



24.17  
**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**GEOLOGIA DEL AREA VILLA SILACAYOAPAN-  
SAN JORGE NUCHITA ESTADO DE OAXACA**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO GEOLOGO**

**PRESENTA**

**ALVARO LUEVANO ORTA**

**México, D. F.**

**1988**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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.

## C A P I T U L O S

PRESENTACION

RESUMEN

I.- INTRODUCCION

II.- GENERALIDADES

III.- FISIOGRAFIA

IV.- GEOMORFOLOGIA

V.- ESTRATIGRAFIA

VI.- EVOLUCION PALEOGEOGRAFICA

VII.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y EVOLUCION TECTONICA

VIII.- GEOLOGIA ECONOMICA

IX.- CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

## C O N T E N I D O

PRESENTACION.....	1
RESUMEN.....	3
I.- INTRODUCCION.....	5
I.a. OBJETIVOS DE ESTUDIO.....	5
I.b. METODOS DE TRABAJO.....	6
II.- GENERALIDADES.....	8
II.a. LOCALIZACION.....	8
II.b. VIAS DE COMUNICACION.....	10
II.c. POBLACION Y ACTIVIDAD ECONOMICA.....	12
III.- FISIOGRAFIA.....	15
III.a. PROVINCIAS FISIOGRAFICAS.....	15
III.b. HIDROGRAFIA.....	18
III.c. CLIMA Y VEGETACION.....	20
IV.- GEOMORFOLOGIA.....	24
V.- ESTRATIGRAFIA.....	30
V.B. ERATEMA PALEOZOICO.....	32
V.b.1. <u>COMPLEJO ACATLAN</u> .....	32

V.c.	ERATEMA MESOZOICO.....	55
V.c.1.	<u>CONGLOMERADO CUALAC</u> .....	56
V.c.2.	<u>UNIDAD DE ARENISCAS, CALIZAS Y LUTITAS</u> .....	60
V.c.3.	<u>CALIZA TEPOSCOLULA</u> .....	67
V.d.	ERATEMA CENOZOICO.....	75
V.d.1.	<u>CONGLOMERADO TAMAZULAPAN</u> .....	76
V.d.2.	<u>TOBA CERRO VERDE Y LLANO DE LOBOS</u> <u>INDIFERENCIADAS</u> .....	81
V.d.3.	<u>ANDESITA YUCUDAAC Y ANDESITA SAN MARCOS</u> <u>INDIFERENCIADAS</u> .....	87
V.d.4.	<u>CONGLOMERADO MASIVO INDIFERENCIADO</u> .....	92
V.d.5.	<u>UNIDAD DE YESOS Y TOBAS</u> .....	94
V.d.6.	<u>SEDIMENTOS ROJOS INDIFERENCIADOS</u> .....	100
V.d.7.	<u>ALUVION</u> .....	101
V.d.8.	<u>CONGLOMERADOS</u> .....	102
V.d.9.	<u>CALICHE Y SUELOS</u> .....	102
VI.-	EVOLUCION PALEOGEOGRAFICA.....	104
VI.a.	<u>PALEOZOICO</u> .....	105
VI.b.	<u>MESOZOICO</u> .....	108
VI.c.	<u>CENOZOICO</u> .....	112
VII.-	GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y EVOLUCION TECTONICA.....	115
VII.a.	<u>GEOLOGIA ESTRUCTURAL</u> .....	115

VII.b. <u>EVOLUCION TECTONICA</u> .....	120
VIII.- GEOLOGIA ECONOMICA.....	134
IX.- CONCLUSIONES.....	137
BIBLIOGRAFIA .....	139
ANEXOS .....	146

## PRESENTACION

Los trabajos de reconocimiento geológico superficial, constituyen una herramienta muy importante en la exploración de los recursos económicos que pueden extraerse del subsuelo así como los que se encuentran en la superficie. Estos trabajos entonces representan una de las fases primarias de donde habrán de tomarse las decisiones iniciales de viabilidad de un proyecto específico de exploración.

En el sur de la República Mexicana y concretamente en el Estado de Oaxaca, los trabajos de reconocimiento geológico superficial a escalas mayores a 1:50,000 son escasos y cubren una superficie muy pequeña. Los mapas geológicos existentes y con carácter de amplia difusión, aunque abarcan todo el Estado, están trazados a escalas muy pequeñas tales como 1:250,000 y 1'000,000. Esta situación hace necesaria la participación tanto de instituciones a nivel de investigación como de otros organismos y empresas relacionados a las ciencias de la tierra, para que aporten recursos y los enfoquen a las área todavía aún sin explorar.

El presente trabajo tuvo como objetivo inicial el contribuir en la conformación de la cartografía geológica

a escalas mayores en esta zona, para que junto a los trabajos existentes de áreas vecinas, sirva como herramienta para la exploración de los recursos económicos en el área.



## RESUMEN

Se presenta la cartografía geológica a escala 1:50,000 de la mitad oriental de la Carta Santiago Tamazola E14-D23, localizada en la porción noroccidental del Estado de Oaxaca.

En el área se reconocieron unidades litológicas diversas que cubren un rango cronológico que abarca del Paleozóico Inferior al Reciente. Las unidades más antiguas corresponden a rocas metamórficas; fueron reconocidas también unidades sedimentarias marinas y continentales del Mesozóico y Cenozóico; por último, unidades ígneas extrusivas del Cenozóico.

Las principales estructuras observadas, las constituyen las fallas normales cuyas direcciones preferenciales son nor noreste-sur suroeste. El fracturamiento presenta un notorio desarrollo en las rocas metamórficas y en menor proporción en las rocas del Mesozóico y Cenozóico. Las direcciones preferenciales del patrón de fracturamiento son nor noreste-sur suroeste y nor noroeste-sur sureste. La foliación en las rocas metamórficas acusa un rumbo con tendencia al nor noreste-sur suroeste y nor noroeste-sur sureste.

La evolución paleogeográfica y tectónica de la región está enmarcada en los fenómenos derivados según el modelo de la tectónica de placas.

Desde las rocas metamórficas del Paleozoico hasta las rocas volcánicas y sedimentarias del Terciario y Cuaternario tienen un origen en la dinámica particularmente compleja en esta latitud.

Los recursos naturales de interés económico, los constituyen los yesos y bancos de material de las unidades terciarias.

## I.- INTRODUCCION

### I.a. OBJETIVOS DE ESTUDIO

El presente trabajo, tiene como una de sus finalidades; establecer la distribución superficial de las diversas unidades litológicas que se encuentren en el área, es decir, llevar a cabo la cartografía geológica a escala 1:50,000.

También establecer la relación entre las unidades cartografiadas, para así determinar la extensión lateral y vertical existente entre ellas y poder establecer la columna estratigráfica general.

Efectuar el estudio petrográfico de las unidades cartografiadas, a fin de conocer la génesis y la paleogeografía de las mismas.

Determinar los recursos minerales con posibilidades de explotación económicamente atractivos, para su ulterior aprovechamiento.

Finalmente, conocer de propia vivencia los elementos materiales, humanos y financieros que constituyen parte

inherente de los trabajos a nivel de campo.

#### I.b. METODOS DE TRABAJO

En gran medida la información que sustenta el presente trabajo tuvo como fuente principal el reconocimiento de campo, sin embargo otro tipo de información se obtuvo de consultas bibliográficas de diversa índole, así como de trabajos a nivel de gabinete y laboratorio, como también de consultas personales.

Previamente al trabajo de campo se recabó información general acerca de las vías de comunicación así como de las poblaciones cercanas al área de estudio y por supuesto la cartografía geológica existente. También se elaboró un mapa geológico a partir de fotografías aéreas a escala 1:50,000, asimismo se elaboró otro pero de carácter estructural usando imágenes de satélite a escala 1:500,000 aproximadamente.

En el campo se hicieron recorridos y caminamientos de reconocimiento trazados en la carta topográfica escala 1:50,000 "Santiago Tamazola", a la vez que se llevó a cabo la recolección de muestras de las unidades observadas para su ulterior estudio petrográfico.

También en el campo se tomaron fotografías de los afloramientos así como de las estructuras del área en general.

A nivel de laboratorio se efectuó el estudio petrográfico de treinta muestras de las unidades reconocidas, finalmente se integró la información geológica vaciando todos los datos relevantes sobre la carta base topográfica escala 1:50,000.

## II.- GENERALIDADES

### II.a. LOCALIZACION

El área de estudio se localiza hacia la zona centro-sureste del país, en la parte noroeste del Estado de Oaxaca, casi en los límites con los estados de Guerrero y Puebla.

El área tiene los siguientes límites geográficos al norte y sur por los paralelos 17°45' y 17°30' Latitud Norte; al poniente y oriente por los meridianos 98°10' y 98°00' Longitud Oeste.

La superficie de trabajo es de aproximadamente 480 Km<sup>2</sup> Figura (1). Prácticamente no existen límites naturales entre el área estudiada y la circundante, aunque al oriente el alto topográfico "Lomas La Plaza" alineado en una dirección NNE-SSE, lo constituye de manera parcial del centro de la carta hasta el límite sur. Al norte, sur y oriente, el relieve es continuo sin que exista ningún rasgo cartografiable que se pueda tomar como límite natural. Los distritos que parcialmente abarca la zona son los correspondientes a Huajuapán y Silacayoapan.



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

PLANO DE LOCALIZACION

TESIS  
PROFESIONAL

ALVARO LUEVANO O.

1980

FIG. 1

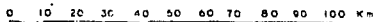
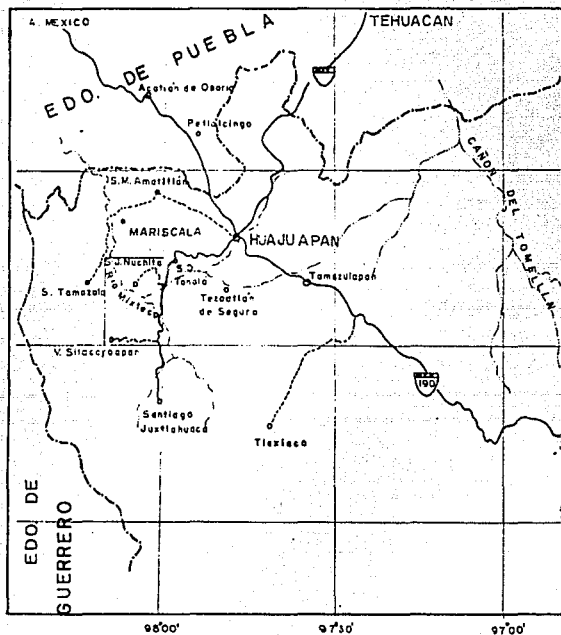
Las cartas editadas por la Dirección General de Geografía (D.G.G.), en las que queda ubicada la zona de estudio son: La Hoja "Santiago Tamazola" E14-D23, escala 1:50,000 y la Hoja E14-8 "Chilpancingo" escala 1:250,000.

#### II.b. VIAS DE COMUNICACION

El acceso a la zona de estudio se hace mediante carreteras y caminos de brecha. La Carretera Federal No. 190 es la principal vía que comunica con mayor facilidad al área, ya que une a la Ciudad de Huajuapán de León con la Ciudad de Acatlán de Osorio al norte en el Estado de Puebla y hacia el sur con la Ciudad de Oaxaca, Figura (2).

De la Ciudad de Huajuapán de León parte la Carretera Estatal No. 40 que conduce al poblado de Santiago Juxtlahuaca, esta carretera cruza la porción más oriental del área. Hay dos caminos de terracería transitables todo el año que parten de dicha carretera estatal y que conducen hacia la porción poniente del área. El primero de ellos se ubica en la parte norte del área y conduce al poblado de San Jorge Nuchita del cual nacen tres caminos revestidos que conducen a otras tantas poblaciones vecinas. El segundo camino de terracería se localiza al sur del área y comunica a Villa Silacayoapan





Escala Gráfica



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

VIAS DE COMUNICACION

TESIS  
PROFESIONAL

ALVARO LUEVANO G.

1988

FIG. 2

el principal poblado, además de otros centros de población menores. De Villa Silacayoapan parte un camino de terracería de menor tránsito por donde se puede llegar en camioneta hacia la zona más occidental del área.

La zona poniente de estudio, es posible cubrirla también por un camino de terracería de dirección norte-sur procedente de Mariscala de Juárez, sin embargo, el camino para llegar a este poblado, aunque también parte de la Carretera Federal No. 190, es más largo.

Los principales centros de población en el área de estudio son: San Francisco Paxtlahuaca, San Agustín Atenango y Villa Silacayoapan, en los tres existe también comunicación telefónica y telegráfica; y en el último hay una aeropista para aereonaves pequeñas.

#### II.c. POBLACION Y ACTIVIDAD ECONOMICA

El área de estudio queda comprendida dentro de la Región Mixteca y políticamente en los distritos de Huajuapán de León y Silacayoapan.

Los principales centros de población del Distrito

de Huajuapán que se encuentran dentro del área de estudio son: San Jorge Nuchita, San Miguel Allende, San Jerónimo, San Lorenzo Victoria, Guadalupe de Morelos y San Sebastián del Monte. Los correspondientes al Distrito de Silacayoapan son: Villa Silacayoapan, San Agustín Atengo, San Francisco Paxtlahuaca, San Juan Huaxtepec y San Sebastián Alfaro.

El número de habitantes según el último censo de población y vivienda 1980 (Anuario Estadístico de Oaxaca, 1985) en los dos distritos era: Para Huajuapán de León de 81,584 habitantes y para Silacayoapan de 21,256 habitantes. El principal centro de población que incluye el área es el poblado de Villa Silacayoapan.

En esta región de Oaxaca, la escolaridad de la población es baja tanto en número como en nivel, ya que en los dos distritos el nivel primario es el de mayor número con 33,777 estudiantes (Anuario Estadístico de Oaxaca, 1985), le siguen en orden el nivel preescolar, el nivel medio básico y el nivel medio superior.

En el año de 1980 la rama de actividades económicas que representó el mayor porcentaje del P.I.B. total del Estado lo constituyeron la silvicultura, pesca y actividades

agropecuarias con un 23.5% (Anuario Estadístico de Oaxaca, 1985).

De estas actividades, la agricultura representa el mayor porcentaje y junto con el comercio, representan las dos principales fuentes de ingresos al Estado.

En la actividad ganadera el pastoreo principal lo representa el ganado bovino y caprino y en menor proporción otro tipo de ganado, aunque en conjunto estas actividades son de importancia secundaria.

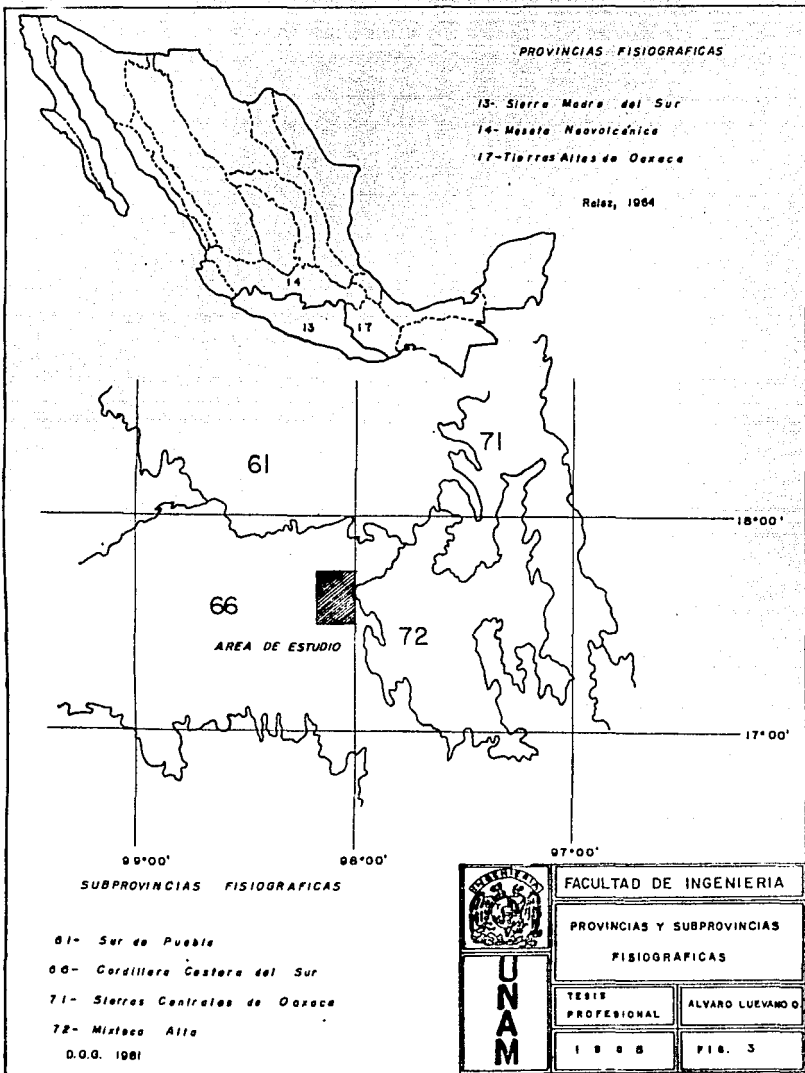
### III.- FISIOGRAFIA

#### III.a. PROVINCIAS FISIOGRAFICAS

El área de estudio forma parte de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur (SMS) (Raisz, 1964), Figura (3). Esta provincia consta de aparatos volcánicos, aunque extensas áreas están cubiertas por depósitos piroclásticos. En general la región se caracteriza por una serie de cuencas con depresiones centrales las cuales son drenadas por los ríos San Pedro Tapaltepec, Balsas, Mexcala, Verde y tehuantepec. La provincia SMS, se extiende al norte hasta el límite de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico y al sureste y noreste por la Cordillera Centro Americana y Llanura Costera del Sur, respectivamente.

Hacia la región centro-norte de la provincia SMS, se localiza la subprovincia Cordillera Costera del Sur (CCS) Figura (3) de acuerdo a la Carta Fisiográfica México, editada por la D.G.G. El área de estudio forma parte de esta subprovincia, cuyos rasgos más sobresalientes son sierras de baja altitud, lomeríos y valles intermontanos de laderas tendidas.

El relieve de la región de estudio es muy contras



tante de un punto a otro por lo cual resulta difícil seccionarla de acuerdo a características comunes, sin embargo es posible definir rasgos marcadamente diferentes entre algunas zonas.

El área que abarca gran parte de la zona norte delimitada por el Río Mixteco, está caracterizada por lomeríos altos y una gran cantidad de cañadas, muchas de las cuales tienen una disposición paralela entre sí y longitudes de 3 Km. Las máximas altitudes no rebasan los 1800 m. sobre el nivel del mar (s.n.m.), aunque son dominantes aquellas 1600 y 1700 m. s. n. m.

Hacia la zona norponiente y oriente del área el Río Mixteco ha formado en sus laderas pendientes muy abruptas con ángulos de 25°, tales pendientes es común encontrarlas al norte del área.

Las principales topoformas consisten en cerros alargados en dirección norte-sur, con altitudes de 1700 m. s. n. m. y pendientes con ángulos de 24° (C. Limón, C. Prieto, C. La Cuesta). Los límites entre estos cerros lo conforman arroyos o cañadas de incipiente formación tal como ocurre en los arroyos Arenas de Oro y Michapa así como por la Cañada El Sabino.

El límite norte de estos cerros es el Río Mixteco y está caracterizado por la presencia de escarpes de mediana altura tal como ocurre en el C. Puntigudo. Hacia la zona sur y sur-oriente, la topografía dominante la conforman lomas suaves (Loma El Palmar, C. La Caldera, C. Salado), y semirredondeadas, (C. Yucu-Ima), principalmente y cuyas pendientes promedio son del orden de los 15° y alturas de 200 a 300 metros sobre el nivel del terreno.

### III.b. HIDROGRAFIA

Las corrientes que drenan la región de estudio, quedan comprendidas en la cuenca del Río Mixteco cuyo curso hacia el noroeste confluye con los ríos Acatlán, Atoyac, Tlapaneco Nexapa, Amacuzac, Mezcala y finalmente el Río de las Balsas que desemboca al Océano Pacífico, todos ellos conforman la gran cuenca del Balsas.

El principal río que drena el área es el Río Mixteco cuyo curso hacia el norte, tiene una dirección general noroeste-sureste. Los afluentes principales de la zona son los arroyos Michapa; Arenas de Oro y Yucuyachi, los que se unen al Río Mixteco por su lado derecho y tienen una dirección general norte-sur.



La configuración regional del drenaje es heterogénea, con la consiguiente diversidad de tipos de drenaje. Los arroyos Arenas de Oro y Michapa así como El Salado que es tributario de éste último, determinan una configuración pinada en su drenaje hasta desembocar al Río Mixteco. Estos arroyos que son perennes tienen escorrentías poco sinuosas como tributarios y forman en su confluencia ángulos casi rectos en la mayor parte de los casos.

Al oriente del área de estudio en la zona centro y sur, la configuración del drenaje es de tipo dendrítico muy abierto en donde la principal escorrentía drena en cañadas.

En la zona norte de la carta la configuración del drenaje, está definida por escasas escorrentías principales cuyos tributarios confluyen con la corriente principal en ángulo agudo y entre ellos guardan un paralelismo conspicuo.

En algunas porciones del área, la configuración del drenaje es de tipo radial tal como ocurre en el C. Las Mesas de Chocolate al poniente y <sup>en</sup> los altos topográficos de la zona sur.

En general la configuración regional del drenaje

no es uniforme, es poco densa y si tiene continuidad en todas sus ramificaciones. Es notoria la ausencia de presas, bordos y otros vasos de almacenamiento de agua. También son muy escasos los acueductos así como los manantiales y pozos.

### III.c. CLIMA Y VEGETACION

#### 1) CLIMA

Con base en datos tomados de la cartografía temática escala 1:100,000, editada por la D.G.G. (1980), la región está delimitada por dos tipos de climas caracterizados por la incidencia de lluvias principalmente en el verano:

- a) Clima semicálido tipo semicálido subhúmedo A(c)Wo(W).
- b) Clima cálido tipo cálido subhúmedo Awo(W).

En ambos climas la lluvia del invierno representa menos del 5% del total y la precipitación del mes más seco no excede de 60 mm.

La precipitación total anual registrada en los años 1978-1980 fue para la zona de estudio de 900 mm., aunque hacia el sur fuera del área de estudio los valores de las

isoyetas se incrementan notablemente.

El clima del primer tipo predomina principalmente en la zona surponiente del área y el clima del segundo tipo en el área restante.

Las temperaturas medias anuales según las isotermas de la región es de 22°C en la mayor parte del área excepto la zona nororiente en donde desciende a 20°C.

## 2) VEGETACION

El tipo de vegetación imperante en la región está representada por cinco grupos a) Matorral, b) Pastizal inducido, c) Selva baja caducifolia, d) Bosque de encino y e) Chaparral.

El matorral es el grupo predominante y más extendido ya que ocupa tanto los altos como los bajos topográficos, le siguen en ese orden; la selva baja caducifolia floreciente principalmente en las zonas bajas tales como valles, planicies, así como laderas de pendiente suave y de poca altitud, el chaparral es el siguiente grupo en importancia floreciente hacia la zona suroriente, los grupos restantes abarcan zonas locales de poca extensión, Figura (4).



Figura 4.- Flora típica de la región de estudio (otoño),  
localidad vecina al poblado de El Carmen al  
suroeste del área.

Aunque de manera general el desarrollo del suelo es incipiente según la Carta Edafológica (1980), basada en la clasificación FAO/UNESCO (1970) y modificada por la D.G.G.(1980), se encuentran en la región cuatro tipos de suelo ordenados de mayor a menor de acuerdo a su extensión:

- A) Re+I+Rc/2 ; Regosol eutrítico+Litosol+Regosol calcárico
- B) Re+I+Hh/2 ; Regosol eutrítico+Litosol+Feozem háplico
- C) Bk+Kk+Jc/2 ; Regosol calcárico+Litosol+Cambisol géllico.

#### IV.- GEOMORFOLOGIA

La topografía del área de estudio es muy irregular y se caracteriza porque las formas del relieve, están asociadas principalmente a la litología, edad y procesos tanto exógenos como endógenos que en su conjunto han conformado un paisaje heterogéneo.

Las topoformas de las rocas metamórficas de edad paleozóica, se clasifican en dos tipos principales: el primer tipo lo constituyen aquellas que ocupan la porción norte del área (C. Ocote, C. Cruz Grueza y C. de la Mañana), que consisten en lomeríos de cima redondeada y pendientes con ángulos de  $20^{\circ}$  y alturas de 100 metros en promedio medidas a partir de su base. En general las lomas están separadas por pequeños valles en forma de V, aunque en algunos casos esos valles se han desarrollado hasta formar cañadas que exceden los 100 m. de profundidad, Figura (5).

Las cimas y laderas de las lomas en muchos casos son usados para la agricultura, aunque el espesor del suelo es delgado, ya que los procesos erosivos fluviales no han permitido su desarrollo.

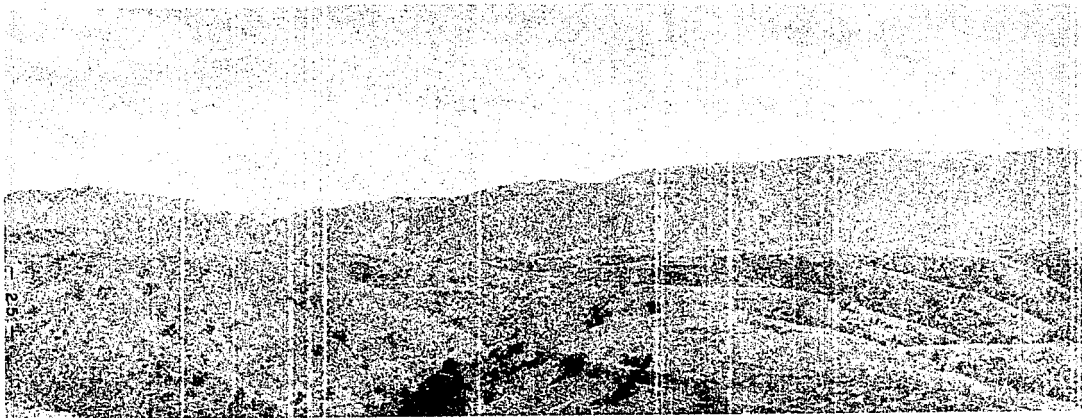


Figura 5.- Vista panorámica hacia el noreste del área. En primer plano se aprecia el Complejo Acatlán del Paleozoico; al fondo las unidades calcáreas -- del Mesozoico; en la porción izquierda se aprecia el Cañón de Tonalá.

Las topoformas del segundo tipo corresponden a altos topográficos semialineados cuyas cimas son agudas tal como ocurre en el C. La Cuesta hacia la zona centro oriente del mapa. Los procesos erosivos en estas rocas han actuado con menor eficacia debido al carácter textural y litológico de las rocas gnéissicas a diferencia de las rocas esquistosas cuyas topoformas corresponden al primer tipo.

El desarrollo de la red hidrográfica es incipiente ya que son pocas las corrientes que drenan ambos flancos de esta zona montañosa. Las alturas predominantes son de 300 a 400 m. medidas a partir de su nivel base y pendientes con ángulos de 25° en promedio.

Las rocas mesozóicas de la zona centro y suroeste del área, dan lugar a un patrón del relieve que se distingue por un alineamiento montañoso donde los procesos erosivos han formado altos topográficos semiredondeados (C. Limón, C. Prieto y C. La Calera) separados por puertos incipientes. Las laderas de estos cerros guardan una relativa simetría y son muy escasos los depósitos coluviales; las pendientes predominantes son del orden de 15° aunque en algunas zonas estos valores cambian bruscamente debido al cambio de litología.



Las rocas terciarias han dado lugar a diversas topoformas relacionadas también al tipo de litología presente.

El volcanismo ha contribuido notoriamente al modelado del paisaje de la región, puesto que la presencia de conos de lava y cineríticos así lo constatan. Los ejemplos más claros de conos de lava son los cerros Plaza, las Mesas de Chocolate, Figura (6) y el Ixpantepec, caracterizados por un drenaje radial incipiente, así como por las coladas en forma de lengua hacia las laderas.

Hacia el noroeste del área, los derrames lávicos dieron lugar al encajonamiento del Río Mixteco en su curso al norte. También es notoria la franja límite originada por la efusión de algunos conos de lava en la zona al noreste de San Jorge Nuchita, límite que ha impedido el avance erosivo de las rocas metamórficas, pero a partir de donde se han empezado a formar algunos conos aluviales.

Las acumulaciones de toba en algunas zonas ha formado pequeños conos así como planicies, tal como puede observarse en las cercanías de los poblados Santa María Asunción y San Francisco Paxtlahuaca. En las cercanías de este último las tobas ocupan el flanco oriente inferior de las montañas

metamórficas posiblemente debido a movimientos tectónicos.

Otras formas ligadas a rocas terciarias las constituyen las unidades de yeso-toba. Estas unidades están caracterizadas por cerros de laderas muy amplias y pendientes suaves (Loma El Palmar), en estos los procesos erosivos han actuado poco y las escurrientías son escasas y sin ramificaciones secundarias.

También las unidades conglomeráticas tienen sus formas propias ya que generalmente éstas constituyen lomeríos semiredondeados y alargados cuyas cimas son conspicuamente agudas, Figura (7). Estas topoformas son generalmente de menor altura que las descritas anteriormente. En las laderas de las lomas alargadas son comunes los escarpes, así como los conos aluviales en proceso de formación.

En general no hay planicies excepto aquellas formadas por el curso del Río Mixteco que son de poca extensión longitudinal y lateral. El valle por donde corre el río, en las inmediaciones de los poblados San Francisco Paxtlahuaca y San Agustín Atenango, es de origen tectónico y se extiende hacia el noreste, evidencia clara de que los procesos endógenos juegan un papel muy importante en el modelado del paisaje en esta zona.



Figura 6.- Vista panorámica hacia el poniente. En primer plano el Conglomerado Masivo Indiferenciado; al fondo el Cerro Las Mesas de Cholocate.



Figura 7.- Vista que muestra afloramientos del Conglomerado Masivo Indiferenciado. A 2 Km. al sur -- del poblado de San Jerónimo.

#### IV.- ESTRATIGRAFIA

Las unidades litológicas que afloran en el área de estudio, son muy diversas y variadas y cubren un rango cronológico que abarca del Paleozóico Inferior al Reciente.

La posición cronoestratigráfica de las unidades se basa en criterios puramente estratigráficos, litológicos, estructurales y geográficos, debido a que datos de fechamiento en las rocas del área estudiada no existen, por lo que su posición exacta en el tiempo, queda pendiente de estudios futuros que tengan esa finalidad.

La diversidad de rocas aflorantes corresponde a los tres grandes grupos en que se subdividen: ígneas, sedimentarias y metamórficas, las primeras se les sitúa en el Cenozóico principalmente, aunque hay unidades Paleozóicas, a las segundas se les sitúa en el Mesozóico y Cenozóico y a las unidades metamórficas se les sitúa en el Paleozóico Inferior; como se puede observar en la columna estratigráfica del área, Figura (8).

Los principales tipos de rocas metamórficas que se observan son de naturaleza metaígneas y metasedimentaria

# COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA DEL AREA VILLA SILACAYOAPAN-SAN JORGE NUCHITA EDO. DE OAXACA

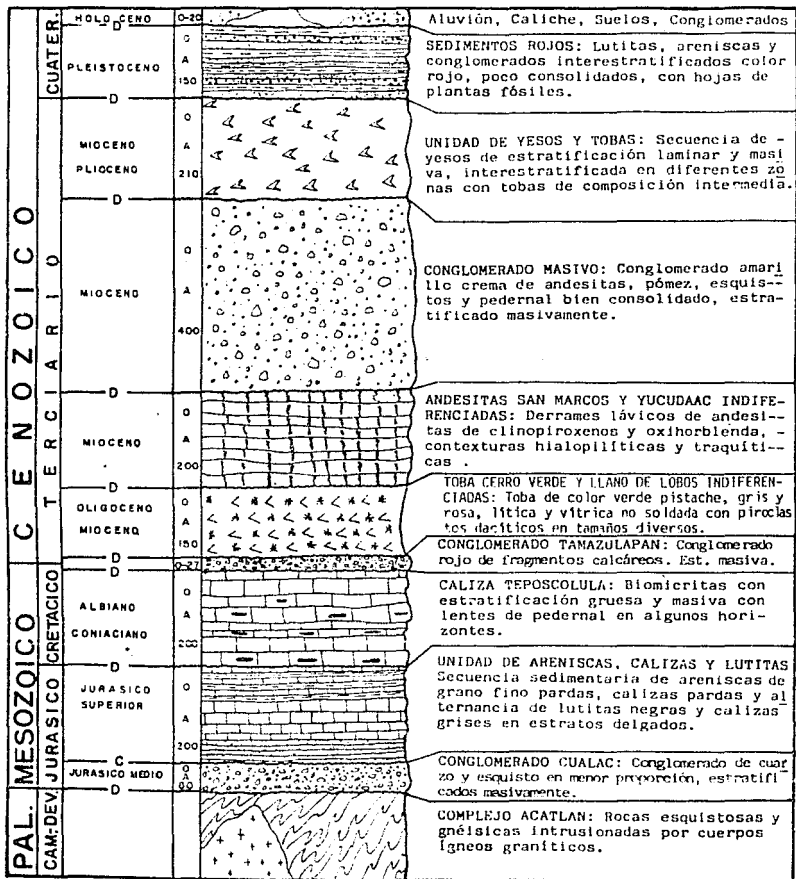


Figura 8

afectadas por metamorfismo regional de facies esquistos verdes y facies anfibolita, siendo los esquistos, filitas, gneises y rocas graníticas las más abundantes. Las rocas sedimentarias son principalmente calizas, areniscas y conglomerados. Respecto a las rocas ígneas, las principales que afloran en el área son tanto extrusivas como intrusivas, tales como tobas, andesitas, pegmatitas y otras rocas graníticas.

## V.b. ERATEMA PALEOZOICO

### V.b.1. COMPLEJO ACATLAN

#### DEFINICION

Las rocas metamórficas que afloran en gran parte del área de estudio, se les sitúa de manera tentativa en el Paleozóico Inferior debido a sus características litológicas, estructurales y estratigráficas. Con estos mismos argumentos es posible afirmar que pertenecen al Complejo Acatlán, definido como tal por Ortega-Gutiérrez (1978), en la región de Acatlán, parte meridional del Estado de Puebla, y cuyos rasgos más sobresalientes son los siguientes:

La extensión superficial del Complejo Acatlán,

rebasa los 10,000 Km<sup>2</sup>., generalmente está cubierto con profunda discordancia por formaciones sin metamorfismo cuya edad varía desde el Jurásico Medio o Inferior al Holoceno. La base estratigráfica del Complejo es incierta.

Son características del Complejo Acatlán su intensa alteración metamórfica regional y su deformación extrema que se manifiesta mediante una foliación compuesta, penetrante y una posición que varía desde vertical hasta horizontal. El rumbo de esta foliación de generación múltiple se mantiene predominantemente hacia el norte, nororiente y norponiente. El grado de metamorfismo es muy variable y va desde la facies esquistosita hasta la parte alta de la facies anfíbolita y niveles de migmatización.

#### RELACIONES ESTRATIGRAFICAS Y ESPESOR

La extensión superficial total de los afloramientos de rocas metamórficas en el área de estudio es de aproximadamente 140 Km<sup>2</sup>. de los cuales la mayor parte se encuentra al norte, y los restantes están distribuidos prácticamente en toda la zona. Cabe hacer notar sin embargo que en la porción sur y oriente también hay afloramientos aunque de menor superficie, son de considerable importancia ya que ayudan

a comprender los cambios litológicos de las unidades aflorantes al norte.

La base estratigráfica de estas unidades metamórficas no se encontró en el área estudiada, tal como lo atestiguan los trabajos de las zonas vecinas; Ruíz-Castellanos (1970), Ortega-Gutiérrez (1978), De Cserna et al. (1980), Corona-Esquivel (1981), González-Torres (1987); por el contrario, Rodríguez-Torres (1970), afirma en su trabajo del área de Acatlán, Pue., que una secuencia de cuarcita, gneis cuarzo feldespático, anfibolita y gneis granítico deformado constituye la base de la secuencia metamórfica paleozóica.

La secuencia metamórfica aflorante, está cubierta de manera discordante por unidades mesozóicas y cenozoicas indistintamente, ya que mientras en unas zonas sobreyacen rocas sedimentarias del Jurásico o del Cretácico, en otras, las unidades sobreyacentes corresponden a rocas ígneas extrusivas del Cenozoico. Un contacto entre rocas metamórficas y unidades del Jurásico puede verse de manera clara en la Cañada Santa Ana aproximadamente 3.5. Km. al oriente del poblado San Martín del Estado. Con respecto a rocas cretácicas, un contacto se encuentra en la zona noreste del área cartografiada en las inmediaciones del poblado San Andrés Sabinillo



en donde dicho contacto tiene características, aunque no claras, de ser tectónico. Los contactos mejor expuestos de rocas metamórficas con rocas ígneas extrusivas se encuentran a todo lo largo de la ladera en sentido norte-sur, definidos por cerros de naturaleza metamórfica, aledaños a los poblados San Francisco Paxtlahuaca y San Agustín Atenango. Las unidades sobreyacentes son tobas liticas y vítreas de color verde pistache, rosa y blancas; también sobreyacen derrames de composición andesítica.

Tanto el espesor estratigráfico como el estructural no se pudieron medir, debido a su estructura y a la ausencia de la base, de tal manera que cualquier dato en este sentido carecería de objetividad.

#### LITOLOGIA

En el área de estudio aflora una variedad considerable de rocas metamórficas, sin embargo en este trabajo se agrupan en tres unidades, cada una de ellas con similitudes texturales, mineralógicas y estructurales que las definen. Dichas unidades son: Unidad de Rocas Esquistosas; Unidad de Gneises y Unidad de Cuerpos Ígneos Intrusivos, es pertinente aclarar que esta última, no es metamórfica y su distribución

espacial no se expresa en el mapa.

#### UNIDAD DE ROCAS ESQUISTOSAS

Las rocas esquistosas afloran en casi todas las áreas donde fue cartografiado el Complejo Acatlán, de tal suerte que los contactos y variaciones litológicas con las otras unidades son accesibles al muestreo y a su verificación.

Hacia la porción norte de la zona de trabajo, la Unidad de Rocas Esquistosas, está en contacto transicional con la Unidad de Gneises y discordante con unidades sedimentarias calcáreas mesozóicas e ígneas cenozóicas. El contacto transicional entre las unidades metamórficas, define una línea de dirección norte-sur que sigue de manera paralela aproximadamente el camino de brecha que parte del poblado San Andrés Sabinillo, hasta llegar a la confluencia de los ríos Mixteco y Salado, y se continúa al sur a lo largo del contacto con rocas sedimentarias del Mesozóico.

En la porción sur, la unidad que se describe, está en contacto también de manera transicional con la Unidad de Gneises, como puede observarse en la Cañada Yibitiyaca a 2.5 Km. aproximadamente al suroeste del poblado San Francisco

Paxtlahuaca, en este lugar la secuencia esquistosa es cortada por cuerpos ígneos intrusivos cuyo conjunto cubre una zona considerable, también estos cuerpos afloran en las inmediaciones del poblado San Agustín Atenango exactamente en las laderas del Cerro La Cuesta. También en esta zona la unidad esquistosa está en contacto discordante con rocas sedimentarias del Mesozóico, así como con un conglomerado de color rojo de composición calcárea y con tobas verdes de composición lítica y vítrea del Cenozóico.

El contacto de la unidad esquistosa en los afloramientos de la porción suroeste, también define una línea norte-sur, pero en este caso, dicho contacto está definido por rocas sedimentarias del Mesozóico que la sobreyacen a lo largo de la Cañada Santa Ana a 4 Km. al poniente del poblado San Antonio Silacayoapan, Figura (9).

La litología de la Unidad de Rocas Esquistosas es diversa, sus principales variaciones se describen a continuación:

En la porción norte predominan filitas y esquistos de color gris blancuzco, rosado y verde al fresco con un tono naranja ocre al intemperismo; hacia el sur hay una mayor



Figura 9.- Vista parcial de un afloramiento del Complejo Acatlán, donde se observa una roca granítica intrusionando a los esquistos (al fondo). --- Arroyo aledaño al Cerro Yucu-Ima, zona suroeste del área de estudio.

predominancia de esquistos de color gris oscuro, negro y verde en roca fresca.

Es notoria una variación tanto en textura como en mineralogía, así esquistos cloríticos cambian gradualmente a filitas de color claro y crema (Cerro La Laguna, camino de terracería que conduce a San Jorge Nuchita, zona norte). En el sur la variación se da de esquistos negros y gris oscuro mate a rocas verdes de esquistocidad incipiente y con una alta densidad.

A escala de muestra de mano, los principales minerales observados son: cuarzo, micas, feldespatos, clorita y ferromagnesianos, sobresalen notoriamente lentes de cuarzo lechoso de hasta 3 cm. de espesor concordantes a la foliación, estos lentes sólo los presentan los esquistos claros y los negros, estos últimos con mayor frecuencia.

La clasificación de las rocas muestreadas y laminadas (ver anexo) incluye filitas de muscovita, esquistos de clorita, roca verde serpentizada esquistosa. La mineralogía predominante al microscopio consiste de cuarzo, feldespatos, muscovita, clorita, stipnomelano y hematita.

Las texturas predominantes son lepidoblástica y filitas acompañadas en ocasiones por crenulación, principalmente en aquellas rocas compuestas por micas.

La dirección predominante en el rumbo de foliación es nor noreste-sur suroeste y nor noroeste-sur sureste, aunque cabe destacar que en no pocos casos, tales datos tienden a ser este-oeste, esto se da donde el plegamiento acusa un alto índice.

Los afloramientos de esquistos grises y negros en la zona sur exhiben en el cuarzo lechoso tres períodos de deformación ya que en los lentes y bandas de este mineral, abundan los pliegues que a su vez también están plegados en un segundo evento, Figura (10). La naturaleza de los pliegues es disarmónica ya que su tipo es variado; desde abiertos hasta cerrados, asimétricos e isoclinales con charnelas inclinadas sin una dirección preferencial.

El fracturamiento de la Unidad de Rocas Esquistosas es más frecuente y más predominante en los afloramientos de la zona norte, y cuyas direcciones preferenciales son: nor noreste-sur suroeste y nor noroeste-sur sureste y de longitudes variables; en gran medida aquellas de mayor longitud



Figura 10.- Afloramiento que muestra segregaciones de cuarzo lechoso, inmerso en esquistos micáceos. Nótese la extrema deformación que ha sufrido el cuarzo. Arroyo Yibitiyaca a --- 2 Km. de San Francisco Paxtlahuaca.

se identificaron mediante fotointerpretación. El fracturamiento a nivel de afloramiento es muy conspicuo en algunas zonas donde casi es imposible observar los cuerpos de roca sanos debido al avanzado estado de intemperismo químico en que se encuentran.

Las rocas esquistosas están intrusionadas en algunos afloramientos por cuerpos de naturaleza ígnea de textura granítica, aplítica y pegmatítica, esta última de manera profusa. Afloramientos de estas rocas ígneas pueden observarse a un costado del camino de terracería que une los poblados de San Jorge Nuchita y San Andrés Sabinillo, aproximadamente a 6 Km. al noreste del primero; y también a 2 Km. al suroeste de San Agustín Atenango y en la Cañada Yibitiyaca aldeaña a San Francisco Paxtlahuaca.

#### UNIDAD DE GNEISES

La Unidad de Gneises aflora predominantemente en la porción noreste del área, aunque al sur se presentan algunos afloramientos sin continuidad, ni en porciones extensas como en la primera.

La unidad gnéisica está en contacto abrupto con



la Unidad de Rocas Esquistosas, aunque cabe señalar que al sur el cambio es aún más abrupto, esto se evidencia debido principalmente al aumento o disminución de los ojos de feldespato potásico característicos, según el distanciamiento o acercamiento respectivamente al contacto.

Las rocas ígneas intrusivas cortan los afloramientos de gnéises, en algunas zonas muestreadas (Cañada Yibitiyaca anteriormente citada) y porción norte de la carta.

La litología de la unidad que se describe, está caracterizada por su composición cuarzo-feldespática, así como por su textura cataclástica. Su clasificación petrográfica corresponde a un augenesquisto, Figura (11).

El color de intemperismo de esta roca es naranja ocre y parduzco, mientras que al fresco el color predominante es gris claro y rosado, este último por los porfidoblastos de microclina.

Los minerales predominantes son el cuarzo y la microclina, estando la última presente en porfidoblastos cuyos ejes mayores son paralelos al bandeamiento tipo fluidal muy conspicuo que caracteriza a estas rocas. El tamaño y

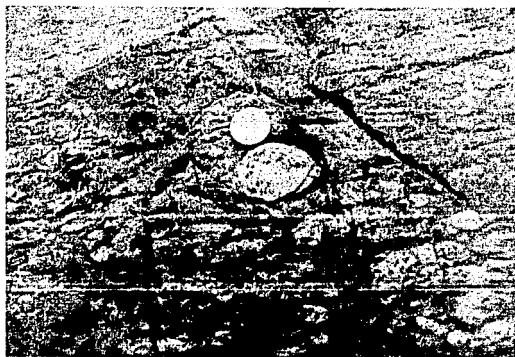


Figura 11.- Detalle de un afloramiento de augenesquisto.  
Arroyo Yibitiyaca, 2.5 Km. al SW del poblado  
San Francisco Paxtlahuaca.

cantidad de los feldespatos es variable, ya que los hay de hasta 3 o 4 cm. de diámetro.

El cuarzo es el mineral más abundante, está presente en su mayor parte en pequeños tamaños derivados de la trituración y agrupados frecuentemente en los perímetros de los minerales de microclina confiriéndole una textura tipo mortero. También y en menor proporción están las plagioclasas de composición intermedia (oligoclasa-andesina), clorita, esfena, granate, epidota, biotita y óxidos de fierro.

Los afloramientos de augenesquisto en algunas porciones están intemperizados lo que les da una apariencia caótica, milonitizada; en aquellos mejor preservados, se observan diaclasas en tres direcciones preferenciales ortogonales entre sí, cuyo resultado es la formación de bloques de tamaños diversos. Muchas de las diaclasas están rellenas de cuarzo lechoso. El bandeamiento tipo fluidal en algunas zonas está más desarrollado, principalmente en donde la cantidad y densidad de los porfidoblastos de microclina están presentes.

#### UNIDAD DE CUERPOS IGNEOS INTRUSIVOS

Los cuerpos de naturaleza ígnea que intrusionan a las unidades metamórficas son frecuentes. Afloran prácticamente en todas las áreas donde las rocas metamórficas han sido cartografiadas, pero de manera más profusa en las rocas donde aflora la Unidad de Rocas Esquistosas. La naturaleza de su composición es granítica y las texturas más frecuentes son porfirítica y pegmatítica, a continuación son descritos algunos de sus afloramientos.

En la porción norte, por el camino de terracería que comunica a San Jorge Nuchita, a 6 Km. al noreste de este poblado, afloran una serie de diques de naturaleza félsica de color blanco y crema. El espesor promedio de estos diques es de 5 m. y tienen una dirección preferencial noroeste-sureste, cortan a la secuencia metamórfica y no están deformados.

Otro afloramiento importante de estas rocas se encuentra en la Cañada de Santa Ana a 4 Km. al poniente de San Sebastián Alfaro; son de color blancuzco y rosado de textura granítica de composición cuarzo feldespática y en menor proporción algunos ferromagnesianos. Este cuerpo granítico presenta una forma irregular que cubre un área de varios

metros cuadrados, no pudo ser posible la medición de ningún dato estructural en este afloramiento, Figura (9).

Los afloramientos más numerosos en la zona y de mayor área, para estas rocas, son los que corresponden a rocas de naturaleza pegmatítica. El color de intemperismo de estas rocas es pardo café y naranja ocre, mientras que al fresco el aspecto moteado que le confiere el tamaño tan notorio de los minerales, predomina el gris verdoso y a veces el color del óxido, los fenocristales miden hasta 1.0 cm. de diámetro.

La disposición geométrica de emplazamiento de estos cuerpos pegmatíticos no está bien definida, sin embargo se puede decir que la forma irregular es la predominante cuyas dimensiones alcanzan hasta decenas de metros cuadrados. Afloran en las cercanías de SAN Agustín Atenango y Cañada Yibitiyaca, principalmente.

La mineralogía predominante en las rocas que conforman la Unidad de Cuerpos Igneos Intrusivos en los estudios petrográficos realizados, consta de cuarzo, plagioclasas, pertitas, muscovita y óxidos de hierro.

## EDAD Y CORRELACION DE LAS UNIDADES METAMORFICAS

Las edades obtenidas para las unidades que conforman el Complejo Acatlán, son diversas, ya que difieren según el método aplicado, el mineral examinado y la exactitud de los análisis. Sin embargo se han efectuado fechamientos radiométricos cuyos resultados corresponden a intervalos distintos para rocas igualmente distintas.

La edad de las rocas esquistosas del Complejo Acatlán, fue determinada de manera absoluta por Ruiz-Castellanos (1979). Este autor se basó en rocas colectadas en el área tipo del Complejo y mapeada por Ortega-Gutiérrez (1975); a partir del estudio de 13 muestras analizadas de muscovita, biotita y la roca completa, por el método Rb-Sr, que definió dos isocronas paralelas cuya edad promedio fue de  $481 \pm 9$  m. a. Figura (12).

Posteriores fechamientos de rocas esquistosas del Complejo Acatlán, han revelado edades diferentes; De Cserna et. al. (1980), obtuvieron una edad de  $380 \pm 6$  m. a. a partir de una isocrona de tres muestras colectadas cerca de Coacalco, Pue., Grajales et. al. (1984), obtuvieron edades de 327 a  $330 \pm 26$  m. a. en muestras colectadas en la región

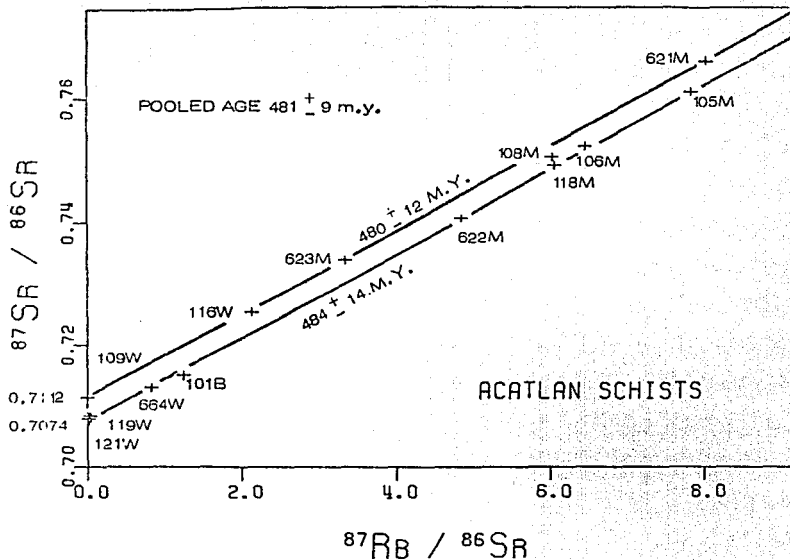


Figura 12.- Isócronas de Rb-Sr de roca entera y minerales de esquistos del área de Acatlán. (M) muscovita, (B) biotita, (W) roca entera. Ruiz-Castellanos, (1979).

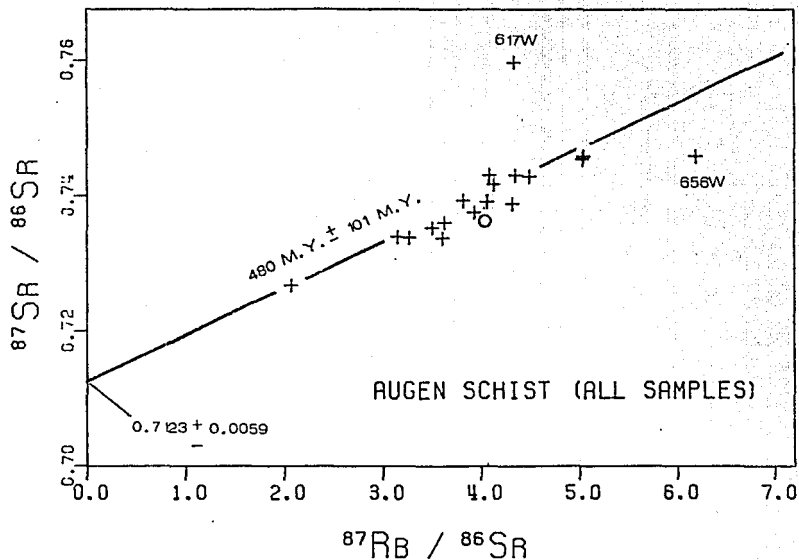
de Olinalá, Gro. y Mixtepec, Oax., a partir del método K-Ar en minerales de muscovita.

Las edades obtenidas para los augenesquistos se ubican principalmente en el intervalo 580-280 m. a.; Fries y Rincón Orta, (1965), Fries et. al., (1960, 1970, 1974), Halpern et. al., (1974) y Ruíz-Castellanos, (1979). Este último obtuvo una edad de  $480 \pm 101$  m. a. a partir de una isocrona definida por 16 puntos, usando el método Rb-Sr; en muestras de microclina y roca total, Figura (13).

La edad de las rocas graníticas y pegmatíticas, cae principalmente en el intervalo Triásico Superior-Jurásico Medio Superior. Los análisis se han hecho en feldespato potásico y muestras de roca principalmente, Ruíz-Castellanos, (1979).

Estudios estratigráficos también han aportado información acerca de la edad premisisípica del Complejo Acatlán. Silva-Pineda (1970), descubre en la región de Los Reyes Metzontla en el Estado de Puebla, una secuencia detrítica con flora del Paleozoico Superior, esta secuencia al parecer descansa de manera discordante sobre las rocas del Complejo Acatlán aunque este contacto no está plenamente confirmado. Sin embargo, trabajos más recientes y más cercanos al área





Figuro 13.- Isócrona de Rb-Sr de roca entera y minerales de augenesquisto del área de Acatlán. (+) microclina, (W) roca entera. Ruíz-Castellanos ( 1979 ).

estudiada se han efectuado y han confirmado la edad premissípica de las rocas metamórficas de la región, como se explica a continuación.

Corona-Esquivel (1981), descubre una secuencia sedimentaria marina de 635 m. de espesor, del Pérmico Superior que sobreyacen al Complejo Acatlán en la región de Olinalá Tecocoyunca en el Estado de Guerrero. Flores y Buitrón (1984), descubrieron en el área de San Juan Mixtepec, Oax., una secuencia sedimentaria detrítica con fauna perteneciente al Pensilvánico Superior, también sobreyaciendo a rocas metamórficas del Complejo Acatlán. Por último Vázquez-Echeverría (1986), reporta una secuencia sedimentaria marina fosilífera de más de 1000 m. de espesor en el área de Patlanoaya, Pue., que sobreyace a rocas metamórficas y cuya edad corresponde al Misisípico-Pensilvánico.

Las rocas metamórficas aflorantes en el área de trabajo se correlacionan con las formaciones en que se ha subdividido el Complejo Acatlán. Tal correlación se basa puramente en semejanzas litológicas, texturales, estructurales, estratigráficas y morfológicas, ya que no existen datos radiométricos que puedan dar una correlación más objetiva.

Las unidades metamórficas descritas en este trabajo pueden tener la siguiente correspondencia con las unidades propuestas por Ortega-Gutiérrez (1978) para el Complejo Acatlán: La Unidad de Rocas Esquistosas se corresponden con las Formaciones Chazumba y Cosoltepec, la Unidad de Gnéisos con los Granitoides Esperanza.

La Unidad de Cuerpos Igneos Intrusivos, no es posible correlacionarlos con los Diques San Miguel, debido a que estos son cuerpos perfectamente diferenciados.

A nivel regional el Complejo Acatlán se correlaciona con el Esquisto Granjeno de la región de Ciudad Victoria, Tamps. con el Grupo Chuacus (Guatemala), y con las rocas metamórficas de la Sierra de Omoa (Honduras), Ortega-Gutiérrez (1978).

#### ORIGEN

El origen de las rocas del Complejo Acatlán ha sido discutido por diversos autores y en diferentes épocas. Existe sin embargo en todos los trabajos, un consenso general y aceptado de que las rocas originales de las cuales se deriva, fueron rocas sedimentarias de origen marino depositadas en

## V.C. ERATEMA MESOZOICO

Las rocas mesozoicas cartografiadas en la zona de estudio, presentan afloramientos muy bien expuestos y de fácil acceso en su mayoría. Cubren una superficie de aproximadamente 30 Km<sup>2</sup>, y en la porción central del mapa es donde se encuentran los mejores y más extendidos afloramientos, definiendo una franja en dirección norte-sur.

Las unidades reportadas y cartografiadas, corresponden tentativamente al Jurásico Medio y Superior, así como al Cretácico Medio. Se describe una unidad conglomerática cuarzosa a la que sobreyace una secuencia de lutitas y calizas que a su vez subyacen a una unidad de calizas de estratificación cruzada y masiva.

Para denominar a las distintas unidades litoestratigráficas, se utilizan nombres que hacen referencia tanto a su litología como a su edad relativa. Cuando además de las características litológicas, se tienen otros datos que hacen posible que la unidad tratada sea nombrada de acuerdo a una ya establecida formalmente, se toma éste para efectos de correlación estratigráfica.

## SISTEMA JURASICO

### V.c.1. CONGLOMERADO CUALAC

Esta unidad fue nombrada y descrita por Guzmán (1950, p. 108) en el área de Cualac al noreste del Estado de Guerrero, con la denominación de Cuarcita Cualac. Posteriormente Erben (1956), redescubrió esta misma unidad y la nombró Conglomerado Cualac cuya litología consiste de un conglomerado de matriz cuarcítica con estratificación media y gruesa. Los guijarros son de cuarzo blanco lechoso de tamaños que varían entre 0.5 y 5.0 cm. de diámetro, y de manera subordinada contiene fragmentos de rocas metamórficas gnéissicas. Esporádicamente se intercalan estratos de limolitas y areniscas de color pardo a amarillento de estratificación delgada.

La edad jurásica del Conglomerado Cualac, fue definida por su posición stratigráfica observada en el área tipo Erben (1956). En este sitio la unidad conglomerática sobreyace concordantemente a la Formación Rosario con flora fósil del Toarciano-Aaleniano y por otro lado subyace también de manera concordante a la Formación Zorrillo con flora fósil de Bajociano-Batoniano.

Los afloramientos del Conglomerado Cualac a nivel regional, son bien conocidos principalmente en la zona noreste del Estado de Guerrero en las áreas de Mexcala-Olinalá-Huamuxtlán; De Cserna et. al. (1980), Corona (1983, 1985), Flores et. al. (1982), así como al este y sureste del área mapeada en el presente trabajo; González-Torres (1987), Carrasco (1981).

De acuerdo a la posición estratigráfica que guardan las rocas encontradas en el área del presente trabajo, así como por su litología y su vecindad con afloramientos definidos como pertenecientes al Conglomerado Cualac, se toma como un hecho el emplear este mismo nombre para la unidad conglomerática que se describe a continuación.

Los afloramientos de estas rocas en el área de estudio, están restringidos tanto en número como en extensión, de tal suerte que su mapeo a la escala trabajada, resulta difícil y sólo uno de esos afloramientos se expresa en el mapa, mientras que las restantes solamente se describen en el texto.

La expresión fisiográfica debida al Conglomerado Cualac, está prácticamente subordinada a la competencia de

las rocas que lo sobreyacen, debido a que los afloramientos del primero, ocupan la porción inferior de las márgenes de cañadas y ríos. No obstante en la porción central por el contrario, se encuentra una loma compuesta en gran parte por el conglomerado a manera de ventana erosional.

La litología la conforma un conglomerado color claro, gris y gris oscuro en muestra fresca, mientras que al intemperismo el color es más oscuro y en parte se torna pardo opaco. Los fragmentos son de cuarzo lechoso y representan del 90 al 95 % del total de la roca, mientras que el 5 % restante lo ocupa la matriz arenosa así como algunos fragmentos de esquistos negros micáceos.

Los fragmentos tanto de cuarzo como de esquisto, son angulosos y subangulosos, aunque los de esquisto tienden a estar más redondeados. En general los tamaños predominantes de los fragmentos son del orden de 4 a 6 mm. de diámetro aunque los hay de 1 cm. o más. La matriz está compuesta por arena gruesa también de cuarzo.

A escala de microscopio, es evidente la presencia del cuarzo con extinción ondulante, además de fragmentos metamórficos, y en proporción subordinada se encuentran

se encuentran feldespatos sódicos y óxidos de Fe.

Los afloramientos están caracterizados por una estructura masiva y burda tal como puede verificarse en la zona central a 3 Km. al sur de San Juan Huaxtepec. En los afloramientos encontrados en la ribera izquierda del Río Mixteco a 0.5 Km. aguas abajo de la confluencia con el Río Tonalá, así como en la Cañada Santa Ana en la zona suroeste de la carta, también los afloramientos son masivos aunque es menos evidente esta característica, debido al contacto que guardan con las rocas sobreyacentes.

El espesor de estas rocas no pudo medirse debido a que la base de esta unidad no aflora, pero se estima un espesor para la zona central de varias decenas de metros.

El contacto inferior no se observó en ninguno de los afloramientos visitados, pero el contacto superior está determinado por la presencia de rocas sedimentarias que sobreyacen concordantemente a estas rocas correlacionables con el Conglomerado Cualac que aflora 2.5 Km. al sur de San Juan Huaxtepec (afloramientos que es cortado por el camino de terracería).



## V.c.2. UNIDAD DE ARENISCAS, CALIZAS Y LUTITAS

Aflora en el área de estudio una secuencia de areniscas de grano fino, calizas fosilíferas y lutitas negras fisiles cuya extensión superficial alcanza una franja orientada norte-sur en la zona central, así como otras de menor extensión ubicadas al suroeste y noroeste.

Los afloramientos de estas rocas ocupan generalmente los flancos de los cerros y conforman junto con las rocas cretácicas calcáreas altos estructurales alineados de manera preferencial norte-sur. Las pendientes de las laderas formadas por estas rocas son moderadas y van de los 15° a los 30°.

A continuación se describen por separado las secuencias inferior y superior en que ha sido dividida la Unidad de Areniscas, Calizas y Lutitas, de acuerdo a las características litológicas que las diferencian.

La secuencia inferior de la Unidad de Areniscas, Calizas y Lutitas que se describe, está compuesta de areniscas de color pardo marrón y café al intemperismo y en roca fresca el color cambia a café oscuro y marrón claro en algunas zonas. La textura es de grano fino y medio compactadas y duras.

Es notoria la presencia en algunas zonas de concreciones limolíticas hasta de 7 cm. de diámetro.

Esta secuencia de areniscas sólo aflora en la zona central de la carta y están caracterizadas casi en su totalidad por una estratificación poco visible, sin embargo en La Cañada Tepehuaje a 2 Km. al sur de San Juan Huaxtepec, afloran en estratos de 20 a 50 cm. con un rumbo NE  $48^{\circ}00'$  SW y  $43^{\circ}$  de inclinación hacia el noroeste. El intemperismo en las areniscas ha actuado sensiblemente y ha formado un suelo de más de 50 cm. de espesor, el cual se ha aprovechado para la agricultura.

El espesor de la secuencia inferior no fue medido pero se infiere mediante las observaciones de campo y por fotointerpretación, que seguramente es de varias decenas de metros.

El contacto inferior de las areniscas, está determinado por el Conglomerado Cualac que las subyace concordantemente, los que se observa en los afloramientos de la zona central, sin embargo su contacto en la zona oriental con rocas metamórficas del Complejo Acatlán, es discordante. Este contacto define una configuración caprichosa en dirección

norte-sur, determinado por la topografía del área principalmente por la presencia de cañadas y lomas.

El contacto superior es concordante con una secuencia de calizas y lutitas mismas que definen la porción superior de la unidad que se describe, Figura (14).

La distribución de los afloramientos de la secuencia superior está más extendida en el área y se les encuentra en la zona suroeste, central y noreste. El espesor de los afloramientos así como su litología, están mejor determinados y descritos debido a su estado de conservación así como por el acceso a las áreas donde aflora.

En la zona central que es donde se encuentra mejor expuestas ocupan los flancos de los cerros y forman pendientes de 30° a 40° generalmente. Cabe señalar sin embargo, que los afloramientos ubicados tanto en las márgenes del Río Mixteco como en la Cañada Santa Ana al suroeste del mapa no contribuyeron a conformar el relieve de esa zona debido al área restringida que ocupan.

La secuencia superior, la conforman hacia su base, calizas pardas y gris claro fosilíferas que gradúan hacia



Figura 14.- Afloramiento de la Unidad de Areniscas, Calizas y Lutitas. Ladera izquierda del Río Mixteco, a 4 Km. al noroeste de San Jorge Nuchita.

la porción superior donde se intercalan estratos de caliza color gris claro, lutita café y negra físil.

La caliza de color pardo y gris claro, muy compacta y dura, cambia en muestra fresca a un color marrón y gris oscuro y en muestra de mano se observa una textura grainstone donde sobresalen fragmentos fósiles de moluscos, así como vetillas de calcita. A escala de microscopio, estas rocas fueron clasificadas como biomicritas e intramicritas parcialmente dolomitizadas; se encontraron fragmentos de moluscos, briozoarios, espículas de equinodermos, algas y otros no identificados.

La estructura de las calizas pardas, definen una estratificación burda poco definida, con un rumbo NE 14°00' SW e inclinación que varía en un rango de 15° a 25° hacia el noroeste. El fracturamiento en estas rocas está bien definido y no se observa ninguna dirección preferencial. El contacto superior es concordante y transicional con las lutitas y calizas intercaladas.

Las lutitas son de color gris verdoso y negro al fresco, imtemperezan a naranja ocre y gris pálido. Su aspecto es compacto aunque son muy frágiles, lo cual les

da la fisilidad que las caracteriza.

En la zona aledaña a San Juan Huaxtepec (Cerro Prieto y Cerro Limón), la estructura definida por las lutitas es masiva y forma la cima de algunas de las lomas cuyas pendientes son suaves. En los afloramientos encontrados en la ladera izquierda del Río Mixteco a 4 Km. aguas abajo de San Jorge Nuchita las lutitas forman estratos de 5 a 50 cm. o más de espesor, cuyo rumbo preferencial es NE 10°00' SW con 24° de inclinación hacia el sureste, en esta zona la intercalación con los estratos de caliza es claro.

La caliza es de color gris oscuro al fresco y de color pardo blancusco al intemperismo, en muestra de mano es de textura wackestone, presentando abundantes vetillas de calcita y algunos fragmentos de moluscos fósiles no identificados. El espesor de los estratos de caliza es en promedio de 15 cm. aunque los hay de más de 50 cm.

El espesor de la secuencia es superior no fue medida pero se calcula en 60 o 70 m., en el área vecina a San Juan Huaxtepec.

El contacto superior de la Unidad de Areniscas,

Calizas y Lutitas que se describe es de discordancia erosional con calizas de color gris y gris claro de estratificación masiva de edad cretácica. Este contacto se puede verificar en los flancos tanto del Cerro Prieto como del Cerro Limón en la zona central del área estudiada.

La edad probable para la Unidad de Areniscas, Calizas y Lutitas, corresponde al Jurásico Superior o Cretácico Inferior. Esta edad se basa en la posición estratigráfica que ocupa la unidad, ya que se encuentra subyaciendo a las calizas cretácicas correlacionables con la Caliza Teposcolula que aflora en el área de trabajo. Los fósiles encontrados no fueron suficientes para poder establecer una edad tentativa por este método.

Las características litológicas de la Unidad de Areniscas, Calizas y Lutitas, guardan una similitud con las formaciones descritas por Erben (1956), en el área de Tezoatlán, Oax., y unificadas en el Grupo Tecocoyunca, compuesta por una secuencia de estratos que en las partes inferiores es continental, mientras que en la parte central existen intercalaciones marinas, y hacia la parte superior termina en una secuencia de estratos marinos.

La similitud que guarda la Caliza con *Cidaris* definida

por Burckhardt (1930, in Erben, 1956), con la secuencia superior calcárea definida en este trabajo en este trabajo, es considerable, ya que tal autor señala las características de esa unidad como sigue: "...consiste de margas de color gris claro a medio, a veces de color crema, con algunas manchas amarillentas y con numerosas intercalaciones de calizas margosas de color gris medio y de bancos de 5-10 cm.... En las partes medias de la secuencia se encuentran las mismas margas con intercalaciones de bancos de calizas margosas grises, pero aparte de esto también se encuentran intercalaciones de bancos de 5 a 10 cm. de calizas duras, oscuras no margosas las cuales contienen algo de pedernal, estratificadas en bancos de 30 cm. hasta 1 m. de espesor..."

## SISTEMA CRETACICO

### V.c.3. CALIZA TEPOSCOLULA

En el área del presente trabajo, se reconoció a la Caliza Teposcolula descrita y nombrada por Salas (1949, p. 105) en el área del poblado San Pedro y San Pablo Teposcolula, Oax., de donde se toma su nombre.

Salas, define a la Caliza Teposcolula consistente



de una secuencia de más de 300 m. de caliza color crema a gris obscura que se vuelve blanca con el intemperismo, densa con partes masivas y otras bien estratificadas, con algunos horizontes fosilíferos y abundantes ostras pequeñas casi destruidas por la erosión en la superficie.

La edad que manejó Salas para esta unidad, corresponde al Jurásico Superior, a partir de observaciones de campo y a criterios estratigráficos y litológicos.

Posteriormente Ferrusquía (1976, p. 15) retoma el nombre de Caliza Teposcolula y lo hace extensivo a los cuerpos petrográficos y estratigráficamente similares que se encuentran fuera de la zona comprendida entre Tamazulapan-Teposcolula-Yanhuitlán en la porción norte del mismo Estado de Oaxaca.

Ferrusquía define al grueso de la caliza como una biomicrita de textura afanocristalina a cristalina con la presencia de fósiles. El color es crema que intemperiza a gris claro parcialmente recristalizada, estratificada masivamente en capas de hasta un metro de espesor, alternando con capas más claras que muestran microbandeamiento o microestratificación. Localmente se encuentra pedernal café

en forma de lentes y nódulos.

Subdividió este mismo autor, a la Caliza Teposcolula en 5 unidades litológicas a saber: a) biomicrita poco fosilífera, b) biomicrita poco fosilífera, c) pelmicrita, biopelmicrita y biomicrita peletífera, d) micrita dolomítica y c) brecha intraformacional formada por bloques de caliza con miliólidos.

La edad determinada para esta formación corresponde al intervalo Albiano-Cenomaniano; edad obtenida a partir de estudios paleontológicos de fauna fósil. Debe aclararse que la edad exacta de la Caliza Teposcolula no fue posible obtenerla debido a que el autor no encontró algún fósil índice, no obstante que la mayor parte de los fósiles encontrados cubren el intervalo arriba citado.

Rocas similares litológicamente a la Caliza Teposcolula están muy extendidas en la porción oriental del país. En este trabajo sólo se mencionan aquellas unidades que geográficamente están más cercanas al área de estudio para fines prácticos. (Ver Tabla de Correlación Estratigráfica, anexo).

Las unidades aflorantes más cercanas son las

siguientes: En el Estado de Morelos: la Formación Morelos y la Formación Cuautla, Fries (1960). En el Estado de Puebla: área de Atlixco-Sierra del Tentzo, Calizas de Plataforma, Monroy et. al. (1984), en el área de Petlancingo, Caliza Petlancingo, Salas (1949), en el área de Zapotitlán, Formación Cipiapa, Calderón (1956).

Con relación al nombre usado en el presente estudio, se optó por Caliza Teposcolula en virtud de la redefinición aceptable de Ferrusquía y los criterios que el mismo expone, así como con la cercanía geográfica con el área tipo.

A continuación se describen las características de la Caliza Teposcolula en la zona de estudio:

Los afloramientos en el área están ampliamente distribuidos y prácticamente cubren todos los puntos cardinales; en la zona noroeste se encuentran aldaños al Río Mixteco a 4 Km. al noroeste de San Jorge Nuchita; en la zona noreste cercana a San Andrés Sabinillo (esta es la continuación hacia el sureste de los afloramientos calcáreos que Ruíz-Castellanos (1970), los reconoció como la Formación Morelos). En la porción central definen una franja con orientación aproximada norte-sur, también afloran en la zona suroeste del área, Figura (15).



Figura 15.- Vista panorámica desde el Arroyo Michapa hacia el sureste; a la izquierda se observa un afloramiento de la Caliza Te-  
poscolula, en la porción media afloran rocas del Conglome-  
rado Masivo Indiferenciado, al fondo a la derecha el Cerro  
Ixpantepec compuesto por andesitas de la Formación San Mar-  
cos y Yucudaac.

Las formas topográficas derivadas de las calizas, son cerros de forma alargada y redondeada como es el caso de los cerros Limón, Prieto y Yucu-Ima, cuyas pendientes son del orden de los 30° y alturas que alcanzan los 1900 m.s.n.m. Los cerros Limón y Prieto constituyen la porción no erosionada del flanco poniente de un anticlinal cuyo eje axial puede inferirse, tenía una dirección nor noreste-sur suroeste. El Cerro Yucu-Ima es un sinclinal de pequeñas dimensiones de eje axial orientado en dirección noroeste-sureste.

La litología de la Caliza Teposcolula, consiste en una secuencia de calizas de color gris claro predominante en la mayor parte, mientras que en otras el gris se hace más obscuro. El color de intemperismo se hace más blancusco y en ocasiones pardo. En muestra de mano la textura es mudstone y wackestone y son comunes los lentes de pedernal gris y negro que en algunas ocasiones pasa a formar bandas de decenas de metros lateralmente y de espesores hasta de 20 cm.

La petrografía de las muestras colectadas nos indica que la roca consiste en 80 a 85 % de micrita, 5 al 10 % de calcita espática y 5 al 10 % de fragmentos fósiles, principalmente foraminíferos, equinodermos, moluscos, calcies férulas y otros no identificados. La clasificación de las

muestras analizadas, corresponde a biomicritas e intramicruditas.

En una muestra colectada en el Cerro Limón aledaño a San Juan Huaxtepec, se identificó un fósil foraminífero que probablemente corresponde a Dycyclina, lo cual permite establecer una edad Albiano-Cenomaniano para estas rocas, sin embargo debido a la falta de mayor información, en el presente trabajo se toma la edad reportada por Ferrusquía.

La estructura de la unidad, está compuesta por una estratificación masiva en su mayor parte (Cerro Limón, Cerro Prieto) aunque en otras zonas la estratificación, se encuentra bien desarrollada tal como ocurre en el Cerro La calera o en las laderas del Arroyo Michapa, en donde los estratos alternan de 10 a 15 cm. de espesor y en algunos casos las bandas de pedernal abundan y también se alternan.

El rumbo e inclinación de las calizas es variable en algunas zonas, sin embargo la secuencia central de orientación norte-sur tiene una inclinación hacia el noroeste con un rumbo nor noreste-sur suroeste al igual que los afloramientos de la zona suroeste. Los afloramientos de la zona noreste de la carta, tienen una estratificación con dirección nor noroeste-sur sureste con inclinación al noreste. El fracturamiento

está poco desarrollado y casi en su mayoría está asociado a las zonas de falla.

El espesor de la Caliza Teposcolula en la zona de estudio, no fue medido, pero se estima entre los 200 y 300 m. en los afloramientos visitados.

Las unidades que subyacen discordantemente a la Caliza Teposcolula, corresponden a las secuencias calcáreas y detríticas de la Unidad de Areniscas, Calizas y Lutitas llamadas así en este estudio. En la porción noreste del mapa, la caliza sobreyace concordantemente a una unidad de yesos no cartografiables, brechados, de 20 m. de espesor aproximadamente. En algunas porciones los yesos están pseudoestratificados y en otras abundan los microestratos de 1 a 5 cm. de espesor que están profusamente desarrollados. Es característica en estos yesos la formación de grandes cristales también de yeso de color más claro y de formas esféricas de 1 a 3 cm. de diámetro.

Las unidades que sobreyacen a la Caliza Teposcolula, corresponden a distintas litologías de edad cenozoica.

En la porción suroeste del área, la sobreyacen

discordantemente tobas verdes, así como yesos. En la porción noroeste la sobreyace también discordantemente un conglomerado andesítico y por último la sobreyacen conglomerados, suelos y material aluvial del cuaternario.

## V.D. ERATEMA CENOZOICO

### SISTEMA TERCIARIO

Las unidades litológicas de edad terciaria ocupan el segundo lugar en área sólo después de las rocas metamórficas.

Afloramientos de tales unidades es posible encontrarlos distribuidos en casi toda el área de estudio y su accesibilidad es relativamente fácil. En general sobreyacen discordantemente a unidades sedimentarias cretácicas así como a rocas del Complejo Acatlán del Paleozoico Inferior.

La posición estratigráfica de las unidades así como su edad, se determinaron mediante las relaciones de campo, así como su probable correlación con otras unidades cuyo fechamiento ha sido determinado.

En el presente trabajo se correlacionan las unidades



aflorantes con otras ya descritas en áreas vecinas y se les nombra de la misma manera que aquellas, a partir de criterios estratigráficos, litológicos y geográficos. También de manera informal se nombran tres nuevas unidades: la primera de ellas corresponde a una secuencia intercalada de yesos y tobas, la segunda a un conglomerado petromictico de composición andesítica, y la tercera a una secuencia estratificada de sedimentos rojos.

#### V.d.1. CONGLOMERADO TAMAZULAPAN

Ferrusquía (1976, p. 30, 31), denominó esta unidad tomando el nombre del poblado Tamazulapan ubicado a 1 Km. al oriente de donde se encuentra la localidad tipo, para designar un conglomerado de guijarros y matatenas calizas estratificado masivamente, el cual está en contacto discordante sobreyaciendo a unidades sedimentarias del Cretácico Medio y Superior y subyaciendo de manera discordante también a otras unidades terciarias volcánoclasticas.

La litología del Conglomerado Tamazulapan, la conforman clastos de calizas en su mayor parte, cuyo origen se atribuye a la Caliza Teposcolula. También contiene fragmentos de pedernal, inmersos en una matriz granular arcillosa; el color

predominante es rojo óxido que lo caracteriza. La mayor parte del conglomerado tiene una posición estructural horizontal y no se observa estratificación, aunque la inclinación de los afloramientos medidos es del orden de los 20 a 30° al suroeste.

La edad determinada para el conglomerado en cuestión, está basada en la que se obtuvo para la secuencia sedimentaria que lo sobreyace para la que se calculó una fecha basada en estudios radiométricos que arrojaron  $49 \pm 8$  m. a. (Schlaepfer y Rincón Orta, 1971, in Ferrusquía 1976), lo cual ubica tentativamente al Conglomerado Tamazulapan en el intervalo Maestrichtiano-Eoceno Tardío.

Unidades conglomeráticas cuya posición estratigráfica y litológica son semejantes al Conglomerado Tamazulapan, han sido reportados por diversos autores, en áreas vecinas de los Estado de Morelos, Guerrero, Puebla y Oaxaca. Algunos de ellos han manejado repetidamente un mismo nombre mientras que otros han propuesto uno diferente para unidades correlacionables.

En las regiones sur de Morelos, noreste de Guerrero y suroeste de Puebla, se ha usado el nombre de Formación

o Grupo Balsas, cuya porción inferior conglomerática es correlacionable con el Conglomerado Tamazulapan; Fries (1960), De Cserna (1965), De Cserna et. al (1980), Flores et. al (1982), Corona (1983), Monroy et. al. (1984). En las regiones sur de Puebla y noroeste de Oaxaca se ha usado el nombre de Capas Huajuapán; Salas (1949), Pérez et. al. (1965); también como Formación Tehuacán, Calderón (1956). El nombre de Conglomerado Tamazulapan también se ha usado en el área de Tezoatlán, González-Torres (1987).

En otras porciones del país más alejadas del área de estudio afloran otras unidades que también son correlacionables, sin embargo sería subjetivo llevar a cabo tal correlación ya que no se tienen suficientes elementos para hacerlo y escapa a los objetivos del presente trabajo.

En el área de estudio, el Conglomerado Tamazulapan aflora sólo en una localidad cuyas dimensiones y dada la escala del mapa, no fueron cartografiados.

La localidad de este afloramiento se ubica en la Cañada Yibitiyeca a 2 Km. al sur San Francisco Paxtlahuaca y abarca un área de 60 m<sup>2</sup>. aproximadamente.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

La litología la conforman fragmentos de caliza, pedernal y rocas ígneas básicas mal clasificadas, todos ellos inmersos en una matriz arenosa y arcillosa calcárea de color rojo que le confiere el tono general al conglomerado. Los fragmentos de caliza, son de color crema y gris oscuro, de textura mudstone poco redondeados, más bien angulosos cuyos tamaños oscilan desde los que conforman la arena gruesa hasta los de 3 y 5 cm. de diámetro que son los más abundantes. Los fragmentos de pedernal negro son escasos y los que se encuentran tienen superficies lisas y formas angulosas, en tamaños predominantemente de 1 cm. de diámetro. Los fragmentos ígneos también son escasos y ocupan el tercer lugar en abundancia, se encuentran redondeados y subredondeados y los tamaños predominantes son de 2 y 3 cm. de diámetro, Figura (16).

El aspecto compacto y duro se lo confiere la matriz roja calcárea que en algunas porciones es ocupada por vetillas de calcita amorfa.

El afloramiento tiene una estratificación masiva cuya dirección y echado coincide con las unidades sobreyacentes de rumbo noroeste-sureste y echado hacia el noreste. El espesor medido alcanza los 27 m.



Figura 16.- Detalle de un afloramiento correspondiente al Conglomerado Tamazulapan. Arroyo Yibitl yaca 2 Km. al suroeste de San Francisco -- Paxtlahuaca.

. El Conglomerado Tamazulapan descansa discordantemente sobre rocas metamórficas del Complejo Acatlán y también subyace en contacto discordante a unidades piroclásticas más recientes.

#### V.d.2. TOBA CERRO VERDE Y LLANO DE LOBOS INDIFERENCIADAS

Ferrusquía (1976), nombró y describió estas dos unidades por separado para designar a secuencias piroclásticas unas soldadas y otras no, de colores que varían de crema, verde pálido a moreno y gris de composición andesítica y riódacítica, y texturas vítricas, vitroclásticas, líticas y lítico-vítreas aflorantes en el área de la Mixteca Alta.

La estructura la conforman capas de espesor mediano y masivo, de dureza y cohesión variable que van de suaves y deleznales hasta duras y altamente cohesivas. El espesor estimado para las dos formaciones que se describen suman de 800 a 1000 m.

La Toba LLano de Lobos y Cerro Verde, sobreyacen concordantemente a una secuencia sedimentaria piroclástica nombrada por Ferrusquía op. cit., Formación Yanhuiltlán y son sobreyacidas ambas en contacto discordante por derrames andesíticos de la Andesita Yucudaac.

La edad determinada para estas unidades piroclásticas la ubican en el intervalo Oligoceno Tardío-Mioceno, a partir del fechamiento por el método K-Ar de una muestra de la Toba Llano de Lobos. Sin embargo es conveniente tomar con reserva esta edad hasta no hacer el número de fechamientos suficientes.

Las unidades tobáceas son correlacionables en áreas relativamente cercanas con la Riolita Tilzapotla en el Estado de Morelos.

En el área del presente trabajo, afloran unidades con afinidad litológica, estructural y estratigráfica similar a las descritas por Ferrusquía op cit. por lo que se tomarán los dos nombres asignados y se manejarán como una sola unidad: Toba Llano de Lobos y Cerro Verde Indiferenciadas.

Su distribución espacial en la zona, es relativamente extensa; cubren la porción suroriental formando una franja en dirección Norte-Sur, también abarcan amplias áreas de la zona central, norte y surponiente. Los afloramientos que están mejor expuestos y donde se aprecian todas sus características, son los que se ubican a los lados de la carretera estatal.

Las topoformas desarrolladas por estas rocas, corresponden a conos y cerros redondeados, cuyas laderas alcanzan hasta los 45°, también son comunes las planicies de pendientes muy suaves en zonas alejadas de los centros eruptivos y también en las laderas inferiores de algunas cañadas.

La litología de esta unidad indiferenciada, la conforman tobas piroepiclásticas de color verde pistache, gris, rojo y rosado de composición dacítica. Las tobas verdes y grises son duras y bien cohesionadas, al contrario de las de color gris, rojo y rosado que están pobremente cohesionadas y son deleznales, Figura (17).

La petrografía de las tobas verdes y grises la conforman: la porción lítica por fragmentos de andesita (con mayor profusión las segundas) de formas subredondeadas y tamaños desde cenizas y lapilli hasta fragmentos de 8 y 10 cm. de diámetro. Es común la textura amigdaloides en muestras de mano. A escala de microscopio las texturas predominantes son vítricas y vítrico-líticas con vidrio ácido ocupando desde el 40 al 80 % del total, que en algunos casos está en un estado avanzado de devitrificación, contiene plagioclasas intermedias anhedrales, ferromagnesianas y óxidos de Fe en menor proporción.





Figura 17.- Vista parcial de un afloramiento de la Unidad Toba Cerro - Verde y Llano de Lobos Indiferenciadas (arriba) y un acercamiento de las mismas; nótese los fragmentos líticos, Arroyo Yibitiyaca - casi hacia su desembocadura, 1 Km. al sur del poblado San Francisco Paxtlahuaca.



La estructura de las unidades tobáceas, está caracterizada por una secuencia de capas bien definidas principalmente en las tobas verdes y grises. El espesor de las capas es casi constante y oscila entre 20 y 30 cm. Singularmente las tobas de color rojo cuyos principales afloramientos se encuentran en los alrededores del poblado Platanalá son los que más burdamente desarrollan la estructura en capas.

La posición de las capas es generalmente horizontal y subhorizontal, aunque en algunas zonas se encuentran notoriamente basculadas con una inclinación al noreste y pendientes fuertes que van de los 30° a los 60°, y rumbo noroeste-sureste. Tal situación ocurre en los afloramientos de la franja oriental y que ocupan parte de la planicie del Río Mixteco, aldeaño a los poblados San Francisco Paxtlahuaca y San Agustín Atenango. Posiblemente este basculamiento sea el resultado de fallamiento reciente y que continúe activo, Figura (18).

Las unidades que subyacen a las tobas son diversas; en la porción occidental del área el contacto es discordante con la Caliza Teposcolula; en la Cañada Yibitiyaca al oriente del área, el contacto también es discordante con el Conglomerado



Figura 18.- Vista que muestra los afloramientos de la Unidad Toba Cerro Verde y Llano de Lobos - Indiferenciadas, con un pronunciado echado hacia el noreste, a la izquierda el Complejo Acatlán y al fondo del Río Mixteco y el poblado San Francisco Paxtlahuaca.

Tamazulapan y de igual forma con el Complejo Acatlán a lo largo del contacto con la franja oriental.

El espesor de las tobas se midió en dos lugares uno de ellos en la vecindad de San Agustín Atenango y el otro en una cañada a 2 Km. al sur de San Francisco Paxtlahuaca; ambas mediciones se aproximaron a los 150 m. aunque el espesor total pudiera ser un poco mayor, debido a la disposición de las capas así como a la porción erosionada superior que no se encontró cabalmente en las áreas medidas.

#### V.d.3. ANDESITA YUCUDAAC Y ANDESITA SAN MARCOS

##### INDIFERENCIADAS

En el área del presente trabajo se reconocieron, la Andesita Yucudaac y la Andesita San Marcos que Ferrusquía (1976), nombró y describió que incluyen a los derrames lávicos que afloran en el área de su trabajo. La composición es intermedia y sobreyacen a otras unidades terciarias.

Estas formaciones constituyen las partes altas de esa zona de estudio y se estima un espesor que sobrepasa los 500 m.

Ferrusquía determinó que en muestras de mano estas rocas son de textura afanítica y a nivel de microscopio la mineralogía predominante está compuesta de clinopiroxenos para la Andesita Yucudaac y de oxihornblenda para la Andesita San Marcos, en ambas las plagioclasas ocupan del 60 al 90 %, las texturas predominantes son: hialopilitca y traquíticas.

En el área estudiada por Ferrusquía, los afloramientos de andesitas los conforman una secuencia de varios derrames lávicos de tipo "AA" afectados por un fracturamiento de direcciones noreste-suroeste y noroeste-sureste.

Las unidades andesíticas sobreyacen indistintamente y en contacto discordante a la Toba Llano de Lobos, Cerro Verde o Formación Yanhuitlán.

La edad exacta de las andesitas no ha sido obtenida, sin embargo hay un fechamiento disponible que se efectuó por el método K-Ar a una muestra de la Andesita Yucudaac que la ubica en el Oligoceno Tardío como límite inferior.

Las unidades correlacionables con las andesitas son diversas y afloran en diferentes partes del país. En este trabajo sólo se toman las que están geográficamente

#### V.d.8. CONGLOMERADOS

Los depósitos conglomeráticos del Cuaternario, consisten de detritos de naturaleza diversa, cuya consolidación es notoria.

El área de afloramiento de estos conglomerados es considerable, ocupan principalmente las zonas cuya pendiente alcanza hasta los 20°. Rellenando las porciones de piedemonte de las unidades más antiguas.

#### V.d.9. CALICHE Y SUELOS

Tanto el caliche como los suelos, no son cartografiables debido a que su desarrollo es pobre aún, además de que dependen de las rocas principalmente paleozoicas y mesozoicas que los mantiene in situ.

El caliche se localiza en la porción superficial de las calizas cretácicas. El espesor es variable aunque es posible encontrarlos desde unos cuantos centímetros hasta de 1 o 2 m.

Los suelos desarrollados corresponden a las rocas

paleozoicas del Complejo Acatlán, así como a las rocas detríticas del Mesozoico. El espesor para los primeros alcanza los 50 cm. o más, mismos que han sido aprovechados para la agricultura donde las pendientes lo permiten. Es notoria aún la conspicua presencia de detritos grandes y angulosos, contrastantes con la escasa cantidad de material más fino. El color predominante es rojo óxido. Los suelos de las rocas jurásicas son más delgados que los desarrollados para las rocas metamórficas, es notoria la presencia abundante de vegetación para estos suelos.

## VI.- EVOLUCION PALEOGEOGRAFICA

La evolución paleogeográfica de la región, se puede conocer aunque parcialmente a partir del registro de las rocas que conforman la columna estratigráfica general del área.

La naturaleza de las rocas, refleja una clara evidencia de los fenómenos transgresivos y regresivos asociados posiblemente a una tectónica particularmente activa, lo que ha conformado en diferentes eventos tiempo-espacio, una posición relativa tanto de los mares como de los terrenos positivos.

En la zona de estudio, afloran rocas cuya edad cubre un rango que abarca desde el Paleozoico Inferior al Reciente. Sin embargo, la columna estratigráfica, revela hiatus así como períodos erosionales que impiden conocer de una manera más coherente como ha evolucionado la región. No obstante a partir de la correlación de las unidades litológicas aflorantes, así como con la información complementaria de unidades que sólo afloran en zonas vecinas, es posible hacer una reconstrucción más completa.



#### VI.a. PALEOZOICO

Los protolitos del Complejo Acatlán en el área de estudio, se depositaron en la margen de un océano pre-Atlántico en expansión al comienzo del Paleozoico o fines del Precámbrico; De Cserna et. al. (1980).

En el intervalo Cámbrico Tardío-Devónico Temprano, las rocas fueron intensamente plegadas y metamorizadas por procesos tectónicos asociados al cierre de aquel océano. A la par de esto se sucedió un magmatismo posiblemente orogénico de tipo arco continental, el cual dió origen a los Granitoides Esperanza, Ortega-Gutiérrez (1981).

En otras áreas se han reportado rocas del Complejo Acatlán (Formación Xayacatlán), que evidencian facies de mares más profundos asociadas a magmatismo básico (NE de Guerrero, área de Acatlán, Pue.), Ortega-Gutiérrez (1978).

La unidad que sobreyace a las rocas del Complejo Acatlán en la zona corresponde al Jurásico Medio por lo que se describirán más adelante los fenómenos asociados.

A partir del Devónico Tardío, el área del Complejo

Acatlán sufrió levantamiento y consecuentemente una profunda denudación, procesos que duraron hasta el Pensilvánico Tardío cuando una transgresión marina dió lugar al depósito de sedimentos detríticos y calcáreos (formaciones Matzitzí, Los Arcos, Olinalá, Patlanoaya) que según Morán-Zenteno (1986), se llevó a cabo en una plataforma marina de aguas cálidas y someras. Particularmente Corona-Esquivel (1985), concluye que la Formación Los Arcos refleja un ambiente de depósito semejante al de una bahía en donde existieron ambientes desde las facies continental deltáica hasta depósitos de plataforma y arrecifales.

La línea de costa en dirección norte-sur (coordenadas actuales), Figura (24), definida por el mar en el período Pensilvánico-Pérmico, se ubicaría en las inmediaciones de Zapotitlán-Los Reyes Metzontla, Pue. A finales del Pérmico la región se levantó y los mares se retiraron, período que duró hasta el Jurásico Medio. En este lapso, se produjeron períodos de volcanismo de composición calcialcalina (Ignimbrita Las Lluvias-Formación Diquiyú), asociados probablemente a zonas de tensión o bien a un proceso de subducción en una margen convergente, (Corona-Esquivel, 1985).

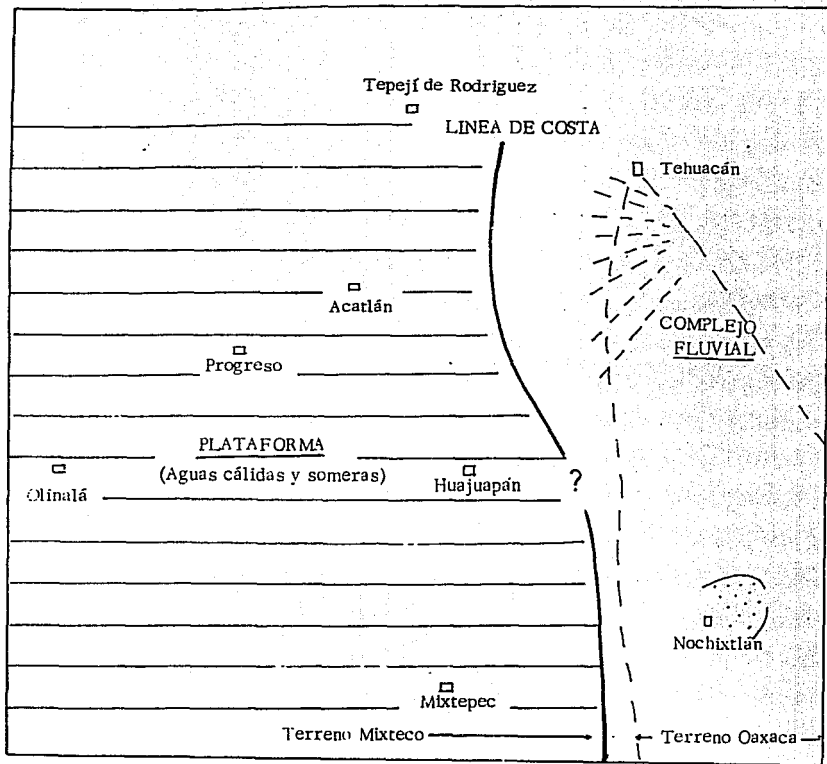


Figura 24.- Situación paleogeográfica idealizada de los Terrenos Mixteco y Oaxaca para el Pensilvánico-Pérmico. Moran-Zenteno (1987).

## VI.b. MESOZOICO

Para el período Jurásico Temprano, en el área del presente trabajo no hay registro estratigráfico, sin embargo en el área Diqiyú-El Consuelo, se inicia una sedimentación continental asociada a un ambiente de facies palustre cercana a la costa; Formación Rosario, Meléndez y Mosquera (1984). Para el Jurásico Medio, el área de estudio revela una sedimentación continental, evidenciada por los afloramientos del Conglomerado Cualac cuya extensión abarca amplias áreas: noreste de Guerrero, norte de Oaxaca y suroeste de Puebla. Las características petrogenéticas de la Unidad Conglomerática, indican que la región dominada por las rocas del Complejo Acatlán, estuvo sometida a condiciones severas y prolongadas de erosión e intemperismo, De Cserna et. al. (1980), concretamente derivados de los fragmentos de depósitos discontinuos de piedemonte en el marco de un relieve contrastado y un clima húmedo y cálido, Morán-Zenteno (1987).

Posterior a la sedimentación del Conglomerado Cualac, se registra en el área una secuencia sedimentaria de naturaleza continental y marina, que evidencia el avance y transgresión del mar en la zona (Grupo Tecocoyunca). Las unidades del Grupo Tecocoyunca en la zona de estudio, revelan

solo parcialmente tal avance, sin embargo en la región de Tezoatlán-Tlaxiaco tales depósitos representan un complejo deltáico bien desarrollado.

Estudios hechos en unidades correlacionables con el Grupo Tecocoyunca (Formación TEcomazuchill, Formación Chimeco), indican que las corrientes fluviales descendían de noreste a suroeste, Urrutía-Fucugauchi, 1982 en Morán Zenteno (1987), y que las invasiones marinas provenían del sur según reconstrucciones paleogeográficas del Jurásico Inferior en la región, (Erben, 1956a, p. 122; López-Ramos, 1979, p. 340), Figura (25).

La transgresión marina se generalizó en el Calloviano y perduró hasta el Hauteriviano principalmente en las áreas de Tezoatlán-Tlaxiaco donde la sedimentación tiene las características de haber sido continua. Otras áreas que evidencian sedimentación marina y continental en el Neocomiano, están representadas por las formaciones: Zicapa (De Cserna et. al. 1980), San Isidro (López-Ticha en López Ramos, 1979) y Tlaquiltepec (Corona-Esquivel, 1985), así como en la zona Huajuapán-Tonalá, González y Comas (1981).

Al oriente del área del presente trabajo (Tezoatlán),

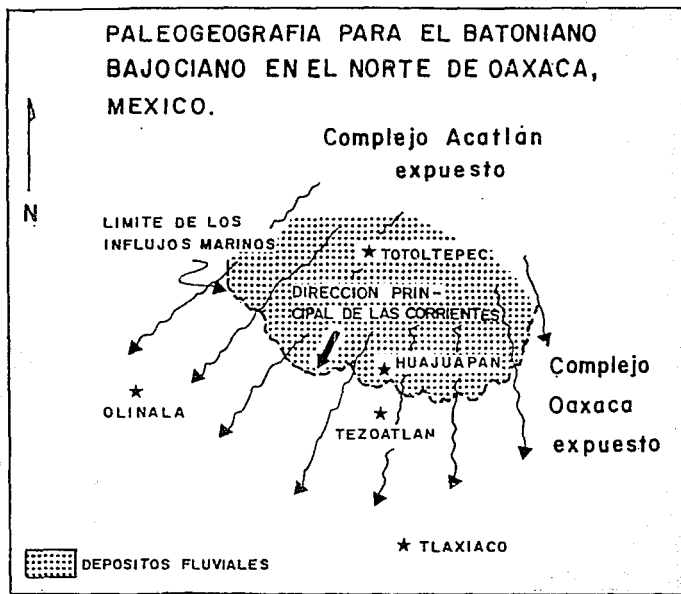


Figura 25.- Situación paleogeográfica idealizada del Terreno Mixteco para el intervalo Bajociano-Batoniano.  
Moran-Zenteno (1987)

González-Torres (1987), encontró una secuencia volcánica piroclástica de composición andesítica de edad neocomiana depositada en un medio subaéreo; este hallazgo evidencia que para esa época existían zonas totalmente emergidas en la región y una actividad volcánica considerable.

El intervalo Barremiano-Aptiano no está registrado en el área probablemente porque no hubo sedimentación, o bien porque ésta fue erosionada.

A partir del Albiano se manifiesta en el área así como en zonas vecinas y hacia el norte y noreste del país, una importante transgresión marina que dió lugar al desarrollo de una plataforma calcárea, cuyos sedimentos son evidencia de variaciones ambientales en donde se desarrollaron bancos de rudistas en aguas someras, así como sedimentos calcáreos correspondientes a zonas de mayor profundidad; (De Cserna et. al. 1980; Ferrusquia-Villafranca 1976). Las unidades litológicas representativas de esta transgresión marina para el área estudiada y zonas vecinas son: La Formación Morelos, Caliza Teposcolula y Formación Cipiapa.

En la zona de estudio no se tiene registro estratigráfico desde el Coniaciano hasta finales del Cretácico y

principios del Cenozoico, sin embargo al norte y oriente de la zona, afloran secuencias sedimentarias las que evidencian que para el Coniaciano, se inicia una regresión marina, Formación Yucunama (Ferrusquía-Villafranca, 1976), Formación Mexcala (Fries 1960).

A finales del Cretácico, en la región se extiende más la emersión, aunada a fenómenos tectónicos distensivos que originaron los sedimentos del Conglomerado Tamazulapan; Ferrusquía-Villafranca (1976). Al poniente y norte del área de trabajo, los sedimentos asociados a estos fenómenos, son conocidos como Formación Balsas, Fries (1960), cuyos principales afloramientos se localizan al noreste de Guerrero, suroeste de Puebla, norte de Oaxaca y en el Estado de Morelos.

#### VI.c. CENOZOICO

A principios del Terciario, se manifiesta en la región una actividad volcánica explosiva (Toba Cerro Verde y Toba Llano de Lobos Indiferenciadas), la cual continúa hasta el Terciario Medio cuando la actividad magnética es menos violenta y son extruidos derrames andesíticos de las formaciones Yucudaac y San Marcos Indiferenciadas.



La actividad volcánica abarcó una enorme extensión la cual se manifestó en los Estado de Morelos, noreste de Guerrero, suroeste de Puebla, norte y centro de Oaxaca.

Durante esta actividad volcánica explosiva, se desarrolló una cuenca lacustre que dió lugar al depósito de la Unidad Yesos y Tobas. Esta unidad evidencía un volcanismo intermitente en la zona o bien períodos explosivos de mayor intensidad, cuyo alcance llegaba hasta las cuencas lacustres.

También en áreas vecinas, se formaron cuencas similares aunque no con el desarrollo de la antes descrita, y cuyos depósitos corresponden a las formaciones Chilapa (Ferrusquía-Villafranca, 1976) y Tehuacán (Calderón, 1956).

Posiblemente hubieron períodos largos de carencia explosiva, mismos que dieron lugar a la acumulación de sedimentos conglomeráticos que antecedieron al depósito de yesos en las cuencas lacustres, así lo atestigua el Conglomerado Masivo Indiferenciado.

El relieve formado a finales del terciario, dió lugar a la erosión la cual produjo que en algunas zonas muy locales se depositaran sedimentos derivados principalmente

de las formaciones volcánicas tobáceas en un ambiente lacustre, aguas tranquilas y régimen propicio para la fosilización de hojas de plantas, tal como lo atestiguan los Sedimentos Rojos Indiferenciados.

La denudación propició en el Holoceno la formación de depósitos coluviales y conglomeráticos, a la par los ríos también han dejado sus depósitos aluviales. La formación incipiente de suelos, así como de caliche, indican una ausencia notable de humedad en el área y que un clima árido fue el que prevaleció en el Cuaternario y continúa en la actualidad.

más cercanas

En el Estado de Morelos y áreas adyacentes: Formación Tepoztlán y Andesita Zempoala, Grupo Indiferenciado, Fries (1960). En el NE de Guerrero, Andesita Buenavista, De Cserna et. al. (1980), y Formación Chauzingo, Corona (1981). En el Estado de Oaxaca: Rocas Volcánicas Acidas e Intermedias, Ruíz-Castellanos (1970), Andesita San Marcos y Yucudaac Indiferenciadas, González-Torres (1987).

Los afloramientos en el área del presente trabajo, están bien distribuidos, los de mayor, los de mayor importancia se localizan al norte y poniente del mapa, los primeros conforman una franja con orientación burda noroeste-sureste, las segundas ocupan zonas más vastas. Los afloramientos en la zona sureste son escasos pero de muy fácil acceso ya que se encuentran ubicados a un lado de la carretera estatal, así como en el camino de terracería que ubica a Villa Silacayoapan.

Los afloramientos andesíticos, conforman altos topográficos sobresalientes, tales como el Cerro Las Mesas de Cholate al poniente del mapa. También dan lugar a estructuras con pendientes fuertes de más de 60°, este caso

se presenta en el lugar llamado Espinazo del Diablo a un lado de la carretera estatal, 5 Km. al sur de San Francisco Paxtlahuaca. También son comunes los derrames de lava que cubren áreas de extensión considerable, figuras (19) y (20).

En muestra de mano las andesitas son de color pardo y gris obscuro al intemperismo, así como gris obscuro y claro al fresco. La textura es generalmente afanítica aunque se encuentran algunas con textura vesicular y tiene un aspecto duro y compacto, además de un alto peso específico.

A nivel de microscopio las rocas se clasifican como andesitas de clinopiroxeno y de oligoclasa-andesina. Las plagioclasas ocupan del 80 al 90% del contenido mineralógico total, en algunas muestras se encontró calcita rellenando los intersticios y vesículas. Las texturas predominantes son traquíticas y pilotaxíticas.

El fracturamiento de las andesitas, es muy marcado en las estructuras que conforman los altos, no así en los derrames. El diaclasamiento sigue un patrón en dos direcciones perpendiculares entre sí. El espesor estimado para estas unidades es mayor a los 200 m.

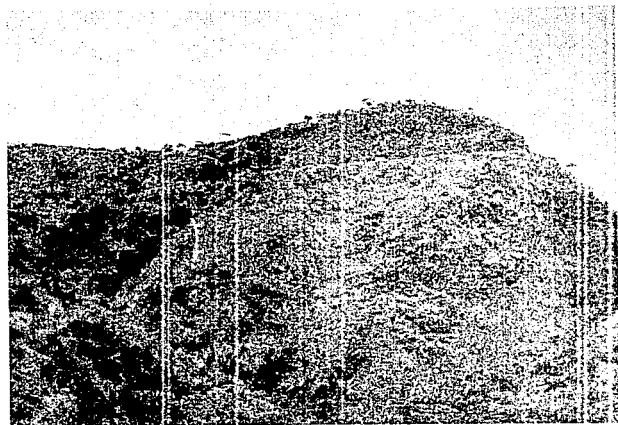


Figura 19.- Vista que muestra un afloramiento andesítico, que es cruzado por la carretera estatal No. 40, a 5 Km. aproximadamente con el entronque hacia Silacayoapan.

Figura 20.- Afloramiento de andesitas en las laderas del Río Mixteco, a 5 Km. al noroeste de San Jorge Nuchita.

Las unidades que subyacen a las andesitas, son las rocas del Complejo Acatlán, las rocas de las unidades sedimentarias del Jurásico y Cretácico y por último las rocas tobáceas Llano de Lobos y Cerro Verde, todos los contactos son discordantes. Sobreyace a la unidad, el Conglomerado Masivo Indiferenciado, así como conglomerados del Cuaternario y material aluvial.

#### V.d.4. CONGLOMERADO MASIVO INDIFERENCIADO

Se designa con el nombre de Conglomerado Masivo Indiferenciado a la secuencia de conglomerados de andesita y esquisto de color amarillo crema, gris claro y rojizo, que afloran a los lados y áreas vecinas del Río Mixteco a su paso por el poblado San Jorge Nuchita, Oax.

El conglomerado es de tipo petromictico, está compuesto principalmente por clastos de andesita, pómez, pedernal y esquisto micáceo. A escala de muestra de mano, los fragmentos de andesita son de dos colores café oscuro y gris claro de textura afanítica, están bien redondeados y los tamaños varían de 0.5 a 10 cm., estos fragmentos conforman del 80 al 90 % del total de la roca. Los clastos de pedernal son de color negro y gris claro generalmente angulosos y

de tamaños de 3 cm. predominantemente. Los fragmentos esquistosos que sólo se observan en los afloramientos conglomeráticos de la zona sur del área, son de color verde de angulosidad conspicua y los tamaños varían de 0.5 a 6 cm. de diámetro. Esporádicamente se observan fragmentos de cuarzo anguloso.

La matriz está compuesta de arena gruesa. El conglomerado está muy cohesionado y es más notorio ahí donde la matriz es más fina.

La estructura del conglomerado es masiva y da lugar a cerros con pendientes abruptas que a lo lejos parecen rocas ígneas. Casi en su totalidad los afloramientos están cubiertos de vegetación tipo arbusto y cactáceas y el suelo desarrollado alcanza apenas varios centímetros.

Se estima un espesor de 400 m. para esta unidad, aunque no se midió ninguna sección, se tomó el cálculo a partir de la observación de campo de la carta geológica-topográfica.

La unidad conglomerática que se describe, sobreyace discordantemente a rocas sedimentarias cretácicas y jurásicas

y a rocas metamórficas del Paleozoico Inferior. Sobreyace también de manera discordante a unidades piroespelásticas del Terciario, y subyace a conglomerados y suelos de edad cuaternaria.

#### V.d.5.- UNIDAD DE YESOS Y TOBAS

Se designa con el nombre de Unidad de Yesos y Tobas, a una secuencia de yesos finamente estratificados, de color gris pardo y blanco, intercalados en algunas zonas con tobas a diferentes niveles estratigráficos que afloran profusamente al poniente del poblado Michapa de los Reyes, Oax. El contacto inferior es discordante con rocas piroclásticas de la Toba Llano de Lobos y Toba Cerro Verde, así como con la Caliza Teposcolula y el Conglomerado Masivo Indiferenciado. El espesor total estimado es de 210 m. medido sobre el Arroyo El Salado vecino al poblado de Michapa de los Reyes.

En términos generales la Unidad de Yesos y Tobas es una secuencia cuya base está compuesta de capas de tobas con láminas de yeso subordinadas; hacia la porción media se da una alternancia casi homogénea y hacia la cima predominan bloques de yeso finamente laminado con intercalaciones subordinadas y esporádicas de tobas, Figura (21).



Las capas y láminas de yeso son de color predominantemente blanco nacar y en forma secundaria de color gris y pardo; el blanco predomina en las laminillas puras y el gris en las capas más gruesas que contienen ceniza tobácea, Figura (22).

La textura del yeso es sacarolde y es en su mayor parte compacto. En las superficies expuestas se han desarrollado un conjunto de huellas de disolución a manera de surcos paralelamente alineados.

El color de las tobas es variable desde verde pistache hasta tonos parduscos y amarillo crema. La apariencia textural y coloración son similares a las de las tobas Llano de Lobos y Cerro Verde por lo que se cree son de la misma composición intermedia y ácida. El estado de compactación es pobre ya que son fácilmente deleznable, lo que hace posible su fácil reconocimiento en el campo.

El espesor de las capas tobáceas es variable desde 0.5 a 100 cm. en algunas porciones, aunque es notorio que dicho espesor disminuye hacia las partes media y superior de la secuencia.



Figura 21.- Afloramiento de la Unidad de Yesos y Tobas; nótese las capas de yeso puro así como la alternancia con capas -- más gruesas de tobas -- en la parte inferior. 1.5 Km. a noroeste del poblado Michapa de Reyes.



Figura 22.- Afloramiento de una secuencia de yesos -- masivos de la Unidad de Yesos y Tobas. A 1.5 Km. al noroeste del poblado Michapa de Reyes.

El espesor de las capas y láminas de yeso es también variable y oscila entre 0.1 y 2 cm. que en conjunto le dan una apariencia masiva a los afloramientos.

La posición general de la secuencia es subhorizontal aunque en algunas zonas la tendencia a la inclinación es más acusada, lo cual ha dado lugar a que los cuerpos rocosos tengan direcciones y echados diversos, Figura (23). Las estructuras medidas tienen inclinaciones de 10° a 20° hacia los cuatro puntos cardinales indistintamente.

El espesor de la Unidad de Yesos y Tobas, se midió sobre el Arroyo El Salado a 3 Km. al noroeste de Michapa de los Reyes estimándose en 210 m. La medición se llevó a cabo por el método de brújula y pasos, lo cual sujeta el resultado a una verificación y posible modificación usando otro método más exacto.

Las topoformas a que han dado lugar estas unidades, las constituyen lomas alargadas y redondeadas con pendientes suaves de 10° a 15° y alturas medidas a partir de su nivel base que llegan hasta los 180 m. El drenaje desarrollado en estas rocas es incipiente y poco ramificado.

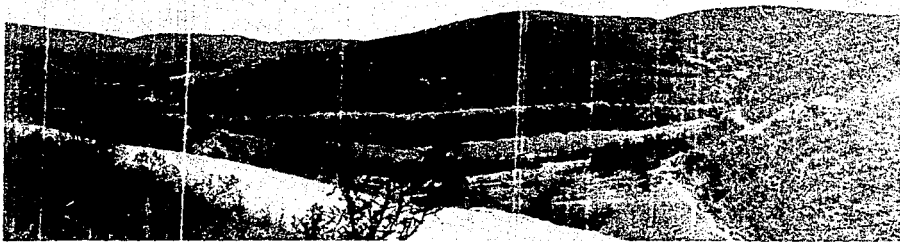


Figura 23.- Vista panorámica que muestra la Unidad de Yesos y Tobas, fotografía tomada con dirección al norte, aproximadamente a 1.5 Km. al noroeste de Michapa - de Reyes.

La Unidad de Yesos y Tobas, sobreyace concordantemente a unidades piroclásticas de las tobas Llano de Lobos y Cerro Verde y de manera discordante a la Caliza Teposcolula y al Conglomerado Masivo Indiferenciado (nombre propuesto en el presente trabajo).

La edad exacta de la unidad, no se conoce, sin embargo puede establecerse que es más joven que las unidades tobáceas del Terciario Inferior, a partir de su posición estratigráfica superior.

Otras unidades de yeso en áreas cercanas, han sido reportadas aunque la posición estratigráfica de ellas pertenece al Mesozoico, por lo que no es posible efectuar una correlación entre ellas.

Sin embargo, en el área de Mexcala-Olinalá, De Cserna et. al. (1980), reportaron una secuencia detrítica (Formación Oapan), que incluye espesores considerables de yesos y areniscas tobáceas que bien pudieran correlacionarse con la Unidad de Yesos y Tobas descrita.

## SISTEMA CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios, sobreyacen discordantemente a las rocas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas.

### V.d.6. SEDIMENTOS ROJOS INDIFERENCIADOS

Con el nombre de Sedimentos Rojos Indiferenciados, se trata en este trabajo a los afloramientos de sedimentos rojos bien estratificados que sobreyacen indistintamente a la Unidad de Yesos y Tobas, así como a las Tobas Indiferenciadas del Terciario en la zona sur, cartografiada.

La litología de esta unidad, consta de areniscas, limolitas y lutitas estratificadas de color rojo. Las areniscas presentan una buena clasificación, en tamaños de grano medio, poco consolidadas. Las limolitas y lutitas también están poco consolidadas, en las segundas se encontraron hojas impresas fósiles regularmente conservadas.

La estratificación de las unidades no sigue una secuencia rítmica en cuanto a su intercalación. El espesor de los estratos es variable y los hay de 10 a 30 cm. los más delgados corresponden a las lutitas y limolitas. El espesor

estimado es de aproximadamente 150 m.

La secuencia sedimentaria, buza hacia el noreste con 32° de inclinación y rumbo NW8°SE, generalmente.

Los mejores afloramientos se encuentran a 1 Km. al noreste de Villa Silacayoapan, que es donde se obtuvieron el mayor número de datos.

Los Sedimentos Rojos Indiferenciados, sobreyacen discordantemente a la Unidad de Yesos y Tobas así como a las Tobas Indiferenciadas del Terciario Medio.

#### V.d.7. ALUVION

Los sedimentos de aluvión, consisten en gravas, arenas y en menor proporción arcillas y limos.

Los afloramientos de aluvión ocupan las planicies, así como los lechos de los ríos y arroyos de manera general. La naturaleza de los detritos revela la fuente original, que son rocas calcáreas, metamórficas e ígneas aflorantes en el área.

## VII.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y EVOLUCION TECTONICA

### VII.a. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Los rasgos estructurales que dominan la región de estudio, representan una herramienta más para interpretar la evolución tectónica a la cual ha estado asociada. A continuación se describen estos rasgos estructurales y se agrupan de acuerdo al tipo de estructuras siguientes: pliegues, fallas y fracturas.

#### PLIEGUES

##### DE LAS ROCAS METAMORFICAS

Los pliegues de las rocas metamórficas, están asociados naturalmente a las fases de deformación y metamorfismo a que han sido sometidas.

La foliación es por lo tanto el principal rasgo estructural que domina los afloramientos, sobretudo en la Unidad de Rocas Esquistosas.

El rumbo predominante de la foliación, es



nor noreste-sur suroeste y nor noroeste-sur sureste, sin embargo en algunos lugares la dirección acusa tendencias tanto al oeste como al este.

La naturaleza de los pliegues, ha dado lugar a variaciones en el tipo desarrollado, ya que los hay abiertos y cerrados, asimétricos e isoclinales con charnelas que no presentan una dirección preferencial y su inclinación es diversa.

En algunos lugares es común observar bandas y lentes de cuarzo lechoso plegado en dos direcciones.

#### DE LAS ROCAS MESOZOICAS

El plegamiento de las rocas mesozoicas tiene un caracter poco desarrollado. Las secciones estructurales evidencian el flanco occidental de lo que fue un anticlinal de grandes dimensiones, ya erosionado en su flanco oriental y cuyo eje axial tenía una orientación nor noreste-sur suroeste. Localmente aflora un pequeño sinclinal (Cerro Yucu-Ima) abierto, cuyo eje axial tiene una orientación noroeste-sureste y longitud aproximada de 2.5 Km. En la porción central, según las secciones estructurales, las rocas mesozoicas están

ligeramente deformadas y dan lugar a un sinclinal abierto y cuyo eje axial tiene una dirección nor noreste-sur suroeste.

#### DE LAS ROCAS CENOZOICAS

Las rocas cenozoicas, han sufrido un plegamiento de dimensiones locales. Las unidades piroclásticas presentan una deformación apenas perceptible, derivada posiblemente de procesos deposicionales; sin embargo en la zona oriental del área, las tobas presentan una deformación notoria que se hace más conspicua en el contacto con las rocas metamórficas del Paleozoico. El origen de esta deformación parece estar asociado a procesos de fallamiento.

La Unidad de Yesos no presenta deformación notoria a gran escala, pero es común el desarrollo en áreas muy locales de un plegamiento en pequeña escala posiblemente derivado por procesos de compactación diferencial.

#### FALLAS Y FRACTURAS

#### DE LAS ROCAS METAMORFICAS

Las rocas metamórficas no presentan indicios de

fallamiento al menos al nivel de afloramiento, ya que las fallas que involucran a las rocas más jóvenes, podrían asociarse y extrapolarse a tales rocas metamórficas.

El fracturamiento por otra parte está muy desarrollado y en algunas zonas es muy denso. Las direcciones preferenciales, definen dos sistemas de fracturas: nor noreste-sur suroeste y nor noroeste-sur sureste. Particularmente la Unidad de Gneises presenta fracturamiento en tres direcciones ortogonales entre sí lo cual ha dado lugar a la formación de bloques de tamaños diversos.

La longitud de las fracturas es muy variable, ya que las hay desde 200 m. a 2 Km. o más. Aquellas de mayor longitud son las que ocupan las cañadas en la zona, mientras que las menores están particularmente asociadas a la red hidrográfica.

#### DE LAS ROCAS MESOZOICAS

El fallamiento y fracturamiento de las rocas mesozoicas, en general está pobremente desarrollado.

Las unidades afectadas por las fallas, corresponden

precisamente a las rocas jurásicas y cretácicas definidas.

El fallamiento es de tipo normal y presenta un burdo lineamiento con dirección norte-sur. En la porción nororiental del mapa sin embargo, las rocas cretácicas están en contacto por una falla inversa con rocas metamórficas del Complejo Acatlán. Las características de esta falla, dan lugar a que pudiera tratarse de un sobrelope de las rocas cretácicas, cuyo deslizamiento se infiere de corta magnitud. La dirección de esta última falla es nor noroeste-sur sureste.

El fracturamiento en las rocas mesozoicas no tiene una dirección preferencial. A escala de afloramiento las fracturas observadas tienen una dirección generalmente perpendicular al rumbo de los estratos.

#### DE LAS ROCAS CENOZOICAS

El rasgo principal de las rocas cenozoicas es el fallamiento. Este es de tipo normal e involucra a las rocas tobáceas de las formaciones Llano de Lobos y Cerro Verde Indiferenciadas, así como al Conglomerado del Terciario Medio.

La dirección de las trazas de las fallas es norte-sur,

aunque con una ligera flexión al oriente en su extremo septentrional. El desplazamiento vertical de las fallas cartografiadas, no fue medido, pero por la disposición de las unidades, se infiere que alcanza varios o posiblemente decenas de metros.

Las unidades andesíticas, son las que han desarrollado un fracturamiento más notorio, que las diferencia de las otras unidades cenozoicas. Tal fracturamiento sólo es visible a escala de afloramiento y son dos los sistemas principales: uno con dirección preferencial noreste-suroeste y el otro con dirección noroeste-sureste.

#### VII.b. EVOLUCION TECTONICA

La evolución tectónica del área de trabajo, se enmarca dentro de los conceptos derivados de la tectónica global.

La posición geográfica del área, coincide con la porción del territorio mexicano que representa todavía un gran problema para su reconstrucción paleogeográfica. En efecto, la porción sur del país ha estado ausente en muchos de los modelos que tratan de explicar la posición primaria

de los continentes, desde que Wegener en 1912 presentó el modelo de la Pangea, hasta el modelo computarizado de Bullard en 1965 y otros más recientes.

Sin embargo a la luz de nuevos datos aportados por estudios de carácter estratigráfico, estructural, paleomagnético y petrológico en el sur de México, se ha integrado la información primaria para reinterpretar los modelos paleogeográficos conforme a la tectónica de placas.

La República Mexicana fue dividida en grandes zonas de naturaleza disímbola, limitadas por rasgos tectónicos y estratigráficos llamados Terrenos Tectonoestratigráficos (Campa y Coney, 1983), los cuales conforman un mosaico sin relación estratigráfica aparente, Figura (26).

Es dentro de este contexto en el que el área estudiada se inscribe, particularmente en el denominado Terreno Mixteco.

Las rocas del Complejo Acatlán, que constituyen el basamento cristalino del Terreno Mixteco, tienen un origen asociado al modelo tectónico Wilson, Ortega-Gutiérrez (1981), que involucra la abertura de una cuenca oceánica y su clausura

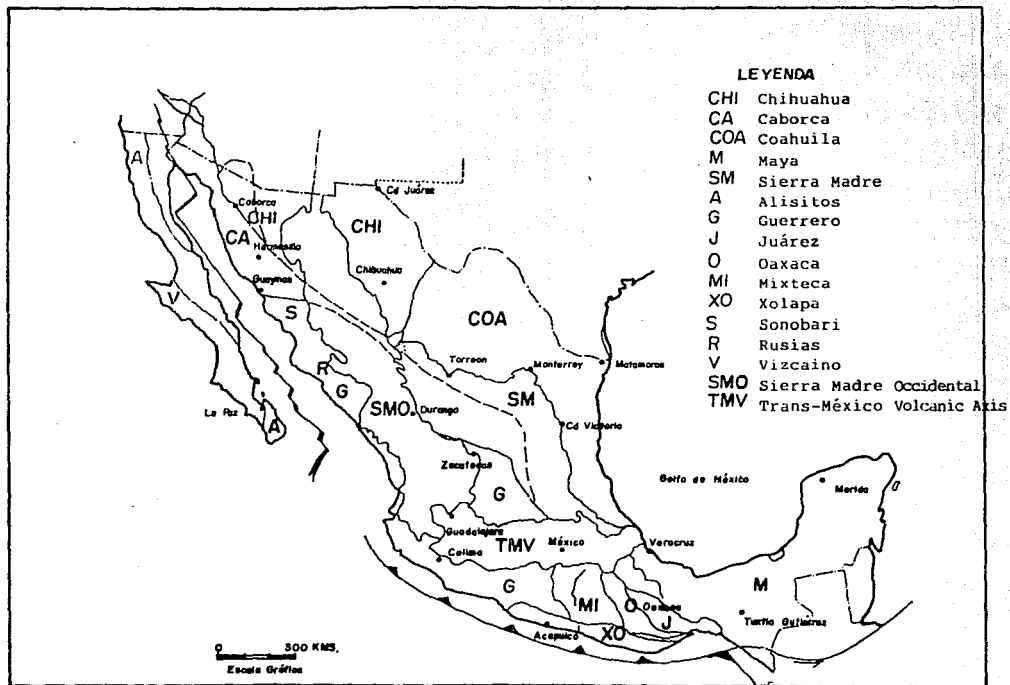


Figura 26.- Posición y extensión de los Terrenos Tectonoestratigráficos de la República Mexicana.  
 Campa y Coney (1983).

posterior por colisión continental. El mismo autor, señala que el Complejo Acatlán representa una secuencia eugeosinclinal, cuya evolución estuvo ligada a procesos similares a los acontecidos a la Faja Estructural Apalachiana de Norteamérica durante el intervalo Ordovícico-Silúrico.

La Formación Xayacatlán, se interpreta según este modelo, como una ofiolita que marca probablemente la etapa de divergencia entre las masas continentales durante la expansión oceánica, pues puede corresponder con un trozo de corteza oceánica.

Anterior al proceso de contracción que generó la antigua zona de subducción y donde se llevó a cabo la eclogitización de las rocas de la Formación Xayacatlán, fueron emplazados los Granitoides Esperanza. La colisión de las masas continentales dió lugar a una cabalgadura cuyo avance mínimo se cree es de 200 Km., De Cserna (1980): compuesta por rocas de las formaciones antes mencionadas y probablemente también por la Formación Tecomate, todas ellas sobre las unidades del Subgrupo Petlalcingo.

El metamorfismo y deformación resultante asociados con tal evolución, están presentes en las rocas del Complejo



Acatlán, mismas que revelan cuatro etapas de deformación y cinco etapas de metamorfismo, Ortega-Gutiérrez (1981).

La hipótesis más sólida sobre el origen del Complejo Acatlán, según Morán-Zenteno (1986), así como su yuxtaposición con el Complejo Oaxaqueño, colisión que se efectuó en el Devónico Temprano, (Urrutia et. al. 1987), sería la de relacionarla con los eventos de colisión del Paleozoico Inferior en el norte de los Apalaches. Tales complejos migraron hacia el suroeste del cratón, hasta su posición actual con anterioridad a los episodios orogénicos relacionados con la colisión de finales del Paleozoico.

El levantamiento del Complejo Acatlán a partir del Devónico Tardío, según Corona-Esquivel (1985), fue de 200 m., proceso que duró hasta el Pensilvánico, cuando se depositaron las formaciones del Paleozoico Superior: Matzitzi, Los Arcos, Olinalá y Patlanoaya.

La posición del Terreno Mixteco para el Paleozoico Tardío, se ubicaba en el sur suroeste del Cratón Norteamericano, de acuerdo a semejanzas faunísticas de la Formación Olinalá con las del área de Antimonio en Sonora, Urrutia et. al. (1987). Así también a partir de modelos estructurales de

grandes fallas mesozoicas de desplazamiento lateral izquierdo, De Cserna (1970).

El levantamiento constante de la región para el período Triásico-Jurásico Inferior, es posible asociarlo según Morán-Zenteno (1986) a la dinámica de una margen convergente que pudo haber existido en el occidente de Norteamérica y cuyos productos (de naturaleza calcialcalina) los representan las rocas piroclásticas de las formaciones Las Lluvias y Diquiyú en la zona.

En relación a la configuración de Gondwana para el Pérmico-Triásico, no hay consenso general en cuanto a la sobreposición que guardaba tal continente sobre el espacio de México, sin embargo sucede lo contrario para el Jurásico Inferior y Medio, según datos de diversos autores, Morán-Zenteno (1986).

A partir del Jurásico temprano, se inicia una transgresión marina general desde el Pacífico que duró hasta el Thitoniano, aunque en algunas zonas siguió hasta el Neocomiano (área Tlaxiaco), Figura (27). Es entonces cuando se deposita el Conglomerado Cualac y la Formación Rosario continentales, y posteriormente las unidades marinas y

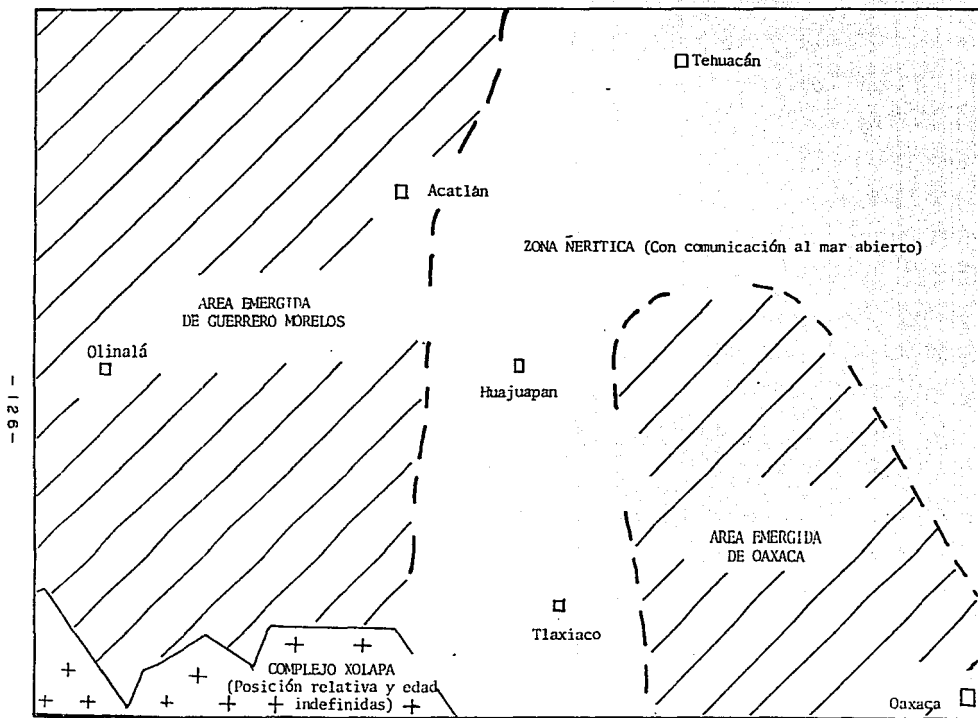


Figura 27.- Situación paleogeográfica idealizada de la porción centro meridional de México durante el intervalo Valanginiano-Hauteriviano. Moran-Zenteno (1987).

continentales del Grupo Tecocoyunca.

Corona (1985), relaciona el inicio de esta transgresión a la continuación del esfuerzo tensional que dió origen a la Ignimbrita Las Lluvias. Dicho esfuerzo produjo zonas de rifts por donde la entrada de agua al continente se inició.

El mismo autor señala que la intercalación de sedimentos marinos y continentales del Grupo Tecocoyunca, pueden ser resultado de un régimen tectónico oscilatorio, el actual en el intervalo Barremiano-Aptiano dió lugar a la emersión total del área, permitiendo una sedimentación continental.

La presencia de rocas piroclásticas aflorantes en la región de Tezoatlán y consideradas del Neocomiano, Morán-Zenteno (1986), representan un aporte adicional a la tectónica del área para esa época, ya que por su posición oriental, resulta difícil relacionarlas a algún evento mayor de volcanismo. Sin embargo los mismos autores señalan que el origen probable, está asociado al volcanismo andesítico de la Sierra de Juárez, o bien a los procesos que dieron origen al volcanismo del Jurásico Tardío-Cretácico Temprano

de la región de Tierra Caliente en el Estado de Guerrero.

Regionalmente se ha reconocido una etapa de deformación que afectó las secuencias calcáreas cretácicas. Calderón-García (1956), ubica el período de plegamiento para las rocas calcáreas cretácicas del área de Tehuacán, Puebla, en el intervalo Postcenomaniano-Pre-Eoceno. Fries (1960), cita al Turoniano como el inicio del plegamiento de las rocas cretácicas de Morelos y noreste de Guerrero, evento que alcanza su mayor intensidad durante el Eoceno Temprano y Medio. Cárdenas-Vargas (1966), asoció el plegamiento de las rocas precenozoicas a la Orogenia Laramide. Ferrusquía-Villafranca (1976), sitúa la edad de deformación de las rocas en el área Tamazulapan-Teposcolula dentro del intervalo Santoniano-Maestrichtiano-Eoceno Tardío. De Cserna et. al. (1980), consideran que el inicio de la deformación se dió en el Campaniano acelerándose hacia finales del Cretácico hasta el Paleoceno.

La dirección general de los esfuerzos durante la deformación de las rocas cretácicas, ha sido considerada este-oeste; Calderón-García (1956), Fries (1960), Ferrusquía-Villafranca (1976). En el área de estudio, esta interpretación se toma como válida a partir de la dirección norte-sur del anticlinal erosionado en la porción central de la carta.

De Cserna et. al. (1980), sugieren que la deformación de las rocas cretácicas de la región, se ajustan a un modelo clásico de una franja orogénica frontal formada por pliegues y cabalgaduras; agregan que la dirección en el avance de la deformación, fue de poniente a oriente a razón de 3 mm. a 15 mm./año.

Al régimen compresivo en la región, le siguió una emersión general en el Cenozoico Temprano así como un volcanismo subaéreo andesítico, derivado según De Cserna et. al. (1980), de un régimen de distensión que además originó el fallamiento y fracturamiento de las rocas cenozoicas Corona (1985), infiere que el origen del volcanismo se relaciona a un arco magmático cenozoico, cuya ubicación precisa es incierta.

La edad exacta del fracturamiento y fallamiento no es clara, sin embargo se considera posterior al emplazamiento de las rocas volcánicas piroclásticas y andesíticas aflorantes en la región.

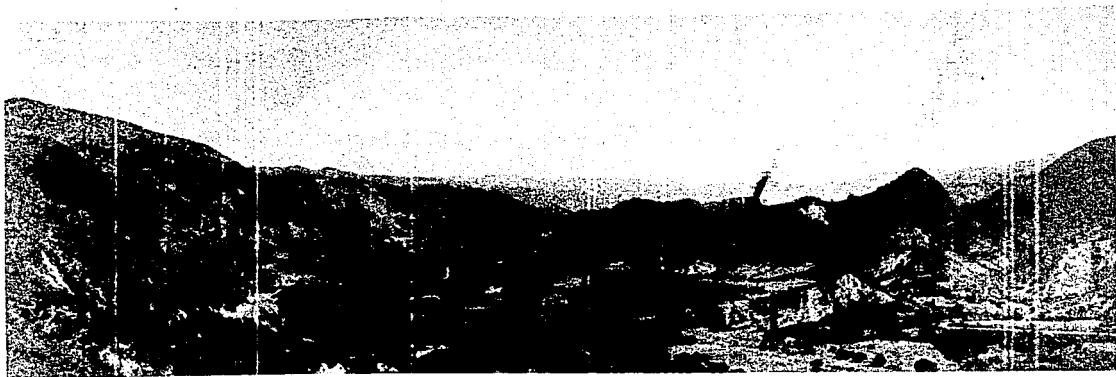
En el área de estudio, el fallamiento ha dado lugar a la formación de un valle que estructuralmente es una fosa tectónica (zona oriente de la carta), así como a

pilares tectónicos representados por rocas del Complejo Acatlán y por rocas calcáreas mesozoicas. Esa fosa ha permitido el emplazamiento de conos volcánicos piroclásticos a lo largo de ella, lo cual representa junto con los derrames andesíticos las últimas etapas de magmatismo en la zona, Figura (28).

El tipo de fallamiento en la región de estudio, evidenciado por rocas cenozoicas, es posible interpretarlo como de tipo vertical normal. Sin embargo el fallamiento para las áreas Olinalá-Huamuxtitlán y Teposcolula es de desplazamiento lateral izquierdo; Corona-Esquivel (1985), Ferrusquía-Villafranca (1976).

El esquema estructural basado en imagen de satélite, indica que el fallamiento en la zona de estudio, forma parte de un tren de grandes fallas orientadas preferentemente norte-sur, que parecen marcar un límite estructural muy evidente en la región, Figura (29).

El origen del régimen distensivo, pudiera relacionarse según De Cserna et. al. (1980), a la formación de la Fosa México-Mesoamericana, derivada de procesos de subducción en el Pacífico.



- 121 -

Figura 28.- Vista panorámica hacia el norte desde el punto llamado Espinazo del Diablo al SE del mapa. En la parte izquierda se aprecia el Complejo Acatlán - sobreyacido discordantemente por tobas de las formaciones Llano de Lobos y Cerro Verde Indiferenciadas, mismas que se aprecian en la parte derecha de la fotografía. En la parte central se puede apreciar el valle por donde fluye el Río Mixteco en su curso hacia el NW.



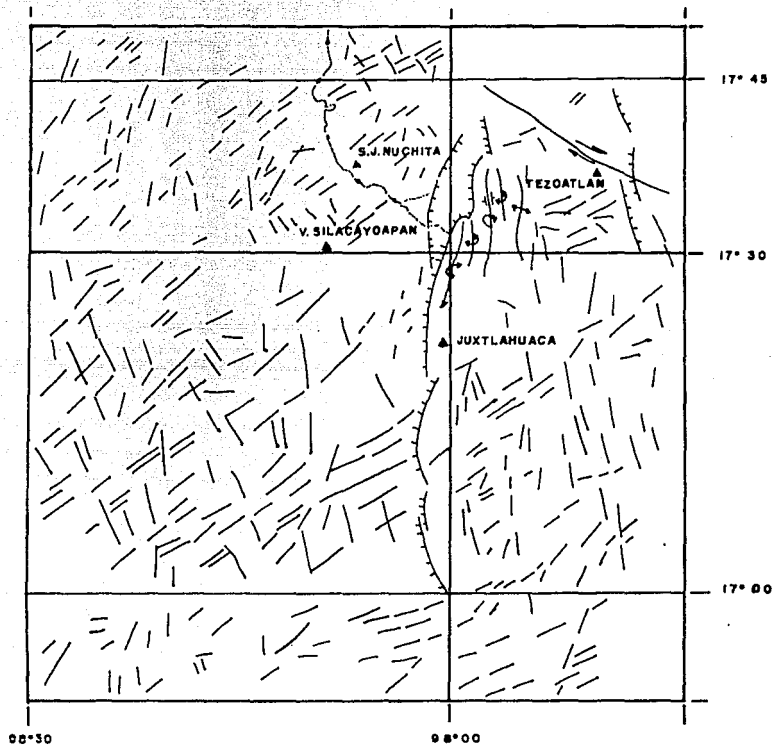


Fig20-Esquema estructural basado en imagen de satélite que cubre el área del presente trabajo. Escala aproximada 1:500,000. D. G. G. (1979).

Para el Cuaternario, se infiere un levantamiento constante en la región, vigente hasta la actualidad, así lo constatan las terrazas aluviales, la ausencia de áreas planas debidas a procesos erosivos; depósitos aluviales y coluviales así como la tendencia a la estrechez que presentan los cauces de los ríos.

La actividad sísmica en la región, apoya las evidencias del levantamiento ya que los epicentros de los temblores registrados, se ubican muy cercanos a la zona y por ende se pueden asociar al proceso actual de subducción a lo largo de la fosa México-Norteamericana; De Cserna et. al. (1980).

## VIII.- GEOLOGIA ECONOMICA

Los recursos naturales de los que se puede obtener un beneficio económico que se encuentran en el área del presente trabajo, se relacionan a aquellos derivados de las rocas que ahí afloran. Y se trata de los recursos minerales y de los bancos de materiales principalmente.

### RECURSOS MINERALES

El recurso mineral con posibilidades de extracción económicamente atractivo, lo constituyen los yesos de la Unidad de Yesos y Tobas cenozoicas aflorantes al sur de la zona.

El área de afloramiento de esta unidad es de aproximadamente 24 Km<sup>2</sup>, así como el espesor estimado de 210 m., aunada al hecho de que es cruzada por un camino de terracería que conduce a la carretera pavimentada, constituyen puntos positivos para que se busque la viabilidad de su explotación y beneficio.

Es importante sin embargo aclarar que debe evaluarse correctamente el proceso de beneficio debido principalmente

a que los yesos en algunos tramos del espesor total, está mezclado con ceniza volcánica.

#### BANCOS DE MATERIAL

Los bancos de material, los constituyen principalmente los afloramientos andesíticos, aunque también los constituidos por tobas; ambas litologías del Cenozoico.

Son dos los bancos de material del primer caso: el primero de ellos se ubica a un lado del camino de terracería que conduce a San Jorge Nuchita, aproximadamente a 4 Km. al noreste de dicho poblado, el afloramiento corresponde a un extenso derrame de composición andesítica de color gris acerado y verdoso.

El intenso fracturamiento ha dado lugar a la disgregación del material en fragmentos cuyo tamaño va desde 0.5 a 4 cm. con predominio de los tamaños intermedios, esto hace posible su explotación por medios mecánicos prácticos.

El otro banco de material de composición andesítica, es similar al atrás descrito, se ubica a los lados de la carretera pavimentada estatal al sureste de la carta,

aproximadamente a 4 Km. del poblado San Francisco Paxtlahuaca.

Los bancos de material tobáceo susceptibles de ser explotados, se ubican en la porción sureste de la carta aladaños a la carretera estatal pavimentada. El material corresponde a tobas rozadas, grises y blancas de composición dacítica, en estratos casi horizontales.

Estas tobas en algunas zonas están intemperizadas y son de poca compactación por lo que es fácil su extracción por medios mecánicos. Este material ha sido utilizado para la construcción de los caminos de terracería aladaños, tal como el que comunica a Villa Silacayoapan al suroeste del área de estudio.

## IX.- CONCLUSIONES

El relieve del área de estudio, es un reflejo de los fenómenos endógenos y exógenos que han actuado desde el Paleozoico Temprano hasta el reciente.

Se reconocieron en el área unidades litológicas cuya extensión y afloramientos se vaciaron para conformar el mapa geológico correspondiente.

De las unidades reconocidas, tres de ellas son ubicadas en el Cenozoico, se les nombró informalmente de acuerdo a características puramente litológicas (Conglomerado Masivo Indiferenciado, Unidad de Yesos y Tobas y por último Sedimentos Rojos Indiferenciados). Las unidades restantes guardan una similitud tal, que resulta conveniente nombrarlas de acuerdo a otras unidades ya reconocidas formalmente en áreas vecinas.

La posición de cada unidad en la columna estratigráfica generalizada, constituyó un factor determinante para ubicarlas en el tiempo geológico.

Las rocas que afloran, representan un registro

que abarca desde el Paleozoico Inferior al Reciente. La posición estratigráfica, así como la naturaleza de las unidades litológicas, constituyen un testimonio de los eventos geológicos que les dieron origen. Origen que se relaciona según el caso a eventos tectónicos de dos placas litosféricas; transgresión y regresión de los mares, con el depósito y erosión de los materiales a que ello dió lugar, así como a eventos volcánicos producidos por fenómenos distensivos.

El fallamiento y fracturamiento son el resultado de los esfuerzos distensivos derivados de procesos de subducción y fracturamiento intracontinentales de la Placa Mesoamericana bajo la Placa Norteamericana.

Dada la presencia de yesos así como a su extensión es probable de ser explotado económicamente, aunque para ello deben efectuarse estudios que cuantifiquen realmente el volumen y la pureza de los materiales.

## BIBLIOGRAFIA

- ANUARIO ESTADISTICO DE OAXACA, 1985, Dirección General de Geografía  
S. P. P., México.
- ARRIAGA F. OBREGON, L, 1983. Estudio preliminar geológico y petrográfico  
del carbón del área de Tlaxiaco de la Cuenca Carbonífera de la  
Mixteca, Oaxaca.  
Geomimet, 3 (121) pp. 27-37.
- CALDERON, G. A. 1956, Bosquejo Geológico de la región de San Juan Raya,  
Puebla  
Cong. Geol. Internal. 20,  
Excursión A-11, p. 9-33.
- CAMPA URANGA, M.F., 1978. La Evolución tectónica de Tierra Caliente Guerrero  
Bol. Soc. Geol. Méx. T. XXXIX  
Nº 2 pp. 52-64.
- CAMPA URANGA, CONEY, P.J. 1983, Tectono-stratigraphic terrains and mineral  
resource distributions in México,  
Can. J. Earth Sci., 20  
p. 1040-1052.
- CARDENAS VARGAS, J. 1966, Contribución al conocimiento geológico de la  
Mixteca Oaxaqueña: Minería y Metalurgia,  
México, n. 38,  
p. 15-107.
- CARFATAN, J. CH. 1981(1984), Evolución estructural del SE de México,  
paleografía e historia tectónica de las zonas internas mesozoicas.  
Rev. del Inst. de Geol.  
UNAM, Vol. 5, Núm. 2 pp. 207-216.
- CARRASCO, R. 1981, Geología jurásica del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta,  
Oaxaca  
Tesis de Maestría, inédita.
- COMISION NORTEAMERICANA DE NOMENCLATURA, Estratigráfica, 1984. Código  
Estratigráfico Norteamericano 1983.
- CORONA EZQUIVEL, R.J.J., 1981, Estratigrafía de la región de Olinálá,  
Tecocoyunca, noreste del Estado de Guerrero  
Univ. Nal. Auton. México. Inst. Geología  
Revista Vol. 5 Nº 1, p. 17-24.



- CORONA, E. R., 1985, Geología de la región comprendida entre Olinalá y Huanuquitan, Estado de Guerrero  
Tesis de Maestro en ciencias (geología)  
Facultad de ciencias; inédita  
102 p., 7 láminas.
- CSERNA, Z., 1969, Notas sobre la geología del área de Tecoman, Estado de Puebla  
Paleontología Mexicana Nº 27  
Instituto de Geología U.N.A.M.
- CSERNA, Z., 1970, Reflexiones sobre algunos de los problemas de la geología de la parte Centromeridional de México  
Libro guía de la Excursión  
México - Oaxaca pp. 37-50  
Soc. Geol. Mexicana.
- CSERNA, Z., ORTEGA G.F., PALACIOS N.M., 1980, Reconocimiento geológico de la parte central de la cuenca del Alto Río Balsas, Estados de Puebla y Guerrero  
Soc. Geol. Mex., Libro Guía de la Excursión Geológica a la Cuenca del Alto Río Balsas  
p. 1-33.
- DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA, 1980, Cartografía temática, Escala 1:1000 000  
Hoja centro.
- DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA, 1981, Cartas topograficas, E14-8 Chilpancingo y E14-9 Oaxaca  
Escala 1:250 000.
- DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA, 1981, Carta fisiográfica, Escala 1:1000 000  
Hoja México.
- DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA, 1983, Carta topográfica E14-D23  
Santiago Tamazola Oaxaca  
Escala 1:50 000.
- ERBEN, H. K., 1956, El Jurásico Inferior de México y sus amonitas  
XX Congreso Geológico Internacional, México (contribución al congreso del Inst. de Geol. de la UNAM) 393 p.
- ERBEN, H. K., 1956, El Jurásico Inferior de México y sus amonitas  
XX Congreso Geológico Internacional, México. (contribución al congreso del Inst. de Geol. de la UNAM) 393 p.
- ERBEN, H. K., 1956b, El Jurásico Medio y el Calloviano de México  
Congr. Geol. Internacional, 20º México, monogr., 104 p.,  
19 lams., 5 mapas.

- FERRUSQUA, I., 1970, Geología del área de Tamazulapan - Teposcolula - Yanhuitlán, Mixteca Alta, Estado de Oaxaca  
Soc. Geol. Mexicana, Exc. México - Oaxaca, libro - guía  
pp. 97-119.
- FERRUSQUA, I., 1976, Estudios geológico paleontológicos en la Región Mixteca, Parte 1 : Geología del área de Tamazulapan-Teposcolula-Yanhuitlán, Mixteca Alta, Estado de Oaxaca, México. Boletín del Instituto de Geología, UNAM, N° 97, 160 p.
- FERRUSQUA, V.I. Y COMAS, R. O. 1980, Reptiles mesozoicos en el sureste de México y su significación Geológico-Paleontológica  
Resúmenes de V Convención Geológica Nacional  
Soc. Geol. Mex.
- FLORES, L.; BUITRON, 1982, Revisión y aportes a la estratigrafía de la Montaña de Guerrero  
Serie Técnico científica N° 12,  
Univ. Autón. de Guerrero
- FLORES DE DIOS, G.L.A.; BUITRON, B.E., 1984, Una nueva localidad del Paleozoico Superior de la región de la Mixteca Oaxaqueña  
Soc. Geol. Mex., Bol. 1-2, T. XLV  
pp. 35-37.
- FRIES, C., 1956, Bosquejo geológico de la región entre México, D. F. y Taxco, Guerrero  
Cong. Geol. Internal. XX  
pp. 11-37.
- FRIES, C., 1960, Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero  
Región Central Meridional de México  
Boletín 60 Inst. Geol. UNAM
- FRIES, C., Y RINCON ORTA, C., 1965, Nuevas aportaciones geocronológicas y técnicas empleadas en el laboratorio de Geocronometría  
Univ. Nal. Autcn. México, Ins. Geología  
Bol. 73, p. 57-133.
- FRIES, C., 1966, Resumen de la geología de la Hoja Cuernavaca, Estado de Morelos Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Carta Geol. México, Serie 1:100 000
- FRIES, C.; RINCON ORTA, C.; SOLORIO MUNGUÍA, J.; SCHMITTER VILLADA, E.; CSERNA Z., 1970, Una edad radio métrica ordovícica de Totoltepec, Estado de Puebla  
Soc. Geol. Mexicana  
Exc. México Oaxaca Libro Guía, pp. 164-166

- GARCIA DE MIRANDA E.; FALCON DE GYVES, Z., 1974, Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana  
2ª Edición, Ed. Porrúa S. A.  
México.
- GONZALEZ, C. Y COMAS, O., 1981, Una nueva localidad del Cretácico Inferior (neocomiano) en el Estado de Oaxaca  
Bol. de la Soc. Geol. Mex.  
Tomo XLII, Nos. 1 y 2
- GONZALEZ TORRES, E., 1987, Geología y Paleomagnetismo del área de Tezoatlán Oaxaca. Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería (en preparación).
- GRAJALES J.; TORRES, R.; MURILLO, G.; ESPINOSA, M. 1985, Datos Potasio-Argón (K-Ar) en rocas ígneas y metamórficas del Estado de Oaxaca. Resumen Boletín Geos, época II, Unión Geofísica Mexicana, Reunión Anual, 1985.
- GUZMAN, E. J. 1950, Geología del noreste de Guerrero  
Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros (BAMGP)  
V. 2 Núm. 2 pp. 95-156
- HALPERN, M.; GUERRERO, J.; RUIZ, M. 1974, Rb-Sr dates of igneous and metamorphic rocks from south-eastern and central México: México, D.F., Unión Geofísica Mexicana Reunión Anual, p.30-32 (resumen).
- HERNANDEZ, R. 1973, Paleogeografía del Paleozoico de México  
B. Asoc. Mex. de Geol. Petrol.  
Vol. XXV, Núm. 1-3  
pp. 77-105
- KESLER, S.E. 1973, Basement rock structural trends in southern México  
Geological Society of America  
Bulletin, V. 84, p. 1059-1064.
- LOPEZ, R.E., 1983, Geología de México  
Tomo III, 3a. Edición  
México.
- MONROY FERNANDEZ, M.G.; SOSA PATRON, A.A. 1984, Geología de la Sierra de Tenizcu, Puebla, borde norte del Terreno Mixteco  
Soc. Geol. Mex., Bol. 1-2, T. XLV  
pp.43-72.
- MORAN Z.D., 1984, Geología de la República Mexicana. Segunda Edición,  
Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática  
Facultad de Ingeniería, UNAM.

- MORAN ZENTENO, D.J., 1986, La evolución tectónica y paleogeográfica del Terreno Mixteco  
Seminario de Geotectónica  
Inédito.
- MORAN, Z.D., 1986, Breve revisión sobre la evolución tectónica de México  
Geofísica Internacional  
V. 25 N° 1.
- MORAN ZENTENO, D.J.; GONZALEZ TORRES, E.; CABRAL CAMO E. 1986, Una manifestación de volcanismo cretácico en la Mixteca Oaxaqueña  
Inst. Geof. UNAM.
- MORAN, Z.D., 1987, Paleomagnetismo del terreno Mixteca y sus implicaciones tectónicas  
Tesis de Maestría en Ciencias  
(Geología)
- MOSQUERA, M.; MELENDEZ, E. 1984, Exploración geológica por uranio del Distrito de Huajuapán de León, Estado de Oaxaca  
Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, pag.  
(Inédita).
- ORTEGA GUTIERREZ, F. 1975, The pre-mesozoic geology of the Acatlán area, south México: Leeds (Ingraterra), Leeds Univ.; disertación doctoral, 166 p., Inédita.
- ORTEGA GUTIERREZ, F. 1978, Notas sobre la geología del área entre Santa Cruz y Ayuquila, Estados de Puebla y Oaxaca  
Paleontología Mexicana Núm. 44 Parte 2, Inst. de Geología, UNAM. pp. 17-26.
- ORTEGA GUTIERREZ, F. 1978b, Estratigrafía del Complejo Acatán en la Mixteca Baja, Estado de Puebla y Oaxaca  
Univ. Nal. Autón. de México  
Inst. de Geología, Revista V. 2, Núm. 2 p. 112-131.
- ORTEGA GUTIERREZ, F. 1981, La evolución tectónica premisisípica del sur de México  
Univ. Nal. Autón. México,  
Inst. Geología, Revista  
Vol. 5 Núm. 2 (1981) p. 140-157.
- ORTEGA GUTIERREZ, 1981b, Metamorphic belts of southern México and their tectonic significance  
Geofísica Internacional, Vol. 20 Núm. 3.
- PEREZ, I. J.; HOKUTO, C. A. Y DE USERNA, Z. 1965, Estratigrafía y paleontología del Jurásico Superior de la parte centromeridional del Estado de Puebla.

- Pte. I. Reconocimiento geológico del área de Petlalcingo San Cruz, Municipio de Acatlán, Estado de Puebla.  
UNAM, Inst. Geol. Paleontología Mexicana N. 21, Pte. 1, pp. 1-22.
- PRADO RUIZ, E. 1973. ¿Pertenece Oaxaca a Gondwana?, una síntesis basada en la teoría de la Deriva de Continentes  
AIMMGA, X Convención
- RODRIGUEZ, TORRES, R. 1970, Geología metamórfica del área de Acatán, Estado de Puebla  
Soc. Geol. Mexicana  
Exc. México Oaxaca  
Libro guía pp. 51-54.
- RUIZ CASTELLANOS, M. 1969, Geología del área Mariscala Amatitlán, Estado de Oaxaca  
Univ. Nal. Autón. México,  
Facultad Ingeniería, Tesis  
Prof., inédita, 84 p.
- RUIZ CASTELLANOS, M. 1970, Reconocimiento geológico del área de Mariscala Amatitlán, Estado de Oaxaca  
Soc. Geol. Mexicana  
Exc. México Oaxaca  
Libro guía, p. 55-66
- RUIZ, C. M. 1979, Rubidium Strontium Geochronology of the Oaxaca and Acatlán Metamorphic areas of southern México  
Dissertation of Ph. D.,  
University of Texas at Dallas (inédita), 178 p.
- SALAS, G. P. 1949, Bosquejo Geológico de la Cuenca Sedimentaria de Oaxaca  
Asoc. Mexicana de Geol. Petrol.  
Bol., V.1, p. 79-156 N° 2.
- SILVA, P. A. 1970, Plantas del pensilvánico de la región de Tehuacán, Puebla  
Paleontología Mexicana N° 29  
Instituto de Geología, UNAM.
- SCHLAEPFER, C. J. 1970, Geología terciaria del área de Yanhuitlán Nochistlán, Estado de Oaxaca  
Soc. Geol. Mexicana Exc. México Oaxaca, libro guía pp. 85-96.
- SCHMID, R., 1981, Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: Recommendations of the IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks  
Geology, V. 9 p. 41-43

URRUTIA FUCUGANCHI, J.; MORAN ZENTENO, D. J., CABRAL CANO, E. 1987, Paleomagnetismo and tectonics of México  
Geof. INT. V. 26-3 pp. 429-458.

VAZQUEZ ECHEVERRIA, A., 1986, Descubrimiento de una nueva localidad de rocas marinas del Paleozoico al suroeste del Estado de Puebla  
Congreso Nacional N° XXIV, AIPM.

**A N E X O S**

**ANEXO PETROGRAFICO**



# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

### ESTUDIO PETROGRAFICO: ROCAS SEDIMENTARIAS

Muestra No. FI-17b Localidad  
Coordenadas 17°35'24"L.N.; 98°03'28" LW. Carta Clave E14-D23  
Colector Alvaro Luévano O. Estado Oaxaca

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color Gris pardusco Textura Pakstone  
Minerales Cuarzo, ferromagnesianos Estructuras

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

##### TEXTURA

Minerales Esenciales Calcita espática  
Minerales Accesorios Aloquímicos, fragmentos de areniscas  
Minerales Secundarios Hematita  
Matriz o Cementante

#### OBSERVACIONES

Los fragmentos de calcita espática son angulosos, los de areniscas son subredondeados. La hematita es frecuente. Los fragmentos de calcita espática tienen bordes hematizados.

También contiene aproximadamente un 10% de bioclastos; - espinas de equinodermo y gasterópodos, 5% de pelets y 5% de ooides rellenos de calcita.

CLASIFICACION DE LA ROCA BIOMICRITA (Folk)

# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

### ESTUDIO PETROGRAFICO: ROCAS SEDIMENTARIAS

Muestra No	FI-23	Localidad	
Coordenadas	17°33'58" L.N.; 98°03'15" L.W.	Carta Clave	El4-D23
Colector	Alvaro Luévano O.	Estado	Oaxaca

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color	Pardo	Textura	Brechoide
Minerales	Cuarzo, micas	Estructuras	

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

##### TEXTURA

Minerales Esenciales	Cuarzo 85%, feldespatos, 7%
Minerales Accesorios	Fragmentos metamórficos, 6%
Minerales Secundarios	Hematita, muscovita 2%
Matriz o Cementante	

#### OBSERVACIONES

Los minerales de cuarzo, constituyen una masa casi homogénea, con uniones suturadas, de perímetros irregulares angulosos, la extinción ondulante es muy marcada.

Los minerales de muscovita están alineados según una dirección preferencia

Los fragmentos metamórficos, corresponden a esquistos micáceos y cuarcitas.

CLASIFICACION DE LA ROCA      CONGLOMERADO DE CUARZO

# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

### ESTUDIO PETROGRAFICO: ROCAS SEDIMENTARIAS

Muestra No. FI-C Localidad  
Coordenadas 17°44'23'' L.N.; 98°02'00'' L.W. Carta Clave E14-D23  
Colector Alvaro Luévano O. Estado Oaxaca

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color Pardo Textura mala calcificación,  
grano grueso  
Minerales Fragmentos ígneos Estructuras

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

##### TEXTURA

Minerales Esenciales Cuarzo, 84%  
Minerales Accesorios Minerales opacos  
Minerales Secundarios Hematita, fragmentos líticos de lutita y pedernal  
Matriz o Cementante Arena fina

#### OBSERVACIONES

El cuarzo es de dos tipos: con extinción ondulante y con extinción normal.

CLASIFICACION DE LA ROCA SUBLITARENITA (pettijohn)

# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

### ESTUDIO PETROGRAFICO: ROCAS SEDIMENTARIAS

Muestra No. FI-M Localidad  
Coordenadas 17°41'00''L.N.;98°01'40''L.W Carta Clave E14-D23  
Colector Alavaro LuévanoO. Estado Oaxaca

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color Café claro Textura Grano fino, bien clasificado  
Minerales Estructuras

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

##### TEXTURA

Minerales Esenciales Cuarzo  
Minerales Accesorios Fragmentos líticos gneisicos subredondeados  
alterados a óxidos de Fe.  
Minerales Secundarios  
Matriz o Cementante Micrita y calcita espática 70%

#### OBSERVACIONES

CLASIFICACION DE LA ROCA GRAUVACA LITICA (Pettijohn)

# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

### ESTUDIO PETROGRAFICO: ROCAS SEDIMENTARIAS

Muestra No. FI-J Localidad  
Coordenadas 17°40'32''L.N.;98°05'00''L.W. Carta Clave E14-D23  
Colector Alvaro Luévano O. Estado Oaxaca

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color Pardo Textura Granos gruesos, bien clasificados.  
Minerales Fragmentos líticos Estructuras

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

##### TEXTURA

Minerales Esenciales  
Minerales Accesorios Fragmentos líticos: igneos 5%, metamorficos 70%  
Minerales Secundarios Hematita, 20%  
Matriz o Cementante Arena Fina, 5%

#### OBSERVACIONES

CLASIFICACION DE LA ROCA LITARENITA (Pettijohn)





# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

### ESTUDIO PETROGRAFICO: ROCAS SEDIMENTARIAS

Muestra No. FI-18 Localidad  
Coordenadas 17°36'00''L.N.; 98°04'00''L.W. Carta Clave E14-D23  
Colector Alvaro Luévano Orta Estado Oaxaca

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color Gris claro Textura Mudstone  
Minerales Calcita, oxidos de hierro Estructuras

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

##### TEXTURA

Minerales Esenciales Calcita 5%  
Minerales Accesorios Fragmentos organicos  
Minerales Secundarios Vetillas de óxidos de fierro  
Matriz o Cementante Micrita 85%

#### OBSERVACIONES

La calcita espática rellena los intersticios dejados por el lodo calcáreo, en algunos casos da lugar a figuras de - forma semicircular u ovoide.

En la masa micrítica hay vacíos de forma regular posible mente dejados por fragmentos de calcita espática. Los fósiles encontrados, corresponden a miliólidos, una Dycyclina y otros foraminíferos planctónicos.

CLASIFICACION DE LA ROCA

BIOMICRITA ( Folk )



# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

### ESTUDIO PETROGRAFICO: ROCAS SEDIMENTARIAS

Muestra No. FI-D<sub>1</sub> D<sub>2</sub>

Localidad

Coordenadas 17°44'20'' L.N.; 98°01'20'' L.W. Carta Clave E14-D23

Colector Alvaro Luévano Orta

Estado Oaxaca

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color Gris Claro

Textura Mudstone

Minerales Calcita

Estructuras

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

##### TEXTURA

Minerales Esenciales Espatita 10%

Minerales Accesorias

Minerales Secundarios Fósiles recristalizados 5%

Matriz o Cementante Micrita 85%

#### OBSERVACIONES

Los fósiles identificados, corresponden a foraminíferos bentónicos, milióidos y fragmentos de equinodermos y moluscos.

CLASIFICACION DE LA ROCA

BIOMICRITA (Polk)

**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**TESIS PROFESIONAL**  
**ESTUDIO PETROGRAFICO: ROCAS SEDIMENTARIAS**

<b>Muestra No.</b> FI-17	<b>Localidad</b>
<b>Coordenadas</b> 17°35'24"L.N.;98°03'28"L.W.	<b>Carta Clave</b> E14-D23
<b>Colector</b> Alvaro Luévano Orta	<b>Estado</b> Oaxaca

**DESCRIPCION MACROSCOPICA**

<b>Color</b> Gris Pardusco	<b>Textura</b> Packstone
<b>Minerales</b> Calcáreos	<b>Estructuras</b>

**DESCRIPCION MICROSCOPICA**

**TEXTURA**

**Minerales Esenciales** Intraclastos de micrita, 10%

**Minerales Accesorios**

**Minerales Secundarios** Hematita 5%, dolomita 5%

**Matriz o Cementante** Micrita 80%

**OBSERVACIONES**

El aspecto textural de la muestra es terrosa algunas zonas estan seccionadas por vetillas de calcita espática y por hematita. Las vetas y fragmentos calcáreos son irregulares y esporádicos. En general la roca esta parcialmente dolomitizada

**CLASIFICACION DE LA ROCA** INTRAMICRUDITA (Folk)

# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

### ESTUDIO PETROGRAFICO

### ROCAS IGNEAS

Muestra No. FI-P Localidad  
Coordenadas 17°37'14''L.N.; 98°00'09''L.W Carta Clave E14-D23  
Colector Alvaro Luévano Orta Estado Oaxaca

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Clase de Roca Ignea Tipo de Roca Extrusiva  
Color Café claro Estructura y Textura Lítica

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

##### TEXTURA

Cristalinidad Merocristalina  
Granularidad Fanerítica  
Fobrica Hipidiomórfica

##### MINERALOGIA

Minerales Esenciales Plagioclasas 5%  
Minerales Accesorios Fragmentos de cuarzo 5%, fragmentos andesíticos 5%  
Minerales Secundarios Calcita 15%, óxidos de Fe, 5%

#### OBSERVACIONES

Los fragmentos de cuarzo están redondeados, las plagioclasas son de composición intermedia y su tamaño sobresale notablemente, algunas están macladas y zonadas. La calcita tiene formas angulosas y redondeadas.

Los fragmentos andesíticos están alterados y son subredondeados. Contiene vidrio de composición ácida 65%.

CLASIFICACION DE LA ROCA TOBA VITRICA ACIDA DACITICA

# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

### ESTUDIO PETROGRAFICO

### ROCAS IGNEAS

Muestra No. FI-T Localidad  
Coordenadas 17°39'40''L.N.; 98°06'48''L.W. Carta Clave E14-D23  
Colector Alvaro Luévano Orta Estado Oaxaca

### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Clase de Roca Ignea Tipo de Roca Extrusiva  
Color Gris claro Estructura y Textura Vitríco-lítica

### DESCRIPCION MICROSCOPICA

#### TEXTURA

Cristalinidad Merocristalina  
Granularidad Fanerítica  
Fabrico Xenomórfica

#### MINERALOGIA

Minerales Esenciales Cuarzo policristalino 15%, oligoclasa-andesina  
Minerales Accesorios Muscovita 5%  
Minerales Secundarios Hematita 3%, opacos 2%, calcita 5%

### OBSERVACIONES

La roca contiene vidrio basico 40%, el cuarzo es anguloso y las plagioclasas están zonadas y angulosas.

CLASIFICACION DE LA ROCA TOBA VITROLITICA BASICA

# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

ESTUDIO PETROGRAFICO

ROCAS IGNEAS

Muestra No. FI-I

Localidad

Coordenadas 17°40'41''L.N.; 98°04'40''L.W. Carta Clave E14-D23

Colector Alvaro Luévano Orta

Estado

Oaxaca

### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Clase de Roca

Ignea

Tipo de Roca

Extrusiva

Color

Gris Verdoso

Estructura y Textura Pilotaxítica

### DESCRIPCION MICROSCOPICA

#### TEXTURA

Cristalinidad

Holocristalina

Granularidad

Afanítica

Fabrica

Hipidiomorfica

#### MINERALOGIA

Minerales Esenciales

Oligoclasa-andesina 80%

Minerales Accesorios

Clinopiroxenos 5%

Minerales Secundarios

Calcita y óxidos de Fe, 15%

### OBSERVACIONES

Las plagioclasas son laminillas, la calcita tiene forma de hojuelas reemplazando a las plagioclasas, los piroxenos están alterados, las vesículas están rellenas de calcita es pática.

CLASIFICACION DE LA ROCA

ANDESITA DE CLINOPIROXENOS

# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

ESTUDIO PETROGRAFICO

ROCAS IGNEAS

Muestra No. FI-24

Localidad

Coordenadas 17°32'00''L.N.; 98°03'00''L.W. Carta Clave E14-D23

Colector Alvaro Luévano Orta

Estado Oaxaca

### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Clase de Roca Ignea

Tipo de Roca Extrusiva

Color gris acerado

Estructura y Textura traquítica

### DESCRIPCION MICROSCOPICA

#### TEXTURA

Cristalinidad Holocristalina

Granularidad Afanítica

Fabrica Hipidiomórfica

#### MINERALOGIA

Minerales Esenciales Plagioclasas intermedias 90%

Minerales Accesorios

Minerales Secundarios Sericita 5%, minerales opacos 3%, calcita 2%

### OBSERVACIONES

Gran parte de las plagioclasas estan alteradas a sericita, sobresalen esporadicos cristales subhedrales de tamaño mucho mayor. La calcita se encuentra relleno de los intersticios de jados entre las plagioclasas.

CLASIFICACION DE LA ROCA

ANDESITA DE OLIGOCLASA-ANDESINA

# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

### ESTUDIO PETROGRAFICO ROCAS METAMORFICAS

Muestra No. FI-37 Localidad Sn. Agustín Atenango  
Coordenadas 17°36'00''L.N.:98°01'00''L.W.Carta Clave E14-D23  
Colector Alvaro Luévano Orta Estado Oaxaca

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color Gris oscuro Textura Lepidoblástica

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

##### TEXTURA

Minerales Esenciales Muscovita 30%; cuarzo, 50%, plagioclasas 10%  
Minerales Accesorios  
Minerales Secundarios Hematita 5%, opacos 5%  
Clase Textural Filita  
Clase Químico Pelítica  
Origen Metamorfismo regional

#### OBSERVACIONES

Masa homogénea de minerales, equidimensionales. Los minerales de oxidación aparecen en forma de manchas profundas.

Los minerales pequeños están alineados burdamente en -- una dirección preferencial.

Las fracturas están rellenas por hematita.

CLASIFICACION DE LA ROCA FILITA DE MUSCOVITA

# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

### ESTUDIO PETROGRAFICO ROCAS METAMORFICAS

Muestra No. FI-F Localidad C. Cruz Gruesa

Coordenadas 17°41'22'' L.N.: 98°02'35'' L.W. Carta Clave E14-D23

Colector Alvaro Luévano Orta Estado Oaxaca

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color Gris claro Textura Cataclástica

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

##### TEXTURA

Minerales Esenciales Cuarzo 60%, microclina, 20%, oligoclasa-andesina

Minerales Accesorios Esfena, Epidota, biotita, granate (5%)

Minerales Secundarios Magnetita, hematita, muscovita (10%)

Clastos Textural Esquisto

Clastos Químico Cuarzofeldespática

Origen Metamorfismo regional

#### OBSERVACIONES

El cuarzo es de tipo policristalino y todas las uniones y límites de granos son suturados; forman agrupamientos -- alineados subparalelos entre sí.

Es clara la textura mortero, así como el aspecto general cataclástico de la roca.

CLASIFICACION DE LA ROCA AUGENESQUISTO



# FACULTAD DE INGENIERIA

## TESIS PROFESIONAL

### ESTUDIO PETROGRAFICO ROCAS METAMORFICAS

Muestra No. FI-G Localidad C. Cruz Gruesa

Coordenadas 17°41'28" 'L.N.:98°03'00" 'L.W Carta Clave E14-D23

Colector Alvaro Luévano Orta Estado Oaxaca

#### DESCRIPCION MACROSCOPICA

Color Verde pardusco Textura Cataclástica

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

##### TEXTURA

Minerales Esenciales Cuarzo 65%, microclina 10%

Minerales Accesorios Muscovita 10%

Minerales Secundarios Hematita, clorita, hornblenda (15%)

Clase Textural Esquisto

Clase Quimica Cuarzofeldespática

Origen Metamorfismo regional

#### OBSERVACIONES

La textura de la roca está caracterizada por la presencia de algunos minerales de microdina, cuyo perímetro está compuesto de material silisico triturado, confiriendole la textura mortero.

Las micas están burdamente alineadas, la hornblenda está profusamente hematizada, mientras que se observan reliquias de granate el cual se ha alterado a clorita.

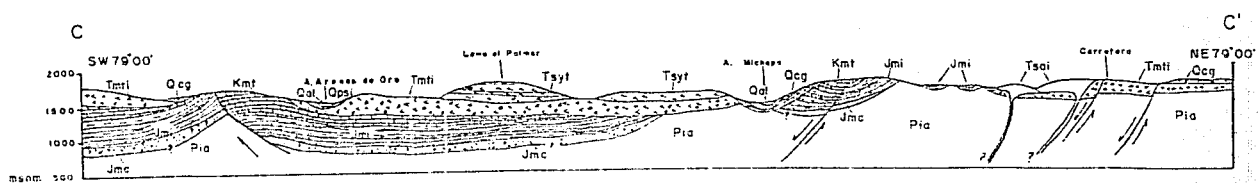
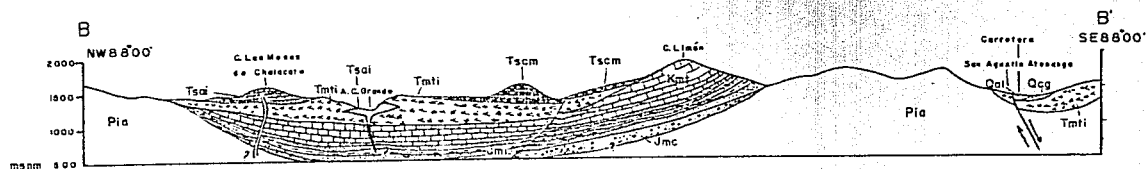
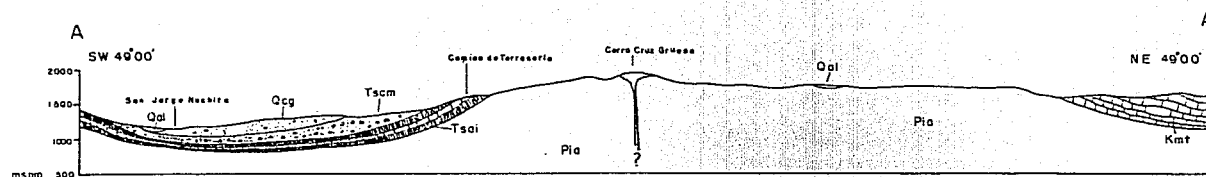
CLASIFICACION DE LA ROCA AUGENESQUISTO DE MUSCOVITA

ANEXOS ESQUEMATICOS

- 1.- PLANO GEOLÓGICO REGIONAL DEL AREA VILLA SILACAYOAPAN-SAN JORGE NUCHITA, ESTADO DE OAXACA.
- 2.- TABLA DE CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA.
- 3.- SECCIONES ESTRUCTURALES DEL AREA VILLA SILACAYOAPAN-SAN JORGE NUCHITA, ESTADO DE OAXACA.

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	TABLA DE				
			EDOMORELOS		ESTADO DE GUERRERO		ESTADO
			EDAD en M.A.	CUERNAVA CA	MEXCALA OLINALA	OLINALA HUAMUXTITLAN	SIERRA DE TENTZO
CENOZOICO	TERCIARIO	HOLOCENO	Grupo Chichauautin	Aluvion I ?	Aluvion	Grupo Chichauautin	Aluv
		PLEISTOCENO	Aluvion	Aluvion	?	?	?
		PLIOCENO	Aluvion	Aluvion	?	?	?
		MIOCENO	Angesta Zemoala F Tzapatlan	Angesta Guaymas F Tzapatlan	?	?	Sedimentos Lacustres de Tzapala
		OLIGOCENO	Rioata Tzapatlan	Rioata Tzapatlan	?	?	Rocas Igneas
		EOCENO	Grupo Balsas	F Balsas	F Chumzingo	Grupo Balsas	Grupo
		PALEOCENO	?	F Teteccapan	F Balsas	?	?
		MAESTRICHTIAN	?	F Mexcala	?	F Mexcala	?
		SENONIANO	?	F Cuautla	?	F Cuautla	?
		TURONIANO	?	?	?	?	?
MESOZOICO	CRETACICO	SENOMANIANO	F Morales	F Morales	?	Calizas de Plateama	?
		ALBIANO	?	?	?	Calizas de Plateama	?
		APTIANO	F Xoxtcalca	?	Caliza Tepascaluta	Calizas de Cuicatlan	?
		NEOCOMIANO	?	?	?	Calizas de Cuicatlan	?
		TITONIANO	?	?	?	?	?
		KIMERIDGIANO	?	?	?	?	?
		OXFORDIANO	?	?	?	?	?
		CALOVIANO	?	?	?	?	?
		BATONIANO	?	?	?	?	?
		BAJOCIANO	?	?	?	?	?
PALEOZOICO	JURASICO	AALENIANO	?	?	?	?	?
		TOARCIANO	?	?	?	?	?
		PLEMSBACHIANO	?	?	?	?	?
		SINEMURIANO	?	?	?	?	?
		HETANGIANO	?	?	?	?	?
		SUPERIOR	?	?	?	?	?
		MEDIO	?	?	?	?	?
		INFERIOR	?	?	?	?	?
		PERMICO	?	?	?	?	?
		PENSILVANICO	?	?	?	?	?
PALEOZOICO	DEVONICO	MISISIPICO	?	?	?	?	?
		SILURICO	?	?	?	?	?
		ORDOVICICO	?	?	?	?	?
		CAMBRIICO	?	?	?	?	?





## LEYENDA

Qol	Depósitos Clásticos Continentales Recientes (Aluvión Caliche Suelos Conglomerados)
Qpsl	Sedimentos Rojos Indiferenciados
Tsyt	Unidad de Yesos y Tobas
Tscm	Conglomerado Masivo Indiferenciado
Tsai	Andesita San Marcos y Yucudaa Indiferenciados
Tmti	Toba Cerro Verde y Llano de Labos Indiferenciados
Kmf	Caliza Tepescacuala
Jmi	Unidad de Areniscas Cañizas y Luhtas
Jmc	Conglomerado Cuicat
Pia	Complejo Acacón



U  
N  
A  
M

FACULTAD DE INGENIERIA

SECCIONES ESTRUCTURALES  
DEL AREA VILLA SLACAYOAPAN  
SAN JORGE NUCHITA EDO. DE OAXACA

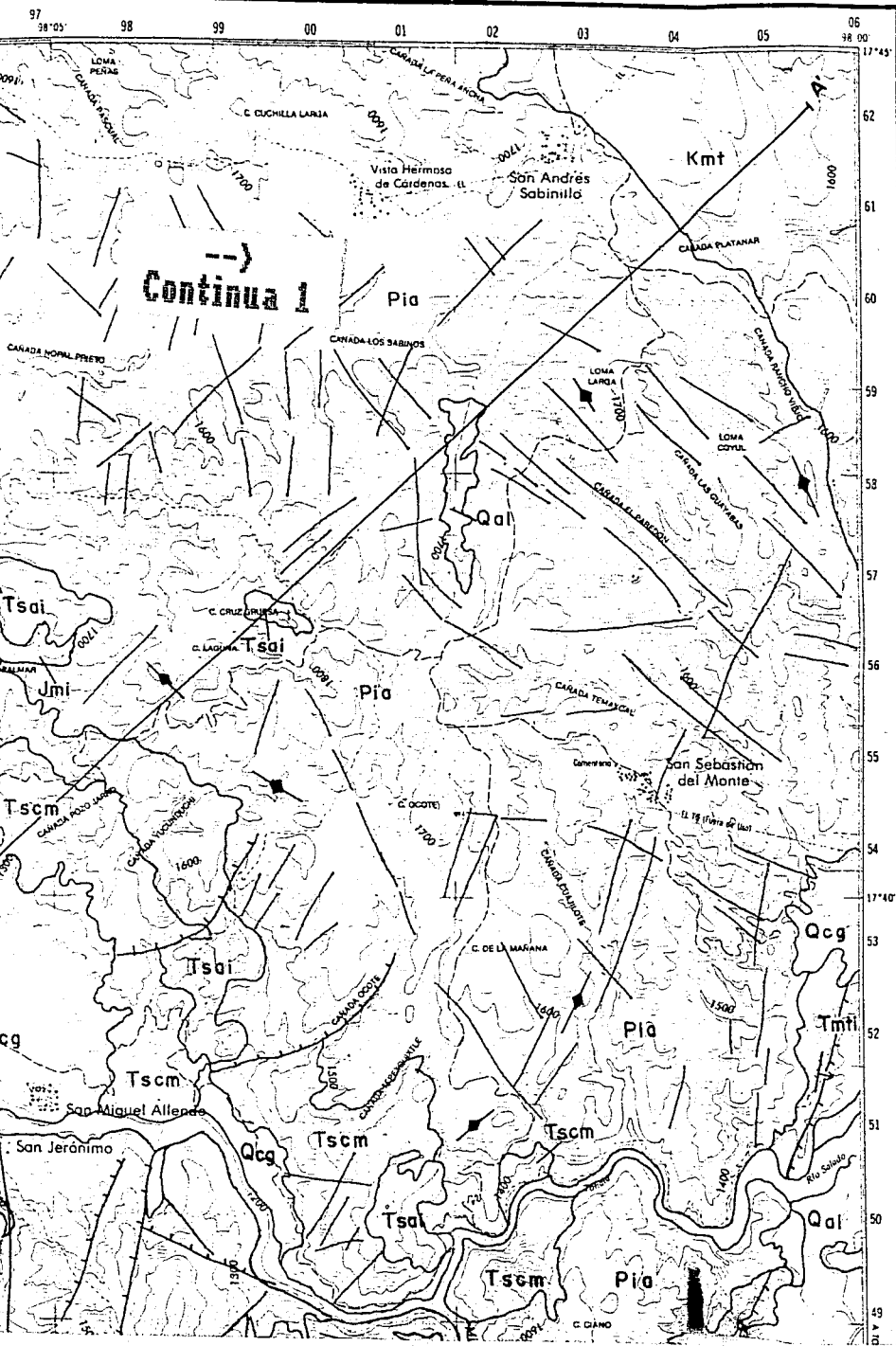
TESIS PROFESIONAL

1988

ALVARO LUEVATO ORTA







# LEYENDA

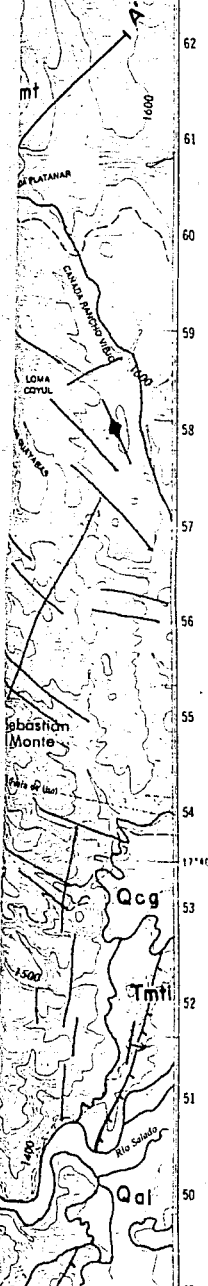
## ROCAS IGNEAS SEDIMENTARIAS Y META

PLEISTOCENO HOLOCENO	Qal, Qcg	Depósitos Clásticos Continentales Recientes (Aluvión Caliche Suelos Conglomerados)
	Qpsi	Sedimentos Rojos Indiferenciados
OLIGOCENO-MIOCENO-PLIOCENO	Tayt	Unidad de Yesos y Tobas
	Tscm	Conglomerado Masivo Indiferenciado
	Tsai	Andesita San Marcos y Yucudaac Indiferenciados
	Tmtl	Tota Cerro Verde y LLano de Lobos Indiferenciados
	Tict	Conglomerado Tamazutapan
MAESTRICHTIANO EOCENO	Kmt	Caliza Tepescaluta
JURASICO SUP. ALBIANO CRETACICO INF. CONIACIANO	Jmi	Unidad de Areniscas Calizas y Lutitas
ALENIANO DEVONICO BAJOIANO	Jmc	Conglomerado Cualac
	Pia	Complejo Acatlán

SIMBOLOS GEOLOGICOS

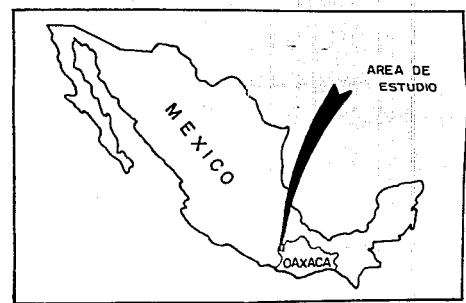
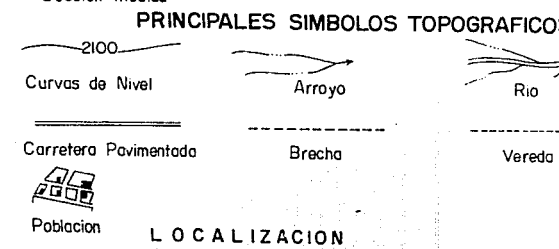
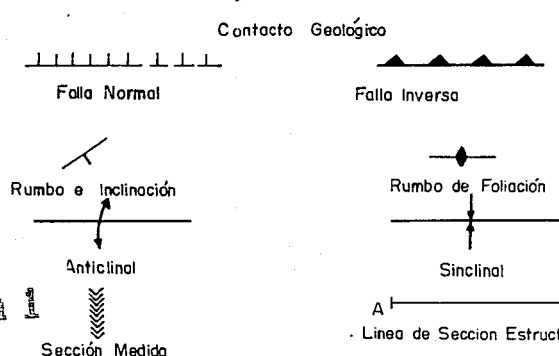
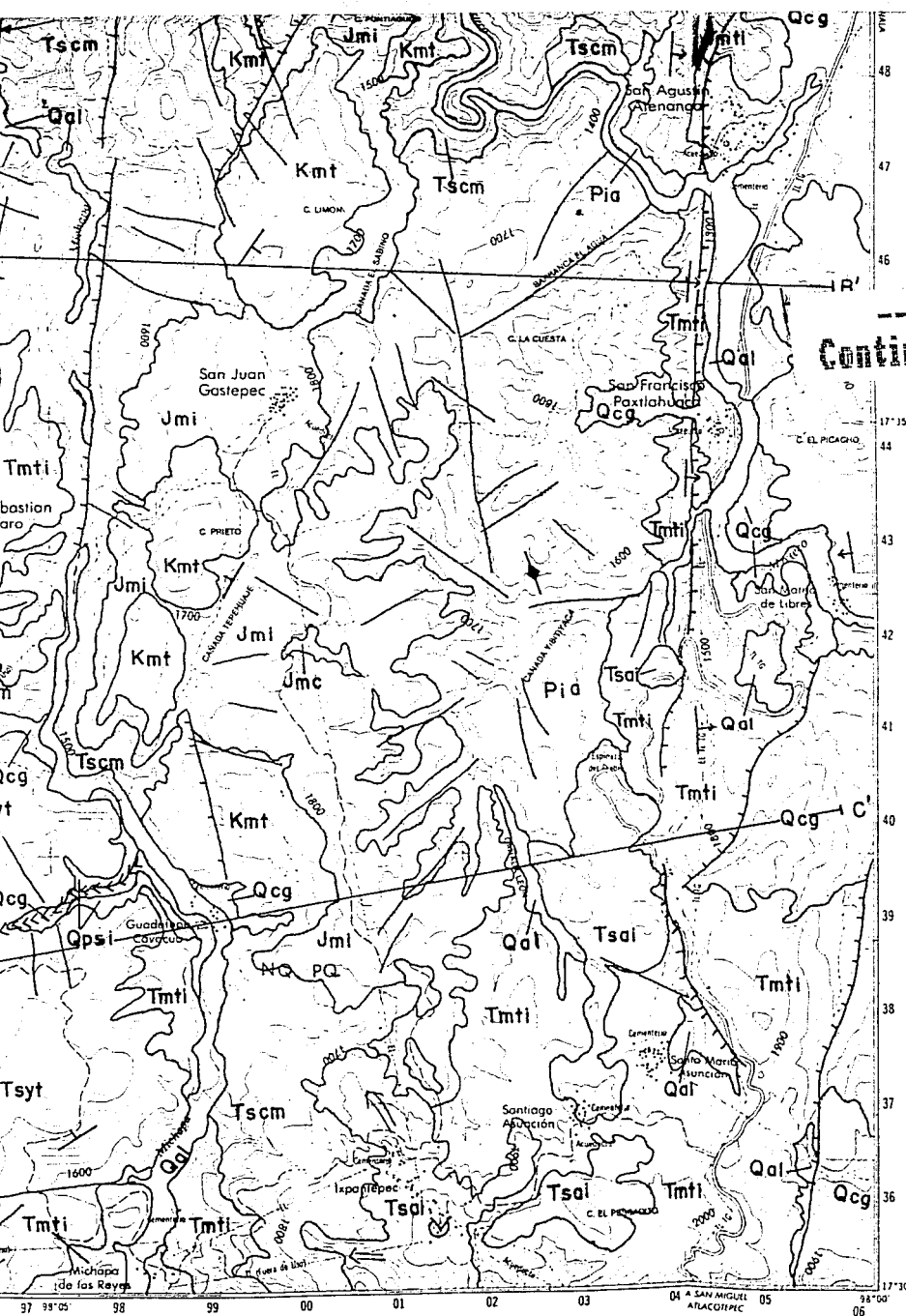
# LEYENDA

## ROCAS IGNEAS SEDIMENTARIAS Y METAMORFICAS



PLEISTOCENO HOLOCENO	<b>Qal, Qcg</b>	Depósitos Clásticos Continentales Recientes (Aluvión Caliche Suelos Conglomerados)	CENOZOICO
	<b>Qpsi</b>	Sedimentos Rojos Indiferenciados	
<i>D I S C O R D A N C I A</i>			
OLIGOCENO-MIOCENO-PLIOCENO	<b>Tayt</b>	Unidad de Yesos y Tobas	CENOZOICO
	<b>Tscm</b>	Conglomerado Masivo Indiferenciado	
	<b>Ttai</b>	Andesita San Marcos y Yucudaac Indiferenciados	
	<b>Tmtl</b>	Tota Cerro Verde y LLano de Lobos Indiferenciados	
<i>D I S C O R D A N C I A</i>			
MAESTRICHIANO EOCENO	<b>Tict</b>	Conglomerado Tamazulapan	MESOZOICO
	<i>D I S C O R D A N C I A</i>		
ALBIANO CRETACEO INF. COMIACIANO	<b>Kmt</b>	Caliza Teposcoluila	MESOZOICO
	<i>D I S C O R D A N C I A</i>		
JURASICO SUP. CRETACEO INF.	<b>Jmi</b>	Unidad de Areniscas Calizas y Lutitas	MESOZOICO
	<i>D I S C O R D A N C I A</i>		
ALEMIANO BAUCIANO	<b>Jmc</b>	Conglomerado Cualac	PALEOZOICO
	<i>D I S C O R D A N C I A</i>		
CAMBRICO DEVONICO	<b>Pla</b>	Complejo Acatlán	PALEOZOICO





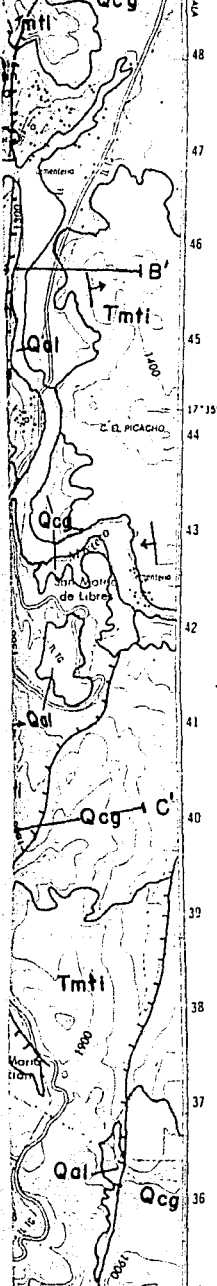
FACULTAD DE INGENIERIA

MAPA GEOLOGICO DEL  
VILLA SILACAYOAPAN SAN JUAN  
NUCHITA ESTADO DE OAXACA

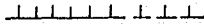
TESIS PROFESIONAL

ALVARO LUEVANO ORTA

UNAM



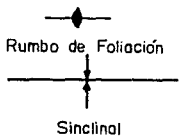
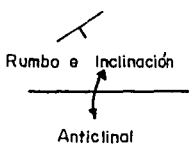
Contacto Geológico



Falla Normal



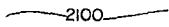
Falla Inversa



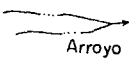
Sección Medida

A ————— A'  
Línea de Sección Estructural

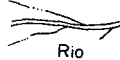
### PRINCIPALES SIMBOLOS TOPOGRAFICOS



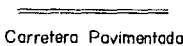
Curvas de Nivel



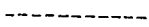
Arroyo



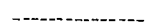
Rio



Carretera Pavimentada



Brecha

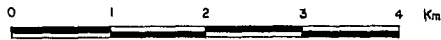


Vereda



Poblacion

### LOCALIZACION



ESCALA GRAFICA



DECLINACION  
MAGNETICA  
1986



FACULTAD DE INGENIERIA

MAPA GEOLOGICO DEL AREA  
VILLA SILACAYOAPAN SAN JORGE  
NUCHITA ESTADO DE OAXACA

UNAO

TESIS PROFESIONAL

1988