
BAJA CALIFORNIA**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA
P R E S E N T A :
BEATRIZ CASTILLO ROJAS



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA



FACULTAD DE FILOSOFIA
Y LETRAS.

MÉXICO, D.F., CIUDAD UNIVERSITARIA

2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE TEMÁTICO

PÁGS.

INTRODUCCIÓN

I. MARCO GEOGRÁFICO DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

- 1.1 Localización geográfica de la península de Baja California y generalidades. 26
- 1.2 Rasgos físicos de la Península de Baja California. 32
- 1.3 Relieve de la zona de estudio. 37

II. MARCO GEOLÓGICO GENERAL DE LA PENÍNSULA.

- 2.1 Historia geológica de la península de Baja California. 48
- 2.2 Rasgos geológicos de la península de Baja California. 54

III. TECTÓNICA DE LA PENÍNSULA.

- 3.1 Ubicación de las fallas de la zona de estudio. 67
- 3.2 Actividad tectónica de las fallas. 70
- 3.3 Tectónica regional de la península de Baja California. 77
- 3.4 Evolución de la península. 83

IV. RIESGOS TECTÓNICOS Y ASPECTOS HUMANOS.

- 4.1. Manifestaciones volcánicas, producto de la actividad de las fallas. 100
- 4.2 Utilidad económica de las fallas. 111

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

... a la Dirección General de Bibliotecas •
UNAM a difundir en formato electrónico e impre-
contenido de mi trabajo recepción.
NOMBRE: BENJAMÍN CASTILLO
ROJAS
FECHA: 8/ABRIL/03
LUGAR: BENJAMÍN CASTILLO ROJAS.

INDICE DE CUADROS**PAGS**

CUADRO 1. EXTENSIÓN TERRITORIAL DE LOS ESTADOS DE LA REPUBLICA MEXICANA.	28
CUADRO 2. NÚCLEOS GRANÍTICOS DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.	34
CUADRO 3. PROCESOS Y EVENTOS GEOLÓGICO	38
CUADRO 4. PRINCIPALES FORMAS DE RELIEVE EN LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA	39
CUADRO 5. HISTORIA GEOLOGICA DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.	53

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTO 1. SIERRA DE SAN PEDRO MÁRTIR.	41
FOTO 2. LA RUMOROSA	42
FOTO 3. SIERRA LA GIGANTA.	43
FOTO 4. VOLCÁN DE CERRO PRIETO.	43
FOTO 5. DESIERTO DEL VIZCAÍNO.	45
FOTO 6. PLANICIE DEL DESIERTO DE SAN SEBASTIAN VIZCAÍNO.	46
FOTO 7. DAÑOS CAUSADOS POR LAS FALLAS TECTÓNICAS.	109
FOTO 8. DAÑOS EN LAS CONSTRUCCIONES	109
INDICE DE MAPAS	

MAPA 1. DIVISIÓN TERRITORIAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.	27
MAPA 2. SIERRAS DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.	33
MAPA 3. DISECCIÓN DE PERFILES.	58
MAPA 4. FALLAS Y FRACTURAS.	67
MAPA 5. MORFOESTRUCTURAS.	84
MAPA 6. SISMOS.	101
MAPA 7. VOLCANES.	103
MAPA 8. POBLADOS EN RIESGO.	

INDICE DE PERFILES

PERFIL 1. SECCIÓN CERRO EL CENTINELA - RIO COLORADO	60
PERFIL 2. SECCIÓN SAN JOSÉ DEL FARO - RIO LAS ARRASTRAS	61
PERFIL 3. SECCIÓN EL ROSARITO - BAHÍA LOS ANGELES	62
PERFIL 4. SECCIÓN SALINA GUERRERO NEGRO - RIO LA ASUNCIÓN	63
PERFIL 5. SECCIÓN MESA LAS MESAS - ARROYO VERDE	63
PERFIL 6. SECCIÓN CADEGUE - LUIGUI	64
PERFIL 7. SECCIÓN LOS INOCENTES - LA PAZ	65
PERFIL 8. SECCIÓN LOS ENCINOS - SAN JOSÉ DEL CABO	65

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MOVIMIENTO DE FALLA TRANSCURRENTE	71
FIGURA 2. DESLIZAMIENTO DE PLACAS.	72
FIGURA 3. FALLAS PRESENTES EN EL GOLFO DE CALIFORNIA	73
FIGURA 4. FALLA NORMAL	74
FIGURA 5. FALLAS ESCALONADAS.	75
FIGURA 6. PLACAS QUE INFLUYEN EN LA TECTÓNICA DE LA REP. MEXICANA.	78
FIGURA 7. FUERZAS DE TENSIÓN Y COMPRESIÓN.	79
FIGURA 8. PILAR Y FOSA.	79
FIGURA 9. DESLIZAMIENTO DE LAS FALLAS DE TRANSFORMACIÓN.	81
FIGURA 10. MOVIMIENTO DE SEPARACIÓN DE LA PENÍNSULA.	82
FIGURA 11. CINTURONES TECTÓNICO.	86
FIGURA 12. ESQUEMA PALEOGEOGRÁFICO.	88
FIGURA 13. APERTURA DEL GOLFO DE CALIFORNIA.	92

DEDICATORIA

**A TI POR PERMITIRME
ESTAR AQUÍ , SER QUIEN SOY , POR DARME LA
OPORTUNIDAD DE TERMINAR CON ESTA ETAPA ,
POR ESTAR CONMIGO EN TODO MOMENTO, EN
CUALQUIER LUGAR Y POR MEDIO DE MUCHAS
PERSONAS .**

AGRADECIMIENTOS

Creo que para agradecer la ayuda para la elaboración de esta tesis tendría que mencionar al Dr. Juan Carlos Gómez Rojas por la oportunidad de desarrollar este tema de tesis , al Mtro. Mario Esquivel por los consejos para mejorarla y a los Ingenieros Jorge Sánchez Cabrera , Newton Hugo Quiroz y Alberto Pérez Rojas por las correcciones , el aporte a la tesis y el apoyo como geólogos hacia una alumna de geografía.

Para agradecer el amor , cariño , tolerancia , apoyo y el que sea la persona que ahora soy tendría que mencionar a mis padres.

Para agradecer la amistad de la infancia y juventud que es cuando encuentras a los verdaderos amigos agradecería a Marlene, Jacqueline, Erika, Wendy, Estela, Analú ,Maria Elena, Sor Alicia , Roberto, Juan, Carlos, Raúl , Oscar aunque ya no estés aquí y Armando que más que mi hermano es mi amigo.

Un agradecimiento especial por toda la inyección de risas , buena vibra , amistad sin condiciones , aventura , compañerismo, apoyo moral, diversión y el no te equivoques , tendría que mencionar a la grandiosa y única COGEPU.

Para agradecer la forma de ver la vida con ojos de amor tendría que agradecer a tres hombres muy importantes en mi vida , a Eduardo por haber sido mi primer amor , Isaac por el amor , apoyo , ayuda y ternura que hicieron de mi vida una mejor persona por mucho tiempo y a ti Daniel por mostrarme la vida con sencillez y humildad, además de enseñarme a dejar de filosofar la vida ya que solo hay que vivirla.

Para agradecer la compañía en los momentos más difíciles de la carrera no podían faltar ustedes dos gordas que con ojos de sueño me miraban de madrugada y sin reclamo Bisha y Daisy.

Y no podían faltar Enrique , David y Alicia, (gracias por consentirme mucho)Roberto, Humberto y José Luis, por la compañía y el apoyo en SAGARPA, a mi queridísimo, profe Pepe (José Ramírez) por enseñarme sin condiciones, además por el apoyo en la elaboración de la cartografía junto con Leopoldo, al cual le agradezco por la oportunidad que me dio para poner en práctica mi profesión , él me enseñó la base para mi desarrollo dentro del área de trabajo de la Geografía.

Muchas gracias a todos.
Betty.

INTRODUCCION

La geotectónica es una rama de la geología y tiene por objetivo el estudio de la estructura y desarrollo de la corteza terrestre. El objeto de investigación geotectónica es el estudio de las características de la estructura y desarrollo de la corteza terrestre, producidas por procesos mecánicos que se originan a partir de fuerzas profundas en el interior de la tierra. Los procesos mecánicos se entienden por los movimientos de la corteza terrestre y sus deformaciones. Se sabe que la corteza está en movimiento, levantándose en unos lugares y hundiéndose en otros. Está basculada y curvada y varias partes de la misma plegadas o rotas por fractura, los procesos mecánicos de la corteza terrestre puede obedecer a causas internas o externas esto es a procesos mecánicos endógenos y exógenos, que se trata en el capítulo 1.

Una de las tareas de la geotectónica es estudiar la historia de las estructuras observadas y explicar así la naturaleza y la dirección de los movimientos tectónicos que condujeron a la formación de tal o cual estructura, encontrando señales de antiguos cambios, por medio de la observación de la morfología del globo lo cual se maneja en el capítulo 3.1 con la ubicación de las fallas y fracturas. Basta con observar un mapa topográfico de la tierra para comprobar que su aspecto es muy accidentado; en el continente, las zonas de relieve, a menudo muy atormentadas; limitan generalmente inmensas regiones casi totalmente desprovistos de relieve; bajo los mares, importantes relieves accidentan todos los océanos, a veces escarpes perfectamente rectilíneos los surcan a lo largo de grandes distancias, fondos profundos de hasta 11km los bordean frecuentemente.

Solo este aspecto evoca irresistiblemente una superficie de la tierra en vías de deformarse y nunca una corteza estable, por otra parte esto nos viene confirmando por los hechos siguientes:

La zona de relieve importante (terrestres o submarinas) es, de manera casi sistemática, zonas sísmicas, es decir, zonas que deben sufrir a escala geológica de formaciones importantes.

La mayor parte de las zonas de relieve terrestre son atacada activamente por la erosión, lo que prueba, o que esas zonas continúan elevándose actualmente o que se han elevado en una época reciente; es preciso admitir para ellas deformaciones actuales o recientes.

En los océanos ciertos escarpes rectilíneos susceptibles de seguirse a veces sobre centenares de kilómetros, no pueden por su forma corresponder más que a gigantescas roturas de la corteza terrestre que, según los temblores de tierra que las jalonean, son aun activas.

El simple examen de la morfología de la superficie de la tierra nos obliga a admitir deformaciones actuales o recientes de la corteza por otra parte siempre se comprueba que las zonas de relieve importantes son o zonas plegadas y fracturadas por compresión o zonas falladas por distensión.

Otra tarea de la geotectónica consiste en elaborar una teoría geotectónica, es decir explicar, los fenómenos geotectónicos en toda su complejidad y las causas y fuerzas que los producen. La descripción de la distribución región de las formas estructurales y el estudio de la historia estructural de determinadas regiones o el de la corteza terrestre en conjunto, se incluyen en la geotectónica regional, siendo en el subcapítulo 3.3 en el cual se hace referencia a la tectónica regional.

Una de las aplicaciones de la tesis de acuerdo a lo que se menciona de el estudiar geotectónica es el hacer una tesis vista desde un punto más geográfico que geológico, tiene como finalidad el explicar la localización de las rocas, las estructuras que forman el relieve en la península de Baja California, además de poder comprender la estructura e historia tectónica de la península para que en un estudio posterior se pudiera dividir en zonas; estas zonas podrían en otro trabajo de tesis tener como objeto el estudio los riesgos sísmicos, el predecir la localización de terremotos y las consecuencias de estos.

Quizá la tesis sea meramente teórica o tal vez toda ella sea una hipótesis de la geotectónica de la península, sin embargo, la información explica las fuerzas que determinan ¿porqué se mueve la península?, y la historia de la misma, el hacer una propuesta de los escenarios que en el futuro se presenten en la península de Baja California.

La función de esta tesis puede ser el comienzo o la pauta para poder hacer más estudios, por cada una de las fallas que podrían tener movimiento, haciendo un estudio de riesgos en la población o un conteo de especies que podrían ser afectadas, en un momento dado que la península en su relieve comenzara a modificarse. El campo de estudio es muy amplio solo hay que trabajar sobre ello.

TITULO DEL TRABAJO:

Geotectónica en la Península de Baja California.

ELECCION DEL TEMA:

Fracturas y fallas tectónicas que influyen en la modificación del relieve de la Península de Baja California.

OBJETIVOS GENERALES:

1. Identificar por medio del relieve fallas y fracturas a lo largo de la Península de Baja California.
2. Explicar el posible cambio del relieve por la influencia de un sistema ortogonal de fallas y fracturas en la Península de Baja California.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- 1.1 Localizar las posibles fallas y fracturas tectónicas a lo largo de la Península de Baja California.
- 1.2 Describir la evolución de la península influenciada por las posibles fallas tectónicas.
- 1.3 Determinar la presencia de algunas fallas o fracturas donde su presencia sea útil para el hombre.

HIPOTESIS:

La corteza terrestre es sumamente dinámica y presenta cambios continuos ayudados por una serie de movimientos que provocan la deformación en la corteza terrestre y el manto superior debido a la evolución de la tierra y a esto se le denomina tectónica, esta tectónica va estar estructurada por una gran red de fallas y fracturas alrededor del mundo que van a dar origen a un cambio en la corteza terrestre. Si la fuerza y energía que hace que se presente esta tectónica es tan grande entonces puede modificar espacios enormes, en este caso solo hablamos de la península de Baja California y los posibles cambios que pudiera haber en ella.

La península de Baja California esta compuesta por una gran diversidad de rocas las cuales son de diferente origen presentando que la parte sur es más antigua con respecto a la parte norte de la península, así como la composición de las rocas, esto hace que cambie su dinámica, por tanto las fallas transversales que las cortan en algunos casos van actuar de diferente manera con respecto al material más cercano a las fallas.

Si las fallas que atraviesan la península actúan influenciadas por una gran energía liberada por la falla de San Andrés podrían desencadenar la activación de todas las demás y por algún periodo de tiempo largo estamos hablando de quizá 70 millones de años, la península podría fracturarse y convertirse en un archipiélago debido al fracturamiento de la misma, al ocurrir este fracturamiento habría modificaciones en la morfología, el clima e incluso en aspectos políticos como sería la pertenencia del territorio.

Antes de que suceda todo esto al activarse la falla principal podría ocasionar una serie de sismos que afectarían a ciertas poblaciones importantes de la península de Baja California y ocasionar desastres en muchos de los casos.

Debido a las fuerzas de tensión que se presentan en las fallas o fracturas, estas tienen una forma de liberar esas tensiones y es por medio de los sismos, los cuales podrían afectar a las poblaciones, esto es poner en riesgo y estar con un peligro continuo, sobre todo las poblaciones que están sobre las fallas y/o a los alrededores de las fallas, que son en un momento dado las que se mueven, ya que las fracturas no presentan movimiento.

Los sismos no son la única forma de poner en riesgo a una población también la presencia de las fracturas que están aledañas a las fallas principales presentan un riesgo, esto es, las fracturas pueden presentarse en las construcciones de los poblados asentados sobre las fallas y el hecho de vivir en una construcción dañada por este tipo de fracturas pone en peligro a las personas que las habitan, además de ocasionar otros daños como deslizamientos, sobre todo si se encuentran los poblados asentados sobre material propenso a sufrir un proceso de remoción en masa o incluso una de las grandes fallas que atraviesan la península pudieran ser el inicio de actividad volcánica, sobre todo en la parte norte de la península de Baja California.

Otro peligro se presentaría en las islas de origen volcánico en el Golfo de California, sin embargo por la cantidad de gente que las habita no presentaría tanto riesgo para una población, pero quizá para comunidades vegetales o animales que habitan en ellas sí.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La franja peninsular que tiene de largo 1200Km y está orientada NNW - SSE que actualmente la componen los estados de Baja California y Baja California Sur que para llegar a ella hay que cruzar el Golfo de California o atravesar casi la mitad del país, además de ser poco atractiva por el relieve que predomina y su aridez, hace poco llamativa la idea de estudiarla desde el centro del país, por lo que el presente trabajo es un estudio de tectónica de la península de Baja California, el cómo es su relieve influenciado por las fallas tectónicas que ahí se desarrollan y el cómo darían un nuevo panorama si sigue habiendo movimientos en esta península.

La tectónica que se desarrolla en la península de Baja California es debido a la influencia de la placa de Norteamérica y la placa del Pacífico. La península de Baja California se mueve con respecto a la placa Norteamericana en dirección noroeste a lo largo de una serie de fallas transformes. Esta frontera va desde la boca del Golfo de Baja California hasta la laguna del Salton, en California, y de allí continua a lo largo del sistema de fallas de San Andrés hasta terminar la Placa de Juan de Fuca, los lineamientos magnéticos del fondo oceánico en la boca del Golfo de California muestran como va aumentando la separación entre la placa del Pacífico y una pequeña placa llamada de Rivera. Como proceso de generación de nueva corteza esta dando lugar a la creación del Golfo de Baja California, en el mismo encontramos centros de expansión escalonados que están unidos por fallas transformes los cuales están cubiertos de sedimentos.

La sedimentación en las regiones centro y noroeste del Golfo es tan grande que cubre la nueva corteza conforme se va generando, de manera que los centros de expansión se localizan bajo cuencas sedimentarias. La frontera entre las placas continua en la falla de Cerro Prieto que une la zona geotérmica del mismo nombre, ubicada en el valle de Mexicali con la cuenca de Wagner. El Valle de Mexicali y el de Imperial que es su continuación en California (E.U.A), tienen zonas geotérmicas que son centros de expansión, localizados en grabens (fosas tectónicas) cubiertos por sedimentos y conectados por las fallas de Imperial y Brawley. A partir de la zona de expansión localizada junto a la laguna de Salton, donde comienza la rama principal de la zona de falla de San Andrés. Según Alejandro Nava (Alejandro Nava,1998) hasta aquí los desplazamientos de la frontera habían sido hacia el este, causando la formación de centros de expansión; ahora comienzan a existir desplazamientos hacia el oeste, ocasionados por la antigua frontera del continente, que producen enormes esfuerzos de compresión que atorán la falla transforme, por lo que el doblez hacia el oeste da lugar a dos fenómenos principales uno es la acumulación de esfuerzos que producen terremotos grandes pero infrecuentes; otro es que al impedir el movimiento a lo largo de la falla propicia el movimiento a lo largo de otras fallas.

Por lo cual la rama principal que es la falla de San Andrés cruza la bahía de San Francisco, y finalmente abandona el continente cerca de los 40° de latitud norte donde comienza la Placa de Juan de Fuca. Estas series de fallas pertenecen a una gran red de fallas a nivel mundial las cuales tienen movilidad debido a los desplazamientos de las grandes placas que conforma la corteza terrestre las cuales intervienen en la construcción y distribución espacial de los continentes o tierras emergidas.

Regresando a la península de Baja California podemos determinar que varias fallas que atraviesan a la Península son causantes del desplazamiento entre las placas a lo largo de estas fallas por lo que la expansión del Golfo es más lenta para los centros que se encuentran más al norte.

La falla más prominente del norte de Baja California es la de Agua Blanca pero al parecer ha dejado de ser activa y ahora el desplazamiento esta a lo largo de las fallas de San Miguel. Por otra parte esta también el desplazamiento de las fallas submarinas que se encuentran más o menos paralelas a la costa del Pacífico.

Como ya se mencionó estos movimientos se dan a lo largo de esta falla los cuales son principalmente movimientos horizontales, el movimiento que esta provocando la falla de San Andrés da como resultado la separación continua de la Península de Baja California del territorio mexicano.

Quizá la movilidad de la península no sea muy perceptible pero los movimientos del suelo dan pruebas de una liberación de energía que se acumula en alguna parte de la corteza y provocan deformaciones las cuales se muestran por medio de fracturas de las cuales emerge material fundido en este caso en el suelo marino del Golfo de Baja California, haciendo que este mismo material separe a la península del resto del continente, se considera que el piso del Golfo de Baja California tiene una edad menor de 10 o 12 millones de años de acuerdo a Francisco Medina Martínez. (Medina ,1997)

Esto se deduce de la interacción extrusiva de las placas que forman cadenas montañosas o islas volcánicas que emergen de la superficie del mar como las islas Tortuga o Coronado en Baja California. También el volcanismo se hace presente en la península de Baja California por medio de un relieve accidentado sobre todo en la región costera del Golfo de California donde se muestra un

relieve de montañas que dejan un corte muy abrupto en sus pendientes hacia el lado del Golfo de California.

En Mulegé donde hay una corriente de lava y una zona costera muy estrecha a diferencia de las costas de la península que dan su cara hacia el Pacífico que son más extensas y con pendientes suaves, sin dejar de mencionar los farallones de Cabo San Lucas dejan la presencia de anteriores tierras que estaban emergidas y que ahora están sumergidas por el avance del mar.

Se considera que la península fue formada debido a los plegamientos y hundimientos que permitieron la formación de un Golfo que sería el de California, y como consecuencia, la penetración en el mismo de aguas del Pacífico, la cual fue ocasionada por una depresión marítima posterior a la era Cenozoica (periodo del Oligoceno). Todo esto a consecuencia de plegamientos y de subsecuentes fallamientos que dieron lugar al desarrollo de la Sierra Madre Occidental y de las sierras bajacalifornianas; dichas fallas se manifiestan en La Rumorosa. Los hundimientos originaron pequeñas sierras y depresiones que se localizan en las entidades del noroeste de México y que han dado lugar a la formación de islas en el Golfo de California.

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Como geógrafos nuestra idea fundamental es el estudio del espacio y como se transforma o se manifiesta, manejamos como fue ese espacio, como es y como será. Por lo que esta tesis vincula un poco de las tres, y como espacio específico la península de Baja California en la cuál por medio de tectónica, geología y geografía en específico el estudio del relieve se tratará de explicar los cambios que se han dado en la península.

La idea más cercana al proyecto de tectónica en la Península de Baja California es el Uniformismo por J. Holton, Ch. Lyell, los cuales sugieren que los cambios que se presentan en la fisiografía que es la disciplina que se encarga de la descripción de los rasgos físicos de la superficie terrestre y de los fenómenos que en ella se producen de un lugar así como la estructura que dio origen a esa fisiografía, estos cambios se deben a eventos geológicos regidos por leyes fisicoquímicas que actúan en forma continua pero no catastrófica, dando pauta a cambios en el relieve e inestabilidad local, regional o hasta global.

La teoría Movilista que es acerca del desarrollo y conformación de la tierra y su origen, así como la evolución de la vida, maneja como idea principal que los movimientos tectónicos se han proseguido en los continentes durante el Cuaternario, causando deformaciones de la corteza terrestres de las cuales es debido a que se observan en el modelado de la superficie formas de erosión diferentes.

Claro es el ejemplo en los últimos 50 millones de años se definieron los continentes como están en la actualidad, el relieve de la tierra tiene su desarrollo principalmente en el último millón de años o dos millones, edad que se atribuye al periodo Cuaternario. En este periodo se formó el actual Golfo de California por la separación de la península.

La península la cual es una porción de tierra firme rodeada de agua excepto por la zona, relativamente estrecha, que la une con otra tierra de extensión mayor la cual esta sujeta a un proceso de evolución ya que es parte de la corteza terrestre, por lo tanto, cabe dentro de la tectónica global, este término fue usado por B. Isacks, J. E. Oliver y L. R. Sikes en 1968, el cuál es una hipótesis que considera a la litósfera (capa de la tierra compuesta esencialmente de silicatos, que incluyen al manto y la corteza terrestre) como un sistema de unos cuantos bloques rígidos con movimiento en sus zonas limítrofes, lo que provoca actividad tectónica y sísmica de menor magnitud

que las que originan los movimientos de las placas que son bloques rígidos que integran la litosfera , que de acuerdo a la Tectónica de Placas o Tectónica Global se encuentran en movimiento constante. La península forma parte de esos bloques, que en este caso es toda la península, y en sus zonas limítrofes, que en este caso es el Golfo de California, hay actividad tectónica por lo cuál se está separando más la península del territorio mexicano.

En la historia de la evolución de las placas litosféricas del noroeste de Norteamérica, desde el Eoceno, hace unos 60 millones de años existía entre la placa del Pacífico y la de Norteamérica una placa llamada Farallón que era consumida por una trinchera que existía a todo lo largo de la costa de Norteamérica. Alrededor de 40 millones de años la cordillera donde se producía la placa de Farallón entró en contacto con la trinchera aproximadamente a la altura de Guaymas. La velocidad relativa de la placa del Pacífico, con respecto a la de Norteamérica por un pequeño ajuste, surgió una falla transforme entre dos puntos triples. En 20 millones de años la falla transforme se extendía al sur de Guaymas a los Angeles, mientras el resto de la placa de Fallón, denominado por algunos de Juan de Fuca al noroeste y de Guadalupe al sureste, continuaba siendo consumida. Hace unos 10 millones de años la cordillera alcanzaba la trinchera al noroeste y el punto triple de sureste alcanzaba su posición más austral.

Entre 4 y 5 millones de años el extremo norte de la cordillera del Pacífico oriental brinca al lugar donde ahora se encuentra la boca del Golfo de California y este comienza a abrirse hasta la zona de fractura de Rivera, creando una microplaca.

El Golfo de Baja California es una estructura muy reciente y que durante unos 26 millones de años el movimiento transcurre entre las placas del Pacífico y de Norteamérica fue a lo largo de fallas en la orilla del Pacífico, varias de las cuales hoy son activas. Al entrar en contacto la placa del Pacífico y la de Norteamérica, la fricción entre ambas debió haber sido pequeña debido al calor aún presente del extinto centro de expansión de la falla transforme las cuales son fallas transversales al eje de las dorsales, con desplazamiento lateral de los bloques en sentido contrario.

Conforme aumentaba la expansión de la zona de contacto y se enfriaba ésta, la mayor resistencia al movimiento originó, como hemos visto, cambios en la dirección de expansión; mientras tanto la deformación de la orilla continental pudo producir tierra adentro adelgazamiento, ascenso de isotermas y, consecuentemente, debilidad de la misma.

Al alcanzar el Cabo, donde el continente se curva en forma abrupta y conforme aumentaba más la resistencia a lo largo de las fallas oceánicas, como los centros de expansión habían adquirido una orientación apropiada, resultó más eficiente cambiar la frontera a la zona de debilidad tierra adentro, y la Península de Baja California quedó más o menos fija a la placa del Pacífico, donde se sugiere con esta tesis fallas que atraviesan la Península de Baja California, la integración de ésta a la placa del Pacífico pudo llevarse a cabo de manera episódica.

Esta hipótesis también considera a las cuencas oceánicas que son grandes depresiones del lecho oceánico delimitadas por el talud continental, cadenas de montañas, crestas o elevaciones de la tierra como mega estructuras en desarrollo activo e irregular en su forma que son afectadas por la riftogénesis que es el origen de estructuras tectónicas disyuntivas de la corteza terrestre originadas por una separación en sentido transversal, respecto al eje del rift, provocando apertura, ampliación máxima, reducción y cierre total.

Esto se observa claramente en el valle de Mexicali - Imperial, esto es porque son lugares donde hay centros de expansión demasiado jóvenes para haber formado aún cordilleras submarinas; estos sitios se encuentran en lugares donde se comienza a separarse en dos partes de un continente, como es el caso de la Península de Baja California.

La creación de nueva corteza es un resultado de la tectónica de placas, al alejarse una placa de la otra queda entre ellas un espacio que se rellena con material fundido que proviene del manto el cual es masa fundida, esencialmente de silicatos ya sea de origen basáltico o granítico(magma). En cuanto llega este material a la superficie sufre cambios físicos y químicos al perder gases y al entrar en contacto y combinarse con el agua y los sedimentos del fondo del mar.

Al descender su temperatura se queda magnetizado en la dirección del campo magnético terrestre de ese momento y así se convierte en nueva corteza oceánica, los lugares donde se crea esa nueva corteza oceánica al separarse las placas se llaman centros de expansión. Al continuar separándose las placas, que en este caso una placa sería la península y la otra placa todo el territorio mexicano. La corteza oceánica es arrastrada hacia los lados de la cresta forma de relieve relativamente estrecha, alargada y baja la cual deja lugar para que ascienda más material del manto.

Naturalmente, el material que asciende está lo suficientemente caliente y por lo tanto demasiado denso como para ascender. Este material transmite parte de su calor al material que tiene a los lados, el cuál sube también, aunque no hasta la superficie, empujando el material que tiene encima y dando lugar, en algunos casos, a grandes elevaciones sobre el nivel medio del fondo marino como son las cordilleras oceánicas, pero en el caso de la península es la formación de una serie de islas de origen volcánico, como son: Connsang, Isla Encantada, Coronado, Isla Tortuga, Isla Carmen, Isla Espíritu Santo e Isla Cerralvo.

MARCO HISTORICO

Siempre se ha hablado de la corteza terrestre pero se dio más auge en conocimientos hacia este tema en el siglo XX haciendo énfasis en la Deriva Continental o en la Tectónica de Placas, sin embargo hay trabajos muy antiguos que hacen referencia a la similitud de las formas de los continentes y de esa movilidad que la tierra mantiene constante como es el caso de Francis Bacon (1561-1626) fue el primero en publicar un perfil de la costa oriental de Sudamérica la cual observo correspondía de una manera extraordinaria con las costas occidentales de Africa.

Bacon creyó que tal similitud debía atribuirse a algo pero sin embargo no hizo conjeturas al respecto. Posteriormente entre 1885 y 1909 el geólogo Edward Suess publico su libro *Das Antlitz Erde* (La faz de la Tierra) en la que describió la composición de la tierra en sus diferentes capas, así como describir la distribución de las áreas de escudos que eran núcleos estables de los continentes de la faz de la Tierra y las zonas orogénicas, Suess atribuyo que hasta el final de la era Paleozoica había grandes masa continentales, dos en el hemisferio norte y una o dos en el hemisferio sur, separadas por el mar de Tetis, él creía que grandes segmentos de esas inmensas placas

continentales se hundieron durante el Mesozoico formando cuencas oceánicas que podrían ser las actuales y que el mar de Tetis fue cerrado por compresión durante la era Cenozoica y los fragmentos que no se hundieron son los continentes actuales.

Los continentes meridionales de Suess incluían un continente que fue llamado Gondwana la cual imaginaba como una gigantesca placa sílica que abarcaba cerca de 150° de longitud y que ocupaba el área comprendida desde Sudamérica hasta la India peninsular, según el geólogo austríaco, la continuidad primitiva de la enorme Gondwana fue destruida por fallamientos, y al hundirse varios grandes segmentos se originaron el Atlántico sur y el Océano Índico, durante la era Mesozoica.

Alfred Wegener a principios del siglo XX fue el primero en reunir pruebas amplias que justificaran y sostuvieran la idea de que las masas terrestres hoy disyuntivas formaban en el pasado geológico una única e inmensa masa continental, que denominó Pangea, en 1912 elaboró dos artículos y resultó su libro **El origen de los continentes y océanos**, en su libro Wegener propuso que la tierra inicialmente era un supercontinente llamado Pangea, el cual se partió durante la era Mesozoica y sus fragmentos comenzaron a moverse y dispersarse llamando a este movimiento desplazamiento horizontal de los continentes más tarde llamado Deriva Continental.

Adoptando el concepto de la Isostacia postulado por el inglés G.B. Airy, Wegener confirmó que los materiales graníticos leves flotarían por arriba de los materiales basálticos subyacentes, más densos y más fluidos que forman el piso oceánico, ese equilibrio isostático le permitiría a esos bloques realizar movimientos verticales.

Para Wegener, al final del Carbonífero solo existía un único continente la Pangea, esa inmensa masa continental se habría fragmentado posteriormente en distintas direcciones de tal manera que en el Eoceno ya se podría distinguir con claridad los continentes: Eurasiático llamado Laurasia y al sur una serie de bloques continentales hoy separados que constituían la Gondwana el cual comprendía Sudamérica, Antártida, Australia y África. Finalmente Wegener propuso que el mecanismo para explicar la deriva de los continentes se debía a las fuerzas gravitatorias resultantes de la forma de la tierra, un elipsoide de revolución, por lo cual la deriva hacia el oeste se debía al empuje que recibían las masas continentales era debido a las mareas producidas por la acción gravitacional del sol y la luna la cual solo fue una idea tentativa.

Alexander du Toit en 1937 en su libro "Nuestros continentes errantes" ofreció un gran número de pruebas geológicas la cual fundamentaban y apoyaban la hipótesis de la deriva de los continentes, demostró por primera vez, que el acoplamiento de los continentes debía hacerse no por la línea costera actual sino por los márgenes de la plataforma continental, su contribución más grande fue el reagrupamiento de Gondwana basado en su conocimiento de geología de los continentes meridionales, utilizando en particular un geosinclinal del Paleozoico, el cual denomina geosinclinal de Samfrau, que afectó el cono sur de Sudamérica, África y Australia oriental; ese geocinclinal surge como un solo trazo al juntar esos continentes en el supercontinente de Gondwana.

Posteriormente Arthur Holmes, intento ofrecer una explicación causal para la deriva continental, para lo cual propuso un mecanismo que describía de manera más convincente cómo podrían haberse dispersado los continentes actuales apartir de un único supercontinente hipotético, en su libro "Principles of Physical Geology" en 1944, Holmes propuso que los bloques siáticos se desplazaban por la existencia de corrientes de convección del interior del manto de la tierra, según él generadas a consecuencia de la trasferencia de calor del núcleo de la tierra hacia el magma, que

hacen que la placa continental se rompa ; los fragmentos resultantes son transportados ahora por las corrientes de convección y por lo tanto en el área surgida entre los dos fragmentos aparecerá un fondo oceánico nuevo.

Con el tiempo las zonas de compresión se hacen profundas ocasionando que la capa basáltica de la corteza se sumerja en el magma esto causa pliegues en los márgenes de las placas, las cuales generan cadenas montañosas y cuencas oceánicas.

Finalmente la teoría de la tectónica de placas se inicio con la publicación de resultados de investigaciones de R.S. Dietz en 1961 y Harry Hess en 1962, en 1963 F.Vine y D.H. Matthews reforzaron esta idea de analizar el paleomagnetismo del fondo oceánico, A.R. Ringwood y D.H. Green, en 1966 relacionaron los procesos de diferenciación de la sustancia del manto terrestre con la expansión del fondo oceánico.

El termino tectónica global fue utilizado originalmente por B.Isacks, J.E.Oliver y L.R.Sykes en 1968. En el mismo año el frances Xavier Le Pinchon propuso que la corteza terrestre consiste en seis placas principales y junto con Jason Morgan y Dan McKensie, aplicaron él termino Tectónica de Placas, mismo que popularizo y fue aceptado en todo el mundo.

B.Isacks , J.Oliver y J.Sykes consideraron el movimiento de las placas en el globo, con creación y destrucción de la corteza terrestre, posteriormente el concepto lo enriqueció J.Dewen quien reconoció 28 placas. En realidad, las seis placas originales se subdividieron en otras microplacas como la de Rivera en el territorio oceánico mexicano.

En 1965 T.Wilson reconoció un nuevo tipo de fallas a las que llamo fallas transformantes, las cuales cortan transversalmente a las dorsales, con movimientos laterales en direcciones opuestas y originan en el relieve submarino depresiones profundas.

Loczy y Ladeira en 1981 consideran que la teoría de la tectónica de placas o nueva tectónica global, comprende un grupo de conceptos acerca de las complejidades de la corteza terrestre a través de las interrelaciones de las placas litosfericas más o menos rígidas. La teoría esta fundamentada en ciertos hechos posibles de las teorías de la deriva continental y de la expansión del piso oceánico.

Por medio de todos estos autores y su contribución a la explicación de este complejo rompecabezas que forma nuestro planeta posteriormente retomare para dar explicación al continuo movimiento y evolución que sé esta dando en la península de Baja California la cual forma parte de este gran sistema llamado tierra.

METODOLOGÍA

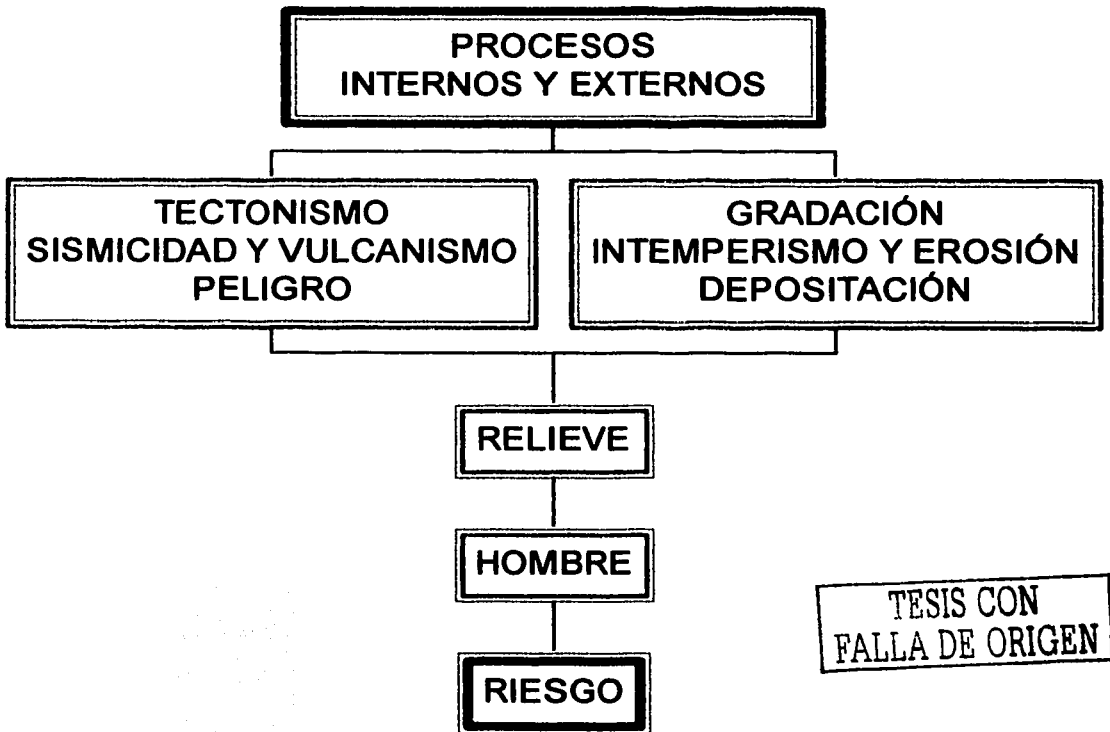
Los principales métodos para estudiar la tectónica son: El método estructural, La investigación de los movimientos oscilatorios de la corteza terrestre por el estudio de la potencia y facies de las rocas sedimentarias, el método volumétrico de estudio de los movimientos oscilatorios de la corteza terrestre, el método geodésico, el método geofísico, modelos de laboratorio, sin embargo nosotros como geógrafos nos es más útil el método geomorfológico, este método se utiliza en el estudio de movimientos actuales y relativamente recientes (cuaternario) de la corteza terrestre. Su base es la conexión entre los movimientos de la corteza terrestre y el relieve de su superficie, por el que se puede establecer el carácter de estos movimientos a partir de la topografía. El estudio de la forma de los valles, terrazas, antiguos niveles de erosión y otros elementos del relieve es parte de este método.

Para el desarrollo de la presente tesis se requiere de la consulta bibliográfica, hemerográfica y el uso de buscadores para las páginas web todo esto con el fin de recolectar la información para el desarrollo de la tesis, así como material cartográfico como son cartas escala 1:1000000 y 1:250000 de la península de Baja California, también espacio mapas, imágenes de satélite y fotos aéreas para precisar la presencia de las fallas que se dedujeron, elaborar cartografía con SIG^S posteriormente se elabora un trabajo de campo a lo largo de la península donde se realizarán una serie de entrevistas a los lugareños para confirmar datos, así como la toma de fotografías para enriquecer más la información del trabajo de gabinete.

Posteriormente se organizará la información para dar un análisis , terminando con la redacción de la presente tesis.

Por otro lado la forma esquemática de cómo se van a trabajar los temas de la presente tesis queda representado en el siguiente organigrama.

TECTÓNICA GLOBAL



CAPITULO I.

MARCO GEOGRÁFICO DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.

1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA Y GENERALIDADES.

La península¹ de Baja California constituye una estrecha faja de tierra localizada al noroeste de México, la cual va paralela al continente, desde la frontera con Estados Unidos hasta una latitud de 22°30' norte con una dirección noroeste - sureste. Tiene una longitud aproximada de 1200Km y una anchura media estimada, de 140Km y se encuentra rodeada por el Océano Pacífico cuya entrante que separa a la península del continente, recibe el nombre de Golfo de California. (MAPA 1)

La extensión territorial (CUADRO 1) es por parte del estado de Baja California de 69 921 Km² y del estado de Baja California Sur 73 475 Km² lo que hacen una superficie de 143 396 Km², representando casi un 14 % de la República Mexicana.

La península de Baja California esta dividida en dos estados, conformados por Baja California y Baja California Sur. La Baja California se extiende en la parte noroeste del país, y mide aproximadamente 650 Km aproximadamente de norte a sur desde la frontera con Estados Unidos, en el paralelo 32°43', hasta el paralelo 28°00' donde limita con el estado de Baja California Sur. De este a Oeste su mayor longitud es de 140 km aproximadamente entre los meridianos 112°48' en la costa del Golfo de California 117°08' en la del Océano Pacífico.

MAPA 1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

DIVISION TERRITORIAL

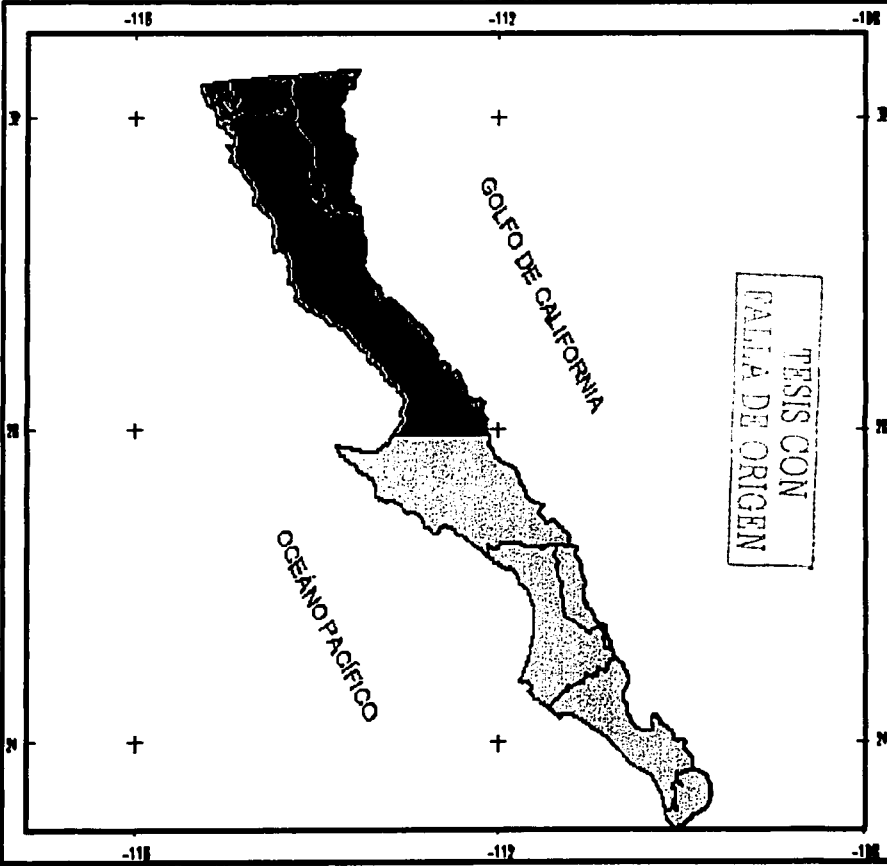
BAJA CALIFORNIA
BAJA CALIFORNIA SUR



1: 5000000

FUENTE:
INEGI
Dirección General de Geografía.
División Municipal
XII Censo General de población y
vivienda del 2000.

Sistema de coordenadas geográficas.
(grados)



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los estados que conforma la península de Baja California además cuenta con un extenso litoral, ya que al este se encuentra bañado por las aguas del Golfo de California y al oeste sus costas se abren sobre el océano Pacífico, así mismo a lo largo de su vasto litoral ²existen unas cincuenta y cinco islas. Ciudades importantes son: Tijuana, Mesa de Tijuana, Ensenada. (OCEANO,1994)

**CUADRO 1
EXTENSION TERRITORIAL DE LOS ESTADOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA.**

ENTIDAD	EXTENSIÓN TERRITORIAL
Aguascalientes	5 471
Baja California	69 921
Baja California Sur	73 475
Campeche	50 812
Coahuila	149 982
Colima	5 191
Chiapas	74 211
Chihuahua	244 938
Distrito Federal	1 479
Durango	123 181
Guanajuato	30 491
Guerrero	64 281
Hidalgo	20 813
Jalisco	80 836
México	21 355

Michoacán	59 928
Morelos	4 950
Nayarit	26 979
Nuevo León	64 924
Oaxaca	93 952
Puebla	33 902
Querétaro	11 449
Quintana Roo	50 212
San Luis Potosí	63 068
Sinaloa	58 328
Sonora	182 052
Tabasco	25 267
Tamaulipas	79 384
Tlaxcala	4 016
Veracruz	71 699
Yucatán	38 402
Zacatecas	73 252

FUENTE: Agenda Estadística, Estados Unidos Mexicanos, 1992, INEGI.

Esta entidad cuenta con grandes sierras, vastas extensiones desérticas, valles fértiles y extensos litorales de gran riqueza pesquera. Los recursos naturales y su medio físico han hecho que la península de Baja California tenga un desarrollo económico a pesar de encontrarse alejada del centro de la República y su cercanía con los Estados Unidos, desde su formación como estado, Baja California ha tenido un crecimiento importante en el ámbito de sus actividades económicas.

Dentro de su economía destaca la agricultura practicada sobre todo en dos zonas que son el Valle de Mexicali y la costa del Pacífico, estas zonas son muy prosperas y pueden llegar a tener una gran producción sin embargo el factor agua es un gran limitante para la expansión de estas zonas agrícolas.

La ganadería ha tenido un gran crecimiento gracias a la creación de praderas artificiales como parte de la rehabilitación de suelos ensalitrados¹.

La industria es una de las actividades con mayor futuro en la economía del estado, dentro de la cual sobresale la industria alimenticia sobre todo en la rama de bebidas y tabacos y le sigue la fabricación y ensamblaje de artículos eléctricos y electrónicos.

El potencial pesquero de la península de Baja California es enorme sin embargo no esta explotado a su mayor capacidad, ya que no se cuenta con los suficientes puertos pesqueros, por otro lado esta el turismo que a adquirido importancia en los últimos años, esta en crecimiento pero se requiere de más infraestructura que la actual.

En cuanto a **Baja California Sur** se localiza entre los 22°52'17" en Cabo Falso y los 28°00'00" de latitud norte y los 190°24'47" al oriente del cerro de Los frailes y los 115°04'53" de longitud oeste en punta Eugenia. El estado de Baja California Sur limita al norte con el estado de Baja California, al sur y al oeste con el Océano Pacífico y al este con el Golfo de California, esta casi totalmente rodeado por agua, dando esto como resultado que su litoral sea de 2200km de costa por otro lado su único limite continental es con Baja California. Algunas de las poblaciones más importantes son la Paz, ciudad Constitución, Loreto, Mulegé, santa Rosalia, San José del Cabo, Cabo San Lucas y Guerrero Negro.

Fisiográficamente forma parte de la provincia de la península de Baja California, al cual dentro del estado, está dividida en la subprovincia Sierra de La Giganta y las discontinuidades Desierto de San Sebastián, Viscaíno, llanos de la Magdalena y Del Cabo.

A pesar de las características físicas que prevalecen en la entidad, ésta ocupa el 2do. Lugar nacional en la producción de dátil, el cual se cosecha en los municipios de Mulegé y Comondú. Destaca también en el cultivo de garbanzo para consumo humano, el cual a nivel nacional ocupa el 3er lugar; trigo y algodón en 6to lugar y algodón pluma en 7mo.

En el aspecto minero el estado de Baja California Sur ocupa el 1er lugar nacional en la producción de sal, yeso y fosforita, la sal se extrae principalmente de las salinas naturales de Guerrero Negro, en las cuales la pureza mineral es alta (99.7%) de esta salinera se obtienen 4.7 millones de toneladas anuales, producción que se exporta básicamente a Japón. De la isla del Carmen se extraen entre 60 y 80 mil toneladas de sal al año, que son distribuidos a los centros de consumo del país.

Cerca de 80 % de la producción nacional de yeso se obtiene de la isla de San Marcos. Además en Santa Rosalia existen otros bancos de este mineral no metálico aun sin explotar.

Los yacimientos de fosforitaⁱⁱ aun no son explotados en su totalidad y sin embargo son los que tienen una mayor perspectiva en el estado de Baja California Sur, ya que la magnitud de los depósitos asciende a los 1500 millones de toneladas, con lo cual se podría abastecer al país y obtener excedentes para exportación.

¹ Masa estrecha de tierra que se proyecta dentro del mar o un lago.

¹ Es la costa de un mar.

¹ Son suelos afectados por sales los cuales se presentan a menudo, en los terrenos de riego, las tres principales causas naturales de la presencia de esta salinidad del suelo son el intemperismo de los minerales, la precipitación atmosférica y las sales fósiles (las que quedan de los primeros medios lacustre y marino. Entre las actividades humanas que también propician la formación de sales en el suelo está el uso del agua de riego y salmueras con alta salinidad y los desechos industriales.

¹ Es fosfato de cal natural: se emplea la fosforita como abono en la agricultura.

1.2 RASGOS FÍSICOS DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.

El termino fisiografía ¹es una palabra en desuso del estudio de las formas terrestres, que hoy en día se ha remplazado por el termino **geomorfología** el cual se usa para definir el estudio científico combinado de geomorfología, edafología y biogeografía. (John B.Whittow, 1984), originalmente el concepto de fisiografía, es una descripción de la naturaleza o de sus rasgos físicos culturales en sus relaciones mutuas causales; luego del termino pasó a ser sinónimo de geografía física; en Estados Unidos de América quedo limitado al estudio de las formas de relieve que es la geomorfología (F.J.Monkhouse, 1978).

A continuación se describen algunos rasgos físicos generales acerca de la península de Baja California.

La península de Baja California es la continuación de una serie de anticlinorios (CUADRO 2) que existen en la parte occidental del continente norteamericano y que desde el norte al sur son: Sierra de Alaska, Sierra Columbia Británica, Sierra Cascada, Sierra Nevada, sin embargo ya en el territorio mexicano las sierras que le continúan son núcleos graníticos con dirección noroeste - sureste, donde sobresalen la Sierra de Juárez y de San Pedro Mártir en Baja California (MAPA 2), el territorio se encuentra, además atravesado por numerosos valles como el de Mexicali, Palmas Tijuana, Guadalupe y Real del Castillo. En el caso de Baja California Sur de norte a sur corre una serranía de origen volcánico, en las que destacan las Sierras de Las Vírgenes, con el volcán del mismo nombre, y el cono de La Giganta.

MAPA 2



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

COLEGIO DE GEOGRAFÍA



MODELO DE ELEVACION
DE LA PENINSULA



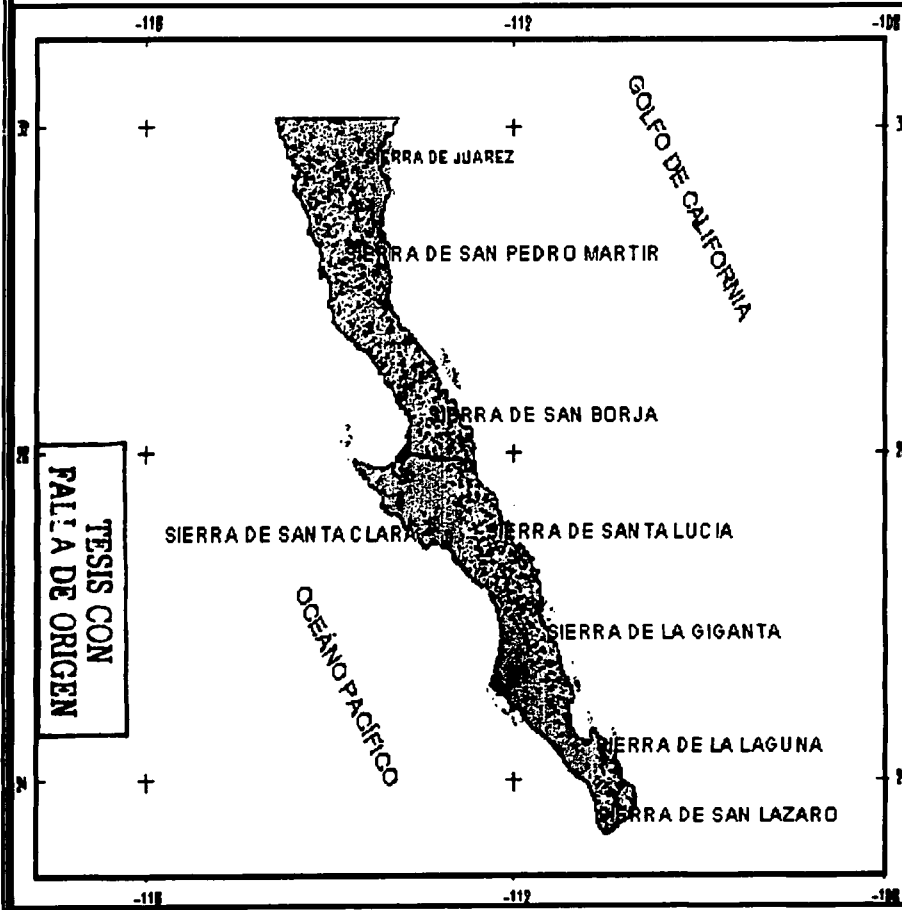
PENINSULA DE
BAJA CALIFORNIA



1: 5000000

FUENTE:
MEGI
MOZAIKO
250 MODELOS DIGITALES
DE ELEVACION.

PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT



TESIS CON
PALA DE ORIGEN

CUADRO 2.
NÚCLEOS GRANÍTICOS DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA.

NÚCLEOS GRANÍTICOS
Sierra de Juárez
Sierra de San Pedro Mártir
Sierra de San Borja
Sierra de Santa Lucia
Sierra de la Giganta
Sierra de La Laguna
Sierra de San Lázaro

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ELABORÓ: Beatriz Castillo Rojas.

El estado de Baja California Sur cuenta, además, con un extenso litoral, escarpado y abrupto, debido a la proximidad de las cadenas montañosas a la costa, en el sur la topografía se hace abrupta terminando en Cabo San Lucas con Farallones ² que son muestra de tierras ahora cubiertas por el mar.

Por otro lado hay grandes plegamientos más antiguos en el estado de Baja California que en la parte de la Sierra Madre del Sur que son más modernos, la actividad volcánica fue intensa en la parte noroeste, es decir, en la Sierra de Baja California por lo cual se encuentran una gran cantidad de volcanes: El Calminí, al noreste, Las Vírgenes y Loreto en el centro, los Volcanes de las Islas Mariás; que son una continuación de los de la península de Baja California, por mencionar algunos.

En cuanto a la hidrografía ³en Baja California el río Colorado es el único que lleva agua durante todo el año. Otros ríos como El Tecate, Palmas, Guadalupe o San Carlos, dependen de las condiciones climatológicas, por lo que se convierten en torrentes durante el período de lluvias y el resto del año fluyen como simples arroyos.

En Baja California Sur la hidrografía esta compuesta por corrientes de régimen intermitente, dadas las extremas condiciones climatológicas de tipo desértico y la alta permeabilidad de los suelos propiamente no existen ríos, a excepción de San Ignacio. Entre las corrientes superficiales cabe mencionar a los ríos de Mulegé, Comondú, Purísima, San Javier y Santo Domingo.

En la península de Baja California la red fluvial tiene un desarrollo considerablemente mayor en la vertiente del Pacífico que en la del Golfo. Es común el control tectónico de muchos valles fluviales, lo que se reconoce por las pendientes abruptas hacia el lado del Golfo de California en donde no fluye ningún río, sin embargo hacia el lado del Pacífico corren unos cuantos ríos. Un intemperismo intenso ha alterado las rocas, lo que aunado a la pendiente y las condiciones climáticas, favorece la remoción⁴ por procesos fluviales y de gravedad, esto se manifiesta con mayor intensidad en a vertiente este.

En Baja California el clima es en general, cálido y seco, con predominio e vegetación esteparia y desértica en gran parte del estado. En Baja California Sur su clima tiene variaciones de semicálido a cálido, siendo las lluvias escasas al norte del estado, mientras que en el sur no suelen sobrepasar los 200mm, sin embargo hay una excepción en las porciones elevadas de la sierra, donde es subhúmedo, las precipitaciones varían de unos 500mm anuales en las zonas más elevadas a 100mm en las planicies costeras.

¹ La fisiografía es una disciplina que se encarga de la descripción de los rasgos físicos de la superficie terrestre y de los fenómenos que en ella se producen. (Lugo H., 1989

² Roca al ta que sobresale en el mar y algunas veces en tierra firme.

³ Estudio de todas las masas de agua de la tierra, en sentido más estricto este termino se refiere a la medida , recopilación y representación de datos relativos al fondo del océano, la costa , las mareas y las corrientes.

⁴ Es un proceso de remoción en mas que consiste en el desplazamiento de material rocoso o suelo ladera abajo, donde el deslizamiento es ocasionado por la influencia de la gravedad o en algunos casos tambien por algún factor hídrico.

1.3 RELIEVE DE LA ZONA DE ESTUDIO

Los procesos y eventos geológicos dan pauta para cambios en el relieve, debido a que la tierra sufre transformaciones por estar llena de energía, transformaciones que se dan de forma interna y externa; las manifestaciones de agentes internos son principalmente la formación de las cadenas montañosas, el movimiento de los continentes, la formación de los océanos, son todas aquellas transformaciones que experimenta la corteza terrestre, sin embargo también hay transformaciones a, por agentes externos como son el agua, el hielo y el viento. Estos actúan en el relieve como procesos de destrucción, opuestos a los agentes internos.

El relieve siempre va estar influenciado por procesos ya sea internos o externos que van actuar sobre los materiales que componen a la corteza terrestre. Estos procesos se dividen en procesos geológicos internos y procesos geológicos externos que también van a influir en el cambio de materiales. (CUADRO 3) Así como la transformación de las rocas al cumplir un ciclo. (Melendez, 1981)

El relieve en la península de Baja California (CUADRO 4) presenta varios tipos de formas comenzando por las elevaciones montañosas, cuencas intermontanas¹ y marginales², depósitos eólicos³ y planicies, todas ellas influenciadas por procesos endógenos y exógenos.

**CUADRO 3.
PROCESOS Y EVENTOS GEOLÓGICOS.**

PROCESOS EXTERNOS DEL CICLO GEOLÓGICO	EROSIÓN	<p>Es un proceso externo realizado por la acción de unos agentes cuyo objetivo es atacar y destruir el relieve, los agentes que actúan son el agua, el hielo, el viento y la diferencia de temperaturas.</p>
	TRANSPORTE	<p>Es otro proceso externo cuya finalidad es arrastrar los materiales arrancados durante la fase de erosión y trasladarlos hacia las zonas deprimidas. Para que exista el transporte es necesario el transporte y estos pueden ser los ríos, el hielo y el viento.</p>
	SEDIMENTACIÓN	<p>Consiste básicamente en la deposición de los materiales transportados. Esta se realiza en áreas deprimidas como pueden ser lagos y mares; también se realiza sedimentación en los cauces de los ríos, en las laderas de los montes y en general en todos aquellos puntos donde se produzca la disminución en la capacidad de transporte.</p>
	COMPACTACIÓN Y CEMENTACIÓN	<p>Una vez que se ha realizado la sedimentación, estos materiales van quedando enterrados por la presencia de nuevos aportes que se depositan encima, lo que produce un efecto de estructuración y empaquetamiento, con pérdida en los espacios vacíos el volumen que ocupaban se va reduciendo y a esto se le denomina compactación, por el efecto del peso de materiales que se sobrepone provocan la unión de granos que componen a la roca y esto se le denomina cementación de las rocas sedimentarias.</p>
PROCESOS INTERNOS DEL CICLO GEOLÓGICO	METAMORFISMO	<p>Es el proceso por el cual las rocas sedimentarias que ya han sufrido una compactación y diagénesis, bajo el efecto de un aumento de presión y temperatura, adquiere una nueva disposición de sus componentes y un cambio en su composición.</p>
	ANATEXIA Y MIGMATIZACIÓN	<p>Las rocas metamórficas sometidas a elevadas condiciones de presión y temperatura están en un ambiente físico y químico muy diferente del de los estados iniciales. Lo que provoca cambios en el contenido mineral de la roca y también en su estructura, estas pueden someterse a condiciones más acentuadas de temperatura y presión llegando a una fusión de la roca, cuando se conservan restos sólidos de la antigua roca metamórfica nos encontramos con el proceso de migmatización pero si la roca fundida presenta una composición homogénea el proceso recibe el nombre de anatexis.</p>
PROCESOS DE DEFORMACIÓN Y ELEVACIÓN	TECTOGÉNESIS	<p>Es el proceso por el cual las rocas formadas en el interior de la corteza son deformadas por el efecto de presiones tangenciales o fuerzas de compresión. El efecto que producen estas fuerzas es una deformación en las rocas sedimentarias y metamórficas, que provocan la aparición de estructuras tectónicas, pliegues, fallas y que se conoce con el nombre de plegamiento.</p>
	OROGÉNESIS	<p>Es el proceso por el cual las rocas sufren una elevación y se emplazan en la superficie de la corteza; las causas de la elevación se deben a unos factores como son la densidad, las rocas de menor densidad deben ascender, y el equilibrio isostático, nombre que se recibe el acoplamiento y emplazamiento de los cuerpos rocosos de la corteza en función de su masa y densidad. Este proceso afecta a todas aquellas rocas o masa rocosas que ascienden a la parte superficial de la corteza, ya sean de origen sedimentario metamórfico o magmático, y el resultado que se obtiene es el levantamiento de las cordilleras que no son más que el conjunto de rocas plegadas por esfuerzos tectónicos, a estas cordilleras pueden ir asociadas rocas de origen magmático, intruidas entre ellas.</p>

EVENTOS GEOLOGICOS	LEVANTAMIENTOS REGIONALES	Se presenta en una tectónica de bloques correlativa.
	EMPLAZAMIENTOS	Del batolito de la sierra de Juárez y Sierra de La Victoria.
	DEFORMACION	Que se enfoca en un levantamiento gradual y fallamiento en bloques.
	ROMPIMIENTO Y DESPLAZAMIENTO	Que se presentan de forma horizontal a través de fallas de transcurrencia del sistema de San Andrés.

Elaboró: Beatriz Castillo Rojas.

FUENTE: Meléndez, Meléndez Bermudio.1981.Geología. Paraninpo, Madrid. pp 53 -102.

CUADRO 4.
PRINCIPALES FORMAS DE RELIEVE EN LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA

FORMA	UBICACIÓN	FORMA	UBICACIÓN
	Sierra de Juárez	Fluviales	Curso del Río Colorado
	Sierra de San Pedro Mártir		Curso del Río San José
	Sierra de San Felipe	Deltaicas	Río Colorado
Montañas y elevaciones.	Sierra de San Borja	Proluviales	Cara este de la Sierra de Juárez
	Sierra de Santa Lucia	Planicies Bajas	Cara este y oeste de la Sierra La Libertad.
	Sierra La Giganta	Proluviales eólicas	Llano de la Magdalena
	Sierra la Laguna	Eólicas	Guerrero Negro
	Sierra San Lázaro	Eólico marinas	Bahía Almejas Laguna Ojo de Liebre
Terrazas	Ensenada		Parque natural laguna de San Ignacio
	Punta Banda	Depresiones	Valle de Santiago
	Bahía Asunción		Valle de la Ventana
	Bahía San Inés		

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Volcanes

Isla Encantada	Volcán Viejo
Isla Coronado	Volcán Riveroll
Isla Angel de la Guarda	Volcán Media Luna
El Volcancito	Volcán Las Tres Virgenes
C.Tomás	Volcán La Virgen
C.Solo	Volcán La Encantada
C.Punto estrella	Volcán El Azufre
C.Prieto	Monte Ceniza
C.Placeres del Colorado	Isla Tortuga
C.Pedregoso	Isla Espíritu Santo
C.Los Enjambres	C. Guadalupe
C.Las Palmas	C. El Tecolotito
C.Las Canteras	C. El Platon
C.La Turquesa	C. Colorado de la Laguna
C.Kenton	V.El Camili
C.De Piedra	
C.Chapala	
C.Coyote	
C.Colorado de San Borja	
C.Colorado	
C.Campanas	
C. Santa Anita	
C. La Lagunita	
C. La Bulonera	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Elaboró : Beatriz Castillo Rojas

Las elevaciones montañosas se hacen presentes entre los extremos norte y sur de la península, en el norte de la península, se extiende un conjunto de montañas, continuación de la Sierra Nevada de los Estados Unidos de América, este sistema recibe distintos nombres, según los bloques montañosos que lo integran los cuales se encuentran desmembrados en grado diverso; los mayores son los de la Sierra de Juárez y de San Pedro Mártir, (FOTO 1) algunos bloques constituyen montañas independientes, como La Rumorosa, (FOTO 2) en la porción noreste de la península.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FOTO 1. Sierra de San Pedro Mártir.

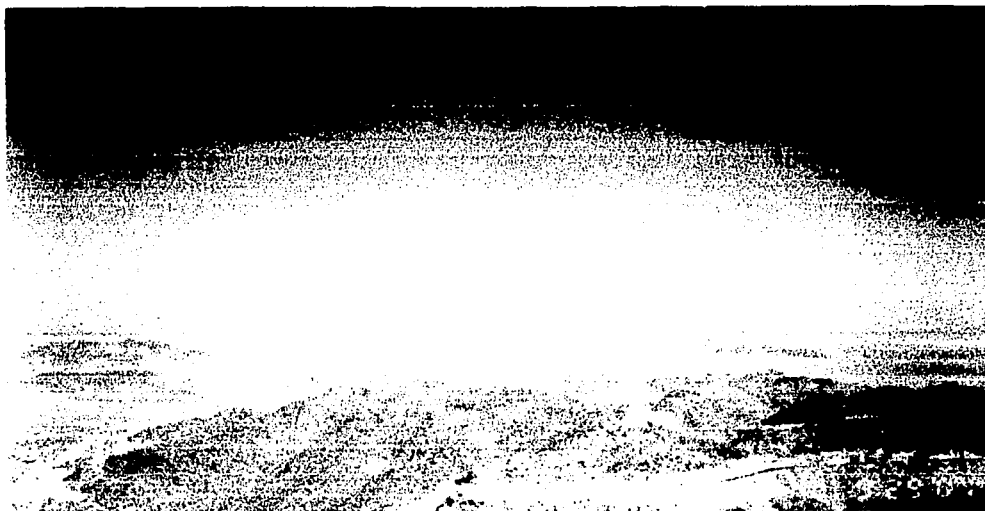


FOTO 2. La Rumorosa.

En el extremo norte de la península está ocupado por un bloque montañoso de rocas graníticas orientadas de sur a norte, delimitado por fallas en la misma dirección, que cortan diagonalmente a la península.

El sistema montañoso de la Sierra La Giganta (FOTO 3) está constituido, en el extremo norte esencialmente por volcanes, lavas y material piroclástico, los volcanes se concentran principalmente en una zona comprendida entre los paralelos 26 y 27°30', donde se reconoce más de 20 unidades. (FOTO 4)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



FOTO 3. Sierra La Giganta.



FOTO 4. Volcán de Cerro Prieto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La segunda forma de relieve que sobresale en la península de Baja California son las cuencas intermontanas y marginales que son resultado de procesos endógenos y exógenos se encuentran a lo largo y ancho de la península, las segundas se localizan en el Golfo de California.

La tercera forma de relieve está asociada a los depósitos eólicos como son las terrazas marinas reconocidas en casi toda la península y que se observan en forma de escaleras, por lo regular se presentan en las bahías y las principales están entre Ensenada y Punta Blanda, Bahía Asunción y en la zona de Mulegé.

Otras formas de relieve son las planicies de la península que se asocian a los depósitos de ambientes litorales conocidos en las cuencas de la zona del Vizcaino, (FOTO 5) lo mismo que en diversas porciones de la planicie costera, pero su origen se atribuye a los sistemas montañosos, las planicies en su extensión longitudinal no son continuas y con frecuencia quedan interrumpidas por laderas montañosas que se extienden hacia la costa.



FOTO 5. Desierto del Vizcaíno.

"En la parte norte de la península de Baja California, en su unión con el estado de Sonora, está ocupado por la planicie acumulativa del río Colorado: una depresión de 140 por 20 Km en el norte y hasta 40 Km de anchura en su desembocadura al océano.

Esta depresión es una fosa tectónica profunda, continuación de la del Golfo de California, rellena de sedimentos pliocénico - cuaternarios, estos sedimentos están compuestos de capas de arena, arena limo - arcillosa, todas de ambiente somero, esencialmente deltaico", (Lugo Hubp, 1990).

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

La planicie más amplia se reconoce en la margen occidental, en San Sebastián Vizcaino, (FOTO 6) esta planicie corresponde a dos cuencas sinclinales afectadas por fallas normales; la de Vizcaino y la de Iray - Magdalena.

En cuanto a la relación del relieve con la tectónica de la península de Baja California se presenta.

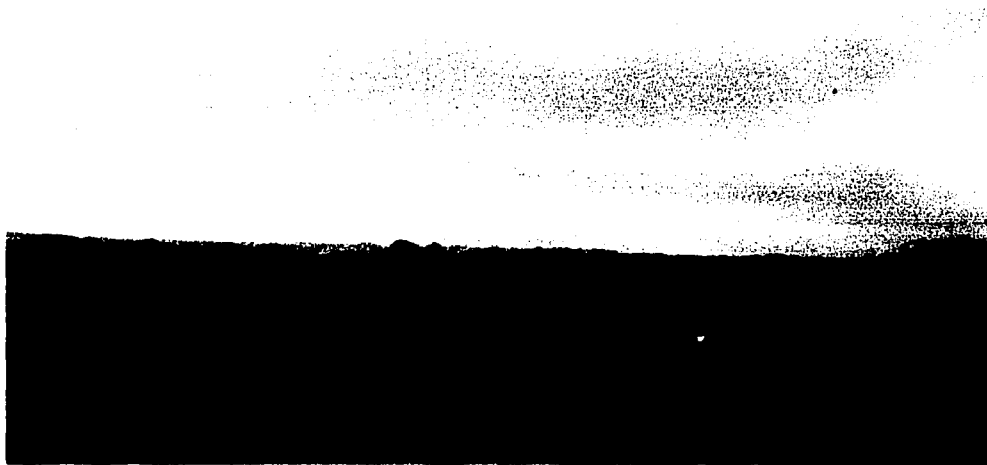


FOTO 6. Planicie del desierto de San Sebastián Vizcaíno.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"...la expresión de las fallas mayores es clara en el relieve: laderas empinadas y decenas de kilómetros de longitud, paralelas al eje del Golfo, crestas montañosas, alargadas en una dirección definida, valles casi rectilíneos, en una misma orientación y con disección profunda; planicies marginales las montañas, con aspecto de fosas tectónicas; terrazas; líneas de costa de erosión marina y otros rasgos más." (Lugo Hubp, 1990)

¹ Depresión Tectónica en un sistema montañoso que está comprendida entre dos cadenas montañosas de él.

² Porción del fondo oceánico delimitada por todos lados por elevaciones que pueden ser márgenes continentales, arcos insulares o montañas submarinas. Es una zona de transición entre el continente y el océano, asociado a los arcos insulares y trincheras.

³ Se forman por el acarreo de arenas y polvos suspendidos en el viento y se acumulan en la superficie al caer o al ser arrastrados, hay de dos tipos de dispersión y de acarreo, este tipo de depósitos surgen en varias condiciones climáticas, pero especialmente en regiones áridas. Producen barjanes (crestas de arena), dunas y otras formas de acumulación.

CAPITULO II

MARCO GEOLÓGICO GENERAL DE LA PENÍNSULA.

2.1 HISTORIA GEOLÓGICA DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.

ERA MEZOZOICA

TRIASICO TARDIO

En esta era la Baja California unía su porción oriental al continente, por las tierras que actualmente forman las provincias de Sonora y la planicie costera del Pacífico; los mares invasores del Triásico Tardío penetraron a través de Baja California, e inundaron la porción occidental de Sonora dejando una sedimentación clástica predominando las almohadillas de lava básica¹, debido a las emisiones submarinas, muestra de esto es que en las inmediaciones de la Bahía de San Hipólito, se ha medido una columna sedimentaria marina de 2400 metros.

Esta inundación marina también deja depósitos de sedimentos marinos carbonatados, los cuales se encontraban en ocasiones en arrecifes, que temporalmente eran contaminados por el volcanismo generado en el arco magmático por la convergencia de las placas, las cuales al disminuir en su velocidad de encuentro con la placa del Pacífico adquiere, durante este tiempo geológico, su posición horizontal normal, penetrando bajo la placa continental.

Se presentan en la península consecuencias piroclásticas² de la Sierra La Giganta y otros centros eruptivos en Baja California Norte.

Al oeste de la península que corresponde la isla de Cedros, la península del Vizcaíno y las islas de la Bahía Magdalena, se reconoce la presencia de conjuntos petrotectónicos³ de afinidad oceánica que influyen porciones de complejos ofiolíticos.

JURASICO INFERIOR

La distribución de las localidades donde se han encontrado rocas marinas del Jurásico Inferior en México, están perfectamente relacionadas a los sitios geográficos donde los mares del Pacífico penetraron al territorio mexicano en el Triásico tardío.

En el NW del país, a través de Baja California Norte, deben haber transgredido los mares del Jurásico Inferior. El cinturón ígneo del Pacífico evolucionaba ante el movimiento de las fuerzas de subducción, accionadas por el movimiento de deriva de la placa continental de Norte América. Los emplazamientos batolíticos de rocas ácidas⁴ e intermedias⁵ se presentaron nuevamente.

Al norte de Baja California, la actividad tectónica dio como resultado el emplazamiento de batolitos⁶ como es el ejemplo de la Sierra La Giganta

CRETÁCICO

Se inicia una amplia trasgresión⁷ marina que pudo haber continuado en el occidente del Vizcaíno.

Hay nuevos depósitos marinos del Cretácico Medio; contaminación de material detrítico continental en los sedimentos marinos, formación de conos aluviales, plegamientos, erosión aérea y fluvial. El cinturón ígneo del Pacífico se manifestó de nuevo a lo largo del Continente Americano, desde Alaska hasta Baja California. Esta gran colisión de la placa oceánica del Pacífico Oriental contra la placa continental, tendría su repercusión no solamente en la actividad ígnea en el occidente del país, sino en los esfuerzos tangenciales generados de poniente a oriente; la tectónica correspondería primeramente a esfuerzos de compresión durante el transcurso del Cretácico Tardío y se continuaría en la siguiente era, la Cenozoica, en su etapa inicial, con posteriores ajustes corticales de fuerzas de tensión al cesar la Orogenia Laramide⁸. Cada uno de estos grandes movimientos darían lugar a una fisiografía característica regional y localmente.

En este período se da un levantamiento progresivo subsecuente al emplazamiento granítico definiendo las líneas de costa en la parte oriental.

ERA CENOZOICA

La actual Península de Baja California, ya en el mesozoico y durante casi todo el Cenozoico estuvo unido al continente. La orogenia del Albiano⁹, en este tiempo, en la franja del Pacífico, los emplazamientos batolíticos de tonalitas, granitos granodioritas se manifestaron desde Sonora y Baja California hasta Oaxaca. Estos emplazamientos habrían de migrar cronológicamente de occidente a oriente hasta el Cenozoico Temprano.

Esta franja inestable del Pacífico, desde Alaska hasta la región más austral de Sudamérica, en la evolución de las series del Cretácico y del Terciario Temprano, había de crear una Orogenia de tipo andino, formada de gran actividad volcánica de carácter ácido e intermedio.

El territorio comprendido entre la Sierra Nevada y la costa Range, lo ocupa la gran cuenca de Baja California, que conjuntamente con el occidente de Baja California se consideraba una acreción o crecimiento por yuxtaposición, generado por la sobreposición de las placas en los movimientos de subducción. Bajo la teoría de la acreción continental, se debe haber presentado, y de hecho se está generando este fenómeno, no solamente en el occidente del Continente Americano, sino en los puntos donde existen procesos similares en otros lugares del planeta.

La formación de la península de Baja California se originó por la placa dorsal o cresta de Pacífico, al introducirse bajo la corteza Continental, con su sistema de fracturas transcurrentes¹⁰, que en el norte del Mar de Cortés habían cambiado su rumbo de WNW a NNW originando la famosa Falla de San Andrés, las fallas Imperial y de San Jacinto; activas aún.

TERCIARIO

Baja California se encontraba en una sumersión general de la península de Baja California quedando convertida en un archipiélago y acelerando su movimiento sobre todo en la parte correspondiente a la zona norte, se mantuvo parcialmente sumergida, no así el extremo sur que sufrió una serie de fallas de colapso en su porción oeste que se fueron propagando hacia el norte en la evolución de sus movimientos de separación. Las fallas de transcurrencia se presentaron en la plataforma marina del Pacífico acentuándose hacia las costas de Alta California lo cual ocasionaría que se presentara el contorno estructural de la formación de pilares y fosas tectónicas con una orientación norte sur.

Hubo una extensa trasgresión marina con sedimentación somera y algo de vulcanismo, en esta época la separación de la península fue mayor, en dirección noreste siguiendo el sistema de fallas de San Andrés.

MIOCENO TARDÍO

Se caracterizó por cubrir prácticamente todo el territorio de Baja California, aunque permaneciera emergida la plataforma oeste de la península, incluyendo la porción norte de la actual península de Vizcaíno y Guerrero negro.

Su desplazamiento se supone haberse originado durante el Mioceno Tardío y que originado por el desarrollo hacia el norte de la fractura dorsal del Pacífico que penetró al continente por ese extremo del país, separándolo y creando un sistemas de fracturas transcurrentes que se encuentran activas, entre las más conocidas esta la Falla de San Andrés.

Un intenso periodo de magmatismo, indicaba una fuerte secuencia de tobas, brechas volcánicas así como derrames andesíticos y riolíticos, que tuvieron lugar en el Oligoceno y Mioceno extendiéndose, hasta el sur de la península. Al comienzo del Pleistoceno el sistema de fallas paralelas formaron una fosa que origino el golfo de California.

La península al igual que todo el país se vio afectada por procesos y eventos geológicos a lo largo de las cuatro eras que a atravesado el planeta muestra de ello se ve reflejado en un resumen de la historia geológica de la península de Baja California. (CUADRO 5)

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CUADRO 5. HISTORIA GEOLÓGICA DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.

ERA	PERIODO	EPOCA	TIEMPO ABSOLUTO EN MILLONES DE AÑOS	EVENTOS GEOLOGICOS OCURRIDOS EN LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENICA	2 A 3	Desarrollo de terrazas marinas
		PLEISTOCENICA		Se rellenan de presiones tectónicas por el imperismo y hay cambios en el nivel del mar.
	TERCIARIO	PLIOCENICA	12	Origen del protogolfo, el cual fue uno de los elementos que apartó de él comenzó la separación de la península.
		MIOCENICA	26	El desplazamiento de la península de Baja California se supone haberse originado en esta época por el desarrollo hacia el norte de la fractura dorsal al Pacífico que penetró al continente, separando y creando un sistema de fracturas transcurrentes que están activas como lo es la falla de San Andrés.
		OLIGOCENICA	37 A 38	A lo largo de la costa de Baja California Sur hay una zona de subducción que dio como resultado el vulcanismo de tipo continental.
		EOCENICA	53 A 54	Actividad magmática que formó algunos tipos de roca intrusiva, intermedias y básicas, así como derrames volcánicos de composición ácida básica e intermedia.
PALEOCENICA	65	La parte norte de la península de Baja California se mantuvo parcialmente sumergida, pero en el extremo sur se presentaron una serie de fallas de colapso en su porción oeste que se fueron propagando hacia el norte en la evolución de sus movimientos de separación.		
MESOZOICA	CRETACICO		136	La tectónica correspondía a esfuerzos de compresión lo que da origen a la fisiografía regional de la península de Baja California. El cinturón igneo del pacífico se manifestó de nuevo a lo largo del continente americano desde Alaska hasta Baja California, lo que ocasionó la actividad ignea en el occidente del país.
	JURASICO		190 A 195	El movimiento de apertura del Golfo de California comienza a hacerse presente ya que el cinturón igneo del pacífico evolucionaba ante el movimiento de las fuerzas de subducción.
	TRIASICO		225	Los mares invasores penetraron a través de Baja California. La placa del pacífico adquiere su posición original normal penetrando bajo la continental, en forma casi paralela. Fallamiento en la península de Baja California con respecto a él país, el cual fue acompañado por sedimentación continental, lacustre y palúdica.
PALEOZOICA	PERMICO		280	Orogenia en el occidente del país.
	CARBONIFERO MISISIPICO-PENSILVANICO		345	Los eventos y procesos sobresalientes son el metamorfismo y la erosión.
	DEVONICO		395	Presencia de erosión.
	SILURICO		430 A 440	
	ORDOVICICO		500	
CAMBRICO		570		
PRECAMBRICO O	MAS RECIENTE		1600	Solidificación en la corteza terrestre. Son las primeras lluvias, mares erosión y sedimentación. En esta era los eventos geológicos predominantes en la península y en general en el país fueron la sedimentación y el metamorfismo.
	MAS ANTIGUA		3600	

ELABORÓ: Beatriz castillo Rojas.

FUENTE: Viniestra Osorio Francisco . 1992. Geología Histórica de México . Facultad de Ingeniería , Ciencias de la Tierra UNAM . México pp.5 – 207.

2.2 RASGOS GEOLÓGICOS DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.

La geología es una ciencia natural que estudia la composición, estructura e historia del desarrollo de la corteza terrestre y sus capas más profundas, una de sus disciplinas es la tectónica, por lo cual es un tema base que aclara ¿cómo y de qué? se constituye la península de Baja California.

La Península de Baja California está constituida por una serie de sierras que todas juntas conforman una cordillera peninsular formadas principalmente por un núcleo granítico que ahora se encuentra expuesto a la superficie y en algunas partes cubierto por rocas sedimentarias y volcánicas más recientes, a todo el núcleo intrusivo se le denomina batolito¹ y constituye la estructura geológica más importante de toda la península.

La península esta constituida litológicamente por una gran variedad de rocas tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas cuyas edades son desde el Paleozoico hasta el Cuaternario.

Las rocas más antiguas de la península son las sedimentarias marinas carbonatadas su afloramiento es poco y se localizan sobre la costa del Golfo de California al sureste de la Bahía de San Luis Gonzaga. Se considera que son rocas del Mesozoico. También dentro del Mesozoico (Cretácico) existen afloramientos de calizas², así como interestratificación de limolitas³ y areniscas⁴ y tobas⁵.

Gran parte de las rocas intrusivas que aparecen distribuidas ampliamente por todo el territorio del estado de Baja California forman estructuras denominadas batolitos. Estas rocas iniciaron su formación en el Cretácico, y la continuaron hasta el Terciario cubriendo así un alto periodo de actividad durante el cual fueron afectadas las rocas preexistentes.

Diferentes manifestaciones volcánicas formaron rocas ígneas extrusivas intermedias y ácidas en el Cretácico. Todavía en el Terciario continuo la actividad magmática que formo algunos tipos de roca intrusiva, intermedias y básicas así como derrames volcánicos de composición ácida básica e intermedia que cubrieron gran parte de las rocas preexistentes.

"La actividad tectónica del Terciario disgrego diversas rocas de las ya mencionadas y formo las rocas clásticas como conglomerados⁶, areniscas, asociaciones alternantes de ambas. Estos depósitos continuaron durante el Cuaternario, durante todo el Cuaternario se depositaron los aluviones⁷ que rellenan los valles y llanuras de la península." (INEGI, 1984)

En comparación con la parte norte la península de Baja California la composición litológica de la parte sur de la península es principalmente material clástico sedimentario marino y continental de la edad del Cuaternario que se localiza en la mayor parte de las discontinuidades.

Las unidades de roca que afloran en el estado de Baja California Sur manifiestan una geocronología que comprende de la era Mesozoica hasta la Cenozoica, son principalmente ígneas extrusivas e intrusivas. Arcillas, arena, caliza, ígneas estas se encuentran intrusionadas en un gran numero de plutones expuestos en los poblados de La Paz y San José del Cabo, en el lado oeste de la Sierra La Victoria.

Las sedimentarias están representadas por unidades de distinta edad como del Jurásico superior - Cretácico inferior y se localizan en la península del Vizcaíno y en Punta Eugenia, donde hay una alternancia de limolita, arenisca, lutita fosilífera y conglomerado con lentes calcáreos así como basaltos con estructura almohadillada (formación Eugenia) su origen se atribuye a derivaciones de terrenos de arco volcánico.

Hay una alternancia de depósitos de lutita⁸ bentonítica con intercalación de diatomita, toba, arenisca tobácea y arenisca blanda, se localizan al oeste y sur de la Sierra La Giganta, el espinazo de la Sierra La Giganta esta formado por rocas volcánico sedimentarias además de estar constituidas por un conjunto heterogéneo de derrames lávicos riolíticos, andesíticos y basálticos así como piroclastos y aglomerados, asociados a conglomerados y areniscas.

En la región oeste de la Sierra la Giganta, al sur de La Paz, en la región del Cabo y entre Bahía Asunción y a la laguna San Ignacio se distingue arena fosilífera y conglomerado poco compactos y sin consolidar, estas rocas afloran en forma de terrazas escalonadas de depósito y erosión, que señalan antiguas líneas de costa. Así mismo existen rocas lávicas basálticas en derrames y acumulaciones piroclásticas⁹ éstas constituyen el paisaje de conos volcánicos que sobreyace a los sedimentos de la formación Comondú.

"Lo más reciente corresponde a la unidad de material clásico de origen continental y marino integrada por arena, grava, limo y escasa arcilla, estos materiales forman a los suelos eólico, litoral, lagunar, aluvial y salino, que se hallan rellenando y coronando a toda la columna estatigráfica del estado. Se localizan ampliamente en la porción oeste de la región del Cabo." (INEGI, 1995)

Ya conocida la geología que sobresale a lo largo de la península de Baja California sé continua con la interpretación de la carta geológica de INEGI y las descubiertas o inferidas en cartas topográficas a escala 1: 50 000 (ALMANAC Mexico's land of dreams. De Baja California y Baja California Sur), siendo solo las secciones donde se localizan las fallas que se manejan en esta tesis, los perfiles están elaborados en función de un estudio geológico sobre la península de Baja California. (MAPA 5)

MAPA 3



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

PERFILES

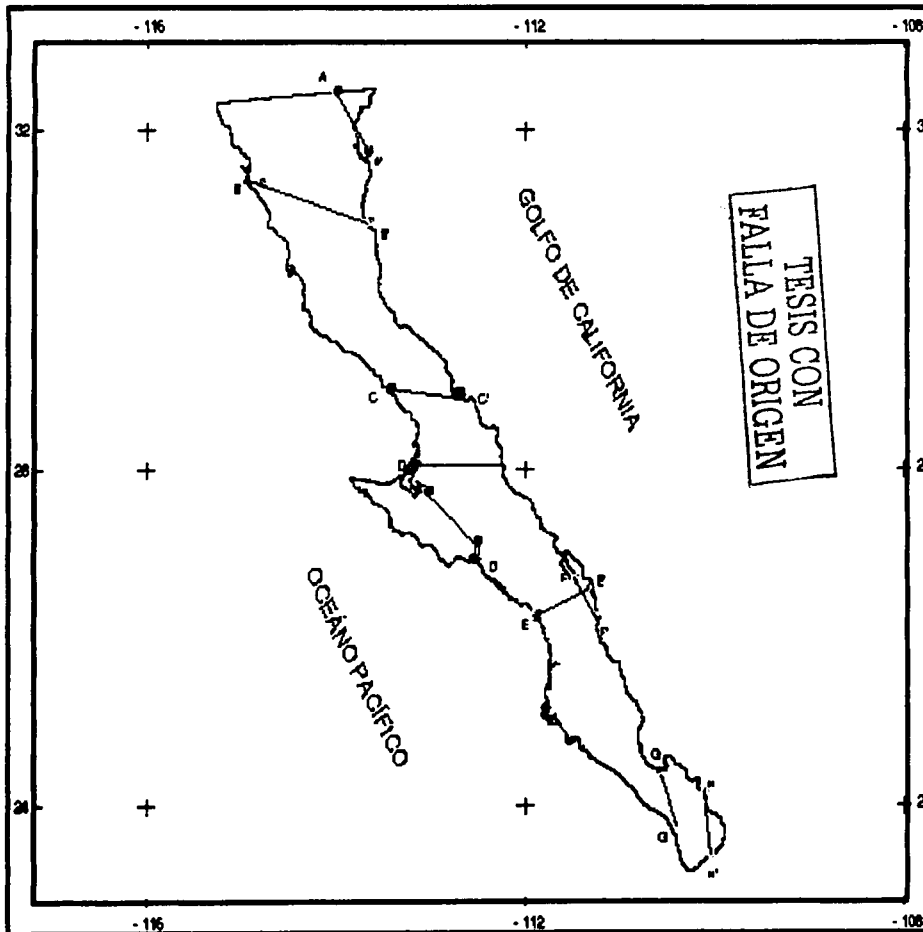
- A CERRO CENTINELA
- A RIO COLORADO
- B SAN JOSE DEL FARO
- B RIO LASARRASTRAS
- C ROSARITO
- C BAHIA LOS ANGELES
- D SALINA DE GUERRERO N.
- D RIO LA ASUNCION
- E SAN GREGORIO
- E ARROYO VERDE
- F CADEGUE
- F LUIGUI
- G LOS INOCENTES
- G LA PAZ
- H BAHIA LOS MUERTOS
- H SAN JOSE DEL CABO



1:5000000

FUENTE:
ALVARAZ, Mateos
Linea de creencia.
Baja California y Baja California Sur.
Mapas Topográficos

Sistema de coordenadas
geográficas. (gmdas)

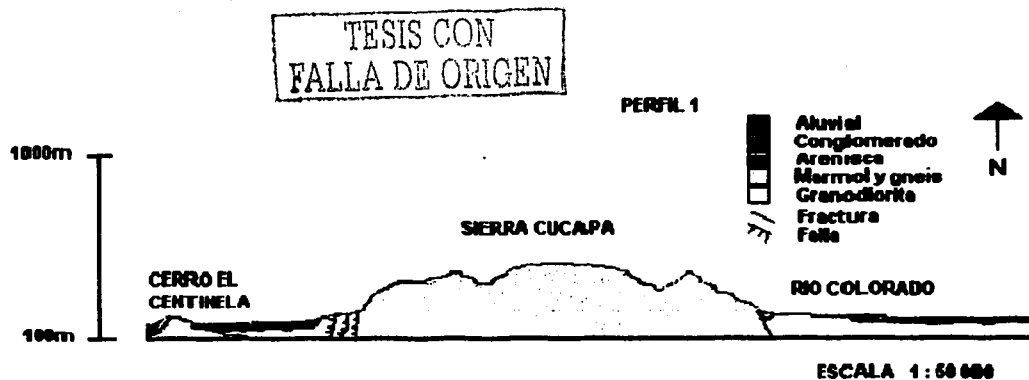


58

PERFIL 1. A-A': Este perfil abarca desde el cerro del Centinela hasta el Delta del Río Colorado, donde se observa predominio de un intrusivo (tonalita y granodiorita¹⁰) que abarcan el cerro del Centinela y la Sierra Cucapá, a los lados del intrusivo se encuentran rocas metamórficas de contacto (mármol y gneis) las cuales están cubiertas por conglomerado y areniscas del Cuaternario.

Al pie del Cerro del Centinela y a sus lados hay pequeñas porciones de areniscas hacia el norte del cerro del centinela y hacia el sur una pequeña porción de conglomerado, ambos del terciario. Las rocas metamórficas que se encuentran frente a la sierra Cucapá están cubiertas por sedimentos aluviales del cuaternario principalmente, los cuales provienen del Río Colorado, las pequeñas zonas con presencia de conglomerado son del Plioceno y pudieron tener origen de alguna erupción cercana y, por lo cual, haya llegado ahí. En general 80% del perfil lo componen el intrusivo las rocas metamórficas, el 17 % son sedimentos aluviales sobre todo por el gran espacio que abarca el gran espacio del Río

Colorado, un 2% de conglomerado y el 1% d areniscas que están en la cara norte del Cerro del Centinela, son del Plioceno y las que están en la cara sur del cerro Cucapá son más jóvenes, del Cuaternario.

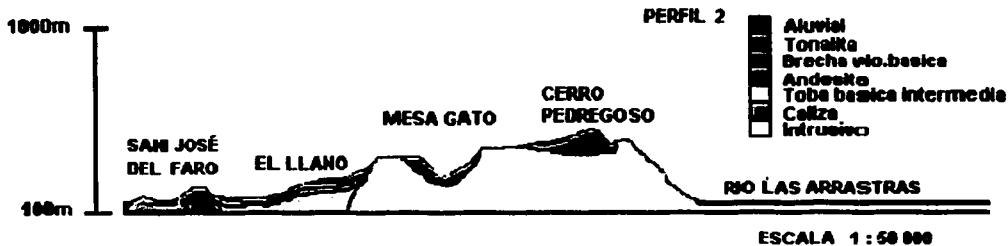


PERFIL 2. B-B': El perfil se presenta de un corte transversal del pueblo San José del Faro al Río Las Arrastras donde se puede apreciar un gran intrusivo del Mesozoico el cual forma el cerro Pedregoso, el cerro Tomás, la meseta de El Gato y El Llano, y por debajo del río Las Arrastras se encuentra este gran intrusivo que atraviesa del oeste a este la parte norte de la Península donde más del 70% lo conforma el intrusivo, por arriba de él se encuentran andesitas del Jurásico.

En el llano y la meseta de El Gato, el cerro pedregoso hay presencia de brechas volcánicas básica proveniente de la erupción de algún volcán cercano que cubrió el intrusivo.

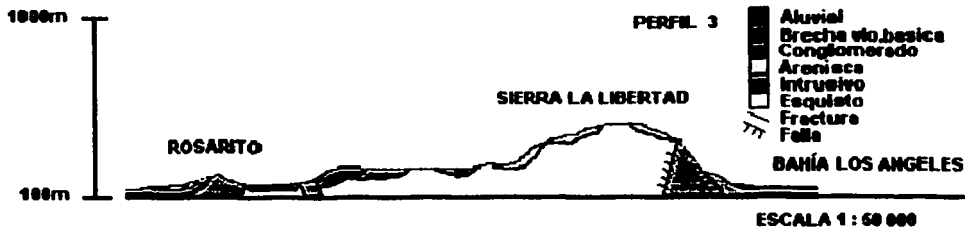
San José del Faro está sobre caliza del Jurásico y el pueblo de San José está sobre tonalita del Cretácico y una toba básica intrusiva del Jurásico. Podríamos suponer que la toba básica se encontraba por una erupción que hubo en el Cuaternario y posteriormente hubo una erupción más joven que se depositó sobre la toba básica y la caliza del Jurásico, siendo roca sedimentaria, se vio afectada por la tonalita que salió debajo atravesando la caliza, a la brecha volcánica¹¹ intermedia y a la andesita, ya que la tonalita es del Cretácico, el río Las Arrastras cubre el intrusivo con sedimentos aluviales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



PERFIL 3. C-C': Lo compone un gran esquistos de Mesozoico el cuál atraviesa de oeste a este la Península el cuál fue afectado por un intrusivo del Cretácico. El esquistos lo forman la sierra La Libertad pero parte de este lo forma el intrusivo el cual se observa su límite por la presencia de dos fallas tectónicas y el intrusivo está cubierto por sedimentos aluviales del cuaternario que van a dar a Bahía Los Angeles. El esquistos en su parte oeste lo cubren areniscas, depósitos aluviales en los casos que hay presencia de ríos, conglomerado y brechas volcánicas, hay pequeñas partes con areniscas del cuaternario y en su mayor parte rodeadas de depósitos aluviales cubriendo en un caso a su vez las dos un conglomerado del Cenozoico.

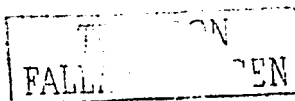
Pudiera haber una posibilidad de que el esquistos dominara toda esa parte sur de Baja California, pero a finales del Cenozoico el intrusivo empujó al esquistos formando la sierra de La Libertad, el pueblo de Rosarito está asentado sobre una gran diorita y rodeado de brecha volcánica ígnea.

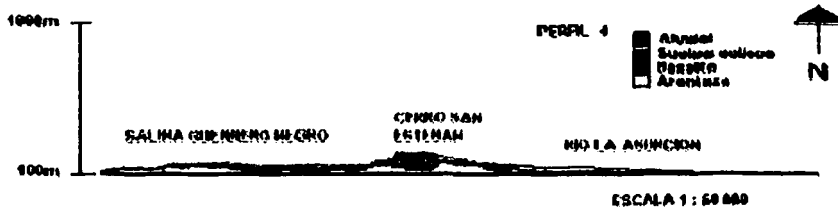


PERFIL 4. D-D': El extremo que atraviesa desde Guerrero Negro a la laguna de San Ignacio lo componen areniscas del cuaternario y sobre ellas en primera instancia de oeste a este está la salina Guerrero Negro formada de suelos aluviales del cuaternario, el desierto del Vizcaíno por suelos eólicos del Cuaternario, sedimentos transportados por el viento o por el desquebrajamiento de la roca que es la arenisca que está debajo.

El cerro llamado San Esteban es un extrusivo Cenozoico que forma un aparato volcánico formado de basalto.

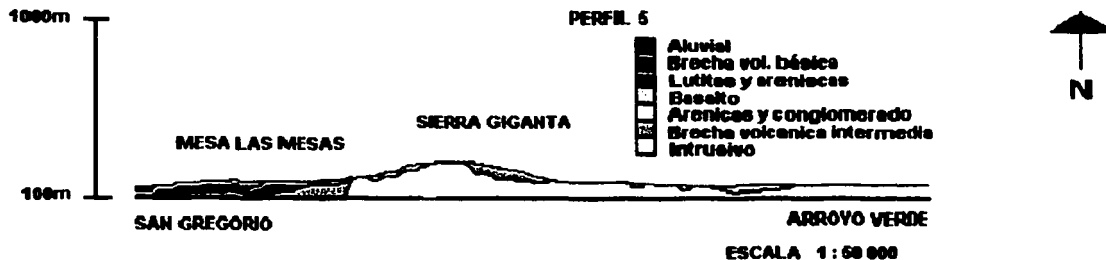
El río La Asunción desemboca en la laguna de San Ignacio y la forman areniscas y por encima de ellos suelos aluviales por el paso de algunos ríos y suelos del cuaternario que se han dado por la erosión del viento. Esta zona es interesante por que manejando mi teoría de que esta parte puede quebrarse por causa de movimientos tectónicos, más que separarse del resto de la Península, resultaría más acertada la idea de que esta zona se inundaría pero no se separaría.



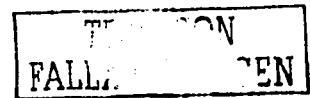
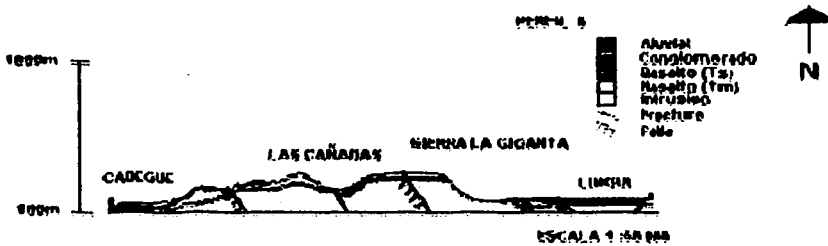


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

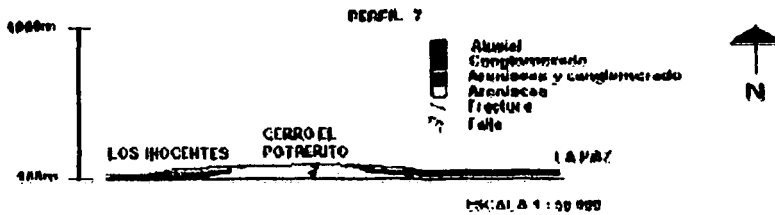
PERFIL 5.E-E': En este perfil sobresale el intrusivo del Mioceno el cual abarca casi el 60% del total del perfil. Este intrusivo forma la Sierra La Giganta, sobre ella hay pequeñas porciones de basalto, brechas volcánicas básicas e intermedias y conglomerado, material que pudo ser arrojado de un volcán cercano, en el tramo de San Gregorio y toda la meseta Las Mesas hay presencia de un aparato volcánico y debajo una gran brecha volcánica intermedia, la cual es cubierta por asociaciones de areniscas y conglomerado del Mioceno. Cerca de San Gregorio hay asociaciones de lutita y arenisca, así como suelos aluviales del Cuaternario.



PERFIL 6. F-F': El perfil va de Cadegú a Ligui esto es en la parte sur de Bahía Concepción, en esta zona predomina el granito del Cretacico que abarca el interior de la Sierra La Giganta en este perfil solo se muestra un bloque ya que es un corte transverso al perfil 5 por encima de este intrusivo, se encuentra basalto y en la parte más alta de la sierra conglomerado en algunas partes, sobre todo de las zonas bajas hay la presencia de suelos aluviales, además de que en esta zona se hacen presentes cuatro fallas tectónicas y dos fracturas, las cuales podrían tener gran influencia sobre el desprendimiento de esta parte que forma un pequeña península en donde la falla de Bahía Concepción y la que atravesaría de Arroyo Verde al río Las Arrastras influenciarían para que se diera este desprendimiento.



PERFIL 7. G-G': Al sur de la península hay predominio de areniscas del Plioceno, las cuales cubren la mayor parte del perfil y por encima de ellas hay conglomerado que es más reciente del cuaternario que se hace presente debido a una erupción volcánica. Los sedimentos más superficiales son los aluviales. También se encuentra una falla en el Cerro de El Potrerito la cual pudiera tener movimiento.



PERFIL 8. H-H': El perfil que va de Bahía los Muertos a San José del Cabo, es un perfil de una parte muy interesante ya que es de la zona que se desprendió de las costas de Jalisco y se anexo a la península de Baja California, el corte se hizo sobre la misma falla. En esta zona hay predominio de lutitas y areniscas pero cerca de Bahía los muertos hay un intrusivo de granito, sobre las lutitas y las arcillas hay conglomerado del Cuaternario y por el paso de algunos ríos hay sedimentos aluviales, sobre todo en el Río San José, además de encontrarse cuatro fracturas y una falla.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



El fin primero de presentar la geología general de la península fue con la intención de ser más explícitos los perfiles geológicos los cuales muestran las zonas con debilidad tectónica; esto es que tanta influencia puede tener la roca existente con el movimiento de las fallas y fracturas dependiendo del material preexistente en ellas.

¹ Es un gran cuerpo intrusivo que tiene contactos bruscos y un gran espesor en sentido vertical, estos cuerpos intrusivos con superficies demás de 100k² de composición principalmente granitoides y asociados a estructuras de rocas sedimentarias y metamórficas de regiones deformadas. El batolito constituye el núcleo de los anticlinorios y se origina en la etapa principal de deformación y metamorfismo, o inmediatamente después. Los batolitos se forman a una profundidad considerable y afloran como resultado de la erosión posterior.

² Roca sedimentaria de origen detrítico, textura clástica, tamaño de partícula limo.

³ Tiene un tamaño promedio de grano comprendido entre 1/16 y 1/256mm y son intermedios entre la pizarra y la arenisca, las limolitas tienden a presentarse formados en hojuelas delgadas, las limolitas contienen mica, clorita y minerales arcillosos en abundancia. A causa de la gran finura de su textura, comúnmente no contienen partículas de roca.

⁴ Rocas sedimentarias consistente en granos de arena cementados por material arcilloso, calcáreo, por sílice y otros. Según el dominio del tamaño del grano se clasifican en finas, de 0.1 a 0.25mm; medianas de 0.25 a 0.5; gruesas de 0.25 a 2mm; por su composición mineralógica pueden ser mono y poliminerales.

⁵ Grupo de rocas formado de materiales arrojados por las erupciones volcánicas, las tobas son en especial ceniza muy compactada.

⁶ Roca de material detrítico consistente, esencialmente, en guijarros cementados en una matriz de material más fino, limo, arena, grava. El cementante es generalmente óxido de hierro, carbonatos, material limoso y raras veces sílice.

⁷ Depósitos sedimentarios formados por corrientes fluviales en el cauce y llanura de inundación de los valles fluviales.

⁸ Roca sedimentaria de origen detrítico, textura clástica, tamaño de partícula de arcilla.

⁹ Fragmentos rocosos, tales como ceniza, arenas durante una explosión volcánica.

¹⁰ Roca ígnea ácida, intermedia entre granito y cuarzo.

¹¹ Roca consistente en detritos gruesos, angulosos, mayores de 10mm, dispuestos de forma irregular, por su génesis puede ser volcánica, tectónica, química y kársticas.

CAPITULO III.

TECTÓNICA DE LA PENÍNSULA.

3.1 UBICACIÓN DE LAS FALLAS DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA.

La península tiene una gran cantidad de fracturas y en menor numero de fallas, si hiciéramos un estudio de cada una, no terminaríamos, así que solo se presentan en está tesis una zona de inundación que podría separarse y cuatro fallas y tres fracturas principales las más grandes, las cuales en un momento dado podrían influir para que se dieran grandes cambios en el relieve de la península, esto si alguna de ellas o todas llegaran a moverse. (MAPA 4)

Las fallas y fracturas de norte a sur son:

En la península de California hay 76 fallas y 49 fracturas determinadas por cartografía geológica , sin embargo en esta tesis se proponen cuatro fracturas más y una zona de inundación que dentro de la evolución de la península podría traer cambios al relieve, al igual que la activación de fallas y fracturas.




- Río Jaraguay a río las Arrastras. (Fractura)
- Punta Santa Rosalita a Campo Juárez. (Fractura)
- Laguna Ojo de Liebre a Laguna San Ignacio. (Inundación)
- Estero San Gregorio a Bahía San Nicolás (Fractura)
- Santo Domingo a Puerto Escondido (Fractura)

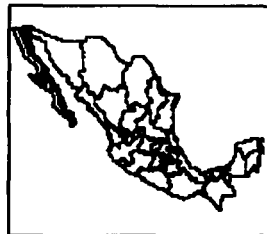
MAPA 4

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

FALLAS Y FRACTURAS

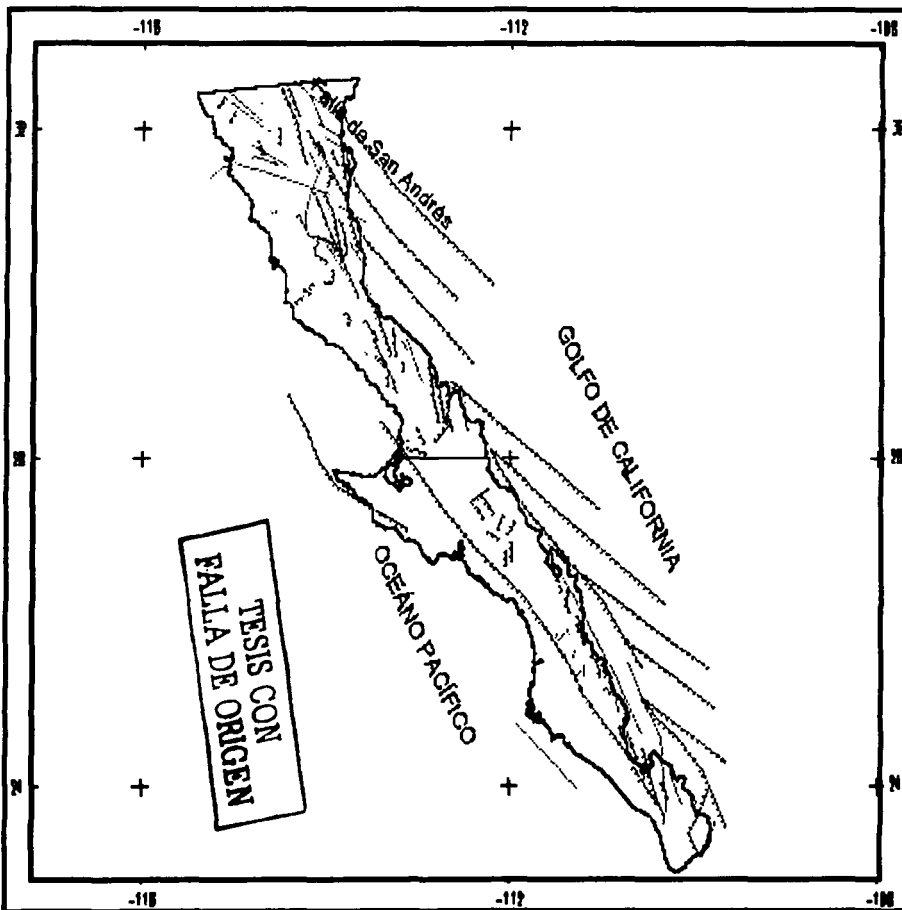
-  falla
-  fractura
-  fracturas propuestas



1: 5000000

FUENTE:
Carta geológica y tectónica .
Atlas Nacional de México
Instituto de Geografía

Sistema de coordenadas
geográficas (grados)



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los rasgos generales de las zonas por las cuales pasan estas fallas determinan el valor de riesgo o beneficio que traería consigo el que estas fallas se movieran.

En la zona del río Jarahuay al río Las Arrastras, es un área con susceptibilidad a la erosión, es muy variable y depende del terreno en el que se encuentre y del lado oeste del Río Jarahuay, en el área que le corresponde esta falla hay acumulación de pie de monte en los extremos que dan hacia las costas tanto del Golfo de California, como al Pacífico, y la zona centro que corresponde a la Sierra de San Francisco predomina la caída de rocas y derrumbes.

La faja de Punta Rosalita a Campo Juárez, hacia el área de Punta Rosalita solo se encuentra una gran acumulación de depósitos eólicos y hacia campo Juárez, caída de rocas.

En la laguna ojo de Liebre a Laguna de San Ignacio, Es un área completamente de acumulación eólica, esta falla que podría marcar más que falla sería una zona de inundación debido a la composición al tipo de suelos salinos y contar con que es una amplia zona de desierto es una zona más susceptible a una inundación que a un rompimiento.

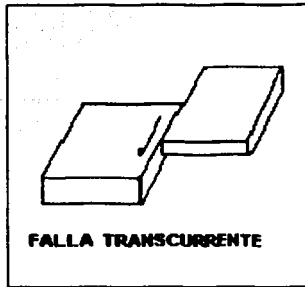
La siguiente fractura es del Estero San Gregorio a Bahía San Nicolás, hay la presencia de erosión remontante, este tipo de erosión se da con un proceso de destrucción y remoción de partículas de las rocas por las corrientes superficiales, que se produce desde las cuencas bajas laderas arriba. Junto con la erosión vertical conduce la formación del perfil de equilibrio; en los sistemas montañosos que en este caso sería la Sierra de La Giganta.

De Santo Domingo a Puerto Escondido, los procesos exógenos que dominan a esta área son acumulación de pie de monte del lado del Pacífico, en el centro erosión remontante y del lado del Golfo de California derrumbes debido a la inclinación de las laderas la cual suele ser de 45 a 80° lo cual hace propicio el desprendimiento de material.

3.2 ACTIVIDAD TECTÓNICA DE LAS FALLAS

La Península de Baja California que se está moviendo y separando de la porción continental en dirección noreste, es por un sistema de fallas y de zonas de dispersión presentes en el piso oceánico del Golfo de Baja California, lo cual es producto de transcurción¹ de una placa con respecto a otra, las fallas transcurrentes² tienen un desplazamiento horizontal relativo, los centros de dispersión³ corresponden a zonas de extrusión, en las cuales emerge material caliente del manto. El resultado de todo el sistema de fallas es un desplazamiento de la península hacia el noroeste, respecto a la zona continental.

Las fallas transcurrentes (FIGURA 1) como San Andrés, son fallas que une dos zonas de subducción o dispersión también se les llama falla transformante⁴, en México se encuentra un sistema de fallas transformantes que van desde la boca del Golfo de California hasta el valle de Mexicali uniendo zonas de dispersión y presentando sismicidad. Este sistema de fallas, continuación del sistema de fallas de San Andrés, que ha dado lugar a la creación del Golfo de California, debido al movimiento de la península de Baja California y el Sur de California perteneciente a la placa del Pacífico rumbo al noroeste. No todo el movimiento entre las placas del Pacífico y de Norteamérica se produce a través de las fallas transformantes, aparentemente parte de este movimiento se está llevando a cabo a través de fallas que atraviesan la parte norte de la península donde se encuentran la Sierra de San Pedro Mártir. Estas fallas forman un sistema del cual las más importantes son las fallas de Agua Blanca, San Miguel, Ojos negros, Tres Hermanos, Vallecitos, continúan aparentemente mar adentro y a lo largo de la costa hacia el norte, otras atraviesan por tierra y se continúan en el sistema de Rose Canyon en California.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 1. Movimiento de una falla transcurrente o transformante.

En la parte del Golfo de California, sobre todo en la boca del Golfo la velocidad de la separación es mayor que la que se presenta en su punto de unión con el continente lo que produce el intenso fenómeno de fallamiento (generación de fallas) sobre todo en la zona del Golfo.

A lo largo de estas fallas se producen deslizamientos que originan sismos que ocurren en el área de Mexicali; este movimiento relativo que se observa en las placas del Pacífico y de Norteamérica (FIGURA 2) es lo que lleva a pensar en la separación de la península dentro de algunos millones de años como se había mencionado anteriormente.

Como ejemplo es el gran desplazamiento que acompañó al terremoto de 1906 en California. Las observaciones directas revelan que el terremoto estuvo ligado al desplazamiento horizontal a lo largo de la gran zona de la falla de San Andrés. El desplazamiento horizontal a lo largo de la zona de falla alcanzó 7 m, pero el movimiento vertical correspondiente fue solamente de una fracción de 1m.

La cartografía geológica, por otra parte, demostró que la falla de San Andrés es una falla normal⁵ con un desplazamiento vertical, y el violento impulso tectónico de 1906 no es, por lo tanto más que una pequeña parte de la historia de la zona de falla.

Este impulso particular produjo un desplazamiento horizontal, pero el gran número de impulsos similares anteriores en historia de la zona de falla han producido en su mayor parte desplazamientos verticales, debido al movimiento de estas fallas y el hecho de que se atoren asperezas, se acumulan energías las cuales se liberan produciendo sismos en la península. (FIGURA 3).

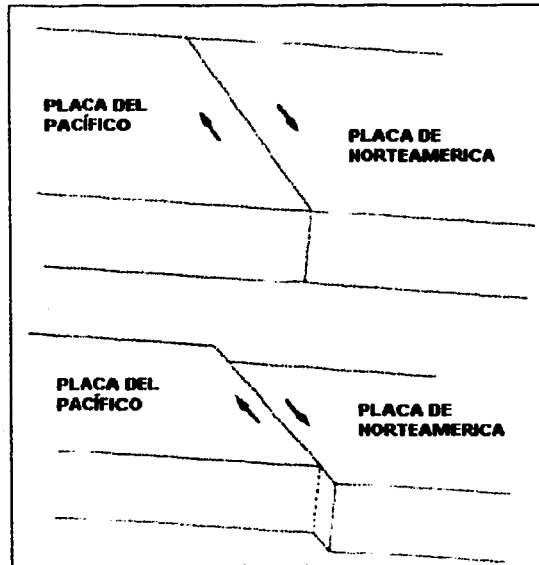


FIGURA 2. Deslizamiento de placas.

FUENTE: Medina Martínez Francisco. Sismicidad y volcanismo en México. La ciencia para todos 151, Fondo de cultura Económica. 1997. México, D.F. pp31.

Las placas se deslizan horizontalmente a lo largo de grandes fallas, esto pasa en la Falla de San Andrés, ya que esta es una falla normal, esto se debe al estiramiento de la corteza terrestre, el cual es continuo, debido a esto las fracturas de tensión pasan a fallas, más comúnmente a fallas normales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

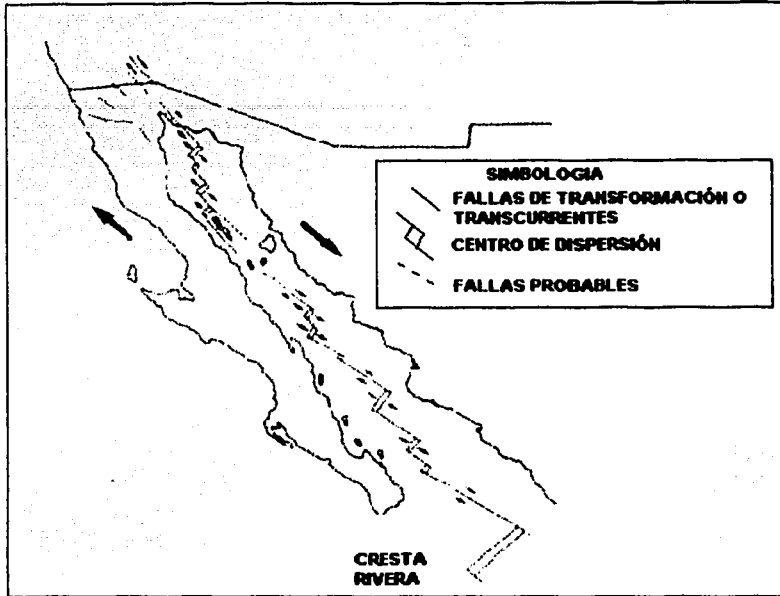


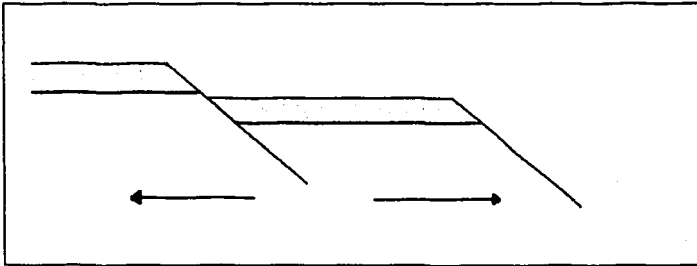
FIGURA 3. Fallas presentes en el Golfo de California.

FUENTE: Medina Martínez Francisco. Sismicidad y volcanismo en México. La ciencia para todos 151, Fondo de cultura Económica. 1997. México, D.F. pp32.

Las fallas normales a lo largo de las fracturas de tensión y de cizalla aumentan el área de esta parte de la superficie terrestre. Esto resulta claro si tomamos un corte y volvemos a los bloques verticalmente desplazados a su posición original. Los bloques no pueden tocarse y quedan entre ellos espacios abiertos.

La anchura de estos espacios abiertos es una medida de la amplitud del estiramiento si una falla normal muere en profundidad, esto es que por los procesos erosivos se rellena, el desplazamiento también puede decrecer por causa de la reducida potencia de los bloques hundidos. Esto indica el comienzo de la formación de la falla en un estiramiento plástico del estrato. Las fallas normales solo pueden ser resultado de una fuerza de tensión.

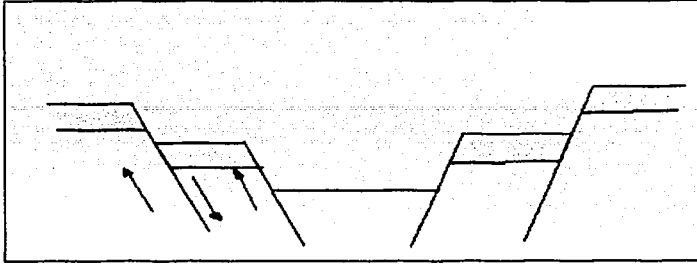
Por regla general las fallas normales acompañan a la flexión y al estiramiento de la corteza terrestre, (FIGURA 4) las fallas normales raramente se encuentran por separado; se combinan generalmente de un modo u otro para formar fosas y pilares tectónicos o fallas escalonadas. (FIGURA 5)



Elaboró: Beatriz Castillo Rojas.

FIGURA 8. Falla normal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ELABORÓ: Beatriz Castillo Rojas

FIGURA 9. Fallas Escalonadas.

En la península de Baja California se está presentando el caso de los movimientos de las fallas se presentan en planos de fallas ya existentes o se puede dar el caso de que se desarrollen nuevas fallas.

"El terremoto de 1906 se asoció a un violento desplazamiento a lo largo de la falla de San Andrés que se extiende por California a 900Km de sureste a noreste. Un estudio reveló que el terremoto fue producido por un desplazamiento horizontal a lo largo de una zona de falla; ese desplazamiento alcanzó 7m a lo largo de la falla principal y disminuyó gradualmente a lo largo de los planos de deslizamiento adyacentes. Fue sin duda una liberación de cargas elásticas acumuladas." (Belousov. 1971)

La comparación de estudios anteriores indica que se habían estado acumulando esfuerzos al menos durante los cien años anteriores, a medida que tenían lugar un lento e inadvertido movimiento del lado suroeste de la falla. Por último la fricción del plano de falla se hizo insuficiente para mantener juntas las paredes del plano de falla y se produjo el desplazamiento repentino.

-
- ¹ Es el avance de una placa sobre otra placa tectónica.
 - ² Las fallas transcurrentes o de rumbo, que se producen cuando los esfuerzos son cortantes sin componente vertical.
 - ³ Zona de separación.
 - ⁴ Es una falla que es transversal al eje de las dorsales, con desplazamiento lateral de los bloques en sentido contrario.
 - ⁶ Falla normal o de deslizamiento, que resulta de los esfuerzos de tensión.

3.3 TECTÓNICA REGIONAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.

La tectónica regional¹ de México esta muy relacionada con la dinámica que presentan cuatro placas oceánicas las cuales tienen movimiento con respecto al continente como lo son: la placa de América del Norte, Pacífico, Rivera, de Cocos y del Caribe (FIG 6).

El producto del movimiento de estas placas tiene como resultado la formación de las fosas del Golfo de California, Trinchera Mesoamericana y Trinchera Cayman o Bartlett, donde hay presencia de una actividad volcánica y sísmica, el movimiento de las mismas contribuye al proceso de separación de la península de Baja California respecto al continente y/o a territorio mexicano.

La corteza terrestre se encuentra en continuo movimiento y mantiene su equilibrio por la isostacia² y las corrientes convectivas del manto las cuales provocan movimientos en la corteza terrestre que dislocan o deforman sus capas, a lo que se le llama diastrofismo. El diastrofismo explica a los movimientos tectónicos orogenicos, que tienen sentido horizontal u oscilatorio, que cuando ejercen fuerzas de compresión son formadores de montañas y cuando los movimientos son de tensión forman fracturas que son rupturas en las rocas, sin desplazamiento, entre los bloques que separa y fallas que son rupturas en las rocas donde si se produce un desplazamiento a lo largo de la falla, las dos se muestran en la corteza terrestre. (FIGURA 7)

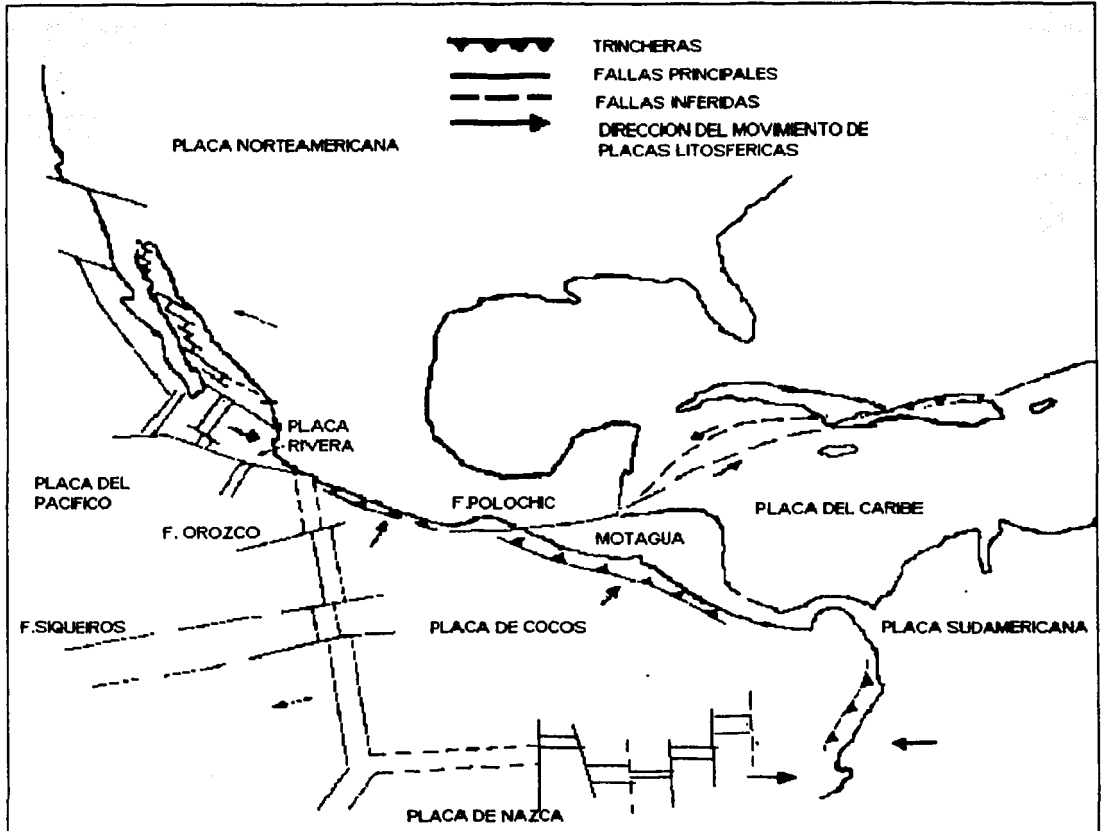
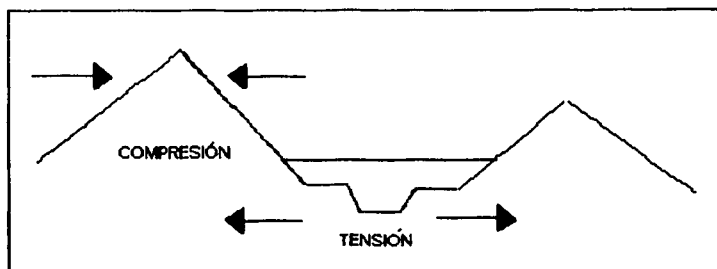


FIGURA 6. Placas que influyen en la tectónica de la República Mexicana.

FUENTE: Campa, M.F." Metalogénesis y Tectónica de placas" Rev. Información Científica y Tecnológica, 1985. 7(102). Pp. 27.

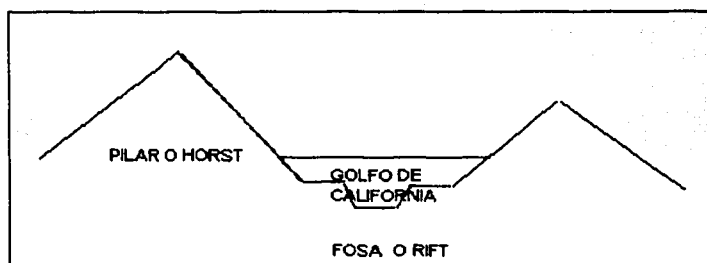
TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Los movimientos epirogénicos o trepidatorios son lentos, de ascenso (PILAR O HORST) y descenso (FOSA O RIFT), son capaces de levantar montañas y continentes. (FIGURA 12). Cuando los movimientos epirogénicos actúan donde existe una fractura, se produce un desnivel llamado falla.



Elaboró: Beatriz Castillo Rojas

FIGURA 7. Fuerzas de tensión y compresión.



Elaboró : Beatriz Castillo Rojas

FIGURA 8. Los movimientos en algunas porciones de la corteza terrestre pueden ser de ascenso, que se le llama pilar o horst, o cuando las fuerzas de empuje son de descenso, se hunden capas de la corteza terrestre formando fosas o rifts.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

La tectónica regional de la península de Baja California está manifestada por movimientos de diferentes fallas que se presentan ya sea sobre o debajo de la península, de forma vertical y horizontal, donde estos movimientos se observan en el relieve en el desarrollo de terrazas, grandes fallas, pendientes abruptas y otros rasgos.

El interés de esta tectónica de la península de Baja California comienza cuando inicialmente la península empezó a separarse del macizo continental americano por un protogolfo (Mar de Salton), que existió antes del Plioceno superior, iniciándose esta separación hace 6 o 4 millones de años, con un promedio de 6cm/año de separación de la península con respecto al territorio mexicano.³ Del movimiento hacia el oeste de la placa Americana se detuvo como resultado que la placa Farallón que desapareció bajo el continente, como consecuencia del choque entre la dorsal del Pacífico y la zona de subducción, donde se originaron fallas de transformación⁴ dando lugar a dos sistemas principales uno representando al de San Andrés y otro por el de Agua Blanca. La forma que adoptó el fallamiento transversal fue la de un movimiento de grandes bloques de la corteza, sin alteraciones relativas entre dos zonas de fractura. Sólo surgieron pequeñas grietas de tensión. (FIGURA 9)

Se podría proponer que las fallas transversales por las que esta regida la zona del Golfo de California, son fallas que se continúan por debajo o encima de la península y que éstas a su vez, se corren hasta una zona de subducción inactiva que se encuentra en el Pacífico, muestra de esta continuación podría ser el ejemplo de la falla de Agua Blanca.

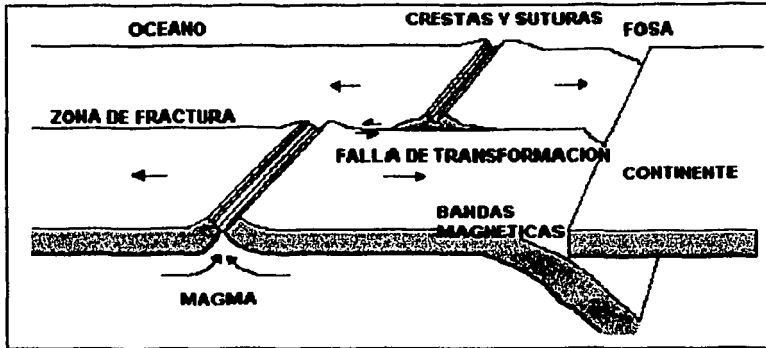


FIGURA 9. Deslizamiento de las fallas de transformación y las formaciones que se dan como producto de su deslizamiento.

FUENTE: SIENTIFIC AMERICAN. Deriva Continental y Tectónica de placas. Madrid, ED.H.Blume.2da. edición, 1978.pp.140

De esa manera la dorsal del Pacífico hace 10 millones de años se encontraba al nivel del extremo sur de la península; las costas orientales y occidentales del Golfo de California se encuentran intensamente fracturadas y movidas por fallas de transformación, por lo cual la península de Baja California fue afectada en su morfología estructural y su geografía. La razón de este disturbio en el oeste de la península se le atribuye al cabalgamiento de la placa continental sobre la Placa Pacifico.

Los deslizamientos recientes están reflejados claramente en los desplazamientos de los cursos fluviales. Un valor medio aproximado de 2.54 cm por año para el movimiento de la Falla de San Andrés esto es mucho menor que los que 7.5 cm por año que está deducido para el valor de la separación de la península de Baja California del resto de la nación mexicana, según Lesage (1987).

Por otra parte Don L. Anderson, (1978) menciona:

"... la porción norte de la Falla de San Andrés está, por entonces, completamente activada, ya que el bloque de la Baja California ha empezado a deslizar en contra de la placa norteamericana, coalicionando con las profundas raíces de las estructuras situadas al norte, la Sierra Nevada y las montañas de San Bernardino, las cuales desvían dicho bloque hacia el oeste. Una gran parte de la Baja California se rompe y, al desprenderse, se produce la apertura del Golfo de California. Así que mientras la Baja California continúa su movimiento hacia el noroeste, el Golfo de California se ensancha continuamente." (FIGURA 14)

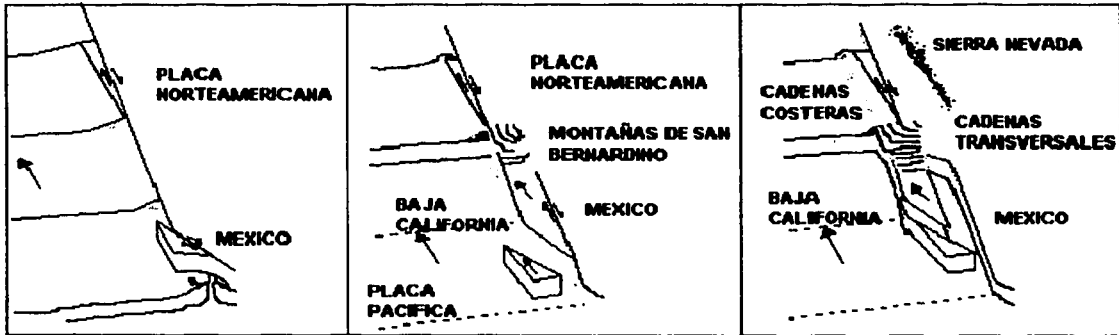


FIGURA 10. Movimiento de separación de la península de Baja California, influenciado por el sistema de fallas de san Andrés.

FUENTE: SIENTIFIC AMERICAN. Deriva Continental y Tectónica de placas. Madrid, ED.H.Blume.2da. edición, 1978.pp.141

La parte continental tiene mucha importancia en los cambios que se han presentado en la península de Baja California, sin embargo donde realmente ha sido el origen de estos cambios es en el suelo oceánico y aquí el Golfo de California juega un papel muy importante ya que el piso oceánico tiene mayor influencia sobre el movimiento de todas las fallas y fracturas que atraviesan la península, si no son todas las fallas y fracturas sí al menos las principales y las más grandes.

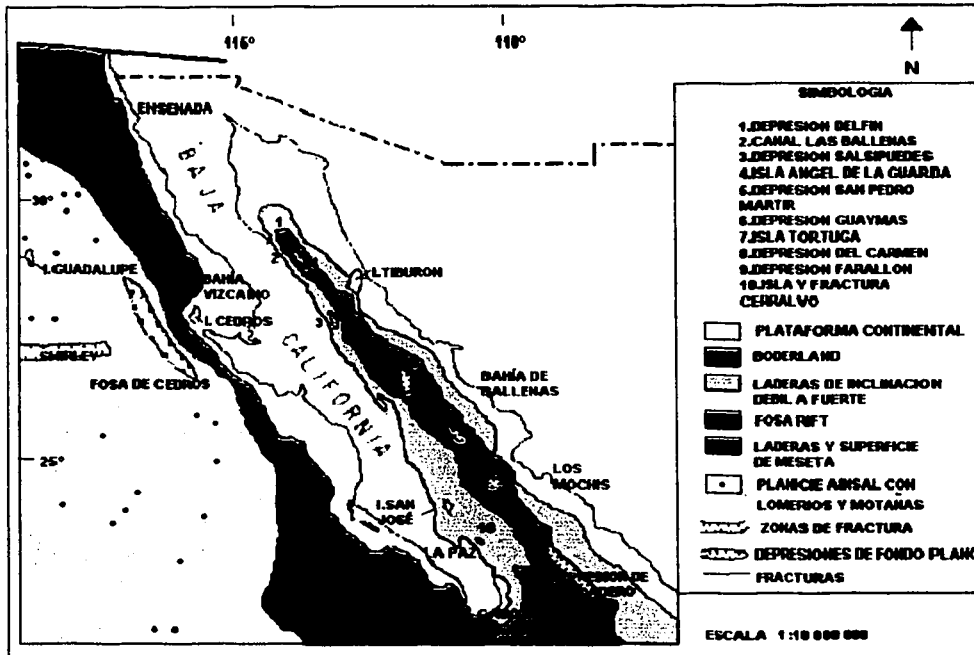
TECIS CON
FALLAS DE ORIGEN

En el caso de la península de Baja California el Golfo de California, es una fosa profunda, resultado de la separación horizontal de la Península de Baja California respecto al continente, el desplazamiento corresponde a la continuación hacia el norte del rift de la dorsal del Pacífico oriental. La prueba de la presencia del rift en el Golfo de California es visto en el hundimiento tectónico por medio de las depresiones o fosas: Delfín, Salsipuedes, San Pedro Mártir, Guaymas, del Carmen, Farallón, y Pescadero (MAPA 5). (Lugo Hubp, 1985)

La tectónica regional como se observo en el presente subcapitulo no solo tiene una representación en el espacio continental, sino también en el oceánico, uniendo ambos nos dan como resultado una modificación en el relieve en la península de Baja California.

MAPA 5.

MORFOESTRUCTURAS DEL OCÉANO PACÍFICO Y GOLFO DE CALIFORNIA.



FUENTE: Hubp Lugo José. Morfoestructuras del fondo oceánico mexicano. UNAM. Inst. Geografía. Boletín núm. 15. México, 1985. pp. 12.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

¹ Tectónica regional, la tectónica es la ciencia que estudia la estructura, movimientos, deformación y desarrollo de la corteza terrestre y el manto superior, en relación con la evolución de la tierra y lo regional se enfoca a la clasificación del territorio dependiendo de sus condiciones geológicas o fisiográficas, en México se le denominan provincias fisiográficas ya que son unidades mayores, la península de Baja California forma parte de una provincia fisiográfica.

² Isostacia es una hipótesis que trata que el equilibrio observado en la superficie de la tierra se explica satisfactoriamente por el supuesto de que la corteza está flotando sobre una sustancia más densa y más viscosa.

³ Lesage (1988) y Kasser(1987) establecieron por medio de observaciones directas en las costas de la península de Baja California y Sonora, a través de la isla de la Guarda, un desplazamiento horizontal promedio de 6 - 8 cm/año.

⁴ Término propuesto por G. T. Wilson en 1965 par referirse a fallas transversales al eje de las dorsales, con desplazamiento lateral de los bloques en sentido contrario.

3.4 EVOLUCION DE LA PENINSULA.

Durante la evolución tectónica de Baja California se dividió a la península en tres cinturones tectónicos, el primer dominio corresponde a la isla de Cedros, península de Vizcaino y las islas de Bahía Magdalena, que fueron resultado de una evolución estructural de la paleocorteza oceánica. (FIGURA 11)

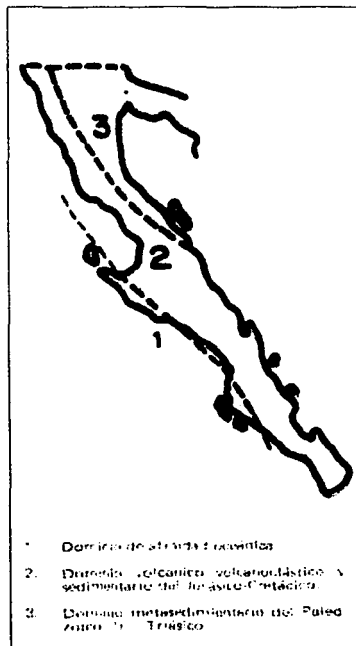


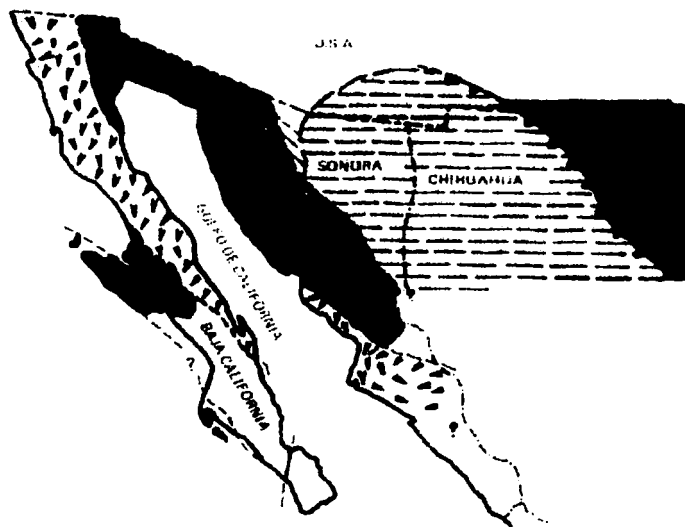
FIGURA 11. Cinturones tectónicos.

El segundo dominio se presentó en una franja volcánica que constituyó un antiguo arco volcánico, en esta franja volcánica - plutónica aflora en la mitad de la parte oeste de Baja California y se extiende debajo de la cubierta volcánica de la Sierra La Giganta y alcanza la región del cabo.

El tercer dominio son rocas metasedimentarias clásticas de borde continental. Esta franja forma la mitad oriental de Baja California (Moran Zenteno. J. 1985)

Se considera que la península de Baja California sufre un desplazamiento hacia el noroeste y lentamente, dentro de miles de años, se separará de la porción continental, convirtiéndose en una serie de islas que se desplazan hacia el norte.

Esta es una muestra de cómo se dio en sus primeros inicios el rompimiento de la península de Baja California y el tipo de material que la componía sin embargo prueba de esta separación la dan la presencia de los dominios paleogeográficos los cuales reflejan el material que estaba unido, los tres cinturones tectónicos que la componían y que al quedar separada la península quedó como un rompecabezas que la única prueba de haber existido esa unión, es las rocas que concuerdan de un lado de la península y del lado de las costas de Sonora, sin embargo por procesos exógenos las pruebas se ven más separadas. (FIGURA 12)



- Dominio paleo-oceánico
- Arco magmático del Cretácico temprano.
- Arco magmático del Jurásico terminal.
- Arco magmático del Jurásico temprano medio.
- Cuenca Cretácica Chihuahuense.
- Basamento Costero Paleozoico y Precámbrico.
- Plataforma de Texas.

TECTÓNICO CON
 ORÍGEN

(Según Claud Ragin 1978).

FIGURA 12. Esquema paleogeográfico.

FUENTE: Ing. Morán Centeno, D, J. 1985. Geología de la República Mexicana. INEGI . México , pp. 21

La Baja California estaba casi pegada al país, pero por razones de la cresta oceánica, entre la zona de fractura de Murray y Pionner, coalicionando con el continente, los depósitos que estaban en la fosa fueron comprimidos y elevados llegando a construir la cadena costera californiana. Hace tres millones de años el Golfo de California estaba empezando a abrir como la península se movía hacia fuera desde el país, se originaron una serie de suturas y grietas (rifts) que se rellenaron con magma y estaban jaloneadas por numerosas fracturas. La Baja California se pudo haber rasgado en una sola pieza o en astillas, actualmente el suroeste de California y la Baja California continúan su deslizamiento hacia el noroeste.

Durante el Oligoceno al Plioceno existió a lo largo de la costa de Baja California Sur una zona de subducción que dio como resultado el vulcanismo de tipo continental. En el Oligoceno, la dorsal del Pacífico se fue acercando progresivamente al continente y por consiguiente a la zona de subducción, tocando por primera vez la trinchera de Norteamericana hace no menos de 30 millones de años y dando origen a las fallas transformes que empezaron a actuar de este punto hacia el norte.

El manto terrestre está cubierto por enormes placas rígidas que pueden colisionar entre sí y deslizarse una con respecto a otra o separarse tras un agrietamiento que por lo regular se presenta en el suelo oceánico, en el caso de la península, la falla de San Andrés pertenece a un modelo tectónico global en el cual cada uno de sus componentes están interrelacionados.

Por la activación de este sistema de fallas la parte norte de la falla que se encuentra en California fue activa mucho antes y se ha movido a una mayor distancia que la porción del sur, por otra parte, la porción norte es sísmicamente menos activa que el sur debido a que aparentemente fueron originadas de diferente manera, la falla de San Andrés se desplaza 2.54cm por año al norte y centro de California esto es menor que los 6cm que , esta separando a la península de Baja California de territorio mexicano, el norte y el sur de California se mueven de diferentes modos.

Hace 30 millones de años, un sistema de crestas oceánicas se encontraban no lejos de la costa oeste de América del Norte, la cual era conducida por una placa móvil hacia una alineación de crestas. La placa continental anuló a la placa pacífica, produciéndose una gran fosa, mientras tanto toda la placa pacífica se movía hacia el noroeste. Transcurridos unos pocos millones de años la cresta más cercana al continente estaba interceptada, la fosa en ese entonces estaba siendo rellenada con materiales erosionados del continente.

Estos depósitos fueron los que llegaron a constituir, posteriormente, la cadena costera Californiana, la porción norte de la falla de San Andrés se origino cuando los depósitos de la fosa anterior llegaron a compartir el movimiento hacia el norte de la placa pacífica, a la vez en el sur una alineación de crestas para chocar con el extremo del continente sobre una interrupción de la línea de costa sur en la Baja California. La colisión desgarró y separa una parte de la península en la Baja California, la cual se une a la placa pacífica y comienza junto a ella, a viajar hacia el noroeste.

La porción sur de la falla de San Andrés esta por entonces, completamente activada, ya que el bloque de la península de Baja California ha empezado a deslizar en contra de la placa norteamericana, coalicionando con las profundas raices de las estructuras situadas al norte, la Sierra Nevada y las montañas San Bernardo, las cuales desvían dicho bloque hacia el W. una gran parte de la Baja California se rompe y, al desprenderse, se produce la apertura del Golfo de California. (FIGURA 13)

Así que mientras la Baja California continua su movimiento hacia el noroeste, el Golfo de California se ensancha continuamente. La compresión en el extremo septentrional del bloque de la Baja California origina la cadena transversal, la cual se extiende en el continente hasta las proximidades de la actual Santa Bárbara. (Don L, Anderson. 1978)

Levantamiento estrecho, alargado, del fondo, oceánico, de una altura relativamente pequeña, las crestas pueden ser acumulativas y modeladas. Se aplica también agrandes sistemas montañosos del fondo oceánico, alargados y estrechos.

Actualmente se aplica al movimiento de una placa litosférica oceánica bajo otra continental. En la zona limítrofe de ambas se forma una trinchera. De este proceso resulta la formación de los arcos insulares y sistemas montañosos marginales al continente. La expansión del fondo oceánico es el proceso contrario.

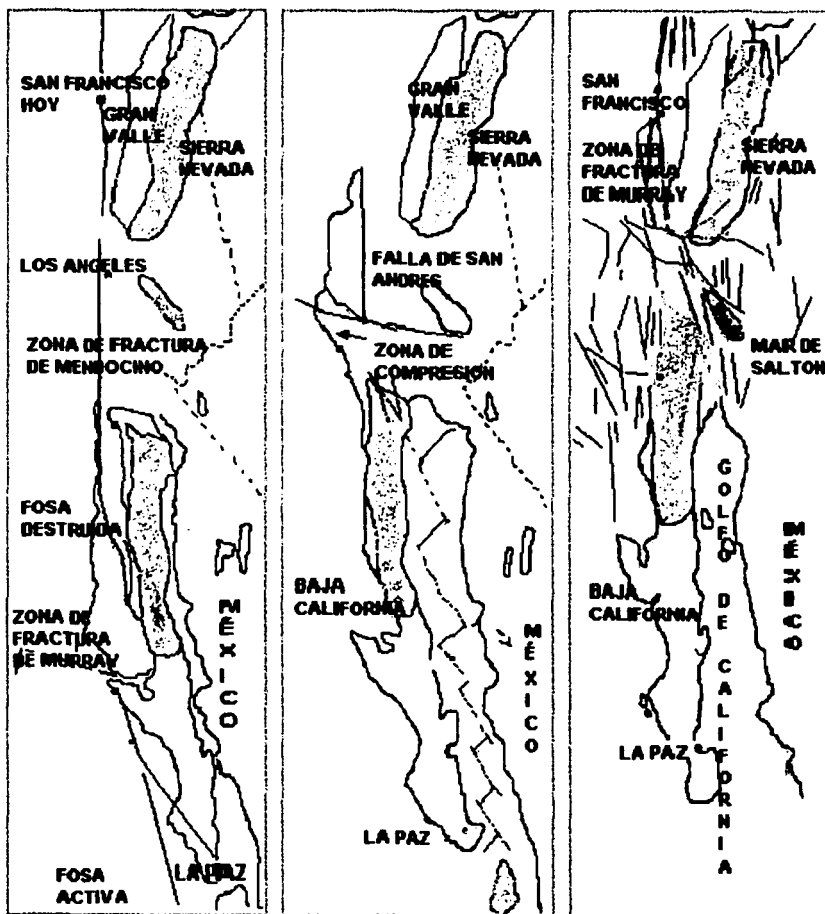


FIGURA 13. Apertura del Golfo de California.

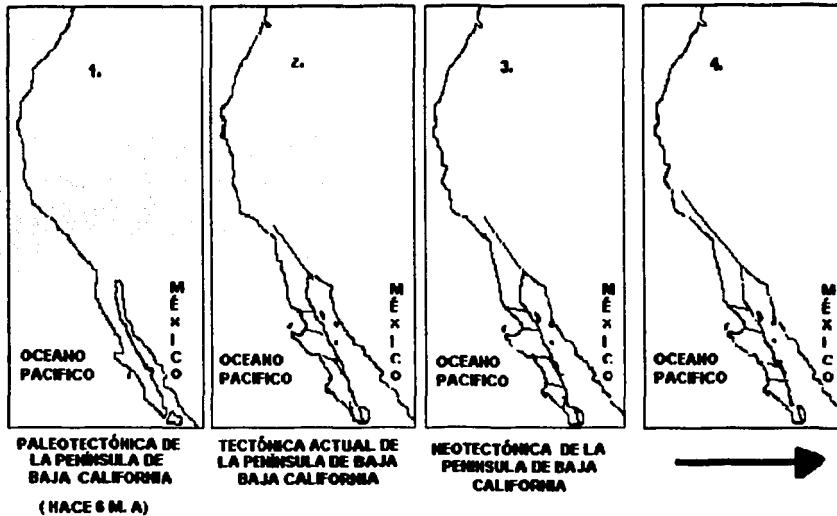
FUENTE: SIENIFIC AMERICAN. Deriva Continental y Tectónica de placas. Madrid, ED.H.Blume.2da. edición, 1978.pp.144

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La evolución posterior que se supone se puede presentar en la península, es que las fallas del Golfo de California se activaran, provocando el desencadenamiento de la activación tanto de fallas ¹ como de fracturas² que se hacen presentes en la península de Baja California, ocasionando que en algunos miles de años la península se partiera en varios pedazos y quedando como un archipiélago además del rompimiento de la misma se ocasionaría un desplazamiento hacia el norte ya que la placa norteamericana tiene su propio movimiento.

Otra propuesta, puede ser que las islas de origen volcánico que se encuentran cerca de la península comiencen a crecer, de tal modo que su crecimiento haga que las mismas se añadan a territorio de la península de Baja California.

POSIBLE EVOLUCIÓN TECTÓNICA EN LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.



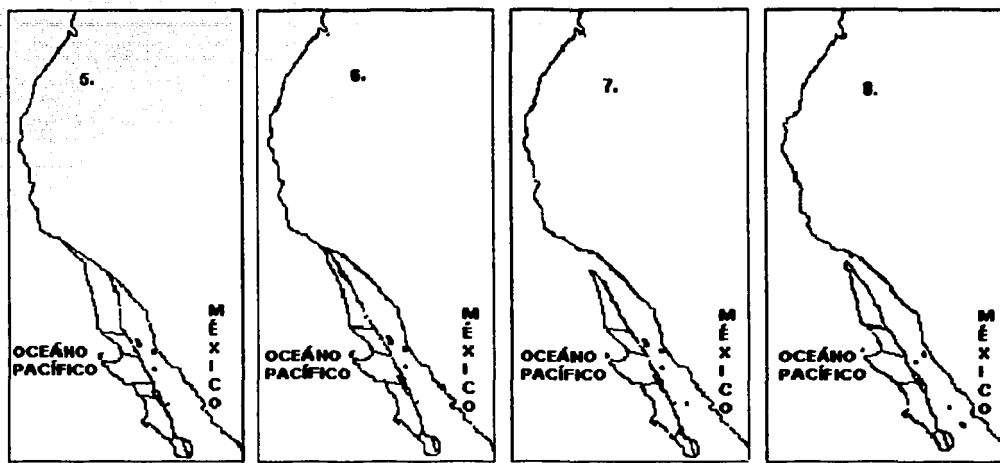
1. La península de Baja California estaba casi pegada al continente, el golfo de California se presentaba muy estrecho y una parte del estado de Jalisco que ahora corresponde a la península se desprendió mientras viajaba hacia el NW.

2. La apertura del Golfo de California continúa.

3. La separación entre la península y el continente ya era más pronunciada, además de que la dorsal oceánica comenzó a abrir más al Golfo de California y comenzaron a formarse la Isla Ángel de la Guarda, Isla Salsipuedes, Isla San Lorenzo y la Isla Tiburón se desprendió

4. Para esta época hace 6 millones de años la península ya estaba casi constituida como ahora se conoce.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



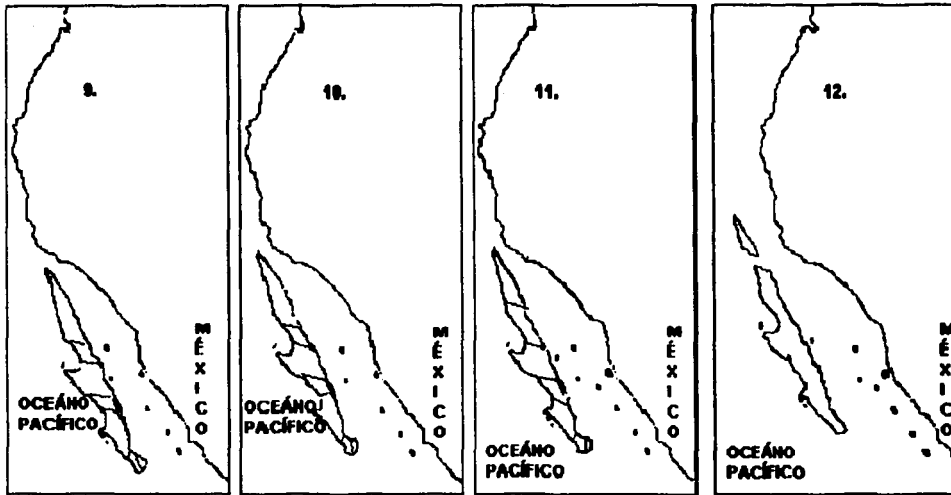
5. La falla de San Andrés comienza a tener movimiento y se empieza a dar una apertura en la parte norte de la península

6. Sigue abriéndose la península hacia el norte por la falla de San Andrés y en el Golfo comienza a haber más actividad volcánica, ya que comienza a dar un nuevo piso oceánico, ya que se da la formación de nuevo suelo volcánico y se forman pequeñas dorsales.

7. La península queda completamente separada del continente y el material magmático proveniente del golfo de California, hace que las dorsales aumenten de tamaño.

8. Surgen dos nuevas islas al sur de la península, producto del aumento de la salida de material magmático.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



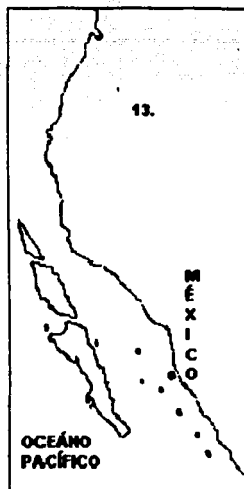
9. La península queda completamente desprendida del territorio mexicano, así como también parte de California y los Ángeles y empieza un movimiento de separación horizontal y un desplazamiento hacia el norte.

10. Surgen una isla más.

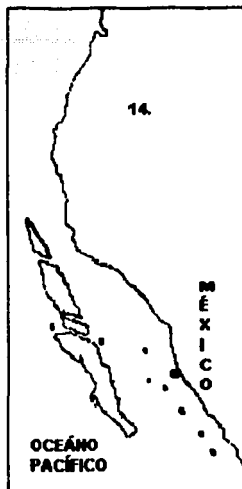
11. Surge otra isla.

12. Surge otra isla, se sigue separando y la parte norte de la nueva isla californiana ya que se desprende, por la activación de la falla que atraviesa aproximadamente del río Jaraguay al río las Artrastras.

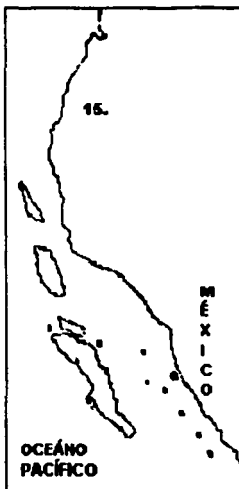
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



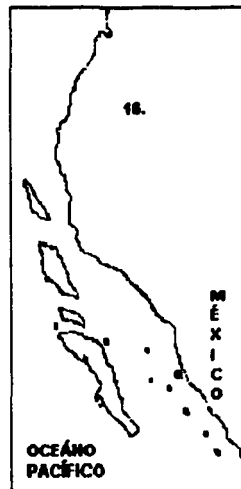
13. Se activa otra falla y comienza a separarse.



14. se activa la cuarta falla.

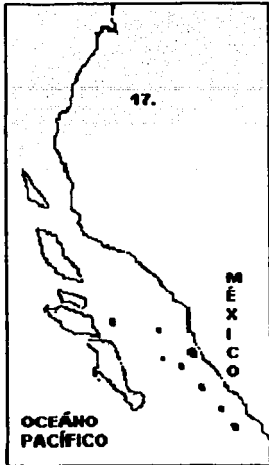


15. Se desplaza hacia el norte y sigue un movimiento de apertura horizontal de la península con respecto al territorio mexicano se activa otra falla y se siguen desplazando hacia el norte.

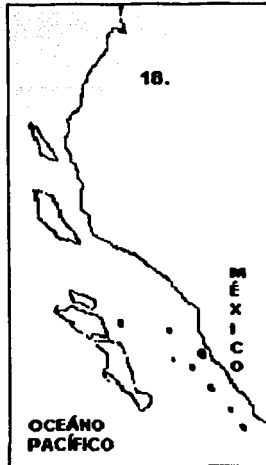


16. Se sigue dando un movimiento de desplazamiento.

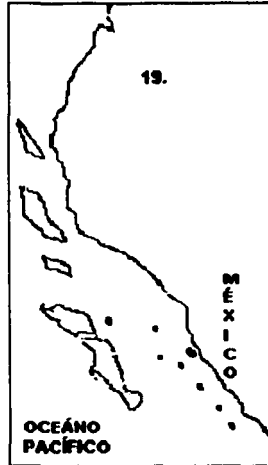
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



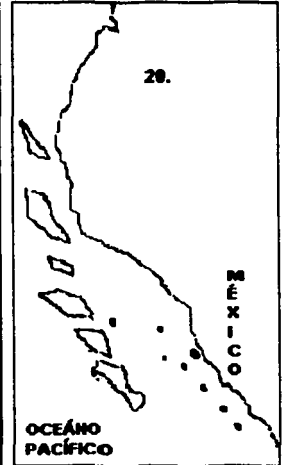
17. Se sigue desplazando.



18. Se activa la sexta falla.

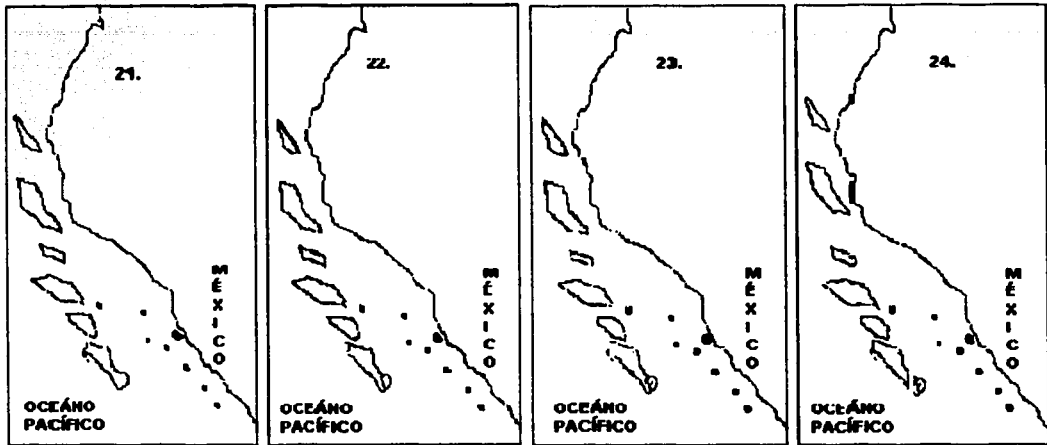


19. Se desplaza y rompe la falla falla.



20. Se separa.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



21. Se desplaza.

22. Continúa desplazándose.

23. Se activa la última falla.

24. Se desplaza ya cava la última falla la cual ocasiona el desprendimiento de esta zona que alguna vez se separo del territorio de Jalisco para formar una nueva isla.

¹ Plano o zona de ruptura en el sustrato rocoso a lo largo de la cual se produce un desplazamiento.

² Ruptura de las rocas sin desplazamiento de los bloques que separa.

CAPITULO VI

RIESGOS TECTÓNICOS Y ASPECTOS HUMANOS.

4.1 MANIFESTACIONES VOLCÁNICAS Y SISMOS, PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD DE LAS FALLAS.

Los riesgos tectónicos más importantes son las manifestaciones volcánicas y los sismos, los cuales son eventos que provocan desconcierto y alteración entre los pobladores de zonas cercanas ya sea a los focos sísmicos que regularmente se encuentran cerca de las fallas o al movimiento sísmico ocasionado por los volcanes, que aunque estén inactivos eso no condiciona a que estén extintos. (MAPA 6)

Hay diferentes teorías importantes para explicar los fenomenos volcánicos, pero el caso particular de la península de Baja California, es que en ella la mayoría de vulcanismo existente es explicado por la teoría de las placas, esto es, la litosfera es la capa más superficial de la tierra y esta formada por la unión de muchas placas a manera de un rompecabezas. Estas placas se deslizan unas respecto a otras porque descansan sobre un material plástico que es el magma.

La dinámica de las placas se explica por grandes movimientos que tienen lugar bajo la corteza terrestre, llamada astenósfera, donde se producen movimientos de convección debido a las diferencias de temperatura y densidades de los materiales, la interacción de las placas producen vulcanismo y la sismicidad, los reajustes dan lugar a fracturas, plegamientos y temblores. Al moverse la placa más densa se sumerge bajo la vecina produciendo un fuerte calentamiento en la zona de subducción que puede dar lugar a vulcanismo. Otras veces las placas se separan en zonas de expansión, dando lugar a la salida de magma. Siempre que exista una zona débil en la corteza terrestre el magma tendera a salir dando lugar a la erupción.

MAPA 6



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

SISMOS

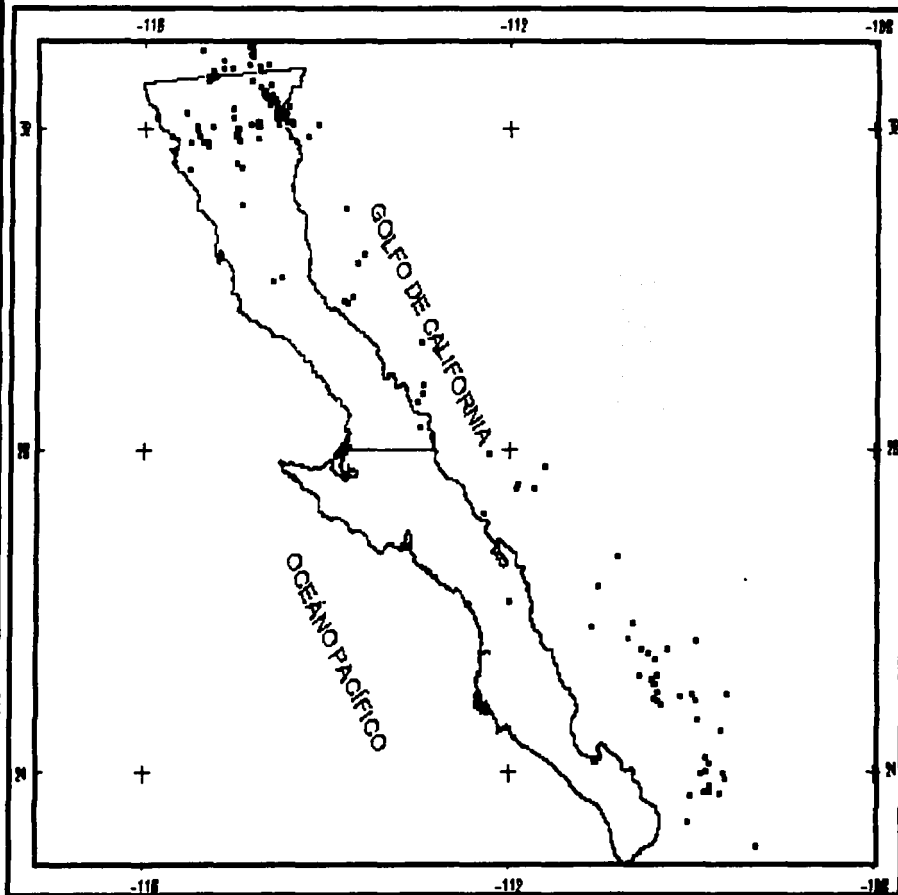
● FOCOS SISMICOS



1: 5000000

FUENTE:
Boletín sismológico.
Instituto de Geofísica UNAM
1999 - 2002

Sistema de coordenadas
geográficas. (grados)



TRFCS CON
FALLA DE ORIGEN

El vulcanismo está ligado regularmente a los campos de fallas, las fallas son por lo tanto accidentes de importancia ya que el relieve actual debe sus rasgos más destacados a conjuntos de fallas.

Además de las zonas de gran actividad volcánica, producto de choques y rozamientos de las placas hay otras pequeñas regiones llamadas " puntos calientes", hasta la fecha se han localizado 122 de las cuales 53 se encuentran en los fondos marinos en los que están incluido el Golfo de California y 69 en los continentes, los domos y grietas asociados con los puntos calientes pueden ser causa de fracturas o agrietamientos en los continentes o fondos marinos.

México cuenta con nueve regiones volcánicas y la península de Baja California esta incluida en la cuarta y quinta región que es la región de los geoanticlinales del pacifico los cuales lo conforman los volcanes de Baja California, (MAPA 7) esta zona bordea al océano Pacífico a lo largo del anticlinal que va desde Baja California hasta el sur del territorio mexicano, donde predominan las rocas arcaicas e intrusivas. A ella pertenecen los volcanes de Baja California el Camanhi, al NE, los volcanes de Las Tres Vírgenes, y el de Loreto.

La otra región del Golfo de California que son los volcanes de la cuenca del río Colorado y las costas de Sonora y los volcanes de las islas del Golfo de California donde hubo actividad volcánica, pero de escasa importancia, estos se encuentran en la cuenca del río Colorado y también pertenecen la isla Tiburón, la isla Angel de la Guarda, así como las pequeñas islas que se encuentran en el Golfo de Baja California.

MAPA 7



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

VOLCANES

▲ Edificios volcánicos

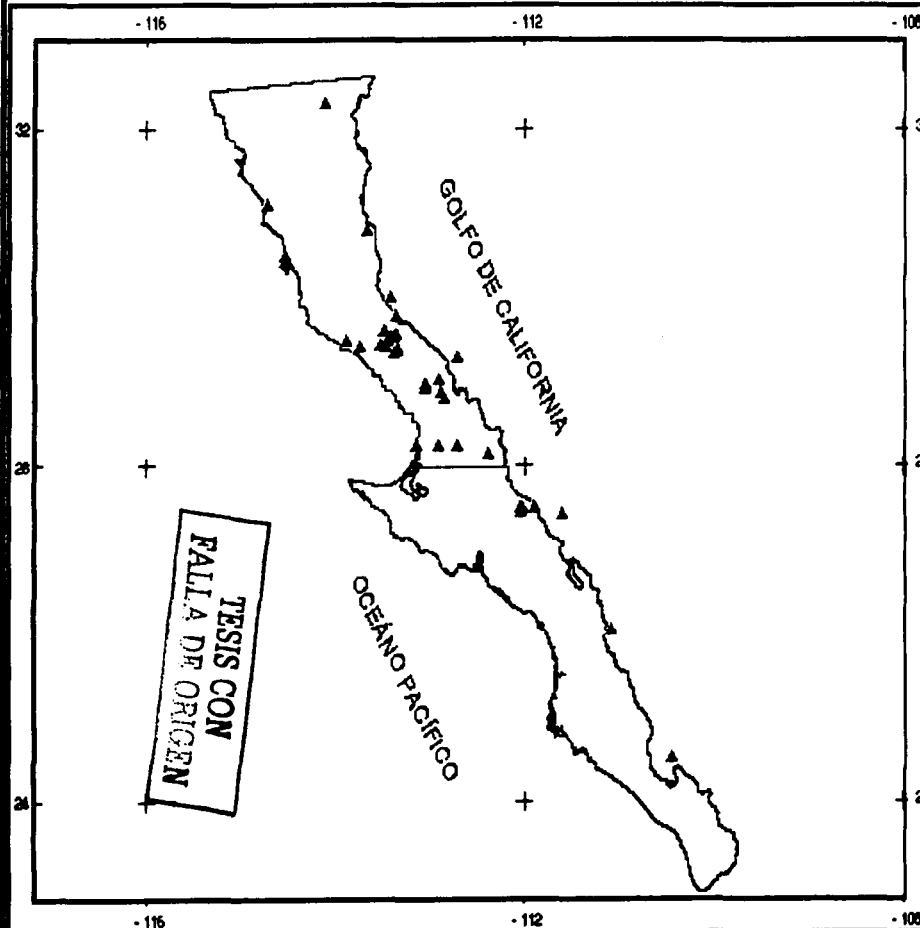


1: 5000000

FUENTE:

Carta Geológica .
Atlas Nacional de México.
Instituto de Geografía .

Sistema de coordenadas
geográficas. (grados)



105

Se informó de actividad fumarolítica o emisión de vapor durante 1939 en el Golfo de Baja California se carece de datos detallados de esta actividad debido a lo despoblado de la zona en esta época, otras demostraciones de actividad mas o menos recientes, en los últimos diez mil años se han presentado en los volcanes de San Quintín, la Isla Encantada y el Volcán de Cerro Prieto al Sur de la ciudad de Mexicali.

Este tipo de manifestaciones volcánicas están relacionadas con el proceso de apertura y separación del Golfo de Baja California. La actividad volcánica del noroeste de México tiene gran importancia, sobre todo por que su estudio está dentro del proceso de formación y evolución del Golfo de Baja California y de su piso oceánico, el cinturón volcánico en la esquina suroeste en el Golfo de Baja California pudo haberse extendido hasta Baja California y el sistema de fallas del Golfo de California pudo extenderse hacia la península.

Los volcanes de Baja California en la parte media de Baja California, al sur de las sierras graníticas de San Pedro Mártir y Juárez, en el territorio norte la de península, y al norte del istmo de La Paz, el vulcanismo de fines del Cenozoico se dio sobre todo a lo largo de la gran sierra La Giganta, en esta sierra hay derrames volcánicos del Mioceno - Plioceno que han tenido lugar, más que por cráteres aislados como los del volcán Las Tres Vírgenes y los conos situados en las cercanías de Comondú, La Purísima y San Ignacio, por las largas grietas por las que salieron enormes masas de lavas basálticas y de fragmentos volcánicos, principalmente tobas. En toda la parte del centro de la península, el vulcanismo ha sido el factor de mayor importancia, en la estructura geológica y con la influencia de la erosión formo profundos y estrechos cañones en cuyo fondo se hayan los productivos oasis de la Purísima, Comondú y San Ignacio.

A fines del Mioceno la península se encontraba aproximadamente en la forma actual desde comienzos del Plioceno y durante el pleistoceno fueron numerosos los volcanes que estuvieron en actividad: los derrames basálticos salían de un gran número de grietas de diferentes extensiones y la lava escurría sobre una planicie sedimentaria muy lisa. Esta actividad volcánica persistió durante el Plioceno acumulando grandes depósitos de lavas y productos piroclásticos que forman los relieves principales de la zona central.

Han habido también en épocas recientes fenómenos sísmicos que aumentaron la altitud de los relieves montañosos, produciendo un rejuvenecimiento en los arroyos.

Por otro lado Las Tres Vírgenes son montañas que se elevan a 2054m a 1890m y constituyen la extremidad noreste de una serie de cimas volcánicas que se extienden en dirección San Ignacio, el volcán más alto se le conoce por Las Vírgenes y presentó erupciones en 1746 y 1857.

En la costa oeste de Baja California según las últimas investigaciones submarinas ha demostrado que existe una provincia de montañas submarinas al sur de la Isla Guadalupe y Oeste de la Isla Cedros, todas con rocas ígneas. En la Isla Guadalupe se observa el volcán escudo de 1100m de altura sobre el nivel del mar de rocas basálticas.

En la región noreste de la península de Baja California se localiza el campo volcánico de San Quintín que consiste en nueve conos cineríticos, la bahía está formada por los edificios volcánicos y uno de los conos a formado una isla cercana a esta bahía, a unos 100km de Punta Eugenia.

Los volcanes de la depresión del Golfo de California se encuentran en el delta del río Colorado al pie de San Pedro Mártir, " la laguna de los volcanes " rodeada de conos de lodo y de aguas termales. Es la zona geotérmica del norte de Baja California, la isla Tiburón, separada por el canal de Infiernillo de las costas de Sonora, es elevada y escabrosa, de origen volcánico y de fines del Terciario, esta formada por riolitas y andesitas con obsidiana y piedra pómez.

"En las islas del Golfo de California la actividad volcánica ha sido también considerable, desde la isla Tortuga, cuyo cráter volcánico se conserva perfectamente, hasta la isla del Espíritu Santo, donde hay espesos lechos de brecha volcánica. Una de las islas de mayor dimensión es la de El Angel de la Guarda, con rocas ígneas piroclásticas. En la isla de San Luis Gonzaga se encuentra el volcán La Encantada, es un complejo de domos y cráteres de explosión, su altura sobre el nivel del mar es de 160m. La última erupción se forma un domo de obsidiana de menos de 100m. La isla Coronado existe el volcán del mismo nombre, es un estratovolcán de 460m de altura." (Yarza De la Torre.1992)

Otro de los riesgos como se había mencionado la comienzo del subcapitulo es, el peligro que se podría correr si en algún momento las fallas o fracturas comenzaran a moverse lo cual ocasionaría desastres en algunos pueblos de la península de Baja California . (MAPA 8) los poblados principales serian:

Baja California.

Islas Agrarias
Ejido Patzcuaro
Rancho El Peligro
Progreso
Ejido Saltillo
San Felipe
Col. Mariano Abasolo
González Ortega
Familia Castro
El Chorizo
Compuerta 29
Sexta de la Progreso
Uruapan
Colonia Agrícola Benito Juárez
Colonia Castro
Colonia Pacífico
Ejido Tamaulipas
Ejido Jalapa
Ejido Jalisco
Poblado Lázaro Cárdenas
Col Madero
Ejido Sinaloa
Benito Juárez
Ranchería la división
Familia Fierro
Zona del Canal
Valle de las Palmas
Rancho el Florido Viejo

Baja California Sur

Palo Bola
Centro de readaptación social
Guamuchil
Licenciado Alfredo V. Bonfil
Chametta
La Trinidad
El Triunfo
Campana
B. A.M. Número nueve
Las Cuevas
El Ranchito
Santiago
Loreto
Nopolo

MAPA 8



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

RIESGOS SISMICOS

Localidades afectadas en
Baja California Sur

Localidades afectadas en
Baja California

Fallas y fracturas

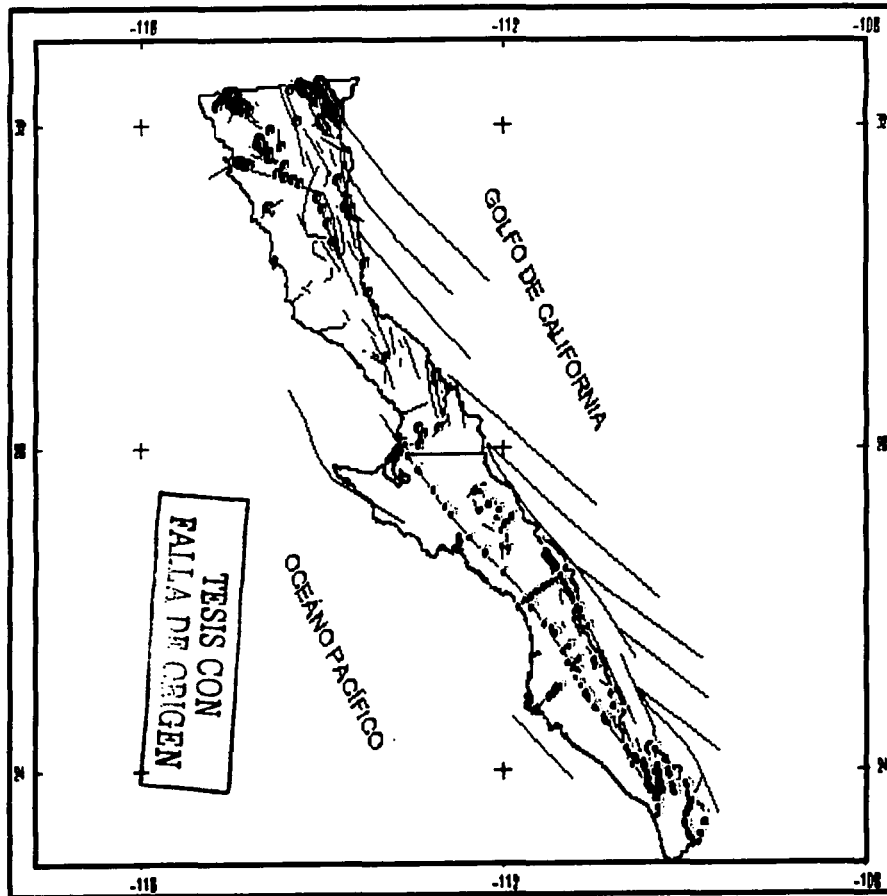


1:5000000

FUENTE:

Censo de INEGI del 2000.
Mapa de fallas y fracturas.

Sistema de coordenadas
geográficas. (grados)



Obviamente toda la península se vería afectada, sin embargo gracias a lo despoblado de algunas zonas de la península no se ocasionarían grandes desastres; como es sabido los desastres están en función de la población, personas que se ven afectadas por el peligro que en este caso sería en su mayoría sismos, los cuales se sentirían y causarían más daños en unas partes que en otras; los sismos que presentan en la península de Baja California tienen un rasgo peculiar, por un censo de sismos que se recolectó de 1995 al 2001, se representa claramente que los sismos en la parte norte de la península se presentan en la parte continental de la península, sin embargo los sismos en la parte sur de la península se presentan los focos sísmicos en la parte oceánica, esto es en el golfo de California, el análisis de esto muestra mayor actividad tectónica en la parte oceánica al sur de la península y en la parte norte de la misma se presenta mayor actividad tectónica pero en la parte terrestre.

Estos sismos provocarían daños sobre todo en las construcciones como es el caso del Rosarito, la fractura que se encuentra ahí, ocasiona que los asentamientos que hay a su alrededor se vean afectados por grietas en sus casas, hundimientos en el suelo, en algunos casos deslizamientos, pero lo más peligroso son las grietas en las casas que podrían traer consigo el derrumbe de las mismas, sobre todo por ser asentamientos irregulares. (FOTO 7 Y 8)



FOTO 7 . Daños causados por las fallas tectónicas



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FOTO 8. Daños en las construcciones.

Por otro lado está la construcción de carreteras sobre todo las principales como son:

La 1 que va de Cabo San Lucas a Buenavista.

De Loreto a Buena aventura.

San Isidro a Rosarito.

La 5 de San Felipe a Mexicali.

El peligro que se corre es que mientras la evolución de la península continúe, el riesgo está presente, mientras haya una población de pocos o muchos habitantes, sin embargo es un proceso natural donde la tierra tiene su propia actividad sin importarle lo que este sobre la corteza terrestre.

Quizá no se pueda aminorar el peligro, pero si se puede hacer algo frente al riesgo como el tener planes de contingencia, sobre todo para los sismos, el preparar a la gente para casos de sismos, ya sean de mayor o menor magnitud para con esto disminuir en gran medida la vulnerabilidad de las personas que habitan en la península de Baja California.

4.2 UTILIDAD ECONÓMICA DE LAS FALLAS.

Las fallas no solo son sinónimo de desastres o movimiento, también pueden tener una función económica y por lo tanto formar parte de las actividades humanas. Entre las riquezas naturales que la tierra nos puede proporcionar están los desprendimientos de agua, gases y vapores que provienen de las profundidades de la corteza terrestre, los cuales pueden utilizarse en la generación de calefacción y de energía, principalmente eléctrica, que es indispensable en todos los aspectos de la vida actual, como es el caso de la producción de energía geotérmica la cual se realiza haciendo perforaciones de pozos profundos en zonas volcánicas.

En todos los campos geotérmicos debe existir una masa caliente que pueda ser de una intrusión, diques de magma rellenando unas fracturas, o chimeneas volcánicas ya taponadas, localizadas a una profundidad no mayor de 10 km. En estas zonas volcánicas recientes se presentan movimientos tectónicos de levantamiento, hundimiento y fracturamiento, debe existir además, en las cercanías de estos terrenos volcánicos, una zona que presente suficiente permeabilidad para que se forme una acumulación de agua subterránea, la cual recibe el calor de capas calientes de la tierra debido al contacto cercano de esas masas internas de origen volcánico.

Los cuerpos de magma, al enfriarse, emiten vapores mineralizados y por ello el agua subterránea vecina se enriquece con sustancias como sales, azufre, boro, nitrógeno, potasio y otros muchos minerales.

El abastecimiento de gases y vapores volcánicos puede durar cientos de años sin sufrir una disminución sensible en el trabajo de plantas geotérmicas, por lo que resulta muy ventajosa, además de utilizarse los vapores naturales en la transformación de energía, pueden crearse industrias anexas, al aprovechar los residuos que dejan los vapores al condensarse, en la producción de ácido bórico, bórax, sulfato de sodio y amoníaco.

Las corrientes de convección en el manto terrestre, junto con la actividad volcánica y la circulación hidrotermal dentro de la corteza, constituyen un mecanismo de transporte, para formar depósitos hidrotermales cerca de la superficie. La zona cortical que se mueve en varias direcciones debido a corrientes convectivas en la astenósfera, ha formado placas oceánicas y continentales que chocan o se separan dando lugar a regiones de interacción geológicamente activas en las cuales ocurre la subducción de placas, las erupciones volcánicas y la construcción de montañas.

Por medio de este proceso de energía térmica es transportada desde el interior de la tierra a regiones cercanas a la superficie de la corteza terrestre, donde el movimiento de fluidos del subsuelo la toman para manifestarse en la superficie en forma de géisers, volcanes de lodo, fumarolas, manantiales hidrotermales, solfataras, etc.

Muchas zonas magnéticas supercalentadas pueden ser pequeñas y enfriarse en algunos años y otras pueden cubrir varios kilómetros cúbicos, permanecer energizadas durante miles de años y dar lugar a sistemas geotérmicos importantes que, en condiciones especiales, podrían llegar a constituir campos geotérmicos.

El gran número y la espectacularidad de algunas manifestaciones termales localizadas en el centro del país, dio lugar que a mediados de los cincuenta se iniciaran los primeros estudios para el aprovechamiento del recurso geotérmico en la generación de electricidad, en 1964 se hizo el descubrimiento del mayor campo geotérmico en Cerro Prieto BCN, que en 1973 inicio la generación geotermoeléctrica con dos unidades de 37500kw y, con ello, el desarrollo geotérmico del país.

México cuenta con 7 provincias geotérmicas, el concepto de provincia geotérmica se han englobado los diferentes aspectos tectónicos, magmáticos y volcánicos que caracterizan una región en la que la actividad termal se manifiesta en condiciones similares, en la cuarta provincia geotérmica se encuentra Baja California, ya que la península está constituida esencialmente por dos unidades geológicas, la región norte, que se caracteriza por tener grandes cuerpos intrusivos y rocas metamórficas, y la región sur, formada principalmente por andesitas miocénicas y rocas intrusivas, sedimentarias y metamórficas de diversas edades.

Si se considera el corto periodo (4 a 6 m.a.) En el cual la península desde su inicio alcanzó la configuración actual, no debe sorprender que sus elementos tectónicos se orienten principalmente noroeste - sureste, paralelamente a las fallas transformes de la apertura del Golfo de California, y que incluso algunas de ellas permanezcan activas o, en ciertos casos como en Las Tres Vírgenes, hayan sido la causa del volcanismo reciente.

La actividad termal de esta provincia se presenta tanto en rocas intrusivas y metamórficas del Mesozoico, como en rocas volcánicas miocénicas, volcánicas y sedimentarias cuaternarias.

En la mayoría de los casos dicha actividad se relaciona con las estructuras del sistema noroeste - sureste. Como elementos de debilidad cortical, por el cual ascienden fluidos superficiales para elevar su temperatura de acuerdo a un gradiente anómalo, y posteriormente aflorar dando lugar a focos termales.

El campo geotérmico de Cerro Prieto se localiza en la zona que limita las placas del Pacífico y de Norteamérica, en el complejo de falla transformante de San Andrés. En sus alrededores afloran rocas metamórficas, intrusivas, volcánicas y sedimentarias tanto marinas como continentales cuyas edades abarcan del Paleozoico al cuaternario.

Las estructuras más importantes del campo siguen el patrón noroeste -sureste del sistema de San Andrés; Sin embargo existe un sistema transversal noreste - suroeste que actúa como colector distribuidor de los fluidos hidrotermales en el subsuelo.

El sistema geotérmico tiene una antigüedad entre 50 000 y 10 000 años, habiéndose generado por la transferencia de calor a través del basamento granítico desde una probable zona de magmatismo a gran profundidad, causado por el tectónismo.

El Valle de Mexicali posee dos acuíferos de extensión regional; uno somero, explotado actualmente con múltiples pozos para riego agrícola parece tener una recarga de orden de 6000 a 800 millones de metros cúbicos por año.

Y el acuífero profundo, con el que está relacionado el yacimiento geotérmico de Cerro Prieto el cual debió proporcionar a la zona del yacimiento una recarga natural de unos seis litros por segundo antes de iniciar su explotación con la extracción, las condiciones del subsuelo han cambiado y dicha recarga se ha incrementado notablemente.

El agua de este acuífero provino del río Colorado y se infiltró hace unos 4000 años (actualmente se sigue infiltrando), llegando al yacimiento geotérmico en su parte más profunda del noreste principalmente. Siguiendo la dirección noroeste y sureste, el flujo subterráneo de este acuífero debió llegar hasta la zona de calor relacionada con el sistema de fracturas noreste - sureste, pasar por ella y ascender por convección hasta el yacimiento geotérmico actualmente en explotación. Parte del agua del acuífero profundo proviene también del acuífero somero, ya que la separación entre ambos es una acuitardo que permite cierta infiltración. (G. P. Salas, 1988). La energía geotérmica además de transformarse en energía eléctrica, posee una gran cantidad de aplicaciones secundarias de las cuales las más importantes son:

- El empleo de las aguas geotérmicas de desecho en acuicultura.
- El uso de vapor geotérmico en el sistema de aire acondicionado en el edificio principal de Cerro Prieto y en las otras dos centrales.
- La producción anual de 80 a 100 000 toneladas métricas de cloruro de potasio, producto de importancia estratégica en la agricultura nacional, que actualmente se importa en su totalidad.
- El empleo de calor geotérmico de desecho con fines industriales y de producción de alimentos.
- El uso de calor de baja temperatura para el establecimiento de granjas y agroindustrias.

Mediante la geotermia puede lograrse un ahorro en la utilización de los hidrocarburos y dedicarlo a industrias de mejor rendimiento económico puede aprovecharse como en Cerro Prieto las sales de los fluidos como la del cloruro, el potasio, el litio y el sulfato de sodio, como fertilizantes.

En el interior de la tierra hay grandes cantidades de energía acumulada que puede aprovecharse para generar energía eléctrica. México esta en la actualidad, entre los países mas desarrollados en geotermia; por ello se requiere de educar y capacitar aun mayor numero de personas responsables para manejar con éxito cada una de las plantas geotérmicas del país.

Las fallas no pueden tener una función específica pueden tener varias como es el caso de las fallas encontradas a los pies de la Sierra de San Pedro Mártir sus valles son fértiles aparte de la neblina que entra por la extracción de agua del subsuelo basándose en pozos los cuales facilita su elaboración por medio de fallas que se encuentren cercanas a él, por otro lado esta que las fracturas aledañas a las fallas sirven en algunos casos como canales de riego.

La falla del Rosario la ocupan para sembrar ya que es una parte muy plana por donde pasa el río El Rosario las pescaderías quedan a las orillas de la falla y esta les sirve para desalojar todo su desperdicio. Otras de las fallas sirven de asentamiento para la construcción de carreteras debido a que las fallas crean un relieve plano en el contorno de las mismas estas son útiles para ser el paso de carreteras como es el caso de la carretera que va de la Paz a San José del Cabo.

CONCLUSIONES

El Relieve de la península de Baja California en su relieve muy complejo ya que hay desde grandes montañas hasta hermosos y planos desiertos lo cual hace de todas las formas de relieve presentes en esta gran península, nos hace preguntarnos por que la razón de esas formaciones, y lo más interesante el cómo se ha dado el desarrollo de la separación de la península con imaginar que hace mucho tiempo la península estuvo pegada al territorio mexicano y como ese bellissimo Golfo de California es la muestra de la separación. Son cosas que quizá nos cuestionamos con una sola respuesta la dinámica de la corteza terrestre reflejada en la geotectónica de la península, comenzando desde como por eventos internos asociados con procesos externos nos dan como resultado lo que en la superficie vemos.

Los eventos internos están reflejados en la superficie por una serie de manifestaciones volcánicas tanto oceánicas como continentales y la presencia de fracturas y fallas a lo largo y ancho de toda la península las cuales esperan la activación de una falla mayor que ellas que haga que las fallas se desplacen más de lo que comúnmente se desplazan y que las fracturas se conviertan en falla y todas ellas hagan por su desplazamiento de la península de Baja California un archipiélago de islas que a su vez se desplazarán.

Pareciera un cuento de ciencia ficción sin embargo la corteza terrestre es dinámica y la península de Baja California forma parte de un gran rompecabezas que compone toda la corteza terrestre y en ese pedazo de rompecabezas estamos nosotros, la naturaleza sigue su dinámica sin embargo nosotros estamos dentro de esa dinámica y no podemos controlar lo inevitable que serian los desastres ocasionados por los sismos que se darían por el movimiento de las fallas y la actividad volcánica que resurgiría.

Sin embargo no todo es malo gracias a la presencia de esta dinámica hacen que esas fallas sean de una forma útiles para el hombre, como geógrafos el trabajo no es medir las distancias a las que se desplaza la península o la velocidad y hacer cálculos de en cuanto tiempo se separara, como geógrafos el trabajo es determinar el beneficio o perjuicio que puede traer la dinámica de estas fallas y fracturas a la población de la península de Baja California, esto asociado a los riesgos que podría presentar la población

BIBLIOGRAFÍA:

- Alejandro Nava. La inquieta superficie terrestre. La ciencia para todos 113, Fondo de Cultura Económica. México D.F. 1998. Pp 133-137.
- José Lugo Hubp. La superficie de la tierra II: Procesos catastróficos, mapas del relieve mexicano. La ciencia para todos 101, Fondo de Cultura Económica. México D.F. 1999. Pp 56-58.
- José Lugo Hubp. La superficie de la tierra I: Un vistazo a un mundo cambiante. La ciencia para todos 54, Fondo de Cultura Económica. México D.F. 1998. Pp 36.
- Medina Martínez Francisco. Sismicidad y volcanismo en México. La ciencia para todos, Fondo de Cultura Económica. México D.F. 1997. Pp 29, 31, 32, 82.
- Vivó Escoto Jorge A. Anuario de Geografía. Tema: Medio Físico y Recurso de Baja California. UNAM. Facultad de Filosofía y Letras. México. 1979. Pp 393,394.
- Bassols Batalla Angel. El noroeste de México. Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM, 1972.
- Vivó Escoto Jorge A. Geografía de México. Fondo de Cultura Económica. México 1948. Pp 19, 38, 42, 45, 47, 48, 49.
- Viniestra Osorio Francisco. Geología histórica de México. Facultad de Ingeniería, ciencias de la tierra UNAM. México 1992. Pp 5, 6, 45, 92, 98, 133, 152, 154, 171, 202, 208, 206, 207.
- Scientific American. Deriva continental y tectónica de placas. Artículo. La falla de San Andrés, Don L. Anderson. Madrid, Ed. H. Blume, 2ª Edición, 1978. Pp 137-153.
- José Lugo Hubp. Diccionario Geomorfológico. Instituto Geográfico. UNAM. México D.F. 1989. 1ª edición.
- Mammerickx, J. Y Klitgord, K. Northern East Pacific Rise: Evolution from 25m.y. to the Present, J.Geophys.1982.pp6751 – 6759.
- Llorente Jorge. La distribución de los seres vivos y la historia de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México.1996.pp 9 –29.
- Atlas Geográfico Universal y de México. Grupo editorial OCEANO.Barcelona, 1994.pp XI, XII.
- Lugo Hubp José. El relieve de la República Mexicana. UNAM. Instituto de Geología. Revista V.9, num.1, 1990 pp.85 - 88.
- Celis - Gutiérrez, Socorro. Interpretación paleoambiental de los depósitos marinos litorales pleistocénicos de la localidad de Punta Cjueca, Sonora. UNAM. Instituto de Geología. Revista V.61986.pp259-268.

- Ing.G.P.Salas. Geología Económica de México. Instituto de Geología. UNAM, Fondo de Cultura Económica, México.1988.pp.44
- Aubouin.J. Tratado de geología. Petrología. TOMO I, Omega, 1989.
- Aubouin.J. Tratado de geología. Tectónica, Tectonofísica y Morfología. TOMO III, Omega, 1989.
- Mattaver.M. Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre. Omega, Barcelona. Colección Métodos, 1976.
- Belousov. V. V. Problemas básicos de Geotectónica. Omega, Barcelona, 1971,pp585.
- Yarza de la Torre Esperanza. Volcanes de México. UNAM, México D.F., 1992. Pp 80, 81
- Laura Elena Maderrey. La Humedad y la Vegetación en la península de Baja California. Boletín Volumen VI, Instituto de Geografía. México, 1975. Pp.73.
- SSP. Síntesis Geografica de Baja California. México. D.F., 1984. Pp 15,16
- INEGI. Síntesis Geografica de Baja California Sur. Aguascalientes, AGS.1995. pp.15, 16
- Arthur N. Strahler y Alan H. Strahler. Geografía Física. Omega, 3ra. Edición, Barcelona, 1989.pp230-244
- Lugo Hubp José. Morfoestructuras del fondo oceánico mexicano. UNAM. Inst. de Geografía. Boletín núm.15. México, 1985. Pp12
- Melendez, Melendez Bermudio. Geología. Paraninpo, Madrid, 1981.pp102
- T.Huang Walter. Petrología. Unión Tipográfica editorial, S. A., Barcelona, 1981.pp303



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
 COLEGIO DE GEOGRAFÍA

CARTOGRAFÍA:

ALMANAC

Mexico's land of
dreams.
Baja California y Baja
California Sur.
Mapas topográficos
detallados
Publicado por Baja
Almanac Publishers.
Las Vegas, NV.

Carta Topográfica
INEGI
Mexicali
I 11-12
Escala 1: 250000

Carta Geológica
INEGI
Mexicali
I 11-12
Escala 1: 250000

Carta Topográfica
INEGI
Punta San Antonio
H 11-9
Escala 1: 250000

Carta Geológica
INEGI
Punta San Antonio
H 11-9
Escala 1: 250000

Carta Topográfica
INEGI
Isla San Esteban
H 12- 10
Escala 1: 250000

Carta Geológica
INEGI
Isla San Esteban
H 12- 10

Escala 1:
250000

Carta
Topográfica
INEGI
Isla Cedros
H 11- 12
Escala 1:
250000

Carta Geológica
INEGI
Isla Cedros
H 11- 12
Escala 1:
250000

Carta
Topográfica
SPP
La Paz
Escala 1:
1000000

Carta
Topográfica
SPP
Tijuana
Escala 1:
1000000

Carta
Topográfica
INEGI
Loreto
G12-5
Escala 1:
250000

Carta Geológica
INEGI
Loreto
G12-5
Escala 1:
250000

Carta
Topográfica
SPP
San Isidro
G12-4
Escala 1:
250000

Carta Geológica
SPP
San Isidro
G12-4
Escala 1:
250000

Carta
Topográfica
SPP
Santa Rosalia
G12-1
Escala 1:
250000

Carta Geológica
SPP
Santa Rosalia
G12-1
Escala 1:
250000

Carta
Topográfica
SPP
La Paz
G12-10-11
Escala 1:
250000

GEOLOGÍA
IV.1.1
INSTITUTO DE
GEOGRAFÍA.
ATLAS
NACIONAL DE
MÉXICO. UNAM

TECTÓNICA IV.2.1
INSTITUTO DE
GEOGRAFÍA. ATLAS
NACIONAL DE
MÉXICO. UNAM