



Universidad Nacional Autónoma de México

---

FACULTAD DE INGENIERIA

**"Estudio Geologico Regional de la  
Parte SE del Istmo de Tehuantepec,  
Oax."<sup>N</sup>**

T E S I S

Que para obtener el título de  
INGENIERO GEOLOGO

p r e s e n t a  
**SERGIO ARMANDO LARA GARZA**

---

México, D.F.

1985



## **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 está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA

Dirección  
60-I-87

Señor LARA GARZA SERGIO ARMANDO.  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Prof. Ing. - Alejandro Guzmán Aguirre, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO GEOLOGO.

"ESTUDIO GEOLOGICO REGIONAL DE LA PARTE S.E. DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC, OAX."

RESUMEN.

- I ANTECEDENTES.
  - II METODO DE TRABAJO.
  - III FISIOGRAFIA.
  - IV GEOLOGIA REGIONAL.
  - V GEOLOGIA ECONOMICA.
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar -- Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como -- requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así -- como de la disposición de la Coordinación de la Administración -- Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los -- ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria, D.F., 3 de mayo de 1983.

EL DIRECTOR

Dr. Octavio A. Rascón Chávez

*Arch*  
OARCH'NRV!gtg

AL RECUERDO DE MI PADRE:

Jesús Lara Lara

A MI MADRE:

Por su constante impulso, que  
creó en mí un espíritu de  
superación. Por formar en gran  
parte lo que ahora soy.

Con sublime amor.

A MIS HERMANOS:

Por su continuo apoyo y  
votos de confianza.

Con inmenso cariño.

A MIS FAMILIARES, MAESTROS Y AMIGOS:

*Con mucho afecto.*

A MI ESPOSA:

*Por su ayuda abnegada,  
Por su estímulo constante,  
Por la motivación que despierta  
en mí.*

*Con el amor que le profeso.*

A MI HIJA:

*Brenda Berenice  
Con profundo amor.*

## AGRADECIMIENTOS

Quiero manifestar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que de alguna u otra forma contribuyeron en la realización de este estudio.

De manera muy especial al Ingeniero Alejandro Guzmán Aguirre por haber dirigido este trabajo.

Al Ingeniero Miguel Vera Ocampo, Jefe del Departamento de Vacimientos Minerales de la Facultad de Ingeniería, por la revisión crítica del escrito original y sus acertadas sugerencias.

Al Ingeniero Alfredo Victoria Morales, Jefe del Departamento de Estado Sólido de la Comisión de Fomento Minero, por la colaboración en las determinaciones petrográficas y por sus valiosas observaciones.

Al Ingeniero Delfino Hernández Lascars, Profesor de la Facultad de Ingeniería, por las observaciones y sugerencias.

Al Ingeniero Jorge Alberto Valor por sus acertados comentarios.

Al Ingeniero Hector A. Rodríguez Madrigal por la ayuda en las determinaciones petrográficas.

Al Ingeniero Javier Hernández H., Jefe del Departamento de Geología del INEGI por las facilidades otorgadas del material -- utilizado en la elaboración del mapa geológico.

# I N D I C E

RESUMEN . . . . .	1
I.- ANTECEDENTES. . . . .	3
I.1.- Objetivos del estudio . . . . .	5
II.- METODO DE TRABAJO . . . . .	7
II.1.- Recopilación y análisis de información . . . . .	7
II.2.- Fotointerpretación . . . . .	7
II.3.- Primera actividad de campo . . . . .	7
II.4.- Primera reinterpretación . . . . .	8
II.5.- Segunda actividad de campo . . . . .	8
II.6.- Segunda reinterpretación . . . . .	8
II.7.- Tercera actividad de campo . . . . .	8
II.8.- Actividad de gabinete. . . . .	9
III.- FISTOGRAFIA . . . . .	10
III.1.- Hidrografía . . . . .	14
IV.- GEOLOGIA REGIONAL . . . . .	18
IV.1.- Estratigrafía. . . . .	18
A.- Paleozoico . . . . .	21
a) Rocas metamórficas . . . . .	21
b) Rocas máficas-ultramáficas metamorfozadas y máficas. . . . .	25
c) Batolito granítico . . . . .	28
B.- Mesozoico. . . . .	30
a) Andesitas. . . . .	30
b) Formación Todos Santos . . . . .	32
c) Formación San Ricardo. . . . .	35
d) Formación Sierra Madre . . . . .	37
C.- Cenozoico. . . . .	39
a) Rocas plutónicas . . . . .	39
b) Rocas volcánicas y subvolcánicas . . . . .	40

c) Suelos . . . . .	43
IV.2.- Geología Estructural . . . . .	46
A.- Regional . . . . .	46
B.- Local. . . . .	55
IV.3.- Geología Histórica . . . . .	57
V.- GEOLOGIA ECONOMICA (Perspectivas Económicas). . . . .	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. . . . .	63
BIBLIOGRAFIA. . . . .	66

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.	PAG.
1.- Mapa de localización del área estudiada. . . . .	6
2.- Ubicación del área estudiada en la carta fisiográfica Villahermosa (Dirección General de Geografía) . . .	12
3.- Mapa de regiones hidrológicas. . . . .	15
4.- Columna geológica de la región Tapanatepec (SE del Istmo de Tehuantepec). . . . .	19
5.- Tabla de correlación estratigráfica. . . . .	20
6.- a) Mapa que muestra las zonas donde se reportan dataciones Permo-Triásicas . . . . .	31
b) Mapa que muestra las zonas donde se reportan dataciones Jurásicas . . . . .	31
7.- Ubicación del área estudiada, en el mapa de <u>pro</u> vincias geológicas . . . . .	47
8.- Mapa tectónico regional. . . . .	49
9.- Batimetría de la Trinchera Mesoamericana y del Golfo de Tehuantepec . . . . .	51
10.- Mapa que indica el límite propuesto entre las placas Cocos, Caribe y América del Norte. . . . .	53
11.- Diagrama que indica los movimientos relativos entre las placas Cocos, Caribe y América del Norte . . . .	54
12.- Mapa geológico regional de la parte sureste del Istmo de Tehuantepec . . . . .	69

## RESUMEN

El área estudiada, objeto de Tesis, está situada en el su-  
reste del Istmo de Tehuantepec, en la porción oriental del Estado  
de Oaxaca y comprende también una franja pequeña del extremo occi-  
dental del Estado de Chiapas (fig. 1); cubre una superficie de -  
6,175 Km<sup>2</sup> aproximadamente. Queda enmarcada dentro de la subpro-  
vincia de las Sierras del Sur de Chiapas y de la discontinuidad -  
denominada Llanura del Istmo, las cuales pertenecen a la provin-  
cia fisiográfica de la Cordillera Centroamericana (Dirección Gene-  
ral de Geografía, 1983).

Se ubica geológicamente en lo que Campa (1982) denomina Te-  
rreno Maya, a su vez Carfentan (1983) lo clasifica como Dominio -  
Chiapaneco.

Las rocas que componen el basamento son: rocas pelíticas e  
ígneas félsicas metamorfoseadas, rocas metamórficas básicas y ul-  
trabásicas y básicas no metamorfoseadas, aparentemente de afini-  
dad ofiolítica. El emplazamiento de un batolito granítico, contem-  
poráneo a la orogenia Apalachiana (Damon, 1981), corta a las ro-  
cas anteriores.

Una cubierta principalmente sedimentaria mesozoica y otra -  
volcánica cenozoica, descansa en discordancia angular sobre las -  
rocas del basamento. La cubierta sedimentaria está formada por -  
depósitos molase de la Formación Todos Santos, la cual ocasional-  
mente se encuentra intercalada con rocas volcánicas del Jurásico-  
Medio. Sobreyacen a estas rocas volcánico--sedimentarias, depósi-  
tos continentales y marinos, de la Formación San Ricardo, la cual  
a su vez está sobreyacida por los depósitos de cuenca de la Forma-  
ción Sierra Madre.

Posteriormente, la actividad tectónica del Mioceno, modifi-  
có la parte sur del área estudiada, la que se manifiesta por dos

eventos ígneos, uno caracterizado por rocas volcánicas y el otro por intrusivos graníticos; estos últimos afectaron a las rocas -- carbonatadas cretácicas, produciendo rocas de metamorfismo de contacto como skarns y hornfels. El resultado sobresaliente de esta actividad tectónica fue el desarrollo de una cuenca, evidenciada por el presente sistema lagunar: Lagunas Superior e Inferior y alcanza parte del noroeste del mar muerto (Webber y Ojeda, 1957; Sánchez B., 1981). Por último, se tiene el desarrollo de depósitos de sedimentos lacustres, de litoral y eólicos (dunas), a lo largo de la franja costera, así como depósitos aluviales en las partes bajas de las sierras y en la planicie costera.

Dichas unidades fueron clasificadas y cartografiadas y permitieron establecer la historia de los eventos geológicos de la región, con lo que se alcanzó el objetivo de esta Tesis.

## 1.- ANTECEDENTES.

Los estudios que se han realizado en el área son escasos, algunos de ellos son regionales en los que se hace mención del lugar de una manera muy superficial, asimismo existen trabajos de regiones circunvecinas, los que señalan algunas relaciones con la zona, así como otros informes mineros muy locales.

Los trabajos cartográficos de la localidad explorada, son muy generales, en ellos no se tienen bien definidos y delimitados los contactos y la litología que presentan no se tiene bien definida.

Dentro de los estudios locales se encuentran los geológico-mineros, los cuales son:

Almanza V., Hernández C.; Reconocimiento preliminar de algunos depósitos de fierro en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales, 1960.

Se trata de un estudio de reconocimiento muy somero, hecho con el fin de determinar yacimientos de fierro. En el llamado Cerrito Prieto, en Niltepec, se encontraron pequeños cuerpos irregulares de mineral de fierro, alojados en hornfels de granate y de epidota.

Carbonell M., Peña B. Reconocimiento general de los depósitos carboníferos de las zonas de Zanatepec, Oaxaca y Tonaldá, Chiapas. Consejo de Recursos Minerales, 1960.

Con el objeto de comprobar la existencia de mantos de carbón en dos localidades de la zona de Zanatepec, estos autores encontraron al sureste del mismo, en el -- Rancho Cordoncillo, afloramientos de gneises graníticos de edad Pre-Paleozoico (?), descansan sobre estas rocas sedimentos del Paleozoico Inferior (?), constituidos por capas interestratificadas de cuarcita, caliza y lutita parcialmente metamorfizada, quienes a su vez están cubiertos por rocas dacíticas. Mientras que en el Río del Ciruelo, 10 Km al norte de Ostuta, en la zona del-

afloramiento de carbón, encontraron lutitas y areniscas interestratificadas con ladolitas carbonosas conglomeráticas de edad Paleozoico Inferior (?), cuyos sedimentos están sobreyacidos discordantemente por rocas piroclásticas de edad Terciario.

Juvera V., Reconocimiento preliminar de los yacimientos de las Cuevas, Nizaduga, El Mármol, Niltepec, Pozo Toribio y Cerro Peñuela, en Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales, 1960.

En este estudio de reconocimiento, entre las localidades mencionadas, sólo la de Niltepec, se encuentra en el área y dicho trabajo es semejante al realizado por Almanza V.; Juvera describe en este sitio rocas intrusivas dioríticas, calizas recristalizadas como remanentes de erosión y en el contacto entre estas, hornfels de granate y de epidota; más allá de este lugar cuarcitas gnesíticas.

Montesinos H., Estudio geológico magnetométrico del yacimiento ferrífero de El Carmen, Municipio de Tapana-tepec, Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales, 1979.

Este yacimiento se localiza a 9 Km al noreste de Tapana-tepec, las rocas que afloran según Montesinos son -- gneises, esquistos y cuerpos graníticos definidos como Precámbrico metamórfico. Como casquetes de erosión calizas recristalizadas (mármol) del Cretácico Superior, las que fueron afectadas por un intrusivo granodiorítico del Mioceno, lo que dió origen a skarn de granate y actinolita.

Entre los estudios Regionales destacan:

Convenio con Las Naciones Unidas; Estudio geológico-minero de la sección V, porción meridional en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales, 1963.

Damon, Montesinos H., late cenozoic volcanism and meta

llogenesi over an active Benioff zone in Chiapas, Mexico. Arizona Geological Society Digest, volume IX, - October 1978.

Dirección General de Geografía, hoja Villahermosa (Carta geológica, escala 1:1,000,000). Secretaría de Programación y Presupuesto, 1982.

López R., Carta geológica del Estado de Oaxaca (escala 1:500,000). Instituto de Geología de la U.N.A.M., 1974.

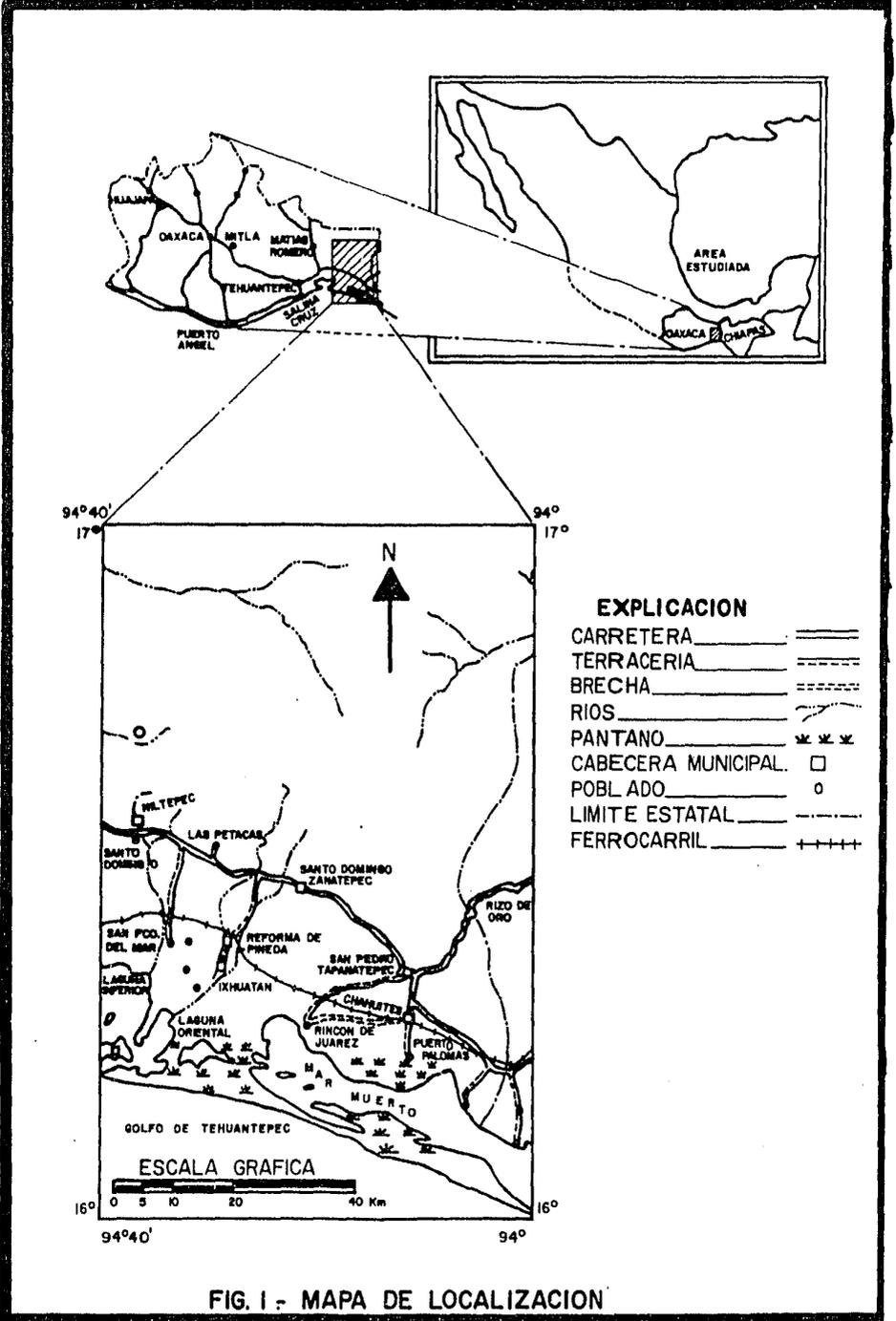
López R., Geología de México. Edición escolar, 2a. ed. Tomo III, 1979.

Sánchez B., Geologic evolution of the continental margin of the Gulf of Tehuantepec in southwestern Mexico. The University of Texas at Austin, August, 1981.

#### 1.1.- Objetivos del Estudio.

Los objetivos del presente estudio fueron cartografiar y clasificar las diferentes unidades litológicas aflorantes en el área y por medio del análisis de sus distintas características litológicas, paleontológicas, de depósito y estructurales, tratar de establecer la secuencia de eventos geológicos, que ocurrieron en el pasado. De esta manera contribuir al establecimiento de la Infraestructura Geológica que sirva de base a estudios posteriores.

El área estudiada está situada en el sureste del Istmo de Tehuantepec, en la parte oriental del Estado de Oaxaca y comprende también una área pequeña del extremo occidente del Estado de Chiapas (Figura 1). Se ubica entre los paralelos 16°00'-17°00' de latitud norte y los meridianos 94°00'-94°40' de longitud oeste, cubre una superficie de 6,175 Km<sup>2</sup> aproximadamente.



## II.- METODO DE TRABAJO.

En la elaboración del presente estudio, se definieron algunos objetivos a alcanzar, que implicaron una serie de actividades a desarrollar. A continuación se describen.

### II.1.- Recopilación y Análisis de Información.

La información recopilada, en su mayor parte, constó de estudios muy someros o estudios de otras regiones adyacentes con relación directa o indirecta respecto al área estudiada, éstos de índole regional; estudios locales superficiales fueron hechos por el C.R.M.

Como mapas base se usaron la Carta Topográfica E15-10 de escala 1:250,000 denominada Hoja Juchitán y la Carta Geológica Villahermosa de escala 1:1,000,000, así como de algunos mapas fotogeológicos proporcionados por el C.R.M.

### II.2.- Fotointerpretación.

En la fotointerpretación se usaron fotografías aéreas verticales, escala 1:80,000 en las que se diferenciaron los principales rasgos litológicos y estructurales. De acuerdo con la información estudiada fueron marcadas las fotografías aéreas poniendo énfasis en las zonas de mayor complejidad, las cuales fueron examinadas en campo; así como algunos otros sitios, para observar las relaciones estructurales entre las unidades diferenciadas.

### II.3.- Primera Actividad de Campo.

La primera actividad de campo o de reconocimiento preliminar se programó con el objeto de tener un panorama general geológico del área, esta proporcionó las bases del estudio fotogeológico. Este reconocimiento preliminar constó de diez días de trabajo, en el que también se visitaron lugares adyacentes al oeste y suroeste.

#### II.4.- Primera Reinterpretación.

En relación a las zonas visitadas, posteriormente al reconocimiento preliminar, se reinterpretaron las fotografías aéreas -- respectivas, en las que se ratifican o rectifican los contactos, litológicos y algunos rasgos estructurales. También se marcaron puntos en los que hay duda o interés, para un posterior reconocimiento. Como se mencionó antes, la región comprende ocho cartas-topográficas, de éstas, tres se reinterpretaron y correspondieron a la porción norte del área.

#### II.5.- Segunda Actividad de Campo.

En esta segunda visita o primera etapa de verificación de -- campo, se programó el reconocimiento de tres cartas reinterpretadas, en la que se verificaron los puntos señalados y algunos otros que necesariamente se deben hacer conforme se avanza en la verificación. Esta actividad tuvo una duración de diez días en campo.

#### II.6.- Segunda Reinterpretación.

Nuevamente son observadas las fotografías aéreas, para su modificación o ratificación geológica. Se reinterpretaron las otras cinco cartas y también se señalaron los puntos de interés, organizándose un itinerario para dedicarle determinado número de días a las zonas más complicadas, empleándose, para el efecto, dieciocho días en el campo.

#### II.7.- Tercera Actividad de Campo.

En estos dieciocho días de campo, conforme se avanzó en la -- verificación, surgieron dudas, lo que ocasionó se regresara a algunas zonas ya visitadas. En esta última etapa se llegó a una zona (en los alrededores del Ejido Cuauhtémoc) no muy segura para -- explorar, debido a su tipo de cultivo, que es penalizado por el -- Gobierno Federal, así que fue necesario no dedicar mucho tiempo -- para verificaciones.

El acceso a las diferentes zonas de trabajo se efectuó en --

camioneta Wagoneer, pero debido a la escasez de caminos y a que algunas de las pocas brechas, estaban abandonadas, descuidadas o por ser intransitables en épocas de lluvias, hubo necesidad de llegar a las zonas seleccionadas, a pie o a caballo cuando hubo, además cuando se podía, dada la abundante vegetación.

### II.3.- Actividad de Gabinete.

Las muestras colectadas en campo fueron estudiadas en el departamento de petrografía y paleontología del I.N.E.G.I. y por el que suscribe en Fomento Minero y en la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M., con ayuda del Ingeniero Alfredo Victoria Morales.

Se volvió a reinterpretar y se integró toda la información -- obtenida, transfiriéndose a la carta topográfica E15-10 escala -- 1:250,000, a partir de la cual se elaboró el mapa geológico -- 1:100,000. Se construyeron perfiles geológicos y se hizo el estudio de la Fisiografía.

### III.- FISIOGRAFIA.

Actualmente existe una clasificación de provincias fisiográficas hecha por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (antes DETENAL). Esta reciente clasificación es más detallada y completa, en ella se tomaron en cuenta la gran variedad de formas del relieve que integran conjuntos (paisajísticos) de diversos tipos, algunos de los cuales conservan una unidad de paisaje sobre grandes extensiones. Con esta clasificación quedan definidas las provincias fisiográficas como grandes unidades de origen y morfología propios. Esta nueva división de provincias fisiográficas adopta como criterios fundamentales: clase de sistema de topoformas (Sierra, Meseta, Llanura, Valle, etc.) y tipo de sistema de topoformas por provincia, es decir, si la provincia está compuesta de sierras de cumbres tendidas, alta compleja, llanura costera y lomero; principalmente.

En base a esta nueva clasificación, el área estudiada se ubica dentro de la provincia fisiográfica de la Cordillera Centroamericana. (fig.2).

Dicha provincia se extiende desde el Istmo de Tehuantepec hasta la República de Nicaragua, atravesando los territorios de Guatemala, Honduras, y el Salvador, en la cual aflora un gran Batolito emergido sobre la zona de subducción de la placa de Cocos.

En la porción norte del área estudiada y en casi todo Chiapas, el cuerpo Igneo intrusivo está plenamente expuesto, pero a partir del Volcán Tacaná en el límite de Chiapas y Guatemala, queda casi todo sepultado por rocas de los numerosos Volcanes juveniles de los Países Centroamericanos.

La provincia de la Cordillera Centroamericana limita al Norte con las provincias de la Llanura Costera del Golfo de México a la altura del Istmo y con la de la Sierra de Chiapas y Guatemala; al Oeste con la Sierra Madre del Sur y al Sur con el Océano Pacífico.

El clima dominante es cálido húmedo, tornándose semicálido - hacia el sureste y templado subhúmedo hacia el noroeste. Hay -- bosque de pino-encino en las alturas y selva alta perennifolia - hacia el pacífico y en las costas, excepto las del oeste, donde se tiene selva baja caducifolia y sabanas.

La provincia de la Cordillera Centroamericana, como se muestra en la fig. No. 2, se divide en dos subprovincias y en dos - - discontinuidades fisiográficas:

#### SUBPROVINCIAS

- A. - Sierra del Sur de Chiapas
- B. - Volcanes de Centroamerica

#### DISCONTINUIDADES

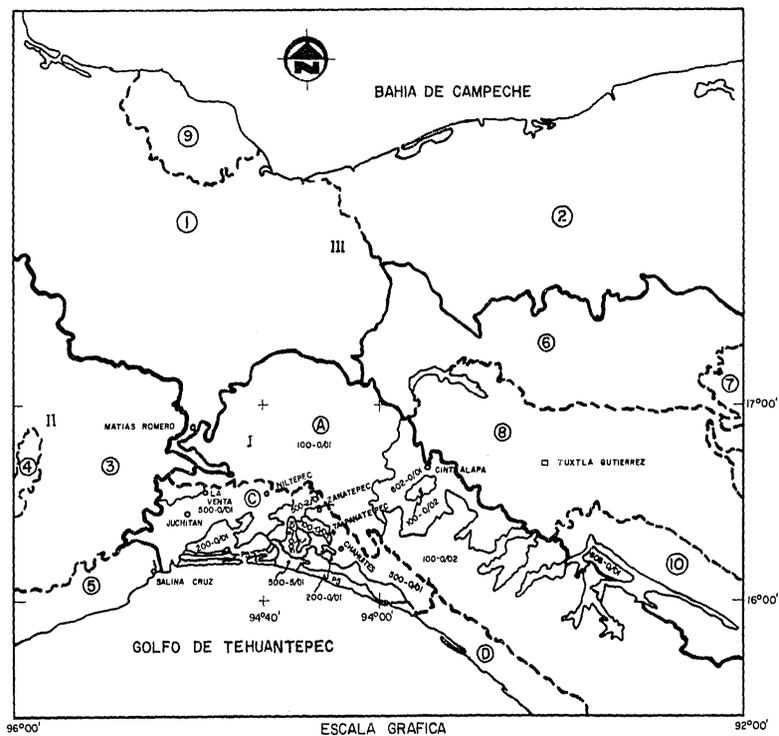
- C. - Llanura del Istmo
- D. - Llanura de Chiapas y Guatemala

Se puede apreciar de la figura, que el área de estudio queda incluida dentro de la subprovincia de las Sierras del Sur de Chiapas y de la discontinuidad fisiográfica denominada Llanura del -- Istmo.

Subprovincia de las Sierras del Sur de Chiapas (A).

En esta subprovincia afloran las rocas graníticas del batolito y la integran sierras de orientación noroeste-sureste, que se internan en territorio de Guatemala. En el noroeste gran parte de sus cumbres quedan por debajo de los 1,000 msnm con elevaciones superiores a los 2,000 m. Es al sureste donde se tornan más altas y escarpadas, con numerosos picos superiores a los 2,000 msnm.

Aún cuando las rocas graníticas dominan casi toda la subprovincia en los alrededores de Niltpec se presentan rocas volcánicas y metamórficas, al norte de dicho poblado se observan rocas graníticas con afloramientos menores de rocas calcáreas. Esta misma litología se encuentra hacia la parte este, hacia San Pedro Tapatepec, donde la presencia de rocas volcánicas disminuye, pero -



**EXPLICACION**  
**PROVINCIAS FISIOGRAFICAS**

- I CORDILLERA CENTROAMERICANA
- II SIERRA MADRE DEL SUR
- III LLANURA COSTERA DEL GOLFO
- IV SIERRA DE CHIAPAS Y GUATEMALA

**SUBPROVINCIAS**

- ① LLANURA COSTERA VERACRUZANA
- ② LLANURAS Y PANTANOS TABASQUEÑOS
- ③ SIERRAS ORIENTALES
- ④ SIERRAS Y VALLES DE OAXACA
- ⑤ COSTAS DEL SUR
- ⑥ SIERRAS DEL NORTE DE CHIAPAS
- ⑦ SIERRA LACANDONA
- ⑧ ALTOS DE CHIAPAS
- ⑨ SIERRAS DEL SUR DE CHIAPAS

**DISCONTINUIDADES FISIOGRAFICAS**

- ⑨ SIERRA DE LOS TUXTLAS
- ⑩ DEPRESION CENTRAL DE CHIAPAS
- ⓐ LLANURA DEL ISTMO
- ⓓ LLANURA COSTERA DE CHIAPAS Y GUATEMALA

**TOPOFORMAS**

- 100-0/01 SIERRA ALTA DE CUMBRES ESCARPADAS
- 100-0/02 SIERRA ALTA DE LADERAS ESCARPADAS
- 100-0/04 SIERRA BAJA ESCARPADA
- 200-0/01 LOMERIO
- 300-0/01 LLANURA COSTERA
- 500-2/01 LLANURA COSTERA CON PISO ROCOSO
- 500-5/01 LLANURA COSTERA INUNDABLE Y SALINA
- P-5 BARRA INUNDABLE Y SALINA
- 602-0/01 VALLE CON LOMERIOS
- 603-0/01 VALLE CON MESETAS
- — — LIMITE DE PROVINCIA
- - - - LIMITE DE SUBPROVINCIA Y DISCONTINUIDADES
- — — LIMITE DE SISTEMA DE TOPOFORMA

96°00' ESCALA GRAFICA 92°00' DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA (SPP),1983.

FIGURA 2 MAPA DE PROVINCIAS FISIOGRAFICAS

al NE de este poblado abundan las rocas metamórficas de contacto.

El fracturamiento de las masas graníticas y la generación de cantos esferoidales y ovoides de gran tamaño es manifiesto en muchos lugares. En las laderas hacia el Pacífico, es muy notable la exfoliación del Granito y el intenso intemperismo genera gruesos mantos arenosos.

En base al sistema de topoformas, la subprovincia dentro del área está formada por sierras altas de cumbres escarpadas.

#### Discontinuidad Fisiográfica de la Llanura del Istmo (C).

Cabe señalar que en esta clasificación se considera como discontinuidad una región enclavada dentro de una provincia fisiográfica cuyo origen y morfología no corresponden a la misma, carece de la extensión y variación morfológica suficiente para ser divisible en subprovincia y sólo se le puede subdividir en sistemas de topoformas.

Esta Llanura Costera del Istmo, con línea de costa cóncava -- hacia el Pacífico, encierra las Lagunas Superior, Inferior y del Mar Muerto con barras anchas de bocas estrechas. Tiene la particularidad de presentar, al norte del Mar Muerto, afloramientos de rocas ígneas intrusivas, extrusivas y metamórficas, también presenta pequeños afloramientos de rocas calcáreas; estos afloramientos dentro de la extensa llanura, forman una pequeña sierra y algunos lomeríos.

Esta discontinuidad fisiográfica en relación al sistema de topoformas, se compone principalmente de:

- Llanura costera en su mayor parte
- Llanura costera con piso rocoso o cementado (entre Niltépec, Zanatepec y San Francisco Ixhuatán).
- Llanura costera inundable y salina (entre la Laguna Inferior y el Mar Muerto)
- Sierra baja escarpada (oeste de San Pedro Tapanatepec).
- Lomerío (suroeste de Chahites)
- Barras inundables y salinas.

### III.1.- Hidrografía.

La Secretaría de Recursos Hidráulicos (1970), dividió las - - Cuencas de drenaje en Regiones Hidrológicas, por tanto, el área - estudiada quedó enmarcada dentro de cuatro Regiones Hidrológicas - (fig. No. 3) y son las siguientes:

#### Región Hidrológica No. 22

Dentro de esta región existen tres importantes accidentes - - hidrográficos que son: la Laguna Superior, la Laguna Inferior y la Laguna Oriental, a través de las cuales, desembocan hacia el - Mar, las corrientes fluviales de esta región. Estas lagunas si - tuadas al margen de una llanura aluvial, están sujetas a continua emersión, con fuerte depósito de detritos que, al acumularse en - el fondo están azolvando dichas lagunas.

Los ríos principales, que se presentan para esta Región Hidro - lógica, son el Río Niltepec y el Ostuta.

El Río Niltepec es una pequeña corriente que nace al noreste - de Niltepec, tiene 45 Km de longitud y desemboca en la parte - - Oriental de la Laguna Inferior.

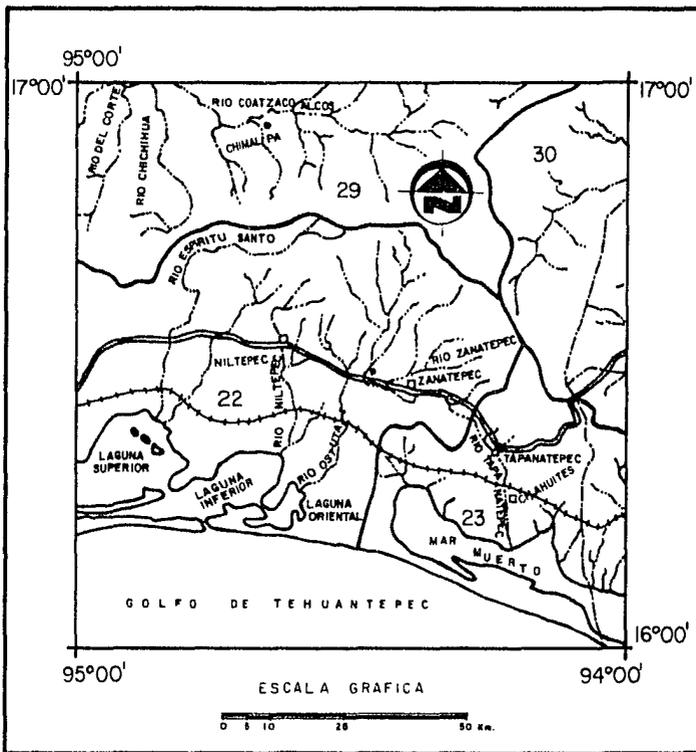
El Río Ostuta escurre de norte a sur, desde los 2,300 m de al - titud en la Sierra Madre de Chiapas, hasta su desembocadura en la Laguna Oriental. En su longitud máxima tiene un desarrollo de 65 Km, siendo el Río Zanatepec el más importante de sus afluentes, - con una cuenca de 264 Km<sup>2</sup>. El área de la cuenca del Río Ostuta - hasta su desembocadura en la Laguna Oriental es de 1,188 Km<sup>2</sup>.

#### Región Hidrológica No. 23

Se desarrolla casi por completo dentro del Estado de Chiapas - y tiene una superficie total aproximada de 13,591 Km<sup>2</sup> de los cua - les sólo 1,048 Km<sup>2</sup> pertenecen a Oaxaca y el resto a Chiapas y - - Guatemala.

### EXPLICACION

- LIMITE DE REGION HIDROLOGICA 
- RIOS 
- CARRETERA 
- FERROCARRIL 
- CABECERA MUNICIPAL 
- LIMITE ESTATAL 



RECURSOS HIDRAULICOS (SRH), 1970-1971

	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
<b>UNAM</b>	MAPA DE LOCALIZACION DE LAS PROVINCIAS HIDROLOGICAS. ( S.R.H )
	SERGIO ARMANDO LARA JARZA
	FECH: 1974 FIGURA 8

Hidrográficamente está limitada hacia el noroeste por la cuenca del Río Ostuta, al norte por las cuencas de los ríos Encajonado y Cintalapa.

Los límites de esta región quedan definidos por la Sierra Madre de Chiapas, que forma un parteaguas paralelo a la costa.

En una faja de aproximadamente 25 Km de extensión, contigua al litoral, con poca altitud sobre el nivel del mar, se forman ciénagas y marismas. En esta zona se ubica el Mar Muerto, que puede considerarse como un remanente del proceso de emersión en el Pleistoceno.

El Río Tapanatepec escurre de norte a sur, se origina en la Sierra la Jineta, drena hacia Tapanatepec y Chahuites, para desembocar finalmente en el Mar Muerto; la longitud de esta corriente fluvial es de aproximadamente 42 Km.

En seguida se tiene el Arroyo la Punta que escurre de NW a SE en un tramo inicial de 6 Km de longitud, después del cual cambia de rumbo hacia el sur hasta desembocar en el Mar Muerto, con un recorrido adicional de 14 Km, Esta corriente pertenece al Estado de Chiapas.

#### Región Hidrológica No. 29.

Tiene una superficie aproximada de 29,802 Km<sup>2</sup> por lo cual se comprende porqué los ríos Coatzacoalcos y Tonala constituyen una importante unidad hidrológica. La cuenca del Río Coatzacoalcos está limitada por los parteaguas de la Sierra Madre de Oaxaca y la Sierra Atravesada. Este río se origina dentro del Estado de Oaxaca, en la Sierra Atravesada aproximadamente a 2,500 msnm (Cerro Picacho Prieto); tras unos 37 Km de recorrido hacia el noroeste, cambia de dirección hacia el oeste y la conserva por unos 36 Km más, aproximadamente hasta Santa María Chimalpa. Aguas abajo, de este poblado, drena hacia el norte a través de un cauce muy sinuoso y a la altura de Suchiapa, Veracruz, adquiere una dirección general NNE que conserva hasta su desembocadura en la Barra de Coatzacoalcos. Tiene las características de una corriente correspondiente a una zona montañosa de topografía complicada, donde hay

numerosos afluentes por ambas márgenes, que resultan difíciles de identificar.

Es importante consignar que el Río Coatzacoalcos es navegable en gran parte de su recorrido principal y en varios de sus afluentes, desde la Barra Coatzacoalcos, hasta algo más de 250 Km de longitud en la época de estiaje; este río es transitado principalmente por lanchas de motor y botes.

#### Región Hidrológica No. 30

El área total de la región mide aproximadamente 128,098 Km<sup>2</sup> de los cuales, cerca de 1,200 Km<sup>2</sup> están dentro del área estudiada y es drenada por Los Ríos Cintalapa y Encajonado.

El Río Cintalapa nace en los linderos de los Estados de Oaxaca y Chiapas, a unos 25 Km al noreste de Tapanatepec. Sigue un rumbo noreste por 65 Km hasta Cintalapa. El Río Encajonado, tiene su origen en un punto común del parteaguas con el Cintalapa, en el Cerro Pecho Blanco. Originalmente el Encajonado tiene un tramo de sur a norte y luego fluye hacia el noreste. La mayor parte de su cuenca se desarrolla dentro del Estado de Oaxaca y cuenta con un afluente derecho llamado Río de Tierra, de cierta importancia, cuya cuenca se desarrolla en el Estado de Chiapas. El Encajonado y el Río de Tierra se unen muy cerca del límite entre los Estados de Oaxaca y Chiapas; dentro de éste estado y a partir de esa confluencia se unen al Río de la Venta siguiendo un rumbo noreste.

#### IV.- GEOLOGIA REGIONAL.

##### IV.1.- Estratigrafía.

Debido a la complejidad estructural y estratigráfica de las rocas metamórficas, se optó por designarlas bajo el concepto de Unidades Litoestratigráficas. Dadas sus características litológicas y mineralógicas, se agruparon en dos unidades importantes: en rocas metamórficas (a las derivadas de rocas pelíticas y cuarzo-feldespáticas) y en rocas máficas-ultramáficas metamorfozadas y máficas no metamorfozadas (a las de carácter magmático pertenecientes a posible complejo ofiolítico). Ambas unidades representan las rocas más antiguas y forman el basamento del área, su edad se supone Pre-Pérmico, pero posiblemente comprenden al Precámbrico, debido a una gruesa secuencia de esquistos y gneises del área de Arriaga, Chiapas, fijados en los estudios radiométricos hechos por Damon (1978).

El emplazamiento de un Batolito Pérmico, corta las unidades anteriores, el cual está compuesto, principalmente por granitos y granodioritas.

Descansan, en discordancia angular sobre el basamento paleozoico, la cubierta principal de conglomerados, areniscas y limolitas de la Formación Todos Santos, la cual ocasionalmente se encuentra intercalada con una serie volcánica del Jurásico Medio-Superior.

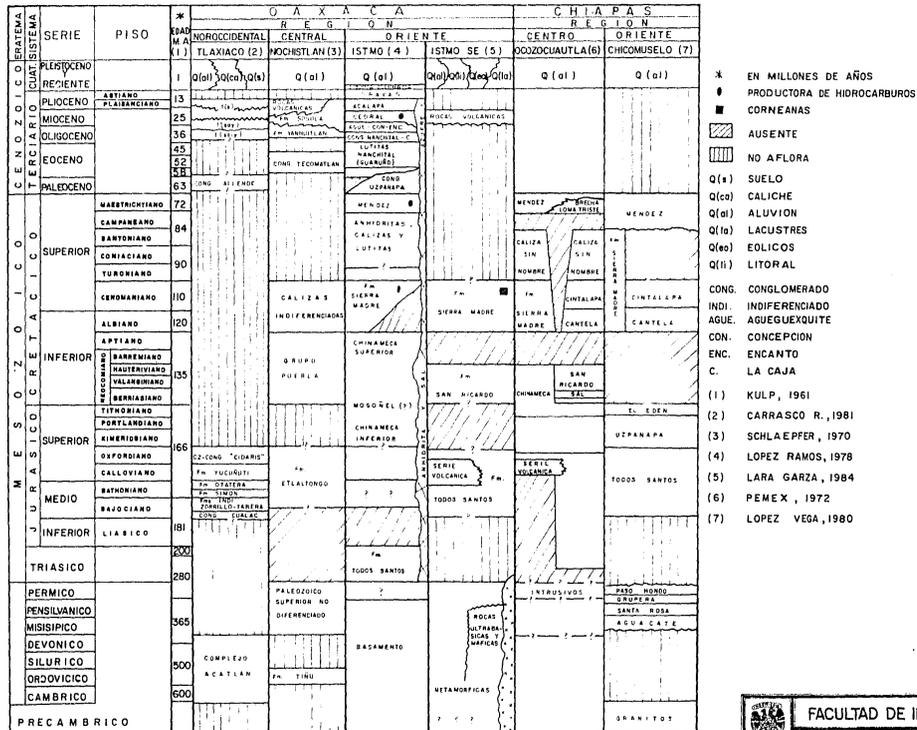
A la Formación Todos Santos le sobreyacen depósitos marginales y continentales de la Formación San Ricardo de edad Neocomiano, la cual a su vez se encuentra sobreyacida por un potente espesor de calizas, de la Formación Sierra Madre del Albiano-Cenomaniano.

Dos episodios de actividad ígnea caracterizan el Mioceno, un episodio de intrusiones graníticas, causantes del suministro de los fluidos necesarios para la reacción química con las rocas carbonatadas (Metasomatismo) del Cretácico Inferior, lo cual originó tectónicas; el otro episodio de actividad volcánica es de carácter ácido e intermedio.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	UNIDADES
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO		(a1) (1i) (1a) (eo)
		PLEISTOCENO		
	TERCIARIO	PLIOCENO		
		MIOCENO		ROCAS VOLCANICAS
		OLIGOCENO		
		EOCENO		
		PALEOCENO		
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHTIANO	
			CAMPANEANO	
			SANTONIANO	
			CONACIANO	
			TURONIANO	?
			CENOMANIANO	?
	CRETACICO	INFERIOR	ALBIANO	SIERRA MADRE
			APTIANO	?
			BARREMIANO	
			HAUTERIVIANO	?
			VALANGINIANO	SAN RICARDO
			BERRIASIANO	
	JURASICO	SUPERIOR	TITONIANO	?
			PORTLANDIANO	
			KIMERIDGIANO	?
			OXFORDIANO	
		MEDIO	CALLOVIANO	SERIE VOLCANICA
BATHONIANO				SANTOS
BAJOCIANO				?
JURASICO	INF.	LIASICO		
TRIASICO				
PALEOZOICO	PERMICO			
	PENSILVANICO			
	MISISIPICO			
	DEVONICO			
	SILURICO			
	ORDOVICICO			
CAMBRICO				
PRECAMBRICO				

\* ROCAS CORNEANAS

	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
<b>MZC</b>	COLUMNA GEOLOGICA	
	<small>FECHA DE ENTREGA</small> _____	<small>FECHA DE CALIFICACION</small> _____



NOTA: EL CONTACTO DE LA SAL Y LAS FORMACIONES POS-TRIASICAS ES POR PENETRACION.

	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	TABLA DE CORRELACION E STRATIGRAFICA	
	SERIO ARMANDO LARA GARZA 1984	TEMA 1984

En el Cuaternario se tienen depósitos aluviales, lacustres - de litoral y eólicos (Dunas).

A continuación se describen estas rocas que se han ordenado en unidades litoestratigráficas, en arreglo ascendente.

#### A.- Paleozoico.

##### a).- Rocas Metamórficas.

##### Clasificación.

La composición química de estas rocas, es principalmente - - pelítica y cuarzo feldespática, con grado de metamorfismo que varía de moderado a bajo. Las rocas características de esta unidad son: Esquisto de Biotita-Andalucita, Esquisto de Turmalina, Esquisto de Biotita, Esquisto de Muscovita y Gneis cuarzo-feldespático de Biotita.

##### Distribución.

Se aprecian distribuidas principalmente sobre la planicie - - costera, como grandes prominencias que sobresalen de la planicie - donde se forma una sierra alta de declive escarpado, entre Reforma de Pineda y Tapanatepec. Afloramientos menores se observan al - - oeste de Niltpec y sobre los lechos de algunos ríos.

##### Gneises.

Constituyen los afloramientos más extensos, están intensamente fracturados e intemperizados, además se aprecia que estuvieron sujetos a esfuerzos cortantes, como testigo de esto se observan - gneises cataclásticos. La roca es de color blanco moteado que - - intemperiza a beige, de textura heteroblástica constituida por - cuarzo, ortoclasa y en partes perlitás, con oligoclasa, biotita, apatito, circón, minerales arcillosos, hematita, limonita, sericita y epidota; de clase química cuarzo feldespática, esta roca se clasificó como gneis cuarzo-feldespático de biotita.

Los esquistos de biotita-andalucita. Se encuentran en contacto de falla con esquistos de muscovita, ambos están muy fracturados e intemperizados. Las fracturas están rellenas con óxidos de Fe, por lo cual presentan partes muy deleznable. El color que presenta el primer esquisto es gris claro, que intemperiza a pardo rojizo; en sección delgada se observa un mosaico lepidoblástico constituido por abundante biotita intercrecida con muscovita y andalucita, cuarzo y minerales opacos diseminados; de clase química pelítica y facies anfíbolita por la asociación biotita-muscovita-andalucita. El segundo es de color gris oscuro con intemperismo pardo rojizo; de textura lepidoblástica compuesta por sericita-muscovita intercrecida con clorita, abundante cuarzo, minerales opacos diseminados, limonita y hematita en parches y vetillas; de clase química pelítica; no existen minerales índice para determinar alguna facies; su clasificación corresponde a un esquisto de muscovita. Al NW de Niltépec, en las cercanías del Río Espíritu Santo, también se observaron esquistos de muscovita de color pardo amarillento con intemperismo pardo rojizo; al microscopio se observó un mosaico lepidoblástico constituido por muscovita y sericita, (los cuales forman micropliegues), esfena y hematita en una matriz de cuarzo; la clase textural es esquisto, clase química pelítica y de facies esquisto verde. Afloramientos menores de esta roca se observan al oeste de Niltépec de color gris oscuro, caracterizados por segregaciones de cuarzo, muscovita-sericita, grafito, esfena y hematita.

Esquisto de turmalina. Aflora al oeste de Tapanatepec y se encuentra intercalado con esquisto de biotita, de rumbo NE  $20^\circ$  y echado de  $50^\circ$ . El primero es de color negro con paredes blancas con intemperismo pardo rojizo; de textura lepidoblástica, los minerales que los componen son: cuarzo en bandas y lentes, que alternan con bandas de turmalina, clorita, esfena, apatito y mena de Fe (Ilmenita?) en agregados. La clase química es pelítica; no existen minerales indicativos para determinar la facies, sin embargo, dado que la turmalina es abundante y por tanto esencial, se infiere una facies de anfíbolita. El segundo es color beige compuesto por cuarzo, oligoclasa, biotita completamente hematizada, perita, minerales arcillosos como --



*Fotomicrografía de esquistos de muscovita, en la -  
que se muestra micropliegues formados por muscovi-  
ta y sericita.*

alteración de las plagioclasas y apatito; la clase química es - - pelítica-cuarzo feldespática?, clase textural esquistosa y de facies no determinable.

#### Relaciones Estratigráficas.

Estas rocas forman el basamento Paleozoico del área. En algunos cauces, como el del Río Las Minas al NE de Tapanatepec se observaron estas rocas cortadas por el batolito granítico Pérmico, mientras que al Sur, entre Tapanatepec y Zanatepec, se encuentran sobreyacidas por rocas volcánicas Terciarias; también en los alrededores de Nilttepec le sobreyacen estas rocas.

#### Edad.

Webber y Ojeda (1955), en el Sur de Chiapas y en la Región de Tehuantepec, clasificaron a gneises y esquistos como de edad Paleozoico Inferior o Medio; sin embargo, los trabajos realizados al oeste del área por el Consejo de Recursos Minerales (C.R.M.), - en convenio con las Naciones Unidas (1965), señalan que los gneises y los esquistos e inclusive los granitos son de edad Precámbrica en relación a una datación hecha en pegmatitas encajonadas por gneises de la mina La Joya, en Telixtlahuaca, Oaxaca; además añaden que areniscas arcólicas metamorizadas y algunos esquistos, a los cuales denominan metasedimentos Chimalpa son de posible edad Paleozoica. Cabe señalar que la datación hecha de la pegmatita - la Joya, (colectada por Schmitter) fue analizada por el método de plomo alfa por Damon, lo cual permite a Fries y Schmitter (1962) - concluir, que la Época de metamorfismo con su actividad ígnea asociada, perteneció a la Orogenia Oaxaqueña, la cual representa un evento tectónico dentro del Precámbrico Tardío, que equivale en edad a la Orogenia Grenvilliana (Shillibeer y Cumming, 1956) del noroeste de Norteamérica. Carfantán (1977) opina que las rocas metamórficas afectadas por el batolito granítico Pérmico, deben haberse originado en la fase Grenvilliana del Precámbrico en atención a los datos radiométricos de un gneis en Chiapas y de diferentes muestras del complejo basal de Oaxaca con el que han sido correla-

cionadas estas rocas (De Cserna, 1967). DETENAL en la carta geológica Villahermosa, cartografía estas rocas en el área y les -- asigna una edad Paleozoico; mientras que López R. (1974) en la -- carta geológica del Estado de Oaxaca, les asigna una edad Paleozoica y en la zona donde se encontraron esquistos verdes al N y NE de Niltpec, edad Cretácica.

En los trabajos citados en los párrafos anteriores ninguno de ellos advierte haber hecho dataciones radiométricas de estas rocas metamórficas del área; sin embargo algunas dataciones radiométricas de este tipo de rocas en regiones adyacentes, han sido -- utilizadas por diversos autores para correlacionar la edad con -- las rocas de la zona estudiada.

En base a que en la zona de estudio las rocas metamórficas -- se encuentran cortadas por rocas intrusivas del batolito Pérmico, se infiere una edad general Pre-Pérmico para estas rocas.

Una edad más aproximada, tentativamente, es Pre-Carbonífero, debido a que en el rancho Las Pozas o Cordoncillo, al SE de Zanatepec, se encontró una secuencia de lutitas ligeramente metamorfi-- zadas y cuarcitas; al respecto Carbonell y Nava (1960) observaron esta misma secuencia y calizas recristalizadas, las cuales sobreyacen a gneises y esquistos. Posiblemente dicha secuencia es par-- te de la Formación Santa Rosa del Carbonífero, tan característica en la zona de Chicomuselo, Chiapas.

### Origen.

Las rocas a partir de las cuales se formaron las rocas metamórficas son principalmente de dos tipos:

Los esquistos de biotita y los de muscovita, se formaron por metamorfismo regional de bajo grado (facies esquisto verde) y -- los esquistos de biotita-andalucita y de turmalina por metamorfi-- smo regional de grado moderado (facies anfíbolita) de sedimentos pelíticos (limolintas, lutitas, tobas, rocas ígneas felsicas, etc.). Los gneises se derivaron aparentemente del metamorfismo regional--

de grado bajo de rocas ígneas graníticas.

b).- Rocas Máficas-Ultramáficas Metamorfizadas y Máficas.

*Clasificación.*

Estas rocas magmáticas metamorfizadas, varían en grado de metamorfismo, de bajo a medio. Esta unidad tiene afinidad aparentemente ofiolítica y está constituida por serpentinita, anfíbolita, esquisto verde, gabro y diabasa.

*Distribución.*

Se encuentran distribuidas principalmente en tres zonas:

La primera al sur del Río Espíritu Santo, al norte de Niltpec y Zanatepec, donde se encuentran expuestos esquistos verdes (de actinolita), los cuales forman en esta zona una sierra de laderas tendidas, con una altura máxima de 1,500 msnm, estas rocas dentro de esta unidad, son las más ampliamente expuestas.

La segunda zona se localiza sobre la planicie costera, junto con las rocas de la unidad anterior, entre Reforma de Pineda, Tapanatepec y Carlos Ramos. Yacen principalmente en esta zona -- anfíbolitas, sobre las cuales, se observaron algunos bloques como de 1m aproximadamente, de esquisto de talco y segregaciones de -- tremolita-actinolita.

La última zona se localiza también sobre la planicie costera entre los alrededores de Niltpec y la Laguna Inferior o Mar Muerto Inferior, en la que gabros forman lomas redondeadas y aisladas, con altura de 50 a 100 msnm; serpentinitas, esquistos verdes (clorita-epidota) y diabasa ocupan las partes bajas de la sierra, esto por Niltpec. Estas rocas son las de extensión más reducida de la unidad.

*Petrografía.*

Localmente la serpentinita presenta intenso fracturamiento,



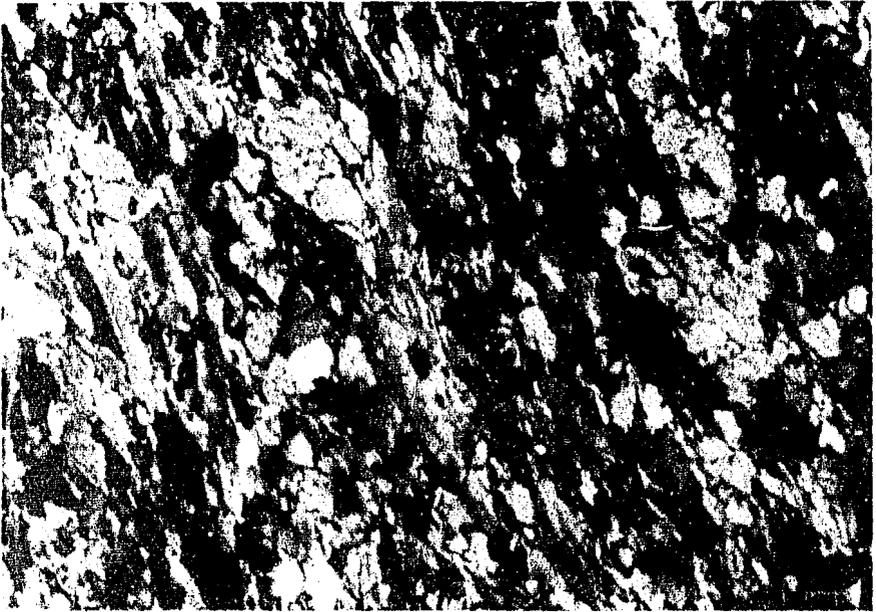
Afloramiento de gabros, los cuáles forman lomas re  
dondas y aisladas. Prolinencias que sobresalen en  
la llanura costera.



*Fotomicrografia, de Tremolita-actinolita.*

microplegues, vetillas rellenas de calcita y óxido de fierro, de color verde claro y aspecto sedoso; al microscopio los minerales que se observaron fueron serpentina y calcita, pero la determinación mineralógica por difracción de rayos X de la muestra, se encontró: serpentina, dolomita y talco como principales constituyentes y pequeñas proporciones de feldespatos?. Esta serpentinita contiene lentes de clorita aproximadamente 10cm de espesor, de color verde y aspecto sedoso; la cual también se determinó por difracción de rayos X.

Las anfíbolitas son de color negro verdoso, al microscopio se observó una textura nematoblástica compuesta por hornblenda parcialmente cloritizada, andesina, clinopiroxeno, cuarzo, apatito incluido en plagioclasa, esfena, hematita, limonita y opacos; la clase química es básica, la clase textural es anfíbolita y la facies es anfíbolita por la paragénesis hornblenda-andesina; megascópicamente no se aprecia foliación, el intemperismo es pardo rojizo con vetillas de cuarzo y de rumbo y echado SW 75° - 54°W. En algunas partes, como en Reforma de Pineda y al este de Tapanatepec, se observa que estuvo sujeta a esfuerzos posteriores, debido a que presenta una textura milonítica. El esquisto verde se encuentra intensamente fracturado y con un marcado sistema de fallas locales, lo que origina cambios bruscos de rumbo de sus estratos, los cuales son de estratificación mediana, con rumbo promedio de SW 30° y echado de 47°; estos esquistos encontrados en la zona norte de Niltepec, microscópicamente se presentan de dos tipos principales: esquisto verde de actinolita de textura nematoblástica constituida por albita de forma subeudral a anedral, abundante actinolita parcialmente cloritizada, epidota, esfena y cuarzo; esquisto verde de epidota-clorita, de textura lepidoblástica-compuesta por epidota y clorita en listones, plagioclasa sódica, cuarzo, escaso grafito y hematita; la clase química es básica, la clase textural es esquisto y la facies es esquisto verde. Los gabros encontrados entre Niltepec y la Laguna Inferior son de color gris verdoso con puntos blancos, con intemperismo pardo rojizo, textura porfirítica seriada (el tamaño del grano varía de fino, medio a grueso); en sección delgada presentan textura porfirí



*Fotomicrografía, en la que se observa la textura --  
nematoblástica constituida por hornblenda, andesi-  
na y cuarzo principalmente, de una anfibolita.*

tica con matriz ofítica, constituida por fenocristales de labradorita alterada por minerales arcillosos, hornblenda parcial o totalmente alterada por clorita y escasa esfena, la clasificación-correspondiente es de un pórfido gabroico de hornblenda cloritizado.

La diabasa se presenta de color gris verdoso, masiva compacta, que microscópicamente exhibe una textura holocristalina ofítica, constituida por andesina encerrada en una matriz de augita - parcialmente cloritizada, hornblenda, cuarzo en segregaciones, esfena, clorita, epidota y minerales arcillosos; la clasificación - correspondiente es de una diabasa de augita.

#### Relaciones Estratigráficas.

Estas rocas junto con los gneises y esquistos de la unidad anterior descrita, forman el basamento, lamentablemente no se -- observaron afloramientos, en los que se pudiera observar alguna-relación posible entre estas dos unidades, solamente en el estudio fotogeológico, se observaron, en algunas partes, anfíbolitas-superpuestas a gneises. De las observaciones hechas en campo, se encontró a las anfíbolitas cortadas por el batolito granítico Pérmico; las principales rocas que la sobreyacen son rocas volcánicas Terciarias. Mientras que al norte de Miltepec y Zanatepec, por - el Río Espíritu Santo, se encuentran, esquistos verdes superpuestos por medio de una falla de cabalgadura a rocas carbonatadas - del Cretácico Inferior (caliza Sierra Madre).

#### Edad.

Dataciones en el área, de estas rocas no se tienen, de los - pocos trabajos citados en la unidad anterior, en ninguno de ellos hablan de la existencia de estas rocas, excluyendo el trabajo hecho por el C.R.M., en Convenio Las Naciones Unidas, el cual menciona la existencia de serpentinita, diabasa y rocas ultra-máficas - metamorizadas, en la parte oeste del área, por Miltepec y Reforma de Pineda; a estas rocas les asignan una edad Paleozoico Medio o Superior. La edad más general para estas rocas, igualmente que -

para la unidad anterior se infiere Pre-Permico, debido a que por el Río Las Minas, al NE de Tapanatepec, están cortadas por rocas graníticas permicas, aunque no se descarta la posibilidad de que sean rocas de antiguos segmentos de corteza oceánica Precámbrica.

#### Origen.

La afinidad ofiolítica de estas rocas en el área, no es demostrable, pero, de acuerdo a la composición mineralógica de las rocas encontradas se infiere que las serpentinitas, las anfíbolitas y los esquistos verdes se originaron a partir del metamorfismo de peridotitas, basaltos y diabasa, respectivamente; las cuales junto con gabros y diabasas no metamorfizados, sugieren un carácter magmático y una secuencia típica de conjunto ofiolítico.

#### c).- Batolito Granítico.

##### Clasificación.

El emplazamiento de un batolito en la Sierra Madre del Sur, es uno de los principales eventos magmáticos en el sureste de -- México, (Damon, et.al., 1981). Compuesto principalmente por granito, granodiorita y dioritas.

##### Distribución.

El batolito está ampliamente expuesto, abarca aproximadamente la mitad norte de la región, formando parte de la Sierra del Sur de Chiapas, con orientación noroeste-sureste. La morfología que presenta es de sierras altas de laderas tendidas, con cumbres alrededor de los 1,000 msnm con elevaciones que pasan de los 2,000.

##### Petrografía.

En la región afloran principalmente granitos y granodioritas, los cuales se encuentran intensamente fracturados, en algunas laderas forman bancos arenosos producto de un fuerte intemperismo.- Estas rocas en donde se observan más frescas muestran una ligera lineación de sus minerales, aunque al microscopio, texturalmente, no se observa

esa lineación; lo que es evidente, es una cierta deformación de algunas plagioclasas y micas producto de un dinamometamorfismo.

Los granitos se caracterizan principalmente por su textura gráfica (cuarzo intercrecido con feldespato alcalino), textura mimeroquítica (granos pequeños de cuarzo encerrados en plagioclasa) sus principales minerales accesorios son la biotita, la cual en la mayor parte de las muestras se observa cloritizada y hematizada y circón; entre los principales minerales secundarios se observan minerales arcillosos como alteración de las plagioclasas, calcita y sericita, por lo anterior se clasificó esta roca como granito gráfico de biotita.

Las granodioritas son de color blanco moteado con interperismo pardo rojizo, su textura es fanerítica holocristalina hipidiomórfica con características miloníticas constituidas por cuarzo, y oligoclasa deformada con inclusiones de apatito; además, se encuentra alterada por minerales arcillosos y calcita (también ocurre en vetillas); entre los principales minerales accesorios se aprecian hornblenda y biotita, siendo esta última la más abundante. Estos minerales están parcial o totalmente cloritizados, otra característica de esta roca es el desarrollo de pertita y de escasa turmalina.

#### Relaciones Estratigráficas.

Estas rocas batolíticas cortan rocas metamórficas Paleozoicas. Se encuentran superpuestas principalmente por los lechos rojos, Todos Santos y por rocas andesíticas del Jurásico Medio-Superior, esto al norte del poblado Rizo de Oro, Chiapas. Mientras que al norte de Nilttepec y Zanatepec, en el Cerro Picacho Prieto, están superyacidas por las calizas del Albiano-Cenomaniano de la Formación Sierra Madre y más al norte, en los límites del área, por la Formación San Ricardo del Cretácico Inferior.



Fotomicrografía, que muestra una plagioclasa deformada, en el granito pérmico.

### Edad.

Datos isotópicos sobre 10 de las 11 muestras, de cinco áreas del batolito en el suroeste de Chiapas, forman una Isocrona con una edad aparente de  $156 \pm ma$  (Damon, et.al., 1981). El laboratorio geocronológico del Instituto Mexicano del Petróleo, confirmó para el batolito en el suroeste de Chiapas, mediante el análisis K-Ar, una edad Pérmico Tardío; estos datos parecen indicar que el batolito continúa sobre el lado oeste del Istmo de Tehuantepec, en Oaxaca (figura 6a.).

### Origen.

El emplazamiento de este batolito es uno de los principales eventos magmáticos, en el sureste de México, el cual pudo haberse derivado directamente de una fuente del manto, (Damon, et.al, 1981).

### B. Mesozoico.

#### a).- Andesitas.

#### Clasificación.

Rocas volcánicas de composición intermedia, de andesítica a dacítica, afloran en el área y en algunas partes de Chiapas en forma aislada.

#### Distribución.

Al norte del poblado Rizo de Oro en Chiapas, se encuentra expuesto el único afloramiento de estas rocas en el área, mientras que al oeste de Tuxtla Gutiérrez se observan mayores afloramientos. La morfología que presenta es de una pequeña y aislada loma alargada, ligeramente escarpada (figura 6b).

#### Petrografía.

En sección delgada se clasificó la roca volcánica como andesita, que presenta color gris oscuro, con intemperismo pardo claro, estructura masiva compacta, alterada hidrotérmicamente, con mi



FIG. 6a: DATACIONES ISOTOPICAS PERMICAS Y TRIASICAS DE LAS ROCAS IGNEAS DE LA CORDILLERA DEL SUR.

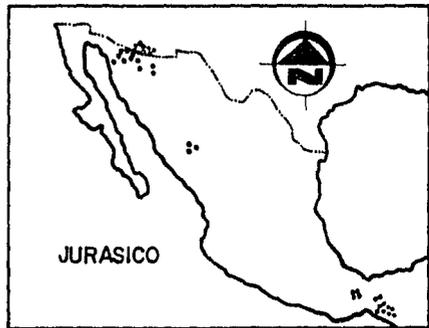
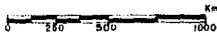


FIG. 6b: DATACIONES ISOTOPICAS DE ROCAS IGNEAS JURASICAS DE LA CORDILLERA DEL SUR.

 <b>UNAM</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	ZONAS DE DATACIONES ISOTOPICAS

neralización incipiente de pirita disgregada e hilillos de calcita; la textura es afanítica holocristalina constituida por andesina, ferromagnesianos alterados completamente en clorita y hematita, opacos, vidrio desvitrificado y sericita.

#### Relaciones Estratigráficas.

Vacen en discordancia a las rocas graníticas Pérmicas y - - están cubiertas por las capas rojas Todos Santos, el contacto es una discordancia erosional (Castro, 1975), observado en Pueblo Viejo, Chiapas. Sin embargo, en el Rizo de Oro y en la región de Cintalapa se encuentra intercalada con la Todos Santos y descansando sobre las rocas graníticas Pérmicas.

#### Edad.

Una roca andesítica colectada en Pueblo Viejo, encontrada - descansando en discordancia sobre las rocas batolíticas Pérmicas, se analizó por el método K/Ar y se obtuvo una edad absoluta de  $148 \pm 6$  ma, lo que permite situarla en la base del Jurásico Superior (Castro, et.al., 1975).

#### Origen.

Estas rocas son el resultado de la efusión de material lávico a través de los conductos volcánicos.

#### b).- Formación Todos Santos.

##### Definición.

Se conoce como Formación Todos Santos o Lechos Rojos, a la - secuencia de areniscas, limolitas y conglomerados de tipo aluvial o continental; descritas primeramente por Sapper en 1894 en la - Sierra de los Cuchumatanes, Guatemala, en la región indígena de - Todos Santos. Su localidad tipo aparece a unos 25 Km al NNW de - Huehuetenango, Guatemala. Estas rocas se extienden a lo largo - del Macizo de Chiapas y la Depresión Central de Chiapas y en algunos lugares del Istmo de Tehuantepec.

### *Distribución.*

Estas rocas afloran a 2 Km aproximadamente al norte del poblado Rizo de Oro, Chiapas, forman pequeñas prominencias aisladas, donde los conglomerados son de mayor extensión.

### *Litología y Espesor.*

La petrología de la Formación Todos Santos es muy heterogénea, pero tienen en común la coloración rojiza de sus clásticos.

Las areniscas son de color rojo ocre a pardo claro, de grano fino a medio, son de tipo arcósico muy fracturadas, compactas y a veces muy deleznales.

Los conglomerados se encuentran constituidos por fragmentos de cuarzo, granito y de rocas pérmicas sedimentarias (López Vega, 1981); en el área de estudio son de color verde limón que intermite a pardo rojizo con fragmentos de caliza, pedernal y granito principalmente. La mineralogía observada en lámina delgada (hecha en una pequeña parte del conglomerado, que presenta grano fino), está compuesta de cuarzo, feldespatos, muscovita, arcillas, sericita, calcita, hematita y fragmentos de rocas silicificadas y sedimentarias; los fragmentos son sub-redondeados de diferentes tamaños con una mala clasificación.

El espesor de esta formación es muy variable, en el área es de aproximadamente 20m. Al SE de Chicomuselo, se estimaron unos 1040m, en general, el espesor es del orden de 1000m promedio atravesado por los pozos Trinitaria 1 y 2 situados a unos 40 Km al NE de Chicomuselo.

### Relaciones Estratigráficas.

Cerca del poblado Rizo de Oro, Chiapas, los lechos rojos -- sobreyacen discordantemente al granito pérmico, también cerca del poblado Cal y Mayor, Oaxaca (esquina NE del área) pequeños paquetes aislados de lechos rojos no cartografiables sobreyacen, igualmente, al intrusivo pérmico. No obstante, al SE de Siltepec, - - Chiapas, sobreyacen discordantemente a las calizas pérmicas de la Formación Paso Hondo.

En la misma porción NE, estos pequeños afloramientos subyacen a la Formación San Ricardo; dado lo pequeño de los afloramientos y a la abundante vegetación no se pudo observar la posición - de los estratos de la San Ricardo con respecto a los lechos rojos, pero al Norte de Cintalapa, Chiapas (Miranda de DETENTAL, comunicación personal), se observa que la San Ricardo sobreyace concordantemente a la Todos Santos.

### Edad.

La mayor parte de los autores le han asignado a esta Formación un intervalo estratigráfico que varía del Triásico al Jurásico (Gutiérrez, 1956; Mulleried, 1957; Castro, et.al., 1975; López-Ramos, 1979). Castro M., et.al., (1975) encontró al norte de - - Cintalapa, una secuencia volcánica intercalada en los lechos rojos continentales y el estudio radiométrico de una roca andesítica, - le permitió situarla en la base del Jurásico Superior (Calloviano Oxfordiano Temprano). López (1980), estima que el Triásico fue - un período de emersión y erosión de las rocas paleozoicas; estudios realizados sobre rocas jurásicas en facies de ambiente continental de la Formación Todos Santos, al sur de Tuxtla Gutiérrez y a lo largo del borde norte del batolito, permitió determinar que la edad más antigua corresponde al Jurásico Medio; el pozo Trinitaria 2 cortó estratos calcáreos y 357m de una secuencia arcilloarenosa de ambiente paludal que sobreyace a la sal, lo que corrobora la edad citada. En apoyo a Castro M., en los alrededores del límite entre Oaxaca y Veracruz, se pueden apreciar rocas volcáni-

cas andesíticas intercaladas con esta formación (Guzmán de DETENAL, comunicación personal). De lo anterior se puede concluir que la Formación Todos Santos es de edad Jurásico Medio-Jurásico Tardío.

#### Ambiente de Depósito.

Por sus características litológicas se considera que se desarrolló en un ambiente continental o aluvial.

#### c).- Formación San Ricardo.

##### Definición.

Richards (1963), propuso formalmente este nombre a los sedimentos expuestos a unos 6.4 Km al NE de San Ricardo ubicado a 16-Km al este de Cintalapa, Chiapas, para la secuencia representada por calizas ligeramente dolomíticas y arcillosas, areniscas, lutitas y algunos horizontes de yeso.

##### Distribución.

Estas rocas afloran en el límite norte del área y en las cercanías del poblado Cal y Mayor, Oaxaca.

##### Litología y Espesor.

Esta unidad puede decirse que en general consta de dos miembros (Montes de Oca, 1966), el inferior formado de unos 80m de caliza con microfauna, de color pardo claro-beige. Su estudio petrográfico revela una textura oospática constituida de calcita oolitos, foraminíferos, fragmentos de equinodermos; clasificada como caliza oolítica fosilífera o calcarenita fosilífera. Algunas calizas, muestran una textura pelmicrítica compuesta de cuarzo, calcita, arcilla, valvas de ostrácodos, alga calcárea y foraminíferos recristalizados no determinables. Esta formación ha sido estudiada por investigadores del IMP en muestras encontradas en el extremo sureste de Veracruz (sección Dique Va), es decir, fuera del área estudiada a pocos kilómetros de su parte noreste y describen biomicroritas parcialmente arcillosas, a menudo laminadas

con intraespatita y pelespatita; con la siguiente microfacies: -- biomierita con Tintínidos y Nannocónidos, contiene la asociación Tintinopsella carpathica, Tintinopsella oblonga, Tintinopsella longa, Globochaete alpina, Stenosemellopsis hispánica, Nannoconus-colomé (?) Nannoconus bermudezi, Nannoconus bucheri (?), Nannoconus kamptneri, Calpionellopsis simplex y Choffatella sp. (López R. 1979).

El miembro superior formado de areniscas y lutitas, de color pardo amarillento con espesores de varios cientos de metros y que ocasionalmente tienen intercalaciones de calizas-dolomíticas delgadas pardo claro. Las areniscas exhiben una textura pelítica -- sammítica constituida por cuarzo, calcita espática, plagioclasas, feldespatos, biotita, clorita y min. arcillosos, fragmentos de roca, hematita.

Richards (1963) para esta formación midió 375m de espesor, pero estudios posteriores más amplios, hechos por Montes de Oca e Hinojosa (1966) midieron una sección de 790m.

#### Relaciones Estratigráficas.

Como se mencionó anteriormente esta formación sobreyace a la Formación Todos Santos, en las cercanías del poblado Cal y Mayor Oaxaca, pero en sedimentos estudiados por el IMP de el contacto norte del Macizo de Chiapas de pozos hechos por PEMEX, se encontró que dichos sedimentos corresponden al Jurásico Superior y subyacen a la Formación San Ricardo.

Esta formación está sobreyacida discordantemente por las calizas Sierra Madre, al noreste del poblado Cal y Mayor (este contacto está hacia el NE fuera del límite del área). Dicha discordancia se debe a que no se han encontrado sedimentos de los pisos Barremiano-Aptiano.

#### Edad.

De acuerdo a la fauna encontrada por Castro et.al (1975) de Tintínidos y Nannocónidos, el rango de esta secuencia es del - -

Berriasiano-Hauteriviano.

*Ambiente de Depósito.*

Por sus características litológicas y faunísticas la secuencia del Neocomiano, revela la existencia de depósitos marginales y continentales (Viniestra, 1981).

d).- *Formación Sierra Madre.*

*Definición.*

Ha tenido varias denominaciones desde calizas Cretácicas -- (E. Bose, 1905) hasta calizas Sierra Madre (Gibson, 1936) y finalmente Fm. Sierra Madre por los geólogos de PEMEX. Está constituida por dolomías y calizas, predominando las primeras; en el área sólo se encontraron calizas.

*Distribución.*

Esta formación se presenta expuesta en gran extensión, desde el oeste fuera de la región, al norte de la Ventosa con lineación NW-SE, hacia el NE de la Ventosa cambia de dirección hacia el NE-SW; al NW de Cuauhtémoc tiene una lineación E-W y ésta se conserva dentro de la zona a la altura de Niltépec, para finalmente tener un quiebre hacia el sur, a la altura de Zanatepec.

*Litología y Espesor.*

Caliza recristalizada masiva color gris oscuro que intemperiza a pardo rojizo. La mineralogía observada al microscopio es micrita, espatita como relleno de fracturas y en parches; la fauna observada consta principalmente de Nummuloculina, biointraclastos (fragmentos de espículas de equinodermo, gasterópodos y algunos miliólidos); su clasificación petrográfica corresponde a una caliza microcristalina aloquímica parcialmente recristalizada.

El espesor total de esta formación alcanza hasta más de 2,000m en los pozos perforados al sur de Chiapas.

### Relaciones Estratigráficas.

Donde se observa expuesta esta formación no se pudo determinar el contacto inferior, pero al norte de pueblo Viejo, Chiapas, sobreyace discordantemente a la Fm. San Ricardo. Rocas sedimentarias que le sobreyazan no se aprecian expuestas, no obstante en Simojovel, Chiapas, el contacto superior es concordante y subyace a los estratos del miembro Jolpabuchil del Cretácico Superior. Sin embargo, se encuentra superpuesta por esquistos verdes paleozoicos, por medio de una falla de Cabalgadura, esto al NE de Miltepec, en las cercanías del Río Espíritu Santo, además por rocas piroclásticas Terciarias al NE de Zanatepec. También se encuentra intrusionada por rocas graníticas Terciarias, lo cual dio origen a rocas metasomáticas, como skarn y hornfels.

### Edad.

Por sus características litológicas y la fauna encontrada en estos sedimentos, se les consideró del Albiano-Cenomaniano, sin embargo se sabe que pueden incluir asimismo estratos con características similares pero con edad Turoniano-Santoniano como ocurre en Pueblo Viejo, Cintalapa y Ocozocuatla, Chiapas. La fauna encontrada en esas áreas es:

Planctónicos.	<u>Calcisphaerula innominata</u> Bonet
	<u>Pithonella ovalis</u> (Kaufman)
	<u>Hedbergella</u> Bromman y Brown
Bentónicos.	Ostrácodos.
	Textulparioids.
	<u>Diciclina Schlumbergeri</u> Munier Chalmas
	<u>Nummoloculina Heimi</u> Bonet
	<u>Valvulammina</u> Cushman
	<u>Cuneolina</u> D' Orbigny

### Ambiente de Depósito.

La fauna encontrada en éstos sedimentos, sugiere un medio de depósito de cuenca en proceso de subsidencia, manifestado por el espesor encontrado.

## C.- Cenozoico.

### a).- Rocas Plutónicas.

#### Clasificación.

Episodio de actividad ígnea compuesto de granodioritas, -- dioritas y cuarzomonzonitas. Estas rocas fueron fechadas radiométricamente por Damon y Montesinos (1978) y de estas tres rocas -- plutónicas la cuarzomonzonita fue la única que no se encontró expuesta en el área.

#### Distribución.

Estos intrusivos afloran hacia los límites entre Oaxaca y -- Chiapas al N y NE de Tapanatepec, en la falda sur del Cerro Humoa y el Cerro San Francisco, donde se observan granodioritas y dioritas. Al E de Chahuities en el Cerro Guadalupe se encuentran principalmente granodioritas y en lomas aisladas en la planicie costera.

#### Petrografía.

Las granodioritas son de color blanco con manchas negras con intemperismo pardo rojizo, estructura compacta y algunas veces deleznable. Al microscopio se observa una textura fanerítica holocristalina hipidiomórfica, compuesta por microclina alterada por sericita; andesina y oligoclasa con inclusiones de apatito y además alteradas a minerales arcillosos; biotita y augita se encuentran parcial o totalmente alteradas a clorita; circón, opacos disseminados y hematita.

Las dioritas son de color gris claro, de textura holocristalina fanerítica hipidiomórfica, formada por oligoclasa y andesina alteradas por minerales arcillosos; biotita y hornblenda parcial o totalmente cloritizadas, opacos disseminados, apatito, calcita y hematita. También se encontraron microdioritas las cuales se diferencian de la diorita por su textura de grano más fino.

### Relaciones Estratigráficas.

Estas rocas plutónicas afectaron calizas cretácicas, lo que originó rocas metamórficas de contacto como skarns, calizas recristalizadas (mármol) y hornfels, a dicho intrusivo se le atribuye la mineralización de fierro alojada dentro de los hornfels y skarns. Este plutón a su vez se presenta cortado por pequeños -- diques aplíticos subparalelos y entrelazados de color claro (3 Km al NE de Tapanatepec), mientras que diques pegmatíticos de color pardo claro se observan a 2 Km al NE de Rincón Juárez.

### Edad.

Dataciones hechas por K-Ar, muestran una edad Mioceno Temprano a Tardío (Damon y Montesinos, 1978).

### Origen.

Rocas de origen ígneo intrusivo de asentamiento profundo, los cuales se encuentran en un antiguo terreno, que es el batolito pérmico. (Damon y Montesinos, 1978).

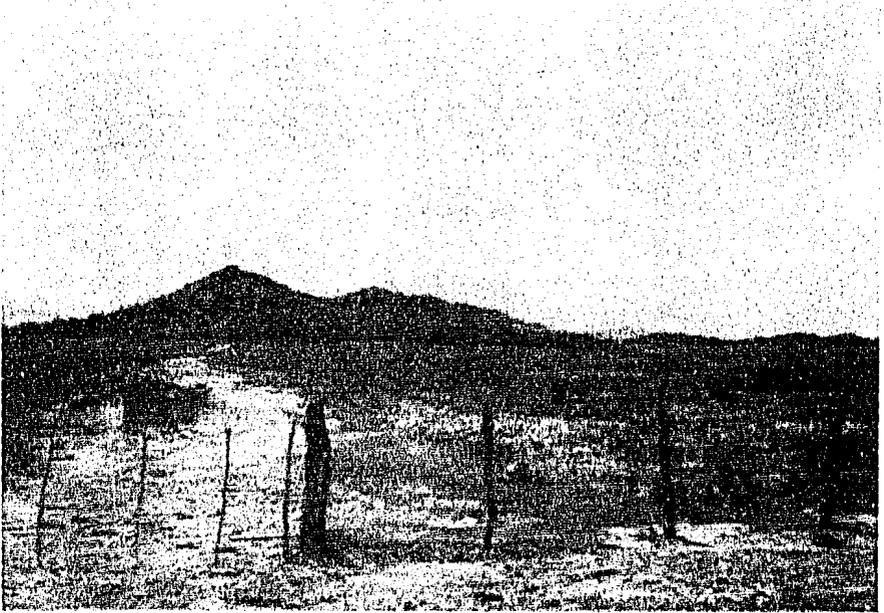
### b).- Rocas Volcánicas y Subvolcánicas.

#### Clasificación.

Episodio de actividad ígnea compuesto por derrames lávicos -- de fisura, caracterizados por tobas, lavas de composición intermedia y ácida y algunas ignimbritas, además de rocas subvolcánicas -- o hipabisales como pórfidos riolíticos, dacíticos y andesíticos.

#### Distribución.

Los mayores afloramientos de estas rocas se encuentran en la parte centro-occidente del área entre Nilttepec y Zanatepec, formando el frente de la Sierra Atravesada; en las partes más bajas, sobre la planicie costera en la porción SW se encuentran algunas -- lomas formadas principalmente por rocas piroclásticas.



*Lomas aisladas de Tobas dacíticas, las cuales afloran en la llanura costera.*

La mayor parte del frente de la Sierra Atravesada lo forman rocas lávicas, en las cuales se encuentran afloramientos menores de rocas piroclásticas y pórfidos riolíticos y dacíticos.

#### Petrografía.

Entre las rocas lávicas predominan las de tipo ácido, como las riolitas y riodacitas, también se tienen dacitas y andesitas. Las riodacitas son de color gris claro con intemperismo ligeramente violáceo, pseudoestratificación con rumbo NW 82° y echados de 50° al W, compuesta por los siguientes minerales: oligoclasa, ortoclasa, cuarzo, opacos, epidota, sericita, trazas de clorita y hematita, los cuales están incluidos en una matriz desvitrificada y formando una textura microcristalina porfídica. Las dacitas son de color gris con tonos violáceos, al microscopio se observa una textura hialopilitica constituida por cuarzo en la matriz y segregaciones, oligoclasa en la matriz con pequeños intersticios de vidrio, sericita y minerales arcillosos como alteración de las plagioclasas y hematita. Las andesitas están formadas por una textura merocrystalina microlítica y pilotaxítica compuesta de microlitos de oligoclasa y andesina, piroxenos alterados por clorita y epidota, incluidos en una matriz oxidada y cloritizada.

Entre las rocas hipabisales se encuentran principalmente pórfidos riolíticos de color pardo claro, con textura merocrystalina porfídica compuesta por cuarzo sub-redondeado con golfos corroídos, debido tal vez a una fusión posterior de los cristales, también se observa ortoclasa, oligoclasa, biotita hematizada, apatito, sericita y calcita. Los pórfidos dacíticos están compuestos por fenocristales de cuarzo con golfos corroídos, piriboles completamente cloritizados, oligoclasa y andesina parcialmente alteradas a calcita y sericita, biotita parcialmente hematizada, incluidas en una matriz microcristalina de cuarzo, los cuales forman una textura holocrystalina porfídica; el color de esta roca es gris verdoso. Los pórfidos andesíticos están formados por una textura holocrystalina, porfídica-hialopilitica, constituida de

microlitos de cuarzo y andesina en la matriz, ocasionalmente ocurren intercrecimientos de andesina y hornblenda, la andesina está alterada a minerales arcillosos, biotita parcialmente cloritizada, apatito, circón, y vetillas de epidota; el color que presenta esta roca es gris verdoso.

Entre las rocas piroclásticas las de mayor abundancia son -- las tobas dacíticas, las cuáles se encuentran sumamente alteradas por hidrotermalismo, también se presentan tobas riodacíticas algunas tobas andesíticas e ignimbritas. Las tobas riodacíticas son de color rosa claro con intemperismo pardo claro, de textura mero cristalina piroclástica, formada por fenocristales de cuarzo subredondeado, ortoclasa alterada a sericita, oligoclasa, vidrio, -- clorita y hematita. Las tobas dacíticas presentan color beige -- con partes intemperizadas de color rojizo, de textura y estructura piroclástica y deleznable respectivamente; en sección delgada se observa una textura piroclástica litocristalina, compuesta por cuarzo redondeado incluido en una matriz litocristalina, compuesta de sericita y minerales arcillosos, turmalina en agregados en forma radial y como relleno de fracturas, además está intercrecida con hematita-especularita y fragmentos de roca. Las ignimbritas son de composición dacítica, constituida por cuarzo, oligoclasa, andesina, biotita alterada a clorita y hematita, incluida en una matriz vítrea, opacos diseminados, circón y fracturas rellenas por sílice; la textura que forman es vitrocrystalina; el color de la roca es gris con intemperismo pardo claro.

#### Relaciones Estratigráficas.

Hacia la parte centro-occidente y en Miltepec sobreyacen discordantemente a esquistos paleozoicos, mientras que al SW de Miltepec, aunque no se pudo apreciar el contacto con las diabasas Paleozoicas?, debido a lo tupido de la vegetación, pero en las fotografías aéreas se aprecia que descansan en discordancia con las diabasas

y al NE de Zanatepec descansan discordantemente a las calizas del Albiano-Cenomaniano.

#### Edad.

Las determinaciones radiométricas de las rocas, fijan una edad correspondiente al Mioceno Medio a Tardío (Damon y Montesi nos, 1978).

#### Origen.

Estas rocas son manifestación de una gran actividad volcánica, resultado de un evento tectónico neógeno (Sánchez B., 1981), en la que tobas e ignimbritas son producto de la lluvia de eyecciones piroclásticas, las cuales se precipitaron en las partes altas de la Sierra y la mayor parte en la planicie costera, mientras que los pórfidos son el resultado de una solidificación en el interior de la corteza a profundidad somera; por otra parte, las rocas lávicas son originadas por la efusión de material a lo largo de los conductos volcánicos. Cabe señalar que la presencia de Turmalina en las tobas dacíticas, indica que estas rocas estuvieron asociadas a una fase neumatolítica.

#### c).- Suelos.

##### Definición.

Dentro de los sedimentos recientes se tienen identificados cuatro tipos de depósitos:

- Q (al).- Depósitos Aluviales.
- Q (li).- Depósitos de Litoral.
- Q (la).- Depósitos Lacustres.
- Q (eo).- Depósitos Eólicos.

##### Litología y Espesor.

- Q (al).- Material detrítico, constituido por gravas, arenas, limos y arcillas, con clastos de diferente tamaño, que varían de angulosos a sub-redondeados.
- Q (li).- Sedimentos clásticos, constituidos por-

arenas y conchas de crustáceos, etc. Los minerales que se aprecian son cuarzo, -- biotita, feldspatos, ferromagnesianos, -- pirita, magnetita y algunos otros.

Cabe señalar que en la zona de baja marea la coloración que presenta es negra satinada, producto de los ferromagnesianos; dentro de estos minerales algunos son -- fluorescentes.

Q (la).- No existe una clasificación general aceptada para los depósitos de ambiente de -- transición, es decir, a los de lagunas -- de aguas tranquilas de poca profundidad -- separados del mar por una barra, por lo cual la clave Q (la) mal empleada se asigna indebidamente a este tipo de sedimentos. Estos depósitos están constituidos principalmente por arcillas y arenas y -- por sedimentos acarreados por el viento desde la barra.

Q (eo).- Depósitos constituidos por arcilla y arena, los cuales forman principalmente -- dunas.

El espesor de estos depósitos es muy variado, para el aluvión el espesor promedio es de aproximadamente 20m, mientras que para los de litoral y lacustres es de hasta 4.5m y para los eólicos en algunos lugares alcanzan más de 10m.

#### Distribución.

Los depósitos aluviales se encuentran principalmente a lo -- largo de la planicie costera y en cauces de arroyos, valles y partes bajas.

Los depósitos de litoral se encuentran distribuidos a lo largo de la costa, que comprende desde la región de alta marea hasta la de baja marea. Los depósitos lacustres se encuentran en los bordes de las lagunas (Inferior, Oriental y Mar Muerto); el Mar Muerto forma una laguna de cuerpo alargado de aguas tranquilas de poca profundidad, separada del mar por una barrera, donde se deposita la mayor parte de estos sedimentos. Los depósitos de litoral y los lacustres en su mayor parte se localizan en la parte sur y sureste de la Laguna Inferior, formando dunas-barján, es decir, dunas de forma semilunar en plano, originadas por la acumulación eólica de arenas, que en su mayor parte son transportadas por el viento que proviene de la vertiente del Golfo.

#### Relaciones Estratigráficas.

Vacen sobre todas las unidades anteriores en discordancia angular y erosional.

#### Edad.

Son sedimentos recientes los cuales aún se siguen acumulando debido a los procesos exógenos.

#### Ambiente de Depósito.

Los depósitos aluviales se desarrollan en un ambiente continental, como en los cauces de arroyos, en las partes bajas de las laderas de las montañas, en los valles etc., mientras que los depósitos de litoral, lacustres y eólicos en un ambiente costero.

## IV.2.- Geología Estructural.

El área estudiada se encuentra situada dentro de una zona crítica, para el estudio de la historia tectónica. Por lo tanto se tratará de bosquejar la tectónica de la región, sin profundizar demasiado y en base a las unidades descritas en el presente estudio.

### A.- Regional.

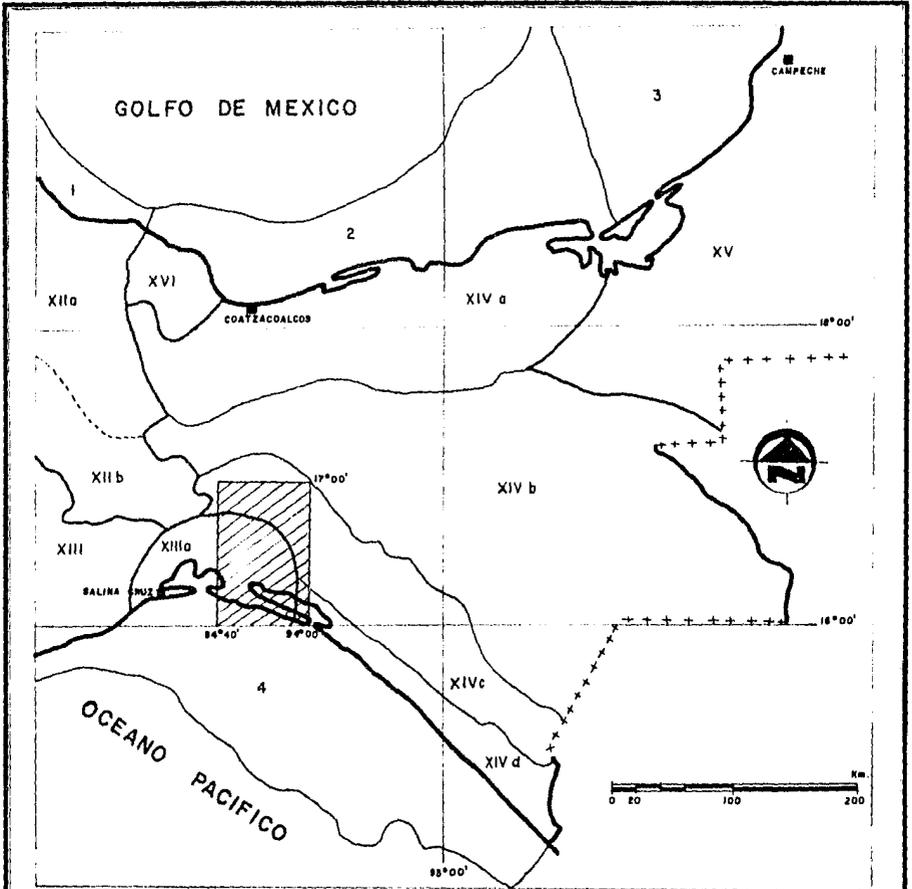
Como se puede observar en la figura 7, el área estudiada -- consiste en su parte sur de una depresión, la cual comprende las subprovincias geológicas de la porción sur del Istmo de Tehuantepec y una pequeña parte de la Planicie Costera de Chiapas, esta depresión está situada entre tres regiones positivas, que son: - la Provincia de la Sierra Madre del Sur al oeste y las subprovincias de la Sierra de Juárez al noroeste y el Macizo de Chiapas - al norte y al este; mientras que hacia el sur es bordeada por la provincia geológica marina de Salina Cruz (López R., 1979 y López V., 1980).

Los esquistos Pre-Permícos de la zona se formaron a partir del metamorfismo regional de una secuencia pelítica, la cual, según Sánchez B. (1981) se acumuló en un geosinclinal. Los gneises son consecuencia del metamorfismo regional de rocas ígneas graníticas.

Mientras que las rocas magmáticas metamorfozadas y básicas de características aparentemente ofiolíticas, formaron parte, -- tal vez, de una antigua corteza oceánica. Estas rocas Pre-Permícas fueron intrusionadas por el emplazamiento de un batolito - - Permíco, el cual aflora con dirección noroeste-sureste, en una superficie de 80Km de ancho por 300Km de largo; Kesler (1971), Carfantán (1977) y Damon (1981) consideran que el emplazamiento de este batolito, ocurrió durante la orogenia apalachiana.

Posteriormente, la mayor parte de la superficie continental de México fue emergida y el Basamento Paleozoico fue erosionado considerablemente durante el Triásico y Jurásico Temprano.

El ciclo geotectónico mexicano se inicia en el Jurásico y -



**EXPLICACION**

PROVINCIAS GEOLOGICAS TERRESTRES  
 PROVINCIAS GEOLOGICAS

- XIIa CUENCA DE VERACRUZ
- XIII SIERRA MADRE DEL SUR Y ALTIPLANO DE OAXACA
- XIV SURESTE DE MEXICO
- XV PLATAFORMA DE YUCATAN-CAMPECHE
- XVI SAN ANDRES TUXTLA

SUBPROVINCIAS

- XIIb SIERRA DE JUAREZ
- XIIIa PORCION SUR DEL ISTMO DE TENANTEPEC
- XIVa CUENCAS TERCARIAS DEL SURESTE
- XIVb SIERRA DE CHIAPAS
- XIVc MACIZO DE CHIAPAS
- XIVd PLANICIE COSTERA DE CHIAPAS

PROVINCIAS GEOLOGICAS MARINAS

- I DE VERACRUZ
- 2 DE COATZACALCOS
- 3 DE CAMPECHE
- 4 DE BALINA CRUZ

▨ AREA ESTUDIADA  
 — LIMITE DE PROVINCIA

[LOPEZ R., 1979 Y LOPEZ V., 1980]

 ZAC	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
MAPA DE PROVINCIAS GEOLOGICAS	
SERGIO ARMANDO LARA BARZA	FECHA 1988
	FIGURA 7

está representado por los lechos rojos o capas rojas, Todos Santos, ampliamente extendidos, referencia que sirve de base a la extensa transgresión marina que invadió el territorio de México durante el Jurásico Superior, debido posiblemente a un Rift en expansión (Bazan, 1980; Coney, 1982). Contemporáneo al depósito de la Formación Todos Santos, se manifestaron eventos volcánicos, representados por rocas volcánicas de tipo intermedio, las cuales en ocasiones se encuentran intercaladas con dicha formación (Castro, 1975).

La transgresión mesozoica anunciada por las incursiones marinas en el margen este del territorio mexicano, comenzó francamente en el Oxfordiano, se extiende hacia el oeste y hacia el sur (Carfentan, 1983).

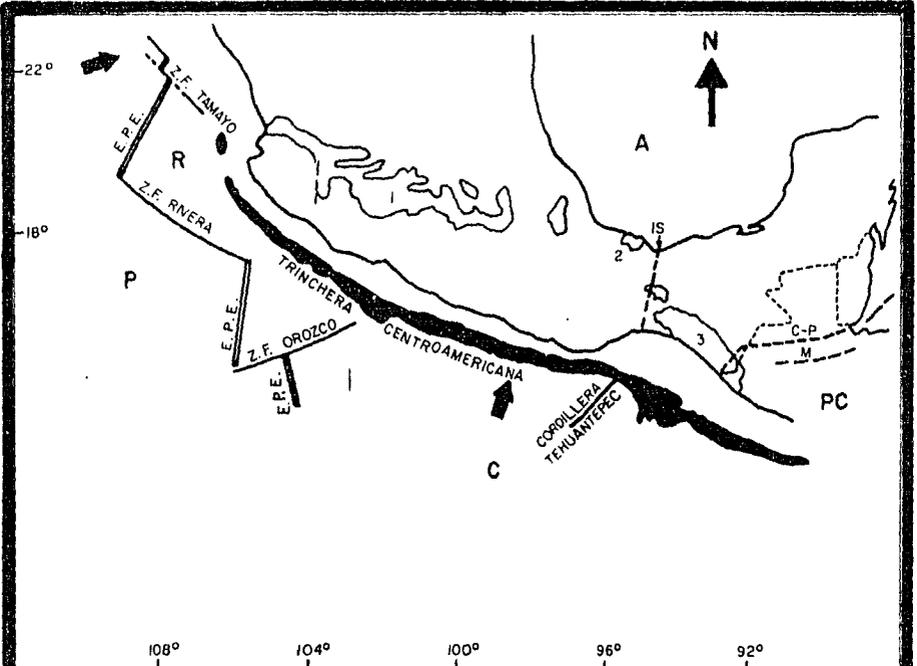
El Istmo de Tehuantepec pudo haber sido afectado durante la Orogenia Nevadiana, desafortunadamente no existe registro de estos eventos porque la erosión ha removido las rocas después de esta Orogenia (Webber y Ojeda, 1957; Kessler, 1971).

La transgresión marina continúa en el Cretácico Inferior -- tiempo en el cual se lleva a cabo la sedimentación de depósitos marginales y continentales de la Formación San Ricardo.

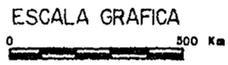
Para el Albiano-Cenomaniano se generaliza la sedimentación marina, representada por los sedimentos de plataforma con pequeñas variaciones o fluctuaciones de fondo marino. Por su distribución amplia no sólo en la Sierra de Chiapas, sino en todo el territorio Nacional, existe la posibilidad de que durante esta época, los mares lo hayan cubierto casi en su totalidad (López V. 1980). Mientras que Carfentan (1983), señala que el antiguo Continente quedó totalmente sumergido a partir del Aptiano Superior.

A principios del Santoniano, gran parte del Istmo de Tehuantepec y Chiapas en su totalidad, sufrieron una ligera emersión (Carfentan, 1983).

Próximo al final de Cretácico y durante el Paleoceno, la secuencia mesozoica fue afectada por la Orogenia Laramide (producto



(G.T. NIXON, 1981)



- IS = FALLA ISTMICA
- M = SISTEMA DE FALLAS MOTAGUA
- CP = SISTEMA DE FALLAS CUILCO-CHIXOY-POLOCHIC
- EPE= ELEVACION PACIFICA ESTE
- 1 = FAJA VOLCANICA TRANS MEXICANA
- 2 = MACIZO SAN ANDRES TUXTLA
- 3 = MACIZO DE CHIAPAS
- P = PLACA PACIFICA
- C = PLACA DE COCOS
- PC = PLACA CARIBE
- R = PLACA RIVERA
- A = PLACA AMERICANA
- Z.F. = ZONA DE FRACTURA

	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>TESIS PROFESIONAL</b>		
	MAPA TECTONICO REGIONAL		
MAZC	SERGIO ARMANDO LARA GARZA	FECHA 1984	FIGURA 8

de la rápida convergencia de la Placa América del Norte y la Placa Farallón), la cual produjo distorsión consistente principalmente en el cabalgamiento de metamórficos premesozoicos sobre la secuencia Albiano-Cenomaniana, además de pliegues en estos mismos metamórficos y posiblemente causante de la milonitización de algunas rocas metamórficas.

Una nueva reorganización de las condiciones de convergencia entre la placa Farallón y la placa América del Norte, al nivel de México es interrumpida al final del Mioceno Inferior. Resultado de la colisión entre el margen continental de México del lado oeste y la parte norte del Rift Farallón; posterior al choque se originó el desarrollo de una serie de fallas distensivas, las cuales van a condicionar la sedimentación y el volcanismo Mioceno y Cuaternario. Paralelamente a la zona del Rift Galápagos que se desarrolla de oeste a este, divide la parte sur de la placa Farallón en dos placas, la placa de Cocos al norte y la placa de Nazca al sur (Carfentan, 1983).

Durante el Neógeno, la actividad tectónica comenzó a afectar el Istmo y alcanzó su máxima actividad durante el Mioceno. El desarrollo de una gran actividad volcánica para este tiempo, es buena evidencia para este evento tectónico del Mioceno (Damon, - 1978). Sin embargo, el resultado sobresaliente de esta actividad en la región fue el desarrollo de una cuenca de forma triangular aproximadamente. La punta de esta cuenca apunta hacia el norte-cerca del poblado de Ixtepec; en el este, la cuenca está limitada por la Falla Ojo Caliente (60 Km al Oeste del límite entre Oaxaca y Chiapas) de rumbo Norte-Sur; en el lado oeste de la cuenca, un sistema de fallas de rumbo noreste cerca del poblado de Tehuantepec. La parte extensa del área de esta cuenca tectónica forma el presente sistema lagunal, compuesto por las lagunas Superior e Inferior y alcanza parte del noroeste del Mar Muerto (Webber y Ojeda, 1957).

Esta cuenca triangular ha caído por medio de una Falla de -cerca de 500m., la base de la Formación Todos Santos fue utilizada como un plano de referencia para medir este desplazamiento.

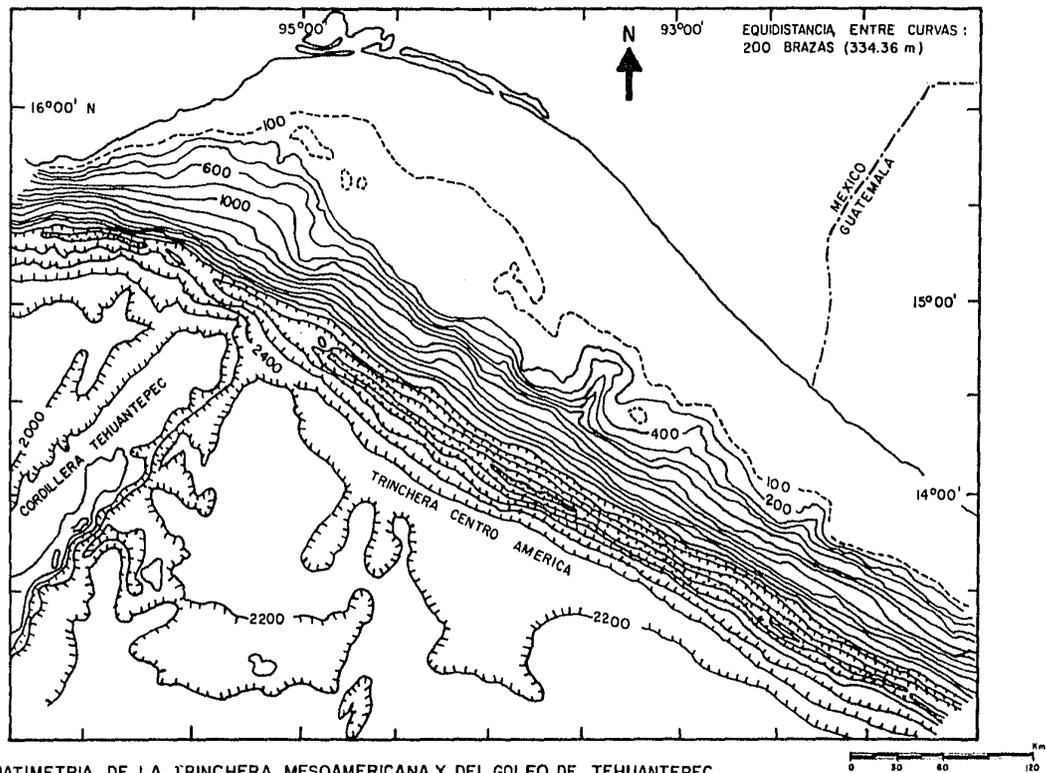


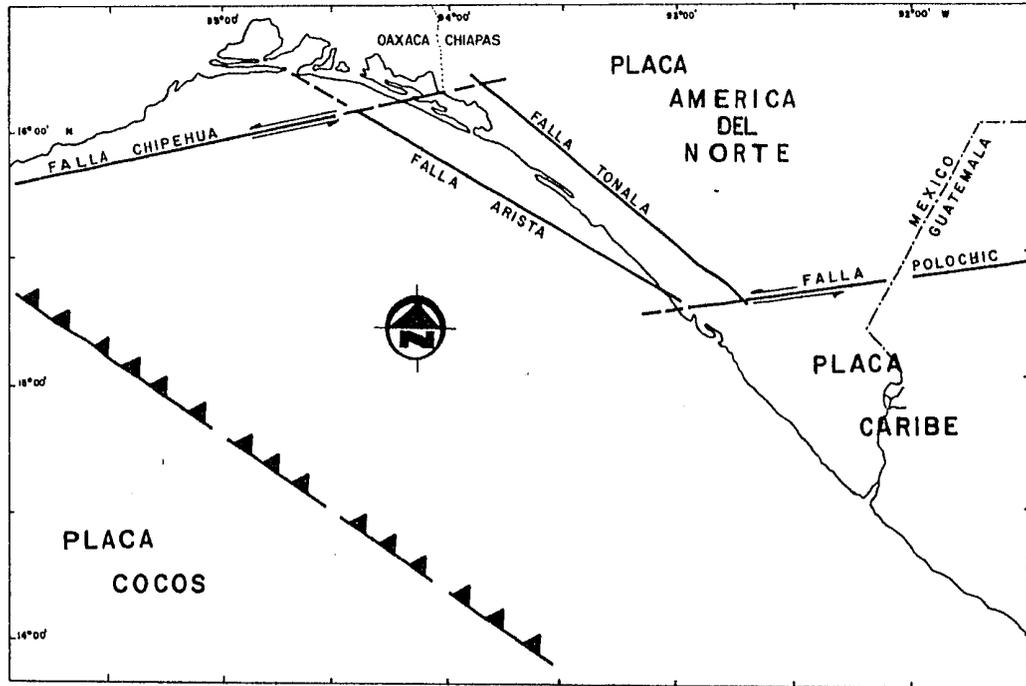
FIG.9 BATIMETRIA DE LA TRINCHERA MESOAMERICANA Y DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC

El hundimiento de esta cuenca se cree haber sido acompañado por movimientos horizontales posteriores; la mayoría de estas fallas, que se encuentran a lo largo de los márgenes del Istmo fueron -- producidas durante el Neógeno. (Sánchez B., 1981).

Actualmente el área estudiada está sujeta a movimientos producidos por la subducción de la placa de Cocos bajo la América - del Norte (figura 8); dicha subducción da origen a la llamada -- Trinchera Mesoamericana (figura 9), la cual se interseca con la Cordillera Tehuantepec, ya que esta cordillera se extiende dentro de la placa de Cocos y se desarrolla en forma perpendicular a dicha Trinchera; al sureste de esta intersección la Trinchera alcanza una profundidad de 3,000 a 3,500 brazas (5,015.4 a 5,851 m).

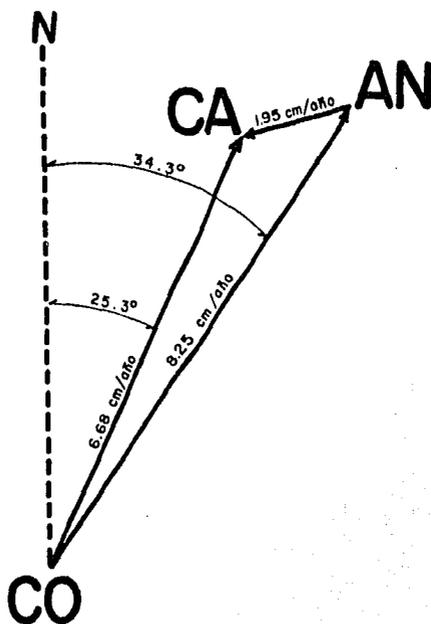
Una tentativa representación de la orientación de las fallas indentificadas por perfiles sísmicos, en el Golfo de Tehuantepec, se muestra en la figura 10, se estima que dichas fallas tal vez representen el límite oeste entre las Placas Caribe y América del Norte, dentro de la cuenca Tehuantepec (Sánchez B., 1981). Mientras que Nixon, (1981) señala que la Falla Istmica marca el límite Norte de la triple unión de las Placas Cocos-Caribe-América - del Norte.

La figura 11 representa el actual movimiento relativo de estas tres placas, este movimiento se calculó a través de un punto seleccionado ( $15^{\circ}\text{N}$ ,  $93^{\circ}\text{W}$ ), localizado fuera de la Costa de Chiapas. En el punto elegido se estableció, que entre la placa Cocos y América del Norte, existe una proporción de convergencia de 8.25 cm/año en una dirección  $\text{N}34.3^{\circ}\text{E}$ ; la dirección de convergencia de estas dos placas y la orientación de la Cordillera Tehuantepec difiere únicamente por unos pocos grados (esto es, menos de  $2^{\circ}$ ), lo que sugiere que esta cordillera está experimentando actualmente una subducción en forma perpendicular a la Trinchera. La proporción de convergencia entre la placa Cocos y Caribe es de 6.68 cm/año en una dirección  $\text{N}25.3^{\circ}\text{E}$ , mientras que el movimiento relativo de la placa América del Norte y Caribe es 1.95 cm/año en una dirección-



( SANCHEZ B. , 1981 )

 <b>UNIVERSIDAD</b> <b>CUICUILTAN</b> <b>DE CHIAPAS</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
<b>UNIVERSIDAD</b> <b>CUICUILTAN</b> <b>DE CHIAPAS</b>	DIAGRAMA QUE INDICA EL LIMITE PRO- PUESTO ENTRE LAS PLACAS COCOS, CARIBE Y AMERICA DEL NORTE .
	SERGIO ARMANDO LARA GARZA
	PLCHA 1984      FIGURA 10



(SANCHEZ B., 1981)

	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
<b>M A Z C</b>	MOVIMIENTOS RELATIVOS DE LAS PLACAS COCOS, CARIBE Y AMERICA DEL NORTE.	
	SERGIO ARMANDO LARA GARZA	FECHA 1984

FOLIO 11

S 66.5°W (Sánchez E., 1981).

#### B. - Local.

Las rocas metamórficas Pre-Pérmicas se presentan sumamente fracturadas y falladas, los esquistos de biotita-andalucita se encuentran en contacto con esquistos de muscovita por medio de una falla de rumbo NW-SE e inclinación de 60°W; los esquistos de muscovita en el contacto de falla, son de características cataclásticas; mientras que las anfíbolitas que se encuentran cerca de Reforma de Pineda se observa que también estuvieron sujetas a esfuerzos, esto evidenciado por el desarrollo de zonas miloníticas.

Los esquistos de muscovita y esquistos verdes se encuentran plegados y con un marcado sistema de fallas locales, Esto debido posiblemente a los esfuerzos compresivos, ocasionados por la orogénia Laramide, causante de que los esquistos verdes cabalguen sobre las calizas del Albiano-Cenomaniano, esto se puede observar en las cercanías del Río Espíritu Santo, más allá del norte, entre Nilttepec y Zanatepec; la falla tiene una orientación NW-SE, después tiene un cambio brusco al norte de Zanatepec, en una dirección N-S; más al sur, no es posible observar la prolongación de esta falla, debido a que rocas volcánicas terciarias cubren tanto a los esquistos como a las calizas.

En los mismos esquistos verdes Pre-Pérmicos, al NE de Nilttepec, se aprecia una falla normal de orientación NW-SE, originada tal vez de los esfuerzos distensivos Post-Laramide.

También en el batolito granítico Pérmico se aprecian fallas normales: las que se encuentran en su parte oeste tienen una orientación NE-SW y las del lado este tienen una dirección NW-SE; en general se observa intensamente fracturado, algunas lineaciones son de gran extensión y con orientación NW-SE, principalmente. El evento tectónico del cual se han originado estas fallas, es muy complejo, ya que pudieran ser el resultado del mismo acomodamiento del batolito, después de su emplazamiento; pero tal -



*Esquistos de biotita andalucita, muy deformados y fracturados.*

vez, se deben principalmente a esfuerzos distensivos del Pérmico Superior-Triásico y a los Post-Laramide.

Las calizas Sierra Madre del Albiano-Cenomaniano, son masivas y ocasionalmente exhiben estratificación con rumbo NE-SW e inclinaciones de  $45^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  SE, mientras que al norte de Zanatepec muestran un rumbo N-S y echado casi vertical y se caracterizan por el desarrollo de dolinas. Además en la parte norte y noreste de Tapanatepec se observa gran extensión de aureolas de metamorfismo de contacto, producido por los fluidos magmáticos, que se originaron por el emplazamiento de cuerpos graníticos del Mioceno al estar cerca o en contacto de dichas rocas calcáreas; esta aureola se aprecia en una dirección NW-SE, desde el norte de Pascual Fuentes hasta el noreste de Tapanatepec.

La faja de rocas volcánicas se encuentran paralelas a la línea de costa, algunas de estas exhiben una pseudoestratificación de rumbo NW-SE y echados de  $40^{\circ}$  a  $60^{\circ}$  SE, principalmente; también se aprecian bastante fracturadas, con lineaciones principalmente de orientación NE-SW.

Las barras angostas y alargadas que encierran las Lagunas Superior, Inferior y el Mar Muerto, son parte más bien de valles sumergidos y no de lagunas de barrera (Recursos Hidráulicos, 1970-1971; Consejo de Recursos Minerales, en Convenio las Naciones Unidas, 1965), que se trata de una cuenca tectónica originada por fallas normales, resultado de la actividad tectónica del Mioceno (Webber y Ojeda, 1957; Sánchez B., 1981).



*Fractura en las calizas masivas de la Formaci3n Sierra Madre.*

#### IV.3.- Geología Histórica.

La región estudiada dentro del Istmo de Tehuantepec es fundamentalmente importante como una llave hacia el entendimiento de la historia geológica del sur de México.

Las rocas expuestas en el área conforman una columna geológica, que comprenden desde el Pre-pérmico hasta el Cuaternario.

Se ubica geológicamente dentro de la región denominada por Campa, (1932), terreno Maya; sin embargo Carfentan, (1983), la ubica dentro de lo que él clasifica como dominio Chiapaneco. En ambas clasificaciones se habla de un basamento Paleozoico y una cubierta Mesozoica y Cenozoica, formada de sedimentos continentales o de mar epicontinental, predominantemente carbonatada y de depósitos volcánicos.

En base a las unidades descritas en el presente estudio se reconstruyeron los eventos geológicos significativos en el área, en la forma siguiente:

Las rocas de origen magmático (serpentinita, anfíbolita, esquistos verdes, gabro y diabasa), de carácter aparentemente ofiolítico, formaron parte, tal vez, de segmentos de antigua litósfera oceánica, que genéticamente se formaron en respuesta a una fuente del manto ascendente. Estas rocas, junto con las rocas pelíticas y félsicas metamorfozadas, componen el basamento Pre-pérmico de la zona. Donde los esquistos de biotita-andalucita, de muscovita, de biotita-turmalina y de biotita se formaron a partir de una secuencia originalmente pelítica, acumulada en un geosinclinal; mientras que los Gneises se formaron a partir del metamorfismo regional de rocas ígneas graníticas. La intensidad del metamorfismo para ambas secuencias varía de grado moderado a bajo.

Después, durante la orogenia Apalachiana (Damon, 1981), el emplazamiento de un batolito pérmico, compuesto de granitos y granodioritas corta a las secuencias anteriores.

En el Paleozoico el carácter fue marino transgresivo, así - lo indican los depósitos paleozoicos (Formación Santa Rosa, Grupos y Paso Hondo) de Chiapas, el cual cambia al cierre del Pérmico a regresivo.

Rocas de edad Triásica en la región no se conocen y de manera imprecisa se le asigna esta edad a la Formación Todos Santos; se estima que fue un período de emersión y erosión de las rocas Pre-mesozoicas, es decir para este tiempo la mayor parte de la superficie continental de México fue emergida. Los productos erosionales fueron convertidos en secuencias Molase de lechos rojos de la Formación Todos Santos, que es una cubierta constituida por conglomerados, limolitas y areniscas de centenares de metros, esta cubierta descansa en discordancia angular sobre el basamento Pre-mesozoico; diferencias en la litología de esta formación sugieren una variación lateral en la facies depositacional; esta secuencia revela la existencia de un ambiente continental, para el Jurásico Medio-Jurásico Superior. Durante este período se manifiesta una actividad volcánica, la cual produce principalmente rocas andesíticas y dacíticas, estas ocasionalmente se intercalan con los lechos rojos, Todos Santos.

La transgresión mesozoica anunciada por las incursiones marinas en el borde norte del área continental de México a finales del Liásico y del Jurásico Medio, comenzó francamente en el Oxfordiano; esta se extendió poco a poco hacia el oeste y al sur (Carfanten, 1983).

Para el Cretácico Inferior (Berriasiano-Hauteriviense), se lleva a cabo el depósito de la secuencia representada por calizas ligeramente dolomíticas y arcillosas, areniscas y lutitas y algunos horizontes de yeso, de la Formación San Ricardo, la cual indica cambios laterales, una variación de facies de litoral y mares someros a continentales.

Debido al avance de los mares, la superficie continental de México quedó totalmente sumergida a partir del Aptiano Superior y posiblemente hasta el Albiano-Cenomaniano, momento en el cual se de-

positó una serie de rocas calcáreas, de la Formación Sierra Madre, que por sus características litológicas y faunísticas, revela un ambiente de depósito de cuenca en proceso de subsidencia manifestado por el espesor encontrado, con pequeñas variaciones o fluctuaciones de fondo marino.

Después, principia una nueva regresión de los mares para el Cretácico Tardío-Terciario Temprano, debido a que se lleva a cabo la fase de compresión laramide, la cual ocasionó distorsión en la mayor parte de Chiapas y del Istmo de Tehuantepec, en horsts y grabens de rumbo NW-SE; estas estructuras tectónicas controlaron la sedimentación terciaria. En el área, la principal manifestación de esta fase compresiva es el cabalgamiento de esquistos-verdes Pre-Permicos sobre calizas del Cretácico Inferior; además de algunas fallas y zonas de tectonitas en las rocas metamórficas Pre-mesozoicas.

Discordancias entre depósitos Cretácico Superior y Terciario Temprano, hacia el este de la región, indican que para el Santoniano y el Paleoceno se originó una baja del nivel del mar o un período de levantamiento. Los mares retrocedieron gradualmente hacia el norte cerca del actual Golfo de México durante el Oligoceno.

Posteriormente, en el Mioceno, ocurre una importante actividad tectónica, manifestado por dos episodios de actividad ígnea: un episodio de intrusiones dioríticas y granodioríticas y un episodio de actividad volcánica de rocas de tipo ácido e intermedio. Los intrusivos del primer episodio al estar en contacto con las rocas calcáreas cretácicas las afectaron, por metasomatismo, lo que originó una extensa aureola de contacto de hornfels y skarn. Además dicha actividad tectónica modificó la parte sur del Istmo, donde se formó una cuenca triangular, caracterizada por el actual sistema lagunar.

Condiciones terrestres prevalecen desde el Mioceno hasta el Presente. El desarrollo de suelos se produce para el Cuaternario, con el aporte de sedimentos marinos, a la costa, a lo largo de las Lagunas Superior e Inferior y Mar Muerto y transportados un poco más allá por el viento, lo que origina la formación de dunas. También se lleva a cabo el depósito de material aluvial, como consecuencia de la erosión de rocas preexistentes.

## V.- GEOLOGIA ECONOMICA.

Existen dos yacimientos de fierro en el área, que por las características que presentan, indican que se trata de yacimientos de metasomatismo de contacto. Estos yacimientos se conocen con el nombre de Niltpec y El Carmen; en ambos se hicieron estudios geológicos superficiales y sólo en el yacimiento El Carmen se cuenta con un estudio más a detalle, estos estudios fueron -- hechos por el C.R.M.

El yacimiento ferrífero de Niltpec se encuentra en el llamado Cerrito Prieto, como a 100m al NW de la carretera panamericana Cristóbal Colón en el kilómetro 873.5, a 500m del puente el Carmen sobre esta misma carretera. El cuerpo mineral yace en la ladera poniente, forma un cuerpo tabular de aproximadamente 50m de largo, por 2m de ancho y 2m de profundidad; el cuerpo mineral no presenta continuación, además está limitado por la roca intrusiva diorítica y por hornfels de granate y epidota, en este último se encuentra alojada la mineralización que consiste de magnetita, hematita y limonita. Debido a lo pequeño de la prominencia mineral, al tonelaje tan pequeño (680 ton.met.) y a que no se -- obtuvieron anomalías de consideración con la aguja de inclinación, no se prosiguió con obras de exploración más detalladas (Juvera, 1960). La tupida vegetación y los depósitos aluviales impiden -- determinar los contactos entre gran parte de las rocas intrusivas y metasomáticas e inclusive las calizas; sólo es posible observar algunos bloques de magnetita de aproximadamente 1m x 0.50m, que en general se encuentran muy limonitizadas.

El yacimiento ferrífero El Carmen, se ubica en la falda sur del cerro Humoa, casi en los límites de los Estados de Oaxaca y Chiapas, a la altura del Km 12 en el tramo Tapanatepec-Tuxtla -- Gutiérrez, donde entronca con una brecha de 1 Km hacia el yacimiento. Se trata de varios yacimientos separados por distancias cortas; compuestos de magnetita de color negro y brillo metálico, hematita de color ocre, limonita y material arcilloso.

Como casquetes de erosión se observan calizas recristalizadas del Cretácico Inferior, recristalización debido al emplazamiento de un cuerpo intrusivo de tipo diorítico-granodiorítico del Mioceno (Damon y Montesinos, 1978), que en contacto con la caliza dió origen a skarn de granate y diópsida, hornfels cuarzo feldespático y de actinolita y a la mineralización de fierro. La mineralización se encuentra alojada en rocas metamórficas de contacto, en zonas de oxidación; en dichas zonas se hicieron pozos o catas con lo cual se delimitó en algunas zonas el espesor del material ferruginoso con gravilla. Se tienen cuantificadas las reservas del yacimiento ferrífero El Carmen con un total de 574,868 toneladas (130,630 R. positivas; 11,702 R. probables y 432,536 R. posibles). Aún se encuentra el yacimiento en la etapa de exploración.

Otro yacimiento encontrado en el área es el yacimiento de carbón, el Cerro del Venado, que se localiza en la zona del Río del Ciruelo a 10 Km de la colonia Ostuta, colonia que se encuentra en el kilómetro 893 de la carretera panamericana. El afloramiento de carbón se presenta en forma de lente, con longitud de 1m y espesor de 0.40m; la roca que lo encajona es una lodolita-carbonosa conglomerática, la cual se encuentra interestratificada con lutitas y areniscas gris oscuro del Paleozoico (Carbonell, 1960), con rumbo N38E° y buzamiento 15°SE; sobreyacen a estas rocas, tobas andesíticas terciarias, que en ocasiones presentan seudoestratificación. El análisis de muestras de este yacimiento es: carbón fijo 33.52%, cenizas 39.15%, material volátil 24.83%, azufre 0.52% y humedad 1.5%. Dadas las características del depósito se considera sin importancia desde el punto de vista económico, ya que no se aprecian mantos de carbón de importancia.

En lo que se refiere a rocas volcánicas, al NW de Reforma de Pineda, las andesitas son usadas para mampostería; las riolitas expuestas al N de Niltpec son apropiadas como material de construcción. En general algunos afloramientos de rocas volcánicas son utilizadas, como material de construcción por los habitantes de la región, en adoquines para pavimentación.

Las calizas de la Formación Sierra Madre, son productoras de hidrocarburos, al norte del límite entre Oaxaca y Veracruz, - por lo cual, las calizas de esta formación expuestas al N y NE - de Zanatepec, tal vez contengan hidrocarburos. También Estas resultan buen material para la construcción de carretera, en el terraplén; buen material para balasto.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a las evidencias estratigráficas, litológicas y estructurales encontradas en el área estudiada, se concluye la secuencia de eventos siguiente:

1).- Serpentinita, anfíbolita, esquisto verde, gabro y diabasa, indican una posible secuencia ofiolítica, perteneciente a segmento de antigua corteza oceánica.

2).- Los esquistos se formaron a partir de una secuencia pelítica, desarrollada, en un geosinclinal. Los gneises se formaron a partir del metamorfismo regional de rocas ígneas graníticas.

En las dos unidades metamórficas anteriores Pre-Pérmicas, el grado de metamorfismo a que estuvieron sujetas, varía de moderado a bajo.

3).- Emplazamiento de un batolito Pérmico Tardío, contemporáneo a la Orogenia Apalachiana, intrusió las rocas Pre-Pérmicas.

4).- Establecimiento de un episodio volcánico Jurásico Medio, el cual produjo rocas volcánicas de tipo intermedio, las cuales son contemporáneas a la depositación de la molase, lechos rojos - Todos Santos y que en ocasiones se encuentran intercaladas con estos. Lo cual representa el inicio del ciclo geotectónico - - mexicano.

5).- La transgresión marina mesozoica, comenzó francamente en el Oxfordiano, por lo cual el área continental de México quedó totalmente sumergida a partir del Aptiano Superior, durante el -- Cretácico Inferior y hasta el Turoniano se depositó una serie de rocas continentales y calcáreo arrecifales, ligeramente dolomíticas.

6).- Cabalgamiento de esquistos pre-permicos sobre las calizas del Albiano-Cenomaniano, como resultado de la fase compresiva Laramide.

7).- La tectónica del Mioceno modificó la parte sur del -- Istmo de Tehuantepec. Este evento tectónico originó dos episodios de actividad ígnea, paralelos a la costa pacífica, un episodio de rocas volcánicas de tipo intermedio y ácido y un episodio de intrusiones graníticas, estas últimas afectaron las rocas calcáreas -- Cretácicas, lo cual originó rocas corneanas y yacimientos metasomáticos.

#### Recomendaciones.

1).- Se recomienda un estudio más detallado, sobre las rocas de origen magmático, que conduzca a comprobar si en realidad se trata de una secuencia ofiolítica. El cual contribuya también a determinar su posible mineralización.

2).- Estudio geológico-estructural en el Istmo de Tehuantepec y su posible relación con otras áreas más al oeste, encaminado a determinar si las rocas Pre-Mesozoicas del área, formaron -- parte de un cinturón estructural cordillerano.

3).- Estudios de exploración, dirigidos a la búsqueda de -- posibles yacimientos minerales en el batolito, ya que depósitos -- de pórfidos cupríferos se formaron en los límites convergentes -- como resultado de magmatismo relacionado con subducción (Sillitoe, 1972).

4).- Exploración de las calizas de la Formación Sierra -- Madre, enfocado a determinar sus características petroleras.

Debido al fracturamiento y carsticidad de estas rocas, lo cual implica una buena permeabilidad; se requiere entonces estudios exploratorios en búsqueda de mantos acuíferos.

5).- Estudios más detallados, de los yacimientos metasomáticos de Niltepec y El Carmen, para su posible explotación; así --

como obras exploratorias del gran paquete de rocas metamórficas-de contacto, debido a que las escasas exploraciones, que se han hecho, en búsqueda de yacimientos minerales, son de áreas muy restringidas dentro de este gran paquete.

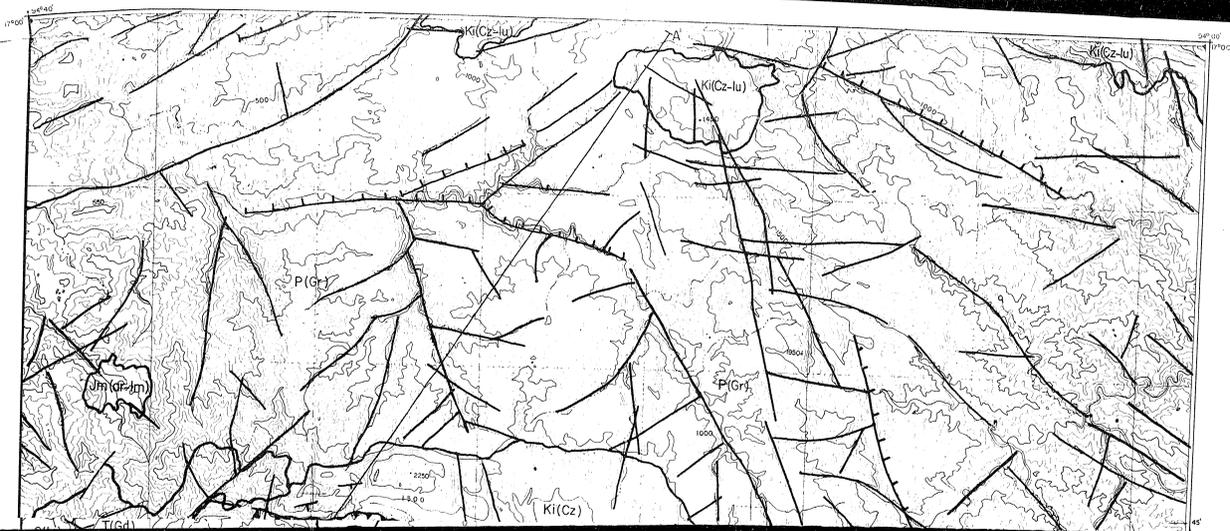
6).- Y en general se recomienda un estudio detallado que establezca el comportamiento de las distintas unidades litoestratigráficas con el fin de tener elementos para reconstrucciones paleogeográficas.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Almanza V., Hernández C., Reconocimiento preliminar de algunos depósitos de fierro en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales, 1960.
- Bazan B., Metalogénesis de la Faja Estructural Mexicana. Revista Geomimet, No. 193, 1980.
- Campa U., Coney, Tectono-Stratigraphic Terranes and Mineral - - Resource Distributions in Mexico. Geology and Geophisic, 1982.
- Campa U., Ramírez E., Coney, Conjuntos estratotectónicos de la Sierra Madre del Sur región comprendida entre los Estados de - Guerrero, Michoacán, México y Morelos. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo XLII, número 1 y 2, 1981.
- Carbonell M., Peña B., Reconocimiento general de los depósitos carboníferos de las zonas de Zanatepec, Oaxaca y Tonala, Chiapas. Consejo de Recursos Minerales, 1960.
- Carfantan, Les Ensembles Geologiques du Mexico Meridional. Evolution Geodynamique durant le Mesozoique et le Cenozoique. -- Revista Geofísica Internacional, Vol. 22, Número 1, Enero 1983.
- Castro M., et.al., Estratigrafía y Microfacies del Mesozoico - de la Sierra Madre del Sur, Chiapas. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. XXVII, número 1-3, pag., 4-95, 1975.
- Coney, Un modelo Tectónico de México y sus relaciones con América del Norte, América Central y el Caribe. Revista del Instituto Mexicano del Petroleo, 1982.

- Damon et.al., *Age Trends of Ingeous Activity in Relation to Metallogenesis in The Southern Cordillera*. Arizona Geological Society Digest, 1981.
- Damon, Montesinos H., *Late Cenozoic Volcanism and Metallogenesis over an Active Benioff Zone in Chiapas, Mexico*, Arizona Geological Society Digest, volume IX, October 1978.
- Dirección General de Geografía, *Geología de la República Mexicana*. Secretaría de Programación y Presupuesto, 1982.
- Dirección General de Geografía, *hoja Villahermosa (Carta Geológica, escala 1:1,000,000)*. Secretaría de Programación y Presupuesto, 1982.
- Dirección General de Geografía, *Carta Fisiográfica Villahermosa (escala 1:1,000,000)*, Secretaría de Programación y Presupuesto, 1983.
- Guerra P., *Fotogeología*. Universidad Nacional Autónoma de México, P. 27-33, 1980.
- Juvera V., *Reconocimiento preliminar de los yacimientos de las Cuevas, Nizaduga, El Marmol, Niltepec, Pozo Toribio y Cerro Peñuela, en Oaxaca*. Consejo de Recursos Minerales, 1960.
- López R., *Carta Geológica del Estado de Oaxaca (escala 1:500,000)* Instituto de Geología de la U.N.A.M., 1974.
- López R., *Geología de México*. Edición escolar, 2a. Ed., Tomo III, 1979.
- López V., *Evaluación económica petrolera Comitán-Pedregal, Chiapas*. CFE, III Reunión Nacional de Geotermia y Geotecnia, 1980.

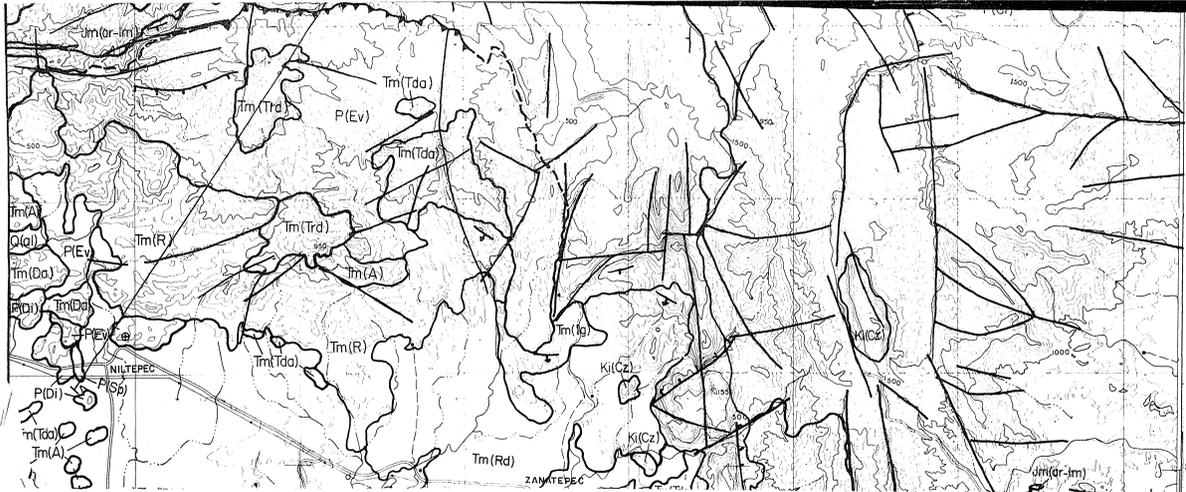
- Montesinos H., Estudio geológico magnetométrico del yacimiento ferrífero de El Carmen, municipio de Tapanatepec, Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales, 1979.
- Nixon, Quaternary Volcanism and Subducted Ocean Lithosphere. Geological Society of America, 1981.
- Puig, Geología aplicada a la Ingeniería Civil y fotointerpretación. Edición escolar, 1970.
- Raisz, Provinces Physiographic. Geographyc of The Office of - - Naval Research, Cambridge, Mass., Second edition, 1964.
- Recursos Hidráulicos (SRH), Regiones hidrológicas, No. 19, 20, 21 y 22. Boletín hidrológico 31, Tomo I, p. 20-23, 1970.
- Recursos Hidraulicos (SRH), Regiones hidrológicas No. 23 y 29 Boletín hidrológico 37, Tomo I, p. 3-5 y 15-18, 1970.
- Recursos Hidraulicos (SRH), Regiones hidrológicas No. 30, 31, 32 y 33. Boletín hidrológico 38, Tomo I, p. 3-14, 1971.
- Recursos Minerales (CRM), Convenio Naciones Unidas, estudio -- Geológico-Minero de la Sección V, Porción Meridional en el - - Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales, 1965.
- Sánchez B., Geologic Evolution of The Continental Margin of -- The Gulf of Tehuantepec in Southwestern Mexico. The University of Texas at Austin, August, 1981.
- Schmitter, Fries, Damon y Livingstone, Rocas Precámbricas de edad Grenvilliana de la parte Central de Oaxaca, en el Sur de México. Bol. Instituto de Geología, U.N.A.M., 64, 45-53.
- Viniegra O., El Gran Banco Calcáreo Yucateco. Revista de Ingeniería, No. 1, p. 20-44, 1981.



# EXPLICACION

## R O C A S

Z O I C O	SEDIMENTARIAS / METAMORFICAS			I G N E A S																
	CRETACICO	TERCIARIO	CUATERNARIO																	
	<table border="1"> <tr> <td>Q1a)</td> <td>Q1b)</td> <td>Q1c)</td> <td>Q1d)</td> </tr> <tr> <td>Aluvial</td> <td>Litoral</td> <td>Louren</td> <td>Edico</td> </tr> </table>			Q1a)	Q1b)	Q1c)	Q1d)	Aluvial	Litoral	Louren	Edico									
Q1a)	Q1b)	Q1c)	Q1d)																	
Aluvial	Litoral	Louren	Edico																	
	DEPOSITOS																			
				<table border="1"> <tr> <td>Tu1a)</td> <td>Tu1b)</td> <td>Tu1c)</td> <td>Tu1d)</td> </tr> <tr> <td>Polvos</td> <td>Medios</td> <td>Medios</td> <td>Medios</td> </tr> <tr> <td>Tu2a)</td> <td>Tu2b)</td> <td>Tu2c)</td> <td>Tu2d)</td> </tr> <tr> <td>Medios</td> <td>Medios</td> <td>Medios</td> <td>Medios</td> </tr> </table>	Tu1a)	Tu1b)	Tu1c)	Tu1d)	Polvos	Medios	Medios	Medios	Tu2a)	Tu2b)	Tu2c)	Tu2d)	Medios	Medios	Medios	Medios
Tu1a)	Tu1b)	Tu1c)	Tu1d)																	
Polvos	Medios	Medios	Medios																	
Tu2a)	Tu2b)	Tu2c)	Tu2d)																	
Medios	Medios	Medios	Medios																	
				<p>El grupo incluye intrusivos filis-lavas</p>																
				<table border="1"> <tr> <td>Tu3a)</td> <td>Tu3b)</td> <td>Tu3c)</td> <td>Tu3d)</td> </tr> <tr> <td>Diurn</td> <td>Diurn</td> <td>Diurn</td> <td>Diurn</td> </tr> </table>	Tu3a)	Tu3b)	Tu3c)	Tu3d)	Diurn	Diurn	Diurn	Diurn								
Tu3a)	Tu3b)	Tu3c)	Tu3d)																	
Diurn	Diurn	Diurn	Diurn																	
	<table border="1"> <tr> <td>M1a)</td> <td>M1b)</td> </tr> <tr> <td>Stano Madre</td> <td>Calizas</td> </tr> </table>	M1a)	M1b)	Stano Madre	Calizas			<table border="1"> <tr> <td>Tu4a)</td> <td>Tu4b)</td> <td>Tu4c)</td> <td>Tu4d)</td> </tr> <tr> <td>Medios</td> <td>Medios</td> <td>Medios</td> <td>Medios</td> </tr> </table>	Tu4a)	Tu4b)	Tu4c)	Tu4d)	Medios	Medios	Medios	Medios				
M1a)	M1b)																			
Stano Madre	Calizas																			
Tu4a)	Tu4b)	Tu4c)	Tu4d)																	
Medios	Medios	Medios	Medios																	
	<table border="1"> <tr> <td>M2a)</td> <td>M2b)</td> </tr> <tr> <td>San Ricardo</td> <td>Calizas Dolomiticadas, Arenas - Lutitas</td> </tr> </table>	M2a)	M2b)	San Ricardo	Calizas Dolomiticadas, Arenas - Lutitas															
M2a)	M2b)																			
San Ricardo	Calizas Dolomiticadas, Arenas - Lutitas																			



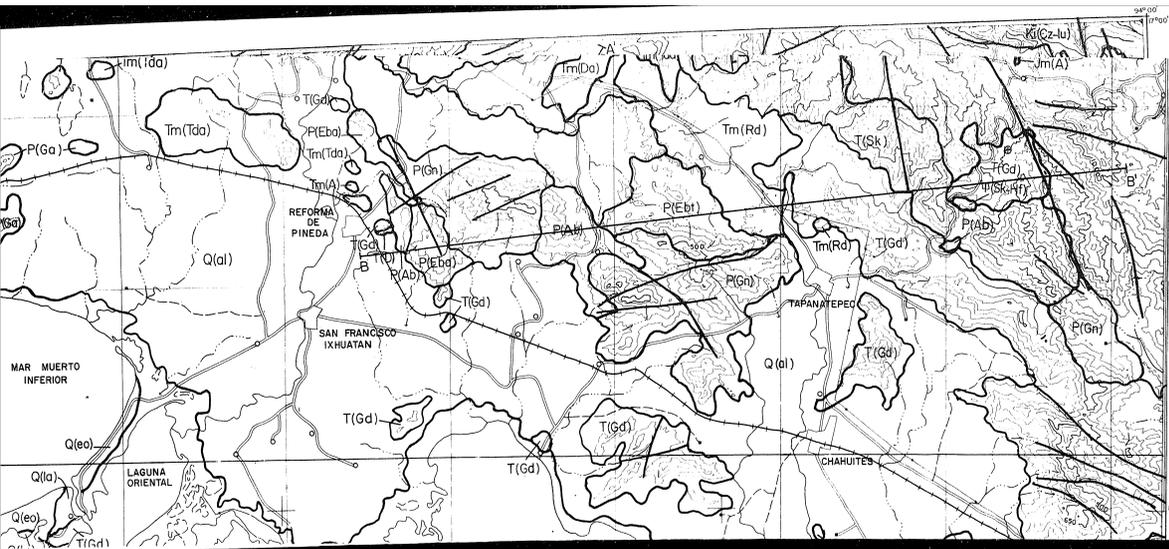
PALEOZOICO M E S O  
 PERMICO TRIASICO JURASICO

<b>PHa</b>	Esquistos de Huelmo-Andahuacho	<b>PGa</b>	Granito - Granodiorita
<b>PHa</b>	Esquistos de Baños-Turmincho		
<b>PHa</b>	Grutas Cuervo-Pedagogico		
<b>PHa</b>	Esquistos verde	<b>PHa</b>	Ambolito
<b>PHa</b>	Serpentinita	<b>PHa</b>	Dioritos
		<b>PHa</b>	Gabro

### SIMBOLOS GEOLOGICOS

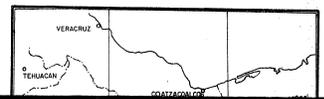
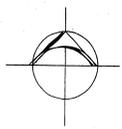
- RUMBO Y ECHADO \_\_\_\_\_
- FRACTURAS \_\_\_\_\_
- FALLA NORMAL \_\_\_\_\_
- FALLA INVERSA \_\_\_\_\_
- CONTACTO GEOLOGICO \_\_\_\_\_
- SECCION GEOLOGICA PROPUESTA \_\_\_\_\_
- ZONA MINERALIZADA \_\_\_\_\_

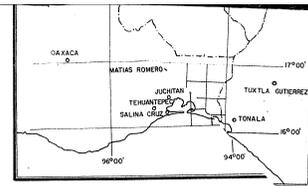
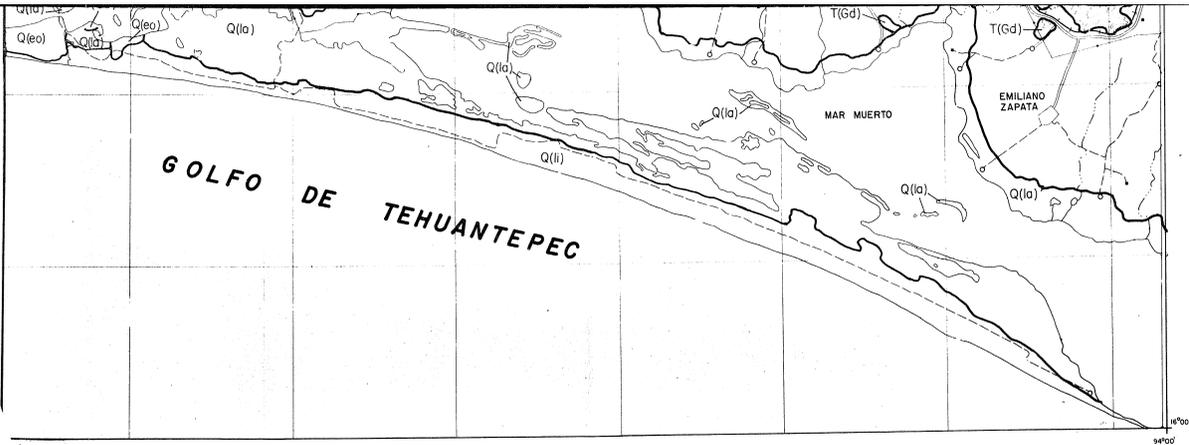
### SIMBOLOS TOPOGRAFICOS



# EXPLICACION

- LUGARES POBLADOS ■ ○
- CARRETERA —
- TERRACERIA —
- BRECHA ,VEREDA —
- FERROCARRIL —
- LINEA ELECTRICA —
- CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS —
- CURVA DE NIVEL ORDINARIA —
- RIOS , ARROYOS —
- LAGUNA INTERMITENTE —
- CENTRO DE FOTOGRAFIA +





ADJUSTADA ENTRE CURVAS DE NIVEL 1:500

 <b>UNZ</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
MAPA GEOLOGICO REGIONAL DE LA PARTE SE DEL ISTMO DE TE- HUANTEPEC, OAXACA, AREA TAPANTEPEC.		
SERGIO ARMANDO LARA BARZA	FECHA 1984	FIGURA 1

NE 35°



A

NE 83°

M.S.N.M. 2500



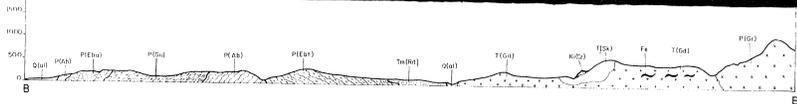
M.S.N.M. 2500

# E X P L I C A C I O N

## R O C A S

Q(Al)	ALUVION			CUATERNARIO	CENOZOICO
Al(LR)	LIMPIA	Al(TS)	TOMA ERODACTICA	TERCIARIO	
K(Ce)	CALIZAS			CRETACICO	MESOZOICO
Al(Ce-La)	CALIZAS, LUTITAS, ARENISCAS, YESOS				
Gr(G)	GRANITO, GRANODIORITA				PALEOZOICO
Ep(L)	ESQUELUS VECES DE EPIDOTA, CLORITA, ACTINOLITA				
Pr(S)	SERPENTINA				

Q(Al)	ALUVION			CUATERNARIO	CENOZOICO
Al(LR)	LIMPIA			TERCIARIO	
Gr(G)	GRANITO, SIENITA				
Gr(L)	GRANITO, GRANODIORITA				
Ep(L)	ESQUELUS DE BIOTITA-ANDALUCITA	Tr(S)	TRIPLEX, TRIPLEX		



[Symbol] LITAS  
 [Symbol] CUANTO-FELDSPÁTICO  
 [Symbol] K1G1  
 [Symbol] ANFIBOLITAS

**SÍMBOLOS GEOLÓGICOS**

CONTACTO GEOLÓGICO .....  
 MINERALIZACIÓN DE Fe .....  
 FALLA NORMAL F<sub>n</sub> .....  
 FALLA INVERSA F<sub>i</sub> .....  
 REMANENTES RECRISTALIZADOS DE CALIZA K1G1 .....

ESCALA HORIZONTAL 1: 175 000  
 ESCALA VERTICAL 1: 50 000

	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	SECCIONES GEOLÓGICAS PROPUESTAS A Y B	
	SERGIO ARMANDO LARA GARZA	FECHA