

20/5

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

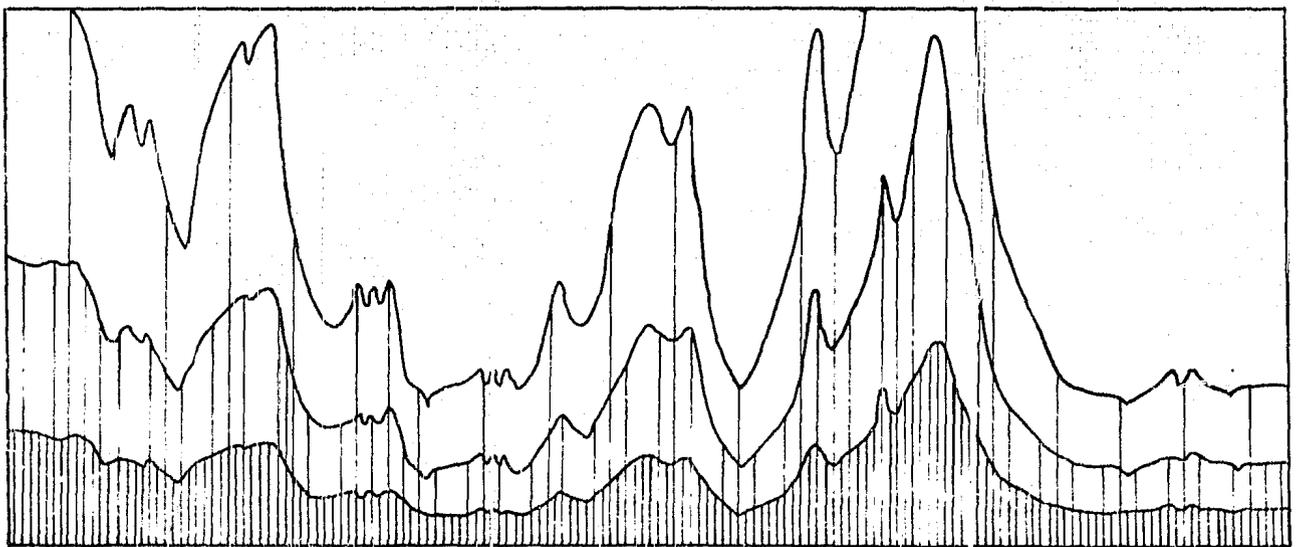
FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO GEOLOGICO REGIONAL DEL AREA
DE VALLE DE BRAVO - TZITZIO
EDOS. DE MEX. Y MICH.

TESIS PROFESIONAL

EMILIANO CAMPOS MADRIGAL

MEXICO D. F. 1984.





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

		PAGINA
	INTRODUCCION	1
	RESUMEN	3
I	GENERALIDADES	6
	I.1.- Localización	6
	I.2.- Vías de comunicación y Acceso al área	6
	I.3.- Clima y Vegetación	8
	I.4.- Población y Cultura	11
	I.5.- Hidrografia y Orografia	13
	I.6.- Estudios Previos	15
II	GEOMORFOLOGIA	17
	Geomorfología	17
III	ESTRATIGRAFIA	21
	SISTEMA JURASICO-CRETACICO	25
	SERIES JURASICO SUPERIOR-CRETACICO INFERIOR	25
	METASEDIMENTARIA	25
	METAVOLCANICA	29
	CALIZAS	32
	SERIE: CRETACIO SUPERIOR	34
	ROCAS SEDIMENTARIAS	34
	ROCAS INTRUSIVAS	36

	PAGINA
SISTEMA Terciario	39
Paleogeno	39
Rocas Sedimentarias	39
Rocas Intrusivas	39
Neogeno	42
Rocas Volcanicas	42
SISTEMA Cuaternario	49
Rocas Sedimentarias	49
Rocas Volcanosedimentarias	51
Rocas Volcanicas	53
IV. GEOLOGIA HISTORICA	58
V.- TECTONICA	61
V.1.- Marco Tectónico Regional	61
V.2.- Descripción de las Estructuras	64
V.3.- Evolución Tectónica	66
VI.- YACIMIENTOS ECONOMICOS	72
VI.1.- Descripción de los Yacimientos	72
VI.2.- Metalogenia	73
VI.3.- Hidrología	74

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

76

BIBLIOGRAFIA

78

I N T R O D U C C I O N

La región occidental de México, correspondiente al estado de Michoacán, representa una área con una gran complejidad geológica, debida al registro estratigráfico heterogéneo en la secuencia aflorante y a la sobreposición de diversos dominios tectónicos. Constituye una región de confluencia de rasgos tectónicos mayores que dificultan la interpretación de su evolución geológica y por lo tanto la estimación de su potencialidad geológica-económica.

El sector Valle de Bravo-Tzitzio se encuentra ubicado dentro del cinturón mesozoico que forma el Occidente de México y que recientemente ha sido sujeto de revisiones a partir de trabajos estratigráficos y tectónicos que han aportado nuevas interpretaciones en el marco de los actuales conceptos de Tectónica Global.

En esta tesis se pretende presentar una revisión actualizada de la cartografía de la región Valle de Bravo-Tzitzio y la formulación de modelos tectónicos y paleogeográficos regionales, como una aportación de la reinterpretación geológica de la franja occidental de México y al desarrollo de un marco de referencia para la exploración de los recursos económico-geológicos.

Por la gran extensión del área el trabajo se realizó con base en la fotointerpretación de fotografías aéreas, con el conocimiento previo de la información ya existente, durante esta etapa -

se fijaron las secciones y localidades de interés a visitarse durante la etapa de trabajo de campo, en esta etapa se reconocieron las diferentes unidades litológicas, las relaciones entre ellas - y se ubicaron dentro de un marco tectónico regional, posteriormente se realizó la reinterpretación en la que se definieron unidades, se estableció la columna estratigráfica y se obtuvieron conclusiones con respecto a la evolución tectónica de la región.

R E S U M E N

El área de estudio se localiza en los límites de los estados de México y Michoacán, las poblaciones mas importantes que se localizan en ella son Valle de Bravo, Zitácuaro y Tzitzio.

La región se caracteriza por lo contrastante de su topografía; hacia el norte denominan fuertes elevaciones con grandes zonas boscosas y climas templado y hacia el sur comienza la extensa fosa de Tierra Caliente, con climas cálidos y matorrales.

Dentro del área son claros tres elementos geomorfológicos -- que guardan características propias, dichos elementos se distribuyen uno al norte que corresponde a la sierra volcánica que incluye al Eje Neovolcánico y una porción del extremo sur de la Sierra Madre Occidental; el segundo elemento lo forman las sierras plegadas de las secuencias volcánico-sedimentaria del Jurásico Superior- -- Cretácico Inferior; El tercer elemento lo compone una porción con topografía baja salpicada con cuevas y mesetas que forman la secuencia clástica del Terciario Inferior.

La columna geológica del área esta compuesta por rocas correspondientes a una secuencia volcánico-sedimentaria metamorfozada, rocas sedimentarias, rocas plutónicas y volcánicas que se ubican -- en un rango cronoestratigráfico comprendido entre el Jurásico-Superior al Cuaternario.

La secuencia volcánico-sedimentaria corresponde a un depósito de mar marginal, asociado éste a un dominio de Arco Insular, que se desarrolló durante el Jurásico Superior-Cretácico Inferior. A partir del Cenomaniano se originó un levantamiento al occidente que propició la regresión marina en la porción oriental y el depósito progradante de un potente espesor de sedimentos en ambiente continental; durante el Cretácico Superior se originó una fase de deformación compresiva que afectó tanto a la secuencia marina como la continental que dió por resultado los plegamientos de Tzitzio-Tiquicheo, la Cicata y otros plegamientos menores y deformó las rocas volcánicas. Es importante señalar que el contacto entre las secuencias marina y continental es transicional y que ambas aparecen afectadas por plutones de composición silícea.

Al tiempo que se efectuaba la deformación el depósito de sedimentos continentales persistió durante el Terciario Inferior, -- esto se evidencia por la variación en la inclinación de los estratos, lo que nos dá un contacto tectónico entre el paquete terrígeno del Cretácico Superior y el paquete Terciario Inferior.

Las rocas volcánicas corresponden a dos eventos de volcanismo importantes, el primero desarrollado durante el Oligoceno-Mioceno es el responsable del depósito de un potente paquete de andesitas e ignimbritas localizado en la región Mil Cumbres y Ciudad Hidalgo, forman parte de los afloramientos más alejados hacia el sur de la Sierra Madre Occidental, este paquete se presenta defor-

mado. El segundo evento es Plio-Cuaternario y lo representan volcanes, derrames lávicos y depósitos piroclásticos de composición andesítica-basáltica que forman parte del Eje Neovolcánico Transmexicano.

La actividad minera principal consiste en la explotación de los yacimientos de sulfuros hidrotermales de plata, oro, plomo y oro nativo, de las minas de Angangueo, Ixtapan del Oro y el Oro - Tlalpujahuá. Las exploraciones deberán encaminarse en busca de -- nuevos yacimientos de este tipo y de sulfuros masivos.

El aprovechamiento futuro de los recursos hidráulicos se -- puede centrar en la construcción de boquillas sobre los estrechamientos de corrientes con caudal considerable desarrollados principalmente en la unidad metavolcánica y algunos cuerpos volcánicos del Terciario y Cuaternario.

Las unidades de roca con características para considerarse -- como buenos acuíferos son las areniscas y conglomerados de la Formación Balsas y los basaltos del Cuaternario.

I. GENERALIDADES

I.1.- Localización.

El área en estudio se encuentra localizada en las porciones, este del estado de Michoacán y oeste del estado de México, sus límites geográficos lo marcan los paralelos 19°00' y 19°45' de latitud norte; y los meridianos 100°00' y 101°00' de longitud oeste; esta superficie cubre un área de aproximadamente 9 000 km².

Las poblaciones más importantes que se ubican dentro del área son las ciudades de Zitácuaro y Valle de Bravo, ambas se encuentran a 97 kms de la ciudad de Toluca, capital del estado de México situada al oriente; se encuentran además a 145 y 218 kms respectivamente de la ciudad de Morelia, situada al occidente del cuadrángulo. Existen otras poblaciones de menor importancia entre las que destacan Donato Guerra, Villa de Allende, Ixtapan del Oro, Nuevo Santo Tomás de los Plátanos, Tuzantla, El Limón de Papatzin-gan y Tzitzio. (Fig. 1).

I.2.- Vías de Comunicación y Acceso al Area.

La región se encuentra ampliamente comunicada por vía terrestre; mediante carreteras pavimentadas federales y estatales, así como por caminos de terracería. Entre las principales carreteras federales se encuentran la No. 15 que comunica la ciudad de México

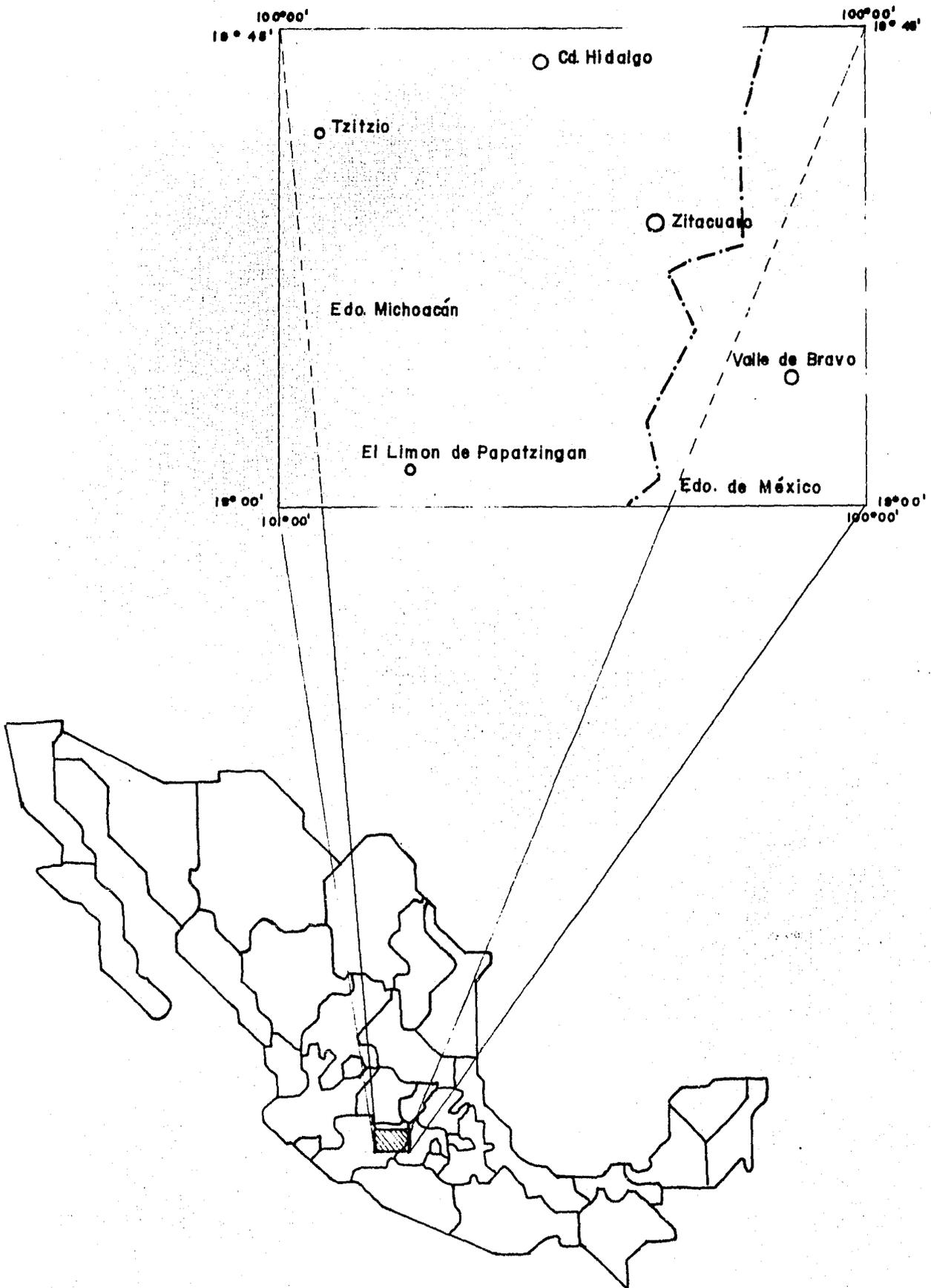


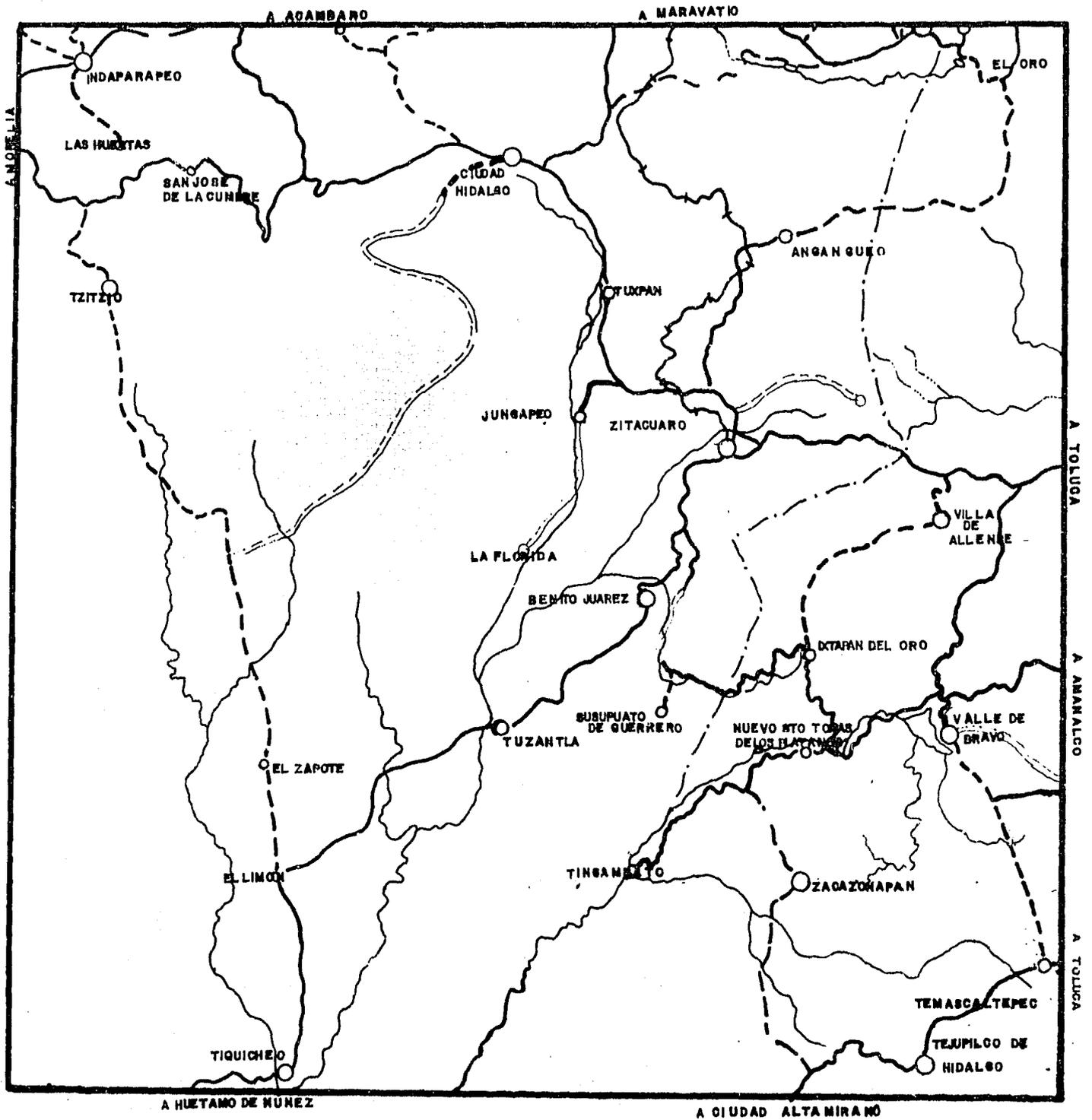
FIGURA 1. CROQUIS DE LOCALIZACION

con la ciudad de Morelia, la carretera federal No. 6 que comunica la ciudad de México con Ciudad Altamirano situada al sur del área y la carretera federal No. 49 que comunica la ciudad de Morelia con Ciudad Altamirano en proceso de pavimentación. Entre las carreteras estatales principales se encuentran la que comunica a Toluca - Valle de Bravo - Tejupilco - Bejucos, la que une a Valle de Bravo - Colorines - Nuevo Santo Tomás de los Plátanos - Tingambato, la de Valle de Bravo - Colorines - Ixtapan del Oro - Zitácuaro, así mismo, existen innumerables caminos de terracería transitables en todo tiempo, así como caminos transitables en épocas secas del año, que comunican ampliamente a la región.

Por vía aérea, la comunicación hacia el área se hace a través de la Ciudad de Morelia a donde llegan vuelos comerciales regulares y a Zitácuaro en donde el acceso es por medio de avionetas particulares, así como a las poblaciones que cuentan con pistas de aterrizaje.

Por vía férrea es posible tener acceso al área gracias a la existencia de la ruta que une a la ciudad de México con Morelia y Apatzingan. (Fig. 2).

Es indudable que la densa red vial en desarrollo, sea determinante en la fuerte actividad económica que está ocurriendo en la región.



SIMBOLOGIA

CARRETERA PAVIMENTADA	—————
CARRETERA REVESTIDA	- - - - -
CAMINO DE TERRACERIA
CIUDAD IMPORTANTE	○

Escala 1 : 600 000

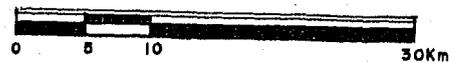


FIGURA. 2. COMUNICACION Y VIAS DE ACCESO.

I.3.- Clima y Vegetación.

Los climas predominantes en la región varían ampliamente, - la causa de esta variación es atribuible a las notables diferen-- cias topográficas existentes.

La aplicación de la clasificación climática elaborada por -- Köepen y modificada por Enriqueta García para las condiciones exis-- tentes en México, permiten definir los diversos tipos de climas en la región.

Las porciones más elevadas topográficamente están dominadas por climas templados y subhúmedos, estos climas se caracterizan - por tener una temperatura media anual 22°C con variaciones duran-- te el año que oscilan entre 6.5 y 22°C , en general los veranos son frescos y lluviosos; este clima predomina hacia la región noreste y oeste del área, donde se localizan las poblaciones de Valle de Bravo, Zitácuaro, Villa de Allende, etc. igualmente que hacia la - región de Mil Cumbres.

Hacia las regiones con topografía más baja como el Valle de Tuzantla, la zona oeste de Zitácuaro y la región de Tzitzio, pre-- dominan los climas secos y cálidos; el promedio de temperatura -- anual oscila entre 24° y 26°C , siendo los meses de mayo y junio - los más calientes del año, en general se consideran climas ligera-- mente extremos; la precipitación es de 1 000mm anuales con un --

régimen de lluvias en verano.

Hacia la región del Limón de Papatzingan, en la porción sur oeste, en donde practicamente comienza la región de Tierra Caliente predominan climas muy secos y cálidos, que Enriqueta García -- clasificó como esteparios; son climas con temperatura promedio -- anual mayor a los 22°C, con verano muy caliente, en el invierno -- el promedio de temperatura es mayor a los 18°C, el régimen de llu via es durante el verano, estas son escasas con un promedio -- anual de 1 000mm³. (Fig. 3).

La flora que se ha desarrollado en el área es variada y abun dante, está controlada por las condiciones climáticas y la topogra ffa, es posible observar en las partes serranas hermosas bosques -- de coníferas, mientras que hacia las áreas topográficas bajas y -- más cálidas se observan matorrales subtropicales y selvas bajas -- hacia las regiones más bajas con temperaturas altas.

Tipo de Vegetación	Asociación Nombre Científico	Nombre local	Usos
Bosque de Pino Encino	Pinus s.p.	Pino	Maderas
	Quercus scytophylla	Encino	
	Baccharis s.p.	Blanco	Maderas
	Pinus pseudostrobus	Pino colorado	Maderas
	Arbustus Xalapensis	Madroño	Artesanías
	Ternstroemia - -springlei	Tila	Medicinal
	Salvia elegans Teurnefortia bicolor		
Bosque de Pino-encino	Quercus laurnia	Encino	
Bosque de Encino	Dodonaea Viscosa	Pirimo	

Tipo de Vegetación	Asociación Nombre Científico	Nombre local	Usos
	Quercus magnolifo- -lia	Encino Amarillo	Maderas
	Bursera s.p.	Copal	
	Andropogon hirti- -florus		Forraje
Bosque de Oyamel	Abies Religiosa	Oyamel -Pinabete	Maderas y Resinas
	Pinus hartwegii	Pino	Maderas y Resinas
	Quercus castanea	Encino	Madera
	Quercus rugosa	Encino	Madera
	Styrax ramirezii	Charola	
	Acaona elongata		
	Ternstroemiasprim -glei		
	Lupinus campestris	Tamiazul	
	Senecio angulifo- -lius		
	Verbesina sp.		
Geranium seemanii			
Agonandra racemosa			
Bosque de Cedro	Cupressus lindlegi	Cedro	Madera
	Arbustus glandulosa	Madroño	Artesanía
	Lupinas sp.		
	Brassica kabor		
Castilleja			
Bosque mesófilo de Montaña	Pinus sp.	Oote	Madera
	Bursera sp.	copal	
Selva Baja Caducifolia ¹	Haematoxylon bra- -siletto		
	Aristida sp.		
	Clusia salvinii		
	Castilleja Tenuiflo -ra		Forraje
	Ipomoea sp.	Casahuate	
	Cyrtocarpa procera	Gueran	
Matorral Subtropical ²	Henizya sp.	Otate	
	Erythrina sp.		
	Montanoa tomento- -sa	Vara blanca	
	Aristida sp.		Forraje
Pastizal inducido ²	Andropogonhirti- -florus		Forraje
	Bouteloua sp.		Forraje
	Muhlenbergia ma- -croua		Forraje
	Stipa Virescens		Forraje

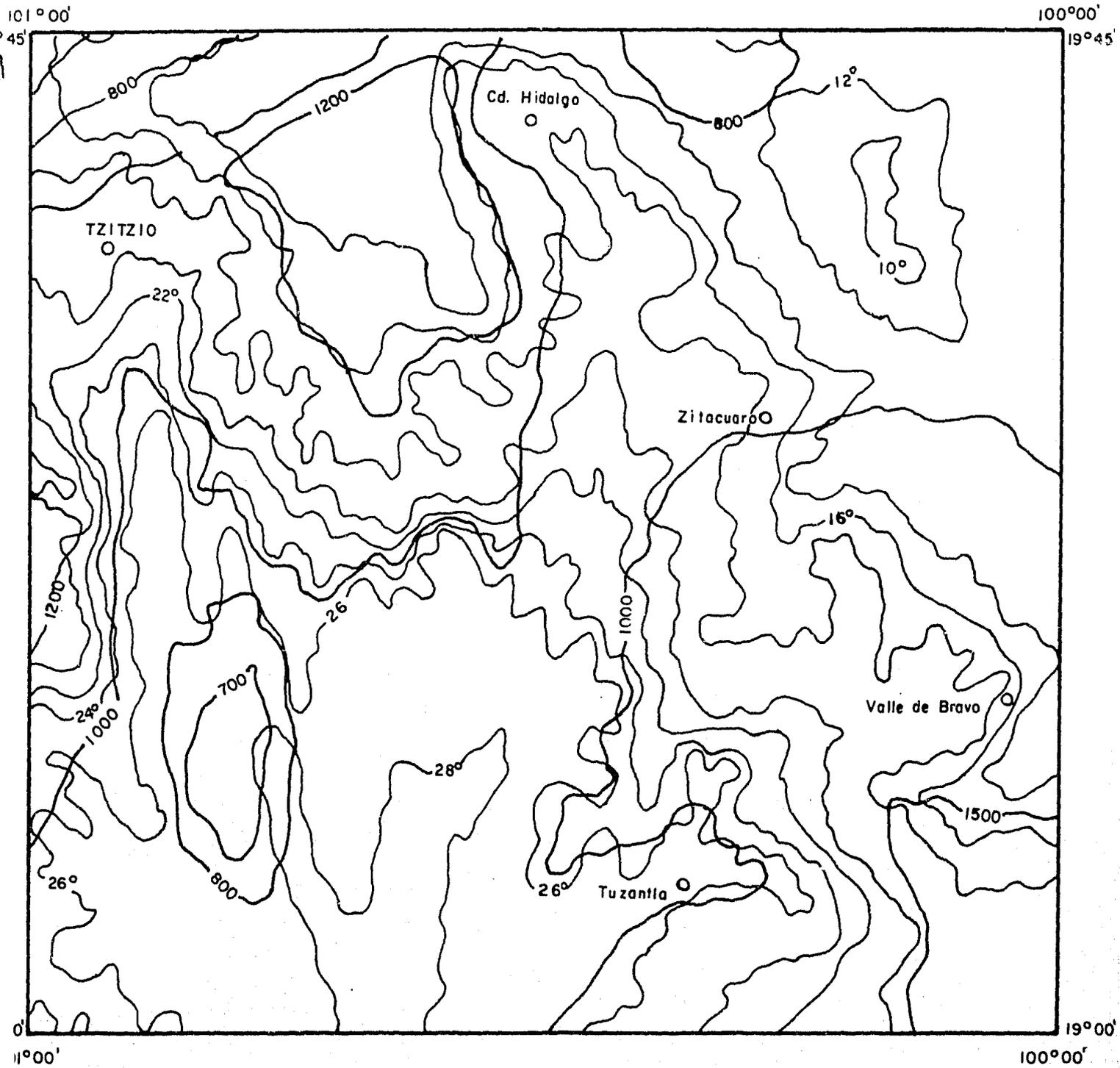
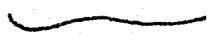


Fig 3 Precipitación y Temperatura en la región



Isoyetas en mm³



Isotermas en grados centígrados

- 1 Estas áreas son dedicadas a la ganadería de tipo vacuno - - criollo y caprinos con bajo rendimiento.
- 2 Area dedicada a la ganadería de vacunos criollos.

1.4.- Población y Cultura.

El área objeto del presente estudio, se encuentra comprendida en los estados de México y Michoacán, son innumerables los municipios que están comprendidos dentro de ella; se pueden citar sólo algunos de los principales centros de población e importantes polos de desarrollo, entre los que destacan Zitácuaro, Tuxpan, Ciudad Hidalgo y Valle de Bravo, los que cuentan con poblaciones que varían de 40 000 a 10 000 habitantes, estas poblaciones poseen la mayor parte de los servicios urbanos requeridos. Otros poblados, entre los que se encuentran Villa de Allende, Benito Juárez, Jungapeo de Juárez, Angangeo, Tzitzio, Tafetán y Limón de Papatzingán con poblaciones que oscilan entre 2 500 a 1 500 habitantes, los que carecen parcialmente de los servicios indispensables.

En general la población económicamente activa se dedica a la agricultura, ganadería, industria y servicios.

La agricultura ampliamente difundida en el área, es principalmente de tipo temporal con rendimientos medianos, pese a la buena fertilidad de los campos de siembra; algunas áreas de riego han sido desarrolladas hacia la porción noreste con rendimientos considerables. Las prácticas agrícolas más desarrolladas son -

el cultivo de maíz, sorgo, trigo y frijol. entre los cultivos de ciclo corto; aguacate, ciruela, limón, papaya, gladiola y en pequeñas cantidades plátano, mango y sandía, cultivos de ciclo largo.

En el aspecto pecuario la actividad de la región es de suma importancia, esta actividad está ampliamente difundida, beneficiando principalmente la cría y engorda de ganado bobino, ovino y caprino; el sistema de beneficio es el tradicional de pastoreo que como es de esperarse proporciona rendimientos bajos; así mismo, se beneficia la producción de leche con algunos establos lecheros diseminado hacia la porción norte de la región, cuya producción es de poco rendimiento. La práctica avícola y porcina están en inicios de desarrollo, se espera que a mediano plazo esta pueda redituvar ingresos considerables.

Otra actividad ampliamente practicada en la región es la explotación de madera, misma que se ha desarrollado probablemente desde el asentamiento de los Purépechas. Esta actividad experimentó un aumento mayor durante la dominación Española y en los tiempos modernos su explotación ha sido irracional y depredadora, a tal grado que las reservas cada día disminuyen más; de todas maneras los ingresos por concepto de la explotación de este recurso, reditúan cuantiosos dividendos ingresos a la región.

La explotación minera se ha desarrollado medianamente, aunque una buena planeación en cuanto a exploración de nuevos yaci-

mientos y explotación de los ya existentes, a mediano plazo redituará ingresos considerables; sólo las minas de Angangeo, Ixtapan del Oro y El Oro Tlalpujahuá, ésta última situada al norte, fuera del área, se han desarrollado con producción de oro, plata y plomo. Algunos bancos de caliza utilizables en la fabricación de cal, se explotan actualmente.

El desarrollo industrial en la región está restringido, enfocado principalmente en la industria extractiva de celulosa, resinas y en la industria de la madera, con rendimientos medianos.

En la porción centro-norte es notorio el adelanto en cuanto a servicios en contraste con las poblaciones del sur carente de ellas, esto indica un adelanto cultural mayor en los centros de población del norte, ya que las principales instalaciones culturales como escuelas con nivel medio y superior, escuelas técnicas, y bibliotecas se encuentran en esta región.

1.5.- Hidrografía y Orografía.

La región ofrece una orografía bastante compleja, ya que es notable el contraste topográfico entre la sierra volcánica situada al norte y noreste, con los rasgos orográficos situados al sur y este, llegando a ser las diferencias de elevaciones mayores de 2 000 metros.

Uno de los rasgos orográficos más prominentes, lo forman una

alineación de cerros altos y volcanes que forman parte del eje neovolcánico, estos rasgos son las elevaciones mayores en el área entre los que destacan los cerros: San Miguel con 3 500m, Barranca Seca con 3000m, El Huacal con 3 160m, El Chilacayote con 2 320m e innumerables prominencias menores.

A lo largo de la porción occidental con una orientación casi meridiana se estructura una serie de cerros altos y alargados, puntiagudos y escarpados, que juntos conforman la sierra de Tzitzio - Tiquicheo cuya mayor altura alcanza los 1 740m.

Hacia la porción sureste destacan cerros altos con pendientes fuertes y valles estrechos; así como, hacia la porción centro destacan las mesetas volcánicas que al ser disectadas por las corrientes forman profundos barrancos y mas al sur una pequeña altiplanicie (Valle de Tuzantla) con valles medianamente amplios.

Las corrientes principales que drenan la región forman parte de dos grandes cuencas; la del río Lerma en la porción norte y la del río Balsas, que transcurren en las porciones centro y oeste; ambas cuencas pertenecen a la vertiente del océano Pacífico. Entre los tributarios principales del río Balsas se encuentran los ríos Temascaltepec, Ixtapan, Tuzantla y Purungueo, estos cuentan con innumerables afluentes menores, además de corrientes pequeñas intermitentes.

I.6.- Estudios Previos.

1.6.- Estudios Previos.

Los primeros trabajos geológicos del área, de los que se tiene conocimiento, fueron principalmente con enfoque minero; --- Teodoro Flores en 1952 hace un Estudio Geológico-Minero de los -- distritos de El Oro y Tlalpuhaua y posteriormente en 1955 Carlos Acosta del Campo elabora un informe sobre los criaderos minerales cercanos a San Antonio Villalongin y El Devanador. El primer trabajo con interés stratigráfico y estructural lo realiza Jerges - Pantoja Alor concerniente a un estudio de reconocimiento en el -- área de Huetamo, donde describe las Formaciones de la secuencia - Mesozoica que afloran en esa región; Cantú en 1968, realiza un estudio sobre las rocas mesozoicas carbonatadas en la región sureste de Zitácuaro y es el primero en ubicarlos en el rango Cretácico; Mauvois en 1977 en su trabajo sobre el cabalgamiento en la -- parte centromeridional de México es el primero en estudiar la megaestructura anticlinal Tzitzio-Tiquicheo, atribuyendole edad miocénica.

Diversos trabajos con enfoque minero se han realizado en la porción oriental del área de estudio; Jorge Nieto Obregón y co- -- laboradores, en 1977 efectúan un trabajo en el que relacionan -- los elementos tectónicos y metalogenéticos para considerar el potencial económico de las provincias metalogenéticas del Eje Neo-- volcánico y Sierra Madre del Sur, así mismo Campa y colaboradores relacionan la evolución tectónica con la génesis de la mineralizaca

ción en la región del Valle de Bravo-Iguala.

Otros trabajos de importancia, son los cartográficos, elaborados por la Dirección General de Geografía a escalas 1:50000, - 1:250 000 y 1:1000 000, que sirvieron de punto de partida en la - elaboración de este trabajo.

II. GEOMORFOLOGIA

Geomorfología.- Dentro del área que abarca el cuadrángulo, es posible interpretar claramente tres conjuntos geomorfológicos con características distintivas, todas ellas propias de un relieve denudatorio.

El primer conjunto está formado por un relieve denudatorio en rocas plegadas y metamorfizadas, formadas en un lapso comprendido entre el Jurásico Superior al Cretácico Inferior, localizados en las porciones este y oeste. Hacia la porción oeste, el conjunto está representado por una alineación de cerros altos, alargados y escarpados, que forman parte de la megaestructura anticlinal Tzitzio - Tiquicheo; hacia la porción este el conjunto está representado por cerros altos con pendientes fuertes formado por rocas metasedimentarias y metavolcánicas, que no forman estructuras continuas. Este conjunto se originó por los esfuerzos compresionales causados durante el desarrollo de la fase tectónica Laramide; asociados a este conjunto destacan cerros altos y abruptos, formados por plutones emplazados durante la citada fase orogénica.

Un segundo conjunto geomorfológico situado en la porción centro - sur, está representado por un relieve denudatorio desarrollado en una secuencia sedimentaria de rocas clásticas no plegadas. Esta secuencia fue depositada durante el Terciario Inferior,

tiene una expresión fisiográfica de cuestras, mesetas, terrazas y lomeríos; estos rasgos fueron originados por fallamientos normales de orientación casi norte - sur; consecuencia de una fase -- distensiva cuyos mayores efectos ocurrieron durante el Terciario Superior; este conjunto morfológico continúa extensamente hacia el sur, su presencia es común en muchas localidades de la cuenca del Balsas.

El tercer conjunto distribuido en la porción norte y extremos este y oeste, sobrepuesto a los dos conjuntos anteriores; corresponde a un relieve volcánico formado durante dos eventos principales. El primero de composición ácida-intermedia durante el -- intervalo Oligoceno-Mioceno, propio del dominio Sierra Madre Occidental. El segundo de composición andesítica-basáltica, propio -- del dominio Eje Neovolcánico de edad Plio-Cuaternaria. Este conjunto volcánico está representado por las mayores elevaciones en el área, con formas de mesetas, cerros altos agudos, innumerables estructuras volcánicas cineríticas y estrato-volcanes, algunos -- con disección incipiente.

El conjunto de rocas mesozoicas plegadas en su porción oriental, cuenta con dos elementos morfológicos bien definidos unidos en un contacto claro de orientación norte-sur.

Uno de ellos está constituido por formas desarrolladas en rocas metavolcánicas, el otro es la expresión de rocas calcareoarcillosas. Las diferencias principales entre estos elementos son la densidad y profundidad de drenaje, mayores en las rocas metasedi-

mentarias, sin embargo los parteaguas en el relieve metavolcánico están mejor definidos y en general son más agudos. Por lo que se refiere a los patrones de drenaje en el elemento metavolcánico son muy persistentes las configuraciones dendríticas, mientras que en el elemento metasedimentario, las formas del drenaje son muy heterogéneas y varían de dendríticas o subparalelas y aun reticular; con un manifiesto control estructural.

La porción occidental del conjunto de rocas mesozoicas plegadas, representado por la forma estructural Tzitzio - Tiquicheo, - tiene como rasgo característico un valle de orientación norte-sur que en algunos lugares hace la función de un valle anticlinal y - en otros de un valle homoclinal. Destacan en los flancos de la estructura conjuntos intermontanos de valles y crestas homoclinales paralelos. Los patrones de drenaje en enrejado, dominantes en esta región, manifiestan un fuerte control de la megaestructura - Tzitzio - Tiquicheo, en el que las del tipo subsecuente constituyen las corrientes principales, y las obsecuentes y resecuentes, las corrientes secundarias.

El segundo conjunto localizado en la porción centro-sur del área, está formado por un relieve de bloques escalonados, desarrollados durante el Terciario Superior por esfuerzos de tensión. Este conjunto se caracteriza por una serie de escalones estructurales, algunos de ellos basculados hacia el oriente por efectos de fallamientos normales con dirección preferente norte-sur.

Los procesos denudatorios que han actuado sobre esta morfología de bloques escalonados, obedecen a la erosión fluvial que ha modelado formas desarrolladas sobre estratos horizontales y subhorizontales. Estas formas consisten en mesas, terrazas, cuestas y lomeríos bajos. La variación de este relieve obedece principalmente a la granulometría y grado de cementación que presenta la secuencia clástica formada por conglomerados, aglomerados, areniscas y limolitas. Los dos primeros más fuertemente cementados que los otros con cementación mediana a escasa.

La densidad y profundidad del drenaje ofrece variaciones, las densidades son mayores en las zonas donde predominan las areniscas y limolitas, además, en esta, los parteaguas son poco definidos y las laderas de los valles de pendiente suave; generalmente los paquetes horizontales de conglomerados se presentan como terrazas y mesas, y en algunos casos forman cuestas debido al basculamiento a que estuvieron sometidos los bloques. En general los patrones de drenaje mejor definidos son los dendríticos subparalelos y radiales que predominan en las rocas areno-limosas; y los patrones paralelos y rectangulares típicos de las mesas y terrazas que forman los conglomerados.

III. ESTRATIGRAFIA

La columna estratigráfica expuesta en el área esta compuesta por rocas sedimentarias, plutónicas, volcánicas y metasedimentarias, ubicadas en un rango geocronológico comprendido entre el Jurásico Superior y el Cuaternario.

Las series Jurásico Superior y Cretácico Inferior están compuestas por un potente espesor de rocas sedimentarias calcareo -- arcillosas metamorfizadas, además de derrames lávicos de composición andesítica y depósitos volcánicos y volcanoclásticos, que a menudo se encuentran intercalados con la secuencia metasedimentaria; la secuencia calcareo arcillosa forma parte de un depósito marino desarrollado en una zona de mar marginal Campa (1978), -- mientras que los derrames andesíticos y los depósitos volcánicos y volcanoclásticos son propios de un arco insular.

A partir del Cretácico Superior la secuencia se vuelve fundamentalmente contrastante ya que comienza el depósito de un potente espesor de sedimentos clásticos (conglomerados, aglomerados, areniscas, limolitas, etc.) con intercalación de derrames lávicos de composición básica; así mismo se vió afectado por cuerpos tabulares de composición diorítica. Estos sedimentos fueron depositados en ambientes continentales y su contacto con la secuencia metasedimentaria no está claramente definida aunque aparentemente se muestra concordante y transicional.

El Cenozoico está representado por rocas volcánicas; durante el Oligoceno en potente espesor de material volcánico, principalmente derrames andesíticos hacia la base, así como riolitas, riodacitas e ignimbritas producto del vulcanismo que dió origen a la formación de la Sierra Madre Occidental y cuyo espesor en el área posiblemente sea mayor a los 1 000m; estos afloramientos son los mas alejados hacia el sur pertenecientes a dicha sierra.

En el Plio-cuaternario continúa el vulcanismo con la emisión de un gran potente paquete de rocas lávicas y piroclásticas de -- composición andesítica-basáltica, producto de las extrabasaciones causadas por la formación del eje volcánico transmexicano; este paquete lo representan derrames lávicos, conos cineríticos, estratovolcanes y depósitos tobáceos.

Las unidades cronoestratigráficas cartografiadas se pueden -
describir como sigue:

SISTEMA	SERIE	LITOLOGIA
CUATERNARIO		Volcanoclástico Q (volcanoclástico)
		Arenisca-Toba ácida Q (ar-ta)
		Travertino Q (tr)
		Conglomerado Q (cg)
		Basalto-Toba básica Q (B-Tb)
		Basalto Q (B)
		Basalto-Brecha volcánica básica Q (B-Bvb)
		Toba básica Q (Tb)
		Brecha volcánica básica Q (Bvb)
		Latita Ts (La)
	Toba riolítica Ts (Tr)	
	Dacita-Brecha volcánica ácida Ts (Da-Bva)	
	Basalto Ts (B)	
	Andesita-Brecha volcánica intermedia Ts (A-Bvi)	
	Neógeno	Andesita Ts (A)
TERCIARIO	Paleógeno	Diorita T (D)
		Limolita-arenisca-conglomerado Ti (lm-ar-cg)
CRETACICO	Cretácico Superior	Tonalita Ks (Tn)
		Granodorita Ks (Gd)
		Granito Ks (Gr)
		Arenisca-conglomerado Ks (ar-cg)

SISTEMA	SERIE	LITOLOGIA
CRETACICO	Cretácico Inferior -	Metasedimentario-Metavolcánico
JURASICO	Jurásico Superior	Js-Ki con intercalación de calizas Ki (cz)

ERATEMA	SISTEMA	PISO	ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS	ROCAS VOLCANICAS	ROCAS SEDIMENTARIAS	ROCAS VOLCANO- SEDIMENTARIAS	ROCAS METAMORFICAS	
CENOZOICO (C)	TERCIARIO (T)	CUATERNARIO (Q)		BASALTO (B) BASALTO-BRECHA VOLCANICA BASICA (B-Bvb) TOBA BASICA (Tb) BRECHA VOLCANICA BASICA (Bvb)	TRAVERTINO (tr) CONGLOMERADO (cg)	VOLCANOCLASTICO (volcanoclastico) ARENISCA-TOBA ACIDA (ar-ta)		
		NEOGENO (Ts)		LATITA (La) TOBA RIOLITICA (Tr) DACITA-BRECHA VOLCANICA ACIDA (Da-Bva) BASALTO (B) ANDESITA-BRECHA VOLCANICA INTERMEDIA (A-Bvi) ANDESITA (A)				
	PALEOGENO (Ti)	DIORITA (D)			LIMOLITA-AREMSCA- CONGLOMERADO (lm-ar-cg)			
MESOZOICO (M)	CRETACICO (K)	CRETACICO SUPERIOR (Ks)	TONALITA (Tn) GRANODIORITA (Gd) GRANITO (Gr)		ARENISCA - CONGLOMERADO (ar-cg)			
		CRETACICO INFERIOR (Ki)			CALIZA (cz)		METASEDIMENTARIA (metasedimentaria) META VOLCANICA (metavolcánica)	
	JURASICO (J)	JURASICO SUPERIOR (Js)						
		JURASICO MEDIO (Jm)						
		JURASICO INFERIOR (Ji)						
	TRIASICO (Tr)							

Tabla cronoestratigráfica

El orden de las unidades no indica necesariamente superposición.

SISTEMA JURASICO - CRETACICO

Series: JURASICO SUPERIOR - CRETACICO INFERIOR

METASEDIMENTARIA, Js-Ki (Metased) Dentro de esta unidad se engloba a una potente secuencia intercalada de calizas, filitas, areniscas y metatobas, cada una de las cuales o asociaciones de ellas predominan de un lugar a otro; esta secuencia metasedimentaria tiene estrecha relación y se encuentra interdigitada con una secuencia metavolcánica que se describe por separado mas adelante.

Las calizas son de color gris con intemperismo en tonalidades oscuras, al microscopio exhiben textura de packstone-wackestone, con una mineralogía compuesta por calcitas microespática, sílice criptocristalino, minerales autígenos como cuarzo, plagioclasas, hematita y minerales por metamorfismo como wollastonita, epidota, clorita, sericita y diopsido; esta mineralogía le dá un atributo textural granoblástico porfiroblástico, además se presenta silificada como ocurre cerca del área de Temascaltepec, marmolizada cuya característica es frecuente en la mayor parte de las áreas en las que aflora. Abundantes estructuras de bandas y nódulos de cuarzo lechoso están contenidas en esta unidad, las bandas tienen espesores de hasta 20 cm y las estructuras nodulares se asemejan mucho al boudinage originado por tectonismo; así mismo son abundantes las vetillas de calcita que atraviezan la

unidad según dos direcciones preferentes, uno paralelo a la estratificación y el otro perpendicular.

Las filitas son de grano fino, presentan texturas granoblásticas, se exhiben en colores gris rojizo lustroso; al microscopio la roca muestra minerales de calcita espática fina, sílice cripto y micro cristalino, feldespatos alterados, micas como muscovita, albita, clorita, así como minerales arcillosos y magnetita y limonita, el protolito corresponde a una consecuencia de lutitas y margas, que han sido afectadas por metamorfismo regional de bajo grano en facies de esquistos verdes, subfacies de clorita.

Las areniscas presentan textura samítica-sefítica mal seleccionada, con litarenitas y volcanarenitas que contienen como componentes principales plagioclasas parcial o totalmente alteradas, cuarzo (algunos con extinción ondulante), fragmentos de roca volcánica y de caliza, calcita secundaria, clorita, hematita, magnetita, también contiene biotita, muscovita y sericita, a menudo -- aunque no siempre contienen minerales de metamorfismo como epidota, así como cloritización y hematización por efectos de hidrotermalismo; en otras muestras es posible observar disposición de -- los minerales en forma paralela, semejante a foliación; por características observables en las muestras de mano es posible considerar que esta unidad ha sido afectada por metamorfismo de bajo grado en facies de esquistos verdes y subfacies de biotita.

Las tobas son líticas de composición andesítica, tiene textura piroclástica, su mineralogía la constituyen plagioclasa, -- cuarzo y sílice, fragmentos angulosos y alterados de roca volcánica (algunos de estos componentes se encuentran silicificados y limonitizados), contienen además clorita, calcita secundaria y -- ocasionalmente esferulitas de sílice.

Distribución.- Los afloramientos de esta secuencia metasedimentaria se distribuyen a lo largo de una franja que corre con una dirección noroeste-sureste, desde la localidad del Oro-Tlalpujahuá donde es posible observar gran parte de la secuencia de filitas - hasta Temascaltepec donde la secuencia de calizas metamorfizadas es claramente observable ; sin embargo en localidades interme-- dias a lo largo de esta franja es posible reconocer afloramientos bien expuestos de porciones de la secuencia; sobre la carretera - Zitácuaro-Tuxpan en el puerto El Gato afloran filitas, así mismo al norte de Ixtapan del Oro y sobre la carretera Colorines-Ixtapan del Oro, al sur de Santo Tomás de los Plátanos están par- -- cialmente cubiertas por derrames de basalto, también afloran las filitas y calizas al este de Zacazonapan por el camino que une a este poblado con Temascaltepec pasando por San Pedro Tenayac; sobre el camino que une a Zacazonapan con San Juan Tecalitlán poco antes de llegar a este último poblado se pudo observar claramente el contacto entre las filitas y calizas, y los derrames lávicos - andesíticos en un contacto donde se puede observar interdigitación entre ambas secuencias. En la porción central de la megaestructura Tzitzio-Tiquicheo hay una porción bien expuesta de filitas y piza

rras, en esta sección es posible observar el contacto transicional entre estas rocas metamórficas y la secuencia clástica que a su vez presentan metamorfismo muy leve, así mismo contiene intercalaciones de brechas volcánicas andesíticas.

Los afloramientos de metareniscas y metatobas son numerosos, los mejor expuestos se localizan a lo largo del camino que comunica a Ixtapan del Oro con el poblado de Parícuaro, en las laderas del cerro El Cacique, también son frecuentes los afloramientos -- sobre la carretera entre Santo Tomás de los Plátanos y la rancharía La Pluma, cerca de Jungapeo de Juárez sobre la margen del -- río hay un pequeño afloramiento de lutitas y areniscas parcialmente cubiertas por depósitos fluviales, sobre la carretera Zitácuaro-Huetamo poco después del poblado Benito Juárez afloran areniscas y tobas que presentan metamorfismo incipiente.

Las calizas afloran en las localidades de Valle de Bravo y -- del lado derecho de la cortina de la presa, en esta última localidada contienen horizontes de grafito y muestran metamorfismo, así mismo en la porción sur de Temascaltepec y sobre el río Pungaranchu cerca del poblado de San Juan Tecalitlán.

Relaciones Estratigráficas y Edad.- Esta secuencia sedimentaria metamorfizada esta en contacto e interdigitada con los derrames volcánicos andesíticos, así mismo guarda una relación aparentemente transicional con los depósitos terrígenos que forman el paquete de la Formación Balsas. Derrames lávicos de composición andesí

tica y basaltos, rocas piroclásticas de la misma composición e ignimbritas cubren en gran parte a esta secuencia.

La ausencia de fósiles en los miembros que forman esta secuencia debido a las deformaciones por efectos de metamorfismo dificultan la datación por medios paleontológicos, sin embargo en áreas vecinas como al oeste de Ixtapan de la Sal Campa et. al. (1974) reporta la presencia de amonitas que las clasifican como Wechmanniceras sp. y Microcanthoceras sp del Titoniano Superior; en la región de campo morado Burckhardt, (1952), Campa et. al (1974) reportan Dufrenoya sp. y Parahoplites sp en un rango estratigráfico Aptiano; en el poblado El Pochote se encontraron Parahoplites sp y Hamites sp en filitas y caprínidos en calizas que los ubican en un rango estratigráfico Aptiano-Albiano; por lo que se concluye que la secuencia metasedimentaria a la que Campa et. al; (1980) denomina conjunto Teloloapan-Ixtapan se ubica en un lapso comprendido entre el Jurásico Superior (Titoniano) al Cretácico Inferior (Albiano Inferior).

METAVOLCANICA, Js-Ki (Metavolcánica).- Bajo esta denominación se incluyen todas las rocas metavolcánicas del intervalo Jurásico Superior-Cretácico Inferior que guardan una íntima relación con la secuencia metasedimentaria descrita anteriormente. Como se había mencionado en esta secuencia metasedimentaria existen intercalaciones de rocas volcánicas que en algunos niveles estra-

tigráficos se vuelve dominante y se expresa en forma de afloramientos extensos que han quedado incluidos en lo que aquí se describe.

La unidad la componen una intercalación de derrames lávicos parcialmente metamorfizado con metatobas.

Las andesitas son color verde oscuro, exhiben textura holocristalina porfídica subhedral en matriz microcristalina; por metamorfismo la textura que adquieren es esquistosa-lepidoblástica. Su composición mineralógica son principalmente plagioclasas sodi-co-calcica; clinopiroxenos y piroxenos, hematita, magnetita, piritita, minerales de metamorfismo clorita, epidota, sericita, calcita secundaria.

Es frecuente encontrar dentro de esta unidad estructuras de lavas almohadillas (pillow lavas) en las localidades de Ocurio, así como en Santo Tomás y a lo largo de la carretera que une a este poblado con la subestación eléctrica Las Mesas, existen localidades que muestran este tipo de estructuras.

Al Sur de Zitácuaro, entre los cerros El Cacique y el Epazote se reconocieron afloramientos de pórfidos andesíticos, diorita de hornblenda, norita de hornblenda, diorita y pórfidos de gabro, es notable el crecimiento de grandes cristales negros con formas euhedrales y subhedrales de hornblenda junto con cristales subhe-

drales de plagioclasas (sódico-calcica (labradorita y andesina) - presentan aún clorita, epidota, esfena, apatita, circón, magnetita y piritita. En general la unidad ha sido afectada por metamorfismo de bajo grado.

Distribución.- La unidad de rocas metavolcánicas y metatobas se disponen según un cinturón con orientación NNW-SSE paralelo e intercalado con los cinturones Metasedimentarios Tzitzio-Tigui--cheo y Valle de Bravo Temascaltepec. Los afloramientos mas alejados al norte de este cinturón metavolcánico se hallan en las cercanías del poblado de Ocurio, mientras que hacia el sur sobrepasa los límites del área penetrando hasta la región de Tierra Caliente.

Correlación Estratigráfica y Edad. La estrecha relación con los depósitos de mar marginal que forman la secuencia metasedimentaria, nos proporciona los medios para ubicar esta unidad en un rango cronoestratigráfico entre el Jurásico Superior-Cretácico Inferior, ya que no se dispone de datos radiométricos de esta área.

Las rocas metavolcánicas son cubiertas en un contacto discordante por el paquete terrígeno Terciario Inferior que forma la -- Formación Balsas, así mismo por los derrames basálticos y depósitos piroclásticos del Eje Neovolcánico; cuerpos plutónicos de composición granodiorítica afectan a la unidad, en el contacto se observa una aureola rica en sílice.

CALIZAS, K_i (CZ).- Dentro de esta unidad se incluyen a cuerpos de caliza que se presentan en forma lenticular dentro de la secuencia metavolcánica; la unidad corresponde a calizas microcristalinas aloquímicas, con texturas que varían de la biomicrita, bio-intramicrota con parches de microespar, biomicrudita, intramicrota-intraespatita, así como microespatita espática-granoblástica y porfiroblástica por recristalización y efectos de metamorfismo. Los componentes mineralógicos principalmente son calcita microcristalina-lodo calcáreo y calcita microespática, cuarzo autígeno y sílice microcristalino, pirita, contiene además minerales ortopiroxenos (diópsida), tremolita, wollastonita, epidota, clorita, originados por procesos de metamorfismo de bajo grado. Estas calizas son gris oscuro a negro, ocasionalmente contienen intercalaciones de lutitas.

La macrofauna contenida consiste principalmente de fragmentos mal conservados de amonitas de los géneros *Cheloniferas*, *Australiferas*, *Puzosia*, *Hamites*, *Peñáceras* sp. y *Parahoplites* sp. Cantú 1968, gasterópodos, rudistas, placas de equinodermos, fragmentos de beriozoarios, espinas y placas de equinoides y fragmentos de esponjas.

La microfauna identificada la constituyen miliólidos retrabajados, foraminíferos textuláridos escasos y peloides.

Estas calizas fueron depositadas en zonas someras y de alta

energía, probablemente asociadas a un desarrollo arrecifal, cabe mencionar que en la porción sur fuera del área existen desarrollos lenticulares de calizas arrecifales dentro de la secuencia de mar marginal, estos lentes arrecifales Campa, (1978) los considera parte de la Formación Morelos.

Distribución.- Los afloramientos de estas calizas se presentan aislados, generalmente asociados a la secuencia metasedimentaria y sobre la secuencia metavolcánica. Estos afloramientos se localizaron en un área considerable al oeste de la presa El Bosque, en las vecindades de la comunidad Los Contreras; en San José - - Purúa; en el Cerro Mesa Rica al sureste del poblado Susupuato -- de Guerrero y en el arroyo Las Lajas cerca del cerro La Coyota.

Correlación Estratigráfica y Edad.- En general poco se ha estudiado en lo que a estas unidades de calizas se refiere, salvo - las localidades trabajadas por Cantú, (1968), sin embargo esta aportación es muy importante ya que de acuerdo a las amonites encon--trados ha sido posible ubicar a esta unidad en un rango Aptiano - Superior-Albiano Inferior; Cantú, (1968) además propone designar -- formalmente a esta unidad con el nombre de Formación Purúa con la localidad tipo ubicada en el lugar con el mismo nombre.

La presencia de esta unidad ocurre intercalada y lenticular hacia la cima de las secuencias metasedimentaria y metavolcáni--ca.

Serie: CRETACICO SUPERIOR

ROCAS SEDIMENTARIAS

ARENISCA-CONGLOMERADO, Ks (ar-cg).- Esta unidad involucra a un potente espesor de conglomerados, areniscas, limolitas con intercalaciones de aglomerados volcánicos y derrames lávicos de composición andesítica.

Los conglomerados son ortoconglomerados polimicticos compactos formados por clastos de roca ígnea andesítica o basáltica -- principalmente, los tamaños de estos clásticos oscilan entre 4mm y 10cm. de diámetro con un índice de redondez que varía de subredondeado a redondeado, estos fragmentos están sostenidos por una matriz arenosa gruesa con cemento síliceo, en general predominan los fragmentos grandes, es posible notar una alineación preferente del eje mayor de los clastos; presenta colores rojo y café.

Las areniscas son rojas de grano medio a gruesa, constituf--das por litarenitas volcanorenitas que contienen como componentes principales fragmentos líticos de rocas volcánicas, cuarzo, fel--despato, sericita, clorita, biotita y calcita, hematita como ce--mento, en una matriz de limo, al microscopio los clásticos presentan una clara alineación.

La secuencia presenta intercalaciones de estratos medianos y gruesos de limolita medianamente cementada.

La unidad presenta intercalaciones de derrames y brechas de composición andesítica, así como derrames riolíticos; están afectados por diques aplíticos de composición diorítica.

Esta secuencia terrígena fué depositada en ambiente continental con influencia marina hacia la base; en facies fluviales y deltaicas; esta unidad hacia la base constituye la transición en el cambio de sedimentación, de una secuencia netamente marina en un dominio de mar marginal, a una secuencia de ambiente continental originada por una colmatación en la cuenca por aumento en el volúmen y aporte de terrígenos.

Distribución.- Los afloramientos de esta secuencia forman parte de los flancos de la megaestructura Tzitzio-Tiquicheo. Presentan un espesor de aproximadamente 1000 metros.

Correlación Estratigráfica y Edad.- Esta unidad sobreyace a una secuencia de filitas que forman el núcleo del anticlinal Tzitzio-Tiquicheo en un contacto gradual, por posición estratigráfica se le asignó edad correspondiente al Cretácico Superior, quizá esta unidad forme parte del miembro inferior de la Formación Balsas.

Serie: CRETACICO SUPERIOR

ROCAS INTRUSIVAS.

GRANITO, Ks (Gr).- Dentro de esta unidad se incluyen cuerpos intrusivos de granito y cuerpos hipabisales de pórfidos graníticos; los granitos son gris claro y gris moteado, presentan textura fanerítica holocristalina hipidiomórfica de grano medio, localmente de grano fino, los minerales componentes son ortoclasa, cuarzo y biotita, la roca es desmenuzable por lo menos hasta 4 metros de profundidad, contiene vetas de cuarzo lechoso por segregación. Los cuerpos hipabisales son de microgranito y pórfido granítico compuestos por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa sódica, sílice, trazas de calcita, hematita, magnetita y sericita, en una matriz microcristalina de plagioclasa sódica, feldespato potásico y sílice, además contiene fenocristales y feldespato potásico.

Distribución.- Los cuerpos graníticos afloran extensamente hacia la porción noreste del poblado Los Timbres y El Peñón, otros dos cuerpos pequeños se localizan hacia el extremo este, en las cercanías del rancho Las Tamacuas y al sur del poblado el Devanador; los cuerpos hipabisales afloran en áreas muy reducidas por lo que su representación cartográfica no es posible a esta escala, estos cuerpos se localizan al este de Zitácuaro en la ranchería Camembaro y al norte de Cerro Pelón este último asociado a los granitos.

Correlación Estratigráfica y Edad.- Esta unidad intrusionó a los esquistos de la secuencia metasedimentaria del Mesozoico y a la secuencia terrígena de conglomerados, lutitas y areniscas; le sobreyacen en un contacto discordante, andesitas-brecha volcánica intermedia y tobas riolíticas del Terciario Superior así como basaltos cuaternarios.

Estos cuerpos plutónicos se formaron a finales del Cretácico Superior asociados a los efectos de compresión que originó la Orogenia Laramide.

GRANODIORITA, Ks (Gd).- Roca de textura holocristalina equigranular, compacta de color gris claro, la constituyen minerales de cuarzo, plagioclasa sódica, feldespato potásico, epidota, clorita, esfena, calcita secundaria, apatito, circón y pirita, en -- algunas áreas éstas rocas se encuentran muy fracturada, alterada y fácilmente disgregable con la mano.

Distribución.- Los afloramientos de éstos cuerpos intrusivos, se localizan hacia la porción sur del área, con morfología de cerros altos.

Correlación Estratigráfica y Edad.- Estos cuerpos afectan a la secuencia metavolcánica, su emplazamiento desarrollado durante el Cretácico Superior está ligado al de los cuerpos de granito y

tonalita.

TONALITA, Ks (Tn).- Cuerpo intrusivo de color gris con tonos verde y café, posee textura holocristalina, equigranular, sus componentes minerales son plagioclasa, sódico-cálcica, feldespato potásico, cuarzo, clinopiroxeno (augita), biotita, clorita, apatito, circón y magnetita, la roca es compacta con fracturamiento moderado.

Distribución.- El único afloramiento de este cuerpo intrusivo, se localiza en la porción central del área estudiada, a pocos kilómetros de Ixtapan del Oro sobre la carrereta que comunica -- con Zitácuaro.

Correlación Estratigráfica y Edad.- Este cuerpo intrusivo -- afecta a calizas del Cretácico Superior, las cuales se encuentran muy recristalizadas; le sobreyacen discordantemente andesitas del Terciario Superior, basaltos cuaternarios y depósitos volcanoclásticos cuaternarios. Este intrusivo guarda estrecha relación con los cuerpos de granito y granodiorita.

SISTEMA TERCIARIO

PALEOGENO

ROCAS SEDIMENTARIAS

LIMOLITA-ARENISCA-CONGLOMERADO, Ti (lm-ar-cg).- Una potente secuencia terrígena formada por la intercalación de lutitas, areniscas, conglomerados, aglomerados volcánicos, hacia la parte inferior de la secuencia predominan en alternancia las areniscas, conglomerados y aglomerados, con la intercalación de los derrames.

Los conglomerados son ortoconglomerados polimícticos, sus componentes principales son clásticos de granitos, granodioritas, andesitas, calizas, y pedernal, estos materiales están mal clasificados con tamaños que varían de 2 a 14 mm. de diámetros, su grado de redondeamiento varía de subanguloso, subredondeado y redondeado, se encuentran sostenidos en una matriz de arena media a fina y cementados medianamente por carbonatos que contienen impurezas de óxido de hierro, los estratos de estos conglomerados adquieren espesores gruesos a potentes, con inclinaciones que varían entre 20° y 30° y hasta 50°, es frecuente encontrar en ellos estructuras de estratificación cruzada y estratificación gradada.

Las areniscas son litarenitas de grano fino a medio con texturas psamítica con buena clasificación, sus componentes principales son clásticos de cuarzo criptocristalino, feldespatos, líticos, clorita, calcita secundaria y hematita, dispuestos en una ma

triz de limo y cementados por carbonatos, se disponen en estratos delgados a medianos con inclinación entre 10° y 30° y localmente horizontales.

Las limolitas son de grano medio a grueso, de color rojo y - dispuestas en paquetes delgados a medianos.

Esta secuencia fué depositada en un ambiente continental en facies fluviales y deltaica principalmente, como consecuencia de un levantamiento que provocó el aporte de este gran volúmen de -- sedimentos; por lo que por su litología y por sus condiciones tec_uono-estratigráficas ha sido considerado como un depósito post- - orogénico de tipo molasse.

Distribución.- Los afloramientos de esta secuencia clástica están ampliamente expuestos en el área de estudio, principalmente de la porción centro-sur, esta unidad aflora mas ampliamente hacia el Sur en la región de Tierra Caliente; la unidad adopta forma de lomerios, mesetas y cuestas.

Correlación Estratigráfica y Edad.- El contacto inferior de esta unidad es discordante con la secuencia metasedimentaria meta_uvolcánica, y con la arenisca-conglomerado; le sobreyacen derrames lávicos y depósitos volcánicos del Terciario Superior, así como - derrames lávicos y depósitos piroclásticos del Cuaternario. Esta secuencia forma parte de la Formación Balsas. Fries, (1966) en el

área de Morelos le asigna un espesor de 500m; pero considera que este puede variar de un lugar a otro pudiendo alcanzar hasta - - 2500m; sin embargo Mauvois (1977) le asigna en el área de trabajo un espesor de 4000m. A esta Formación se le ha asignado una edad correspondiente al Eoceno Tardío, u Oligoceno Medio en la Sierra de Taxco por similitud con el conglomerado rojo de Guajuato donde se encontró un roedor Scyuravinues Floresis, Fries -- et. al. (1955); en Campa et. al., (1980).

ROCAS INTRUSIVAS.

DIORITA, T (D).- Diorita de textura fanerítica, equigranular, de color pardo con tonalidades verdes, sus componentes minerales son plagioclasa sódica, hornblenda y piroxenos. Este cuerpo se emplazó poco tiempo después al plegamiento del anticlinal Tzitzio-Tiquicheo, con forma de tronco asociado a los cuerpos tabulares que afectan a la secuencia de limolitas-areniscas y conglomerados del Cretácico Superior-Terciario Inferior.

Distribución.- Su único afloramiento se localiza en el cerro Puruhgueo, al sur del poblado El Limón de Papatzingan.

Correlación Estratigráfica y Edad.- Este cuerpo intrusiona a conglomerados y areniscas del Cretácico Superior, su emplazamiento y composición está estrechamente ligado al de los cuerpos

tabulares que afectan tanto a los conglomerados-areniscas del -- Cretácico Superior como a las limolitas-areniscas-conglomerados del Terciario Inferior. Por la relación de intrusión que guarda - con la secuencia clástica del Cretácico Superior, se le asignó una edad correspondiente al Terciario.

NEOGENO

ROCAS VOLCANICAS

ANDESITA, Ts(A): Unidad compuesta por derrames andesíticos de textura porfídica, la roca exhibe minerales de plagioclasa sodico cálcica zonada, ortopiroxenos, clinopiroxenos, idingsita, hematita, magnetita en una matriz microcristalina y vítrea en proceso - de desvitrificación; en superficie fresca la roca presenta color verde claro con intemperismo en tonalidades de café, rojo y pardo, la unidad se encuentra fuertemente fracturada en bloques y lajas. Hacia la porción occidental la unidad contiene intercalaciones de potentes espesores de brecha volcánica.

Distribución.- Los afloramientos de los derrames andesíticos están ampliamente expuestos hacia la porción central y oeste del área, que dan forma a estructuras volcánicas y a grandes derrames, que edifican elevadas montañas de escarpes abruptos, cerros altos, mesetas elevadas y profundas cañadas, como en la zona de Mil Cumbres.

Relaciones Estratigráficas y Edad.- Este gran espesor de derrames lávicos andesíticos constituyen el evento magmático, que forma parte de la Sierra Madre Occidental; hacia la porción central y oeste del área cubren en forma discordante a parte de la secuencia metasedimentaria del Jurásico Superior-Cretácico Inferior que dan forma a la megaestructura anticlinal Tzitzio-Tiquicheo y a los depósitos clásticos de la Formación Balsas; en la región centro-oriental también sobreyacen a las secuencias metasedimentaria y metavolcánica. Estos derrames son cubiertos discordantemente por los derrames lávicos y depósitos piroclásticos que forman parte del Eje Neovolcánico. Mc. Dowell y Clabaugh (1979) consideran que este vulcanismo se efectuó en el intervalo comprendido entre 34 y 23 millones de años o sea en el lapso comprendido entre Oligoceno Tardío-Mioceno Temprano. Estas andesíticas son cubiertas discordantemente por los derrames lávicos y depósitos piroclásticos cuaternarios que forman el Eje Neovolcánico.

ANDESITA-BRECHA VOLCANICA INTERMEDIA, Ts (A-Bvi).- Dentro de esta unidad se involucran derrames andesíticos mezclados con brechas volcánicas de la misma composición; las andesitas son color gris oscuro, su textura varía de afanítica a porfídica, en algunos afloramientos se observan fenocristales de hornblenda y en otros de piroxenos.

Las brechas están compuestas por fragmentos angulosos de andesitas con tamaños diversos hasta bloques, así como material del

tamaño de lapilli, estos componentes se aglutinan en una matriz tobácea gruesa. Localmente se presentan cuerpos tobáceos de la misma composición.

El fracturamiento en algunas localidades es escaso y en otras da origen a bloques y lajas; la unidad se presenta estratificada con echados suaves.

Distribución.- Los afloramientos de esta unidad afloran ampliamente en la porción noroccidental del área de estudio principalmente en San Antonio Villalongín, al norte y oeste del poblado de Tzitzio y están ampliamente expuestos sobre la carretera a Morelia en el tramo Mil Cumbres - Triguillos; su morfología está asociada a las andesitas; en sierras altas y encarpadas con una disectación profunda.

Correlación Estratigráfica y Edad.- Los derrames lávicos andesíticos mezclados con las brechas volcánicas están asociados con los derrames andesíticos.

Esta unidad sobreyace a los derrames ígneos andesíticos y subyace discordantemente a derrames dacíticos con brecha volcánica ácida, así como a tobas riolíticas ambas del Terciario Superior.

BASALTO

BASALTO, Ts (B).- Derrames de basaltos gris oscuro a negro -- con intemperismo en tonalidades café y rojo; la unidad muestra -- textura afanítica observándose megascópicamente algunos minerales de plagioclasas y olivino, se encuentran sin embargo, basaltos an desíticos con piroxenos; es frecuente encontrar en estos derrames estructuras vesiculares, como su fracturamiento es intenso y el in temperismo localmente es profundo.

Distribución.- Los afloramientos más conspicuos de estos derrames básicos se localizan en los extremos oeste y noreste del -- área en estudio; la morfología varía desde mesetas altas asociadas a la sierra hasta lomeríos suaves escarpados y cerros altos.

Relaciones Estratigráficas y Edad.- Los derrames lávicos básicos corresponden a una fase de vulcanismo desarrollado posteriormente a la emisión andesítica. Sobreyacen a las andesitas y a tobas riolíticas. La edad de estos depósitos se ubica en el lapso comprendido entre el Oligoceno Tardío-Mioceno Temprano.

DACITA-BRECHA VOLCANICA ACIDA, Ts (Da-Bva).-Intercalación caótica de derrames dacíticos, brechas volcánicas dacíticas y tobas --

ácidas. Las dacitas muestran textura fanerítica holocristalina de grano fino, sus componentes minerales importantes son plagioclasa lamprobolita y piroxenos, la roca presenta alteración a caolín por hidrotermalismo.

La brecha volcánica está formada por fragmentos angulosos -- del tamaño de bloques de composición riodacítica y dacítica, embebidos estos fragmentos en una matriz tobácea gruesa; las tobas son vítreas de granulometría fina a gruesa, normalmente muy alterados a arcillas como tierras fuller, por procesos de hidrotermalismo.

En general la unidad presenta tonos gris claros, blanco y -- amarillo claro; el fracturamiento es escaso pero localmente se presenta en bloques.

Distribución.- Los afloramientos de esta intercalación de derrames dacíticos y depósitos piroclásticos, ocurren en amplias á--reas principalmente en la porción centro-norte y al oeste; su morfología está asociada principalmente a las sierras altas que dan forma a la región de Mil Cumbres, prolongándose un poco mas al sur del poblado de San Antonio Villalongín; también adopta formas de lomeríos y cerros de mediana altura en la región al sur de Queréndaro y oeste de Maravatío.

Relaciones Estratigráficas y Edad.- Esta secuencia volcánica cubre discordantemente al vulcanismo intermedio con que se inicia

la cubierta ignimbrítica que forma la Sierra Madre Occidental, hacia el sur del área estudiada sobreyace a la secuencia de conglomerados-areniscas y limolitas de la Formación Balsas; le sobreyacen derrames de basaltos y depósitos piroclásticos básicos.

Por formar parte de la cubierta ignimbrítica, se le asigna -- una edad comprendida en el intervalo Oligoceno Tardío-Mioceno Temprano.

TOBA RIOLITICA, Ts (Tr).- Principalmente tobas riolíticas y riolíticas que localmente se presentan mezcladas; las primeras son ignimbríticas que contienen minerales de cuarzo y fragmentos de roca embebidas en una matriz vítrea, la roca es de color gris y -- café claro, es común encontrar estructura fluidal. Las tobas son riolíticas vítreas con presencia de minerales ferromagnesianos -- negros, la roca es de color blanco amarillento con intemperismo en tonalidades color café, en general muestran poca consolidación y -- fácilmente se alteran a caolín.

Distribución.- Los afloramientos de estas rocas son reducidos y están esparcidos en la porción oriental del área; estos afloramientos adoptan formas de mesas en el caso de las tobas riolíticas y de lomeríos con pendientes suaves en el caso de las tobas riolíticas.

Relaciones Estratigráficas y Edad.- Los depósitos tobáceos --

ignimbríticos cubren a los depósitos volcánicos silíceos intermedios y básicos del Terciario Medio-Superior; igualmente le sobreyacen los derrames básicos cuaternarios, estos depósitos forman parte de la gran cubierta ignimbrítica.

LATITA, Ts (La).- Latita que muestra textura holocristalina - equigranular, sus minerales son orto y clinopiroxenos, clorita, -- apatito y minerales opacos en una matriz vítrea, el fracturamiento es en forma de bloques, la roca es tenáz y muy resistente al intemperismo.

Distribución.- Esta unidad solo aflora en la cercanía a la cortina de la presa de Valle de Bravo, con formas de cerros con -- pendientes verticales.

Relaciones Estratigráficas y Edad.- Estos pequeños afloramientos sobreyacen a la secuencia metasedimentaria jurásica y subyace a derrames básicos cuaternarios, así mismo es una variación calcoalcalina de los depósitos del Oligoceno-Mioceno.

SISTEMA CUATERNARIO

ROCAS SEDIMENTARIAS.

CONGLOMERADO, Q (Cg).- Depósitos gravosos con poco grado de consolidación, sus clásticos varían en composición predominando los de composición andesítica y basáltica, se presentan subredondeados a redondeados sostenido por una matriz de arena mediana; - estos depósitos se encuentran en los márgenes de los ríos más caudalosos y su espesor es mediano, es frecuente observar en ellos - estructuras primarias de estratificación cruzada.

Distribución.- La unidad aflora en áreas pequeñas distribuidas hacia la región centro-serpentrional; los conglomerados están restringidos a zonas marginales de los ríos y en depresiones intermontanas, por lo tanto sus geoformas son terrazas y lomeríos.

Relación Estratigráfica y Edad.- Los depósitos gravosos del cuaternario corresponden a un evento sedimentario actual, sobreyace a las unidades de roca de las cuales derivan principalmente a parte de la secuencia metasedimentaria, así como a las rocas volcánicas del Terciario Superior, andesitas, basaltos y dacitas; por posición se le asigna edad correspondiente al Cuaternario.

TRAVERTINO, Q (Tr).- Depósitos de manantial que se han desarrollado en una área pequeña, situada sobre la carretera federal

que comunica a las poblaciones de Tuxpan y Cd. Hidalgo, cerca --
del poblado Las Grutas.

Este travertino es de color amarillo a café claro, tienen --
textura sacaroides compuesta por cristales de aragonita. La unidad
exhibe estructuras orgánicas tubulares que pueden estar relacio--
nados con moldes de tallos de plantas, así como improntas de ho--
jas. La roca en general es porosa y bandeada con alto grado de --
disolución; en realidad no fué posible localizar la localidad - -
que aportó gran cantidad de carbonato de calcio ya que cerca de -
este depósito, no hay afloramiento de calizas; es posible que es-
te travertino sobreyazca a las calizas de las cuales proviene.

Distribución.- La única área de afloramiento del travertino
se localiza 1 km. al suroeste del poblado Las Grutas, sobre el --
arroyo Turundeo.

Relaciones Estratigráficas y Edad.- Está en contacto casi --
vertical con Dacitas a las que sobreyace; la unidad está cubierta
por derrames basálticos.

SISTEMA CUATERNARIO

ROCAS VOLCANOSSEDIMENTARIAS.

ARENISCA-TOBA ACIDA, Q (ar-ta).- Esta unidad la constituyen una alternancia de tobas dacíticas y riolíticas poco consolidadas y areniscas. Las tobas están constituidas por fragmentos pumicíticos del tamaño de lapilli. Las areniscas presentan poca consolidación, están constituidas por fragmentos líticos pumicíticos y -- plagioclasas que han sufrido retrabajo debido al transporte o probablemente porque fueron depositadas en un medio acuoso, en algunas localidades estas areniscas se encuentran únicamente hacia la base.

Distribución.- Los afloramientos de esta unidad son pocos y se distribuyen principalmente hacia el noreste del área, bordeando la Presa Tepetitlán, en los alrededores del poblado Purísima - Concepción Mayorazgo y en las cercanías de la Presa Villa Victoria cerca del poblado Potrero de San Diego; otro afloramiento se localiza hacia el extremo de la porción centro-norte del área, en los alrededores de Cd. Hidalgo.

Correlación Estratigráfica y Edad.- Estos depósitos sobrea-

cen a las ignimbritas terciarias, derrames basálticos y depósitos tobáceos dacíticos y riolíticos del cuaternario, forman parte de una fase de vulcanismo piroclástico desarrollado durante el cuaternario que marca los últimos episodios de formación del Eje Neovolcánico. Su morfología de lomeríos contiene ocasionalmente estructuras volcánicas de conos cineríticos.

VOLCANOCLASTICO, Q (Volcanoclástico) Acumulación de material clástico de tamaños diversos con predominancia de grava de guijones y de bloques, esta masa queda sostenida por una matriz arenosa gruesa y localmente tobácea, la composición de los componentes es principalmente andesítica aunque hay en poca proporción material de composición básica y ácida, estos depósitos son el resultado de la destrucción originada por los agentes externos, posteriormente transportada ladera abajo por la fuerte pendiente de las montañas volcánicas.

Distribución.- Los afloramientos de esta unidad se localizan en la porción centro-este del área en estudio, sobre la carretera Zitácuaro-Toluca a la altura del poblado Mesa de Dolores, con formas de terrazas disectadas.

Correlación Estratigráfica y Edad.- Estos depósitos sobreyacen a las unidades de las que se derivan, rocas andesíticas del Terciario Superior; en algunas localidades las cubren cenizas volcánicas de composición básica. Por su ocurrencia y relación con -

las unidades andesíticas de las que proviene y sobreyace, se le asignó edad correspondiente al Cuaternario.

SISTEMA CUATERNARIO

ROCAS VOLCANICAS

BRECHA VOLCANICA BASICA, Q (Bvb).- Esta unidad está constituida por grandes depósitos de material piroclástico, principalmente lapilli y bloques de composición básica; los bloques varían ampliamente en tamaño, su color varía de gris oscuro a rojo con intemperismo en pardo. Estos depósitos son los formadores de gran cantidad de conos cineríticos y estravolcanes, asociados estrechamente con derrames basálticos.

Distribución.- Numerosas estructuras volcánicas se distribuyen a lo largo de una franja con orientación norte-sur, en la porción centro-este del área.

Correlación Estratigráfica y Edad.- Generalmente estas estructuras se formaron posteriormente a la emisión de grandes derrames lávicos, por lo que dichas estructuras aparecen sobre ellos. Forman parte del gran volumen de rocas piroclásticas emitidas durante el Plio-Cuaternario y que dieron origen al Eje Neovolcánico.

TOBA BASICA, Q (Tb).- En esta unidad se incluyen grandes depósitos de cenizas volcánicas finas semiconsolidadas que presentan pseudoestratificación; poseen un color que varía de gris oscuro a claro con intemperismo en pardo. Actualmente han desarrollado suelos residuales de poco espesor hacia las laderas y más aún hacia las planicies.

Estas cenizas constituyen el evento piroclástico más importante del vulcanismo cuaternario, forma estructuras volcánicas de conos cineríticos.

Distribución.- Las cenizas volcánicas del Cuaternario están ampliamente expuesta hacia la porción noroeste y sus afloramientos continúan aún más hacia el norte y este fuera del área, estos depósitos cubren grandes áreas del este al oeste de la República Mexicana sobre la franja del Eje Neovolcánico.

Relaciones Estratigráficas y Edad.- Por ser un evento volcánico de carácter explosivo, las cenizas volcánicas cuaternarias de composición básica sobreyacen todas las unidades tanto metasedimentarias, metavolcánicas, clásticas y volcánicas que estuvieron expuestas durante el evento volcánico que se produjo en el Plio-Cuaternario.

BASALTO-BRECHA VOLCANICA BASICA, Q (B-Bvb).- Dentro de esta

unidad se incluyen intercalaciones irregulares de basalto y brecha volcánica basáltica, así como el material piroclástico de que están compuestas algunas estructuras volcánicas.

Los basaltos son de color gris oscuro o negro con interperismo en tonalidades rojas y café; las brechas están compuestas por bloques de basalto y lapilli; los basaltos ocurren como lava de bloques, con estructuras vesicular.

Los conos cineríticos están compuestos en gran parte por el material piroclástico que componen las brechas intercaladas con los basaltos, solo que la predominancia de lapilli es mucho mayor que los bloques, así como la presencia de ceniza; estos depósitos ocurren en forma masiva y en la mayoría de los casos pseudoestratificada, posee cohesión con abundancia de óxido de hierro por proceso de alteración de los minerales ferromagnesianos.

Distribución.- Los afloramientos de esta unidad se encuentran distribuidos a lo largo de la franja nororiental, donde destacan innumerables volcanes pequeños así como zonas de lomeríos y mesetas.

Relaciones Estratigráficas y Edad.- Esta emisión volcánica sobreyace discordante a rocas de la secuencia metasedimentaria y metavolcánica, así como a la mayor parte de los depósitos lávicos y piroclásticos del Terciario Superior y Cuaternario, su edad es--

tá asociada a la de los derrames basálticos, las brechas volcánicas y tobas, que forman parte del Eje Volcánico Transmexicano.

BASALTO, Q (B).- Basalto masivo de color pardo, negro y gris oscuro; su textura es afanítica o porfídica, los minerales observables megascópicamente son plagioclasas y olivino; posee estructura vesicular, es duro y tenáz y está fuertemente fracturado generalmente en bloques, se desarrollan estructuras vesiculares y amigdaloides con relleno de calcita; ocurre como derrames de bloques.

Distribución.- Las áreas de afloramiento de estos derrames se distribuyen ampliamente hacia la esquina sureste del área, y con algunos afloramientos aislados hacia la porción centro-norte.- Esta unidad adopta geofomas de cerros asociados a estructuras volcánicas, así como derrames que forman masas y lomeríos profundos e intensamente disectados.

Relaciones Estratigráficas y Edad.- Los basaltos cuaternarios sobreyacen en discordancia a rocas metasedimentarias metavolcánicas del Jurásico Superior-Cretácico Inferior, a parte de la secuencia volcánica andesítica-dacítica del Oligoceno-Mioceno; le sobreyacen depósitos conglomeráticos y tobáceos también de edad cuaternaria.

Estos derrames basálticos forman parte del gran evento magmá

tico ocurriendo durante el Plio-Cuaternario, que dió origen al -
desarrollo del Eje Neovolcánico.

IV. GEOLOGIA HISTORICA

Durante el Jurásico Superior-Cretácico Inferior, se desarrolló en la porción Occidental de la República Mexicana, un dominio de Arco Insular, como resultado de la subducción de la Placa Farallón debajo de la Placa Norteamericana; asociado a este Arco Insular se desarrolló una zona de mar marginal, al cual pertenece el área objeto de este estudio. En este mar marginal se depositaron gran cantidad de sedimentos calcareo-arcillosos, arenosos, carbonatados, mezclados e intercalados con sedimentos híbridos y tobáceos, y se desarrollaron focos de actividad volcánica; que dieron origen a grandes volúmenes de derrames ígneos andesíticos interdigitados con la secuencia sedimentaria.

Este ambiente persistió durante el Jurásico Superior y Cretácico Inferior, al iniciarse el Cretácico Superior aumenta en esta región el aporte de sedimentos y el tamaño de los detritos a grano grueso, como resultado de un régimen compresivo y levantamiento y clara regresión de la línea de costa, así mismo marca el inicio de una sedimentación continental con el desarrollo de facies deltaicas y fluviales, en cuyos reservorios fueron depositados grandes volúmenes de material terrígeno, cuyo aporte provenía de la erosión de las nuevas tierras positivas. Con el levantamiento del área de estudio al final del Cretácico, los depósitos principalmente continentales de la parte superior de la secuencia comenzaron a ser erosionados, estas condiciones persisten durante el Tercia-

rio Inferior hasta que las últimas zonas acuosas son rellenadas totalmente.

Para finales del Cretácico Superior y durante el mismo persiste el dominio tectónico de Arco Insular relacionado con una --
márgen continental convergente, este fenómeno provocó la emisión de un gran espesor de derrames lávicos y paquetes piroclásticos a los que Mc. Dowell y Clabauah, (1979) denominan Complejo volcánico inferior representado por una franja que se extiende de Norte a Sur a lo largo de la Costa Occidental de la República Mexicana, pero que en el área de estudio no parece tener una fuerte --
manifestación; es posible que durante este intervalo se hayan em--
plazado los cuerpos plutónicos granítico-, granodioríticos y tonalíticos, que se localizan en la porción sureste del área, así --
como el que se encuentra cercano a Ixtapan del Oro y el cuerpo de El Peñón, que están estrechamente relacionados con los cuerpos de Placeres del Oro e Inguarán localizados hacia el Sur fuera del --
área de estudio, a los que se les han dado dataciones con edad --
Cretácico Superior.

Estos cuerpos están asociados al evento compresivo Laramídico causante de las deformaciones que originaron la megaestructura de Tzitzio-Tiquicheo, así como plegamientos menores y las microestructuras de la franja metasedimentaria del este.

Tras un intervalo de calma entre los 45 y los 34 millones de años en que se manifiesta una interrupción de estos procesos, pa-

ra finales del Oligoceno y durante el Mioceno, toda esta franja queda cubierta por un potente espesor de ignimbritas que dan forma a la Sierra Madre Occidental, su origen lo interpretan Demant y Robin, (1975) como el vulcanismo típico de una zona de rift, -- atrás de un arco andesítico, por reacción de la corteza continental a los movimientos de subducción; los afloramientos mas representativos de la cubierta ignimbrítica dentro del área de trabajo están expuestos en Mil Cumbres y al sur de Ciudad Hidalgo en el -- área de Caleras y El Jazmín, estos afloramientos se reconocen como los más alejados hacia el sur, de la cubierta ignimbrítica.

Roger Mauvois, (1977) ha postulado que las andesitas de Mil Cumbres son contemporáneas a la deformación que originó la mega-- estructura Tzitzio-Tiquicheo, sin embargo en el trabajo de campo realizado para la elaboración de este trabajo no se encontraron -- evidencias de que esas rocas esten involucradas en esta fase de -- deformación.

A partir del Plioceno o quizá para finales del Mioceno hasta el Cuaternario, la franja Norte del área es cubierta por los derrames lávicos y depósitos piroclásticos emitidos por las diver-- sas estructuras volcánicas que se originaron durante la formación del Eje Neovolcánico.

V. TECTONICA

V.1. Marco Tectónico Regional.

El área Valle de Bravo-Tzitzio se encuentra ubicada dentro de la franja Occidental de México, constituida por rocas volcánicas, --volcanoclásticas y sedimentarias mesozoica, afectadas por procesos de plutonismo, deformación y metamorfismo.

Esta franja es una región con características propias, refleja para la segunda mitad del Mesozoico, la presencia de un fenómeno o fenómenos de convergencia tectónica. El área de estudio pertenece a lo que Campa y Coney (1983) han denominado terreno Guerrero, dentro del subconjunto Teteloapan-Ixtapan. Este terreno --Guerrero ha sido estrechamente relacionado con los complejos volcánicos de Sonora, Sinaloa y Baja California.

Al oriente de esta franja se encuentran regiones con secuencias sedimentarias marinas que reflejan una historia de sedimentación con batimetría contrastada (Cuenca Mesozoica de México, Plataforma San Luis Valles, Plataforma Guerrero-Morelos, Plataforma de Córdoba y Cuenca de Veracruz).

Las dos franjas descritas se instauran en México como consecuencia de la disgregación de la Pangea, y de la apertura del Golfo de México; con estos fenómenos se inicia el movimiento de la --

Placa Americana hacia el noroeste, asociado a un sistema de fallamientos transcurrentes sinestrales.

La franja occidental de México corresponde al límite convergente entre la Placa Norteamericana y la Placa Farallón, mientras que en la franja oriental estaba relacionada con la margen pasiva en la apertura del Golfo de México.

En cada región del Occidente de México el fenómeno generado prevalecía y aún además de las primeras etapas de apertura del -- Golfo de México ocurrieron movimientos de fallas lateral izquierda de carácter regional, Pilger, (1978); Dickinson and Coney, - - (1980); Urrutia, (1984), los cuales modificaron las relaciones originales entre las distintas zonas de estructuras de la franja -- Occidental.

Hacia el Pacífico, el Terreno Guerrero refleja el desarrollo de un sistema de Arco Insular, sin basamento cristalino aparente Ramírez, (1982), Campa et. al. (1981) lo que lo hace contrastar - con la situación en el norte de Sinaloa y Sonora donde descansa - sobre corteza continental.

Para el Cenozoico la zona de estudio muestra el eje de con-- fluencia entre el dominio de la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico.

A finales del Cretácico Superior, se reactiva el movimiento

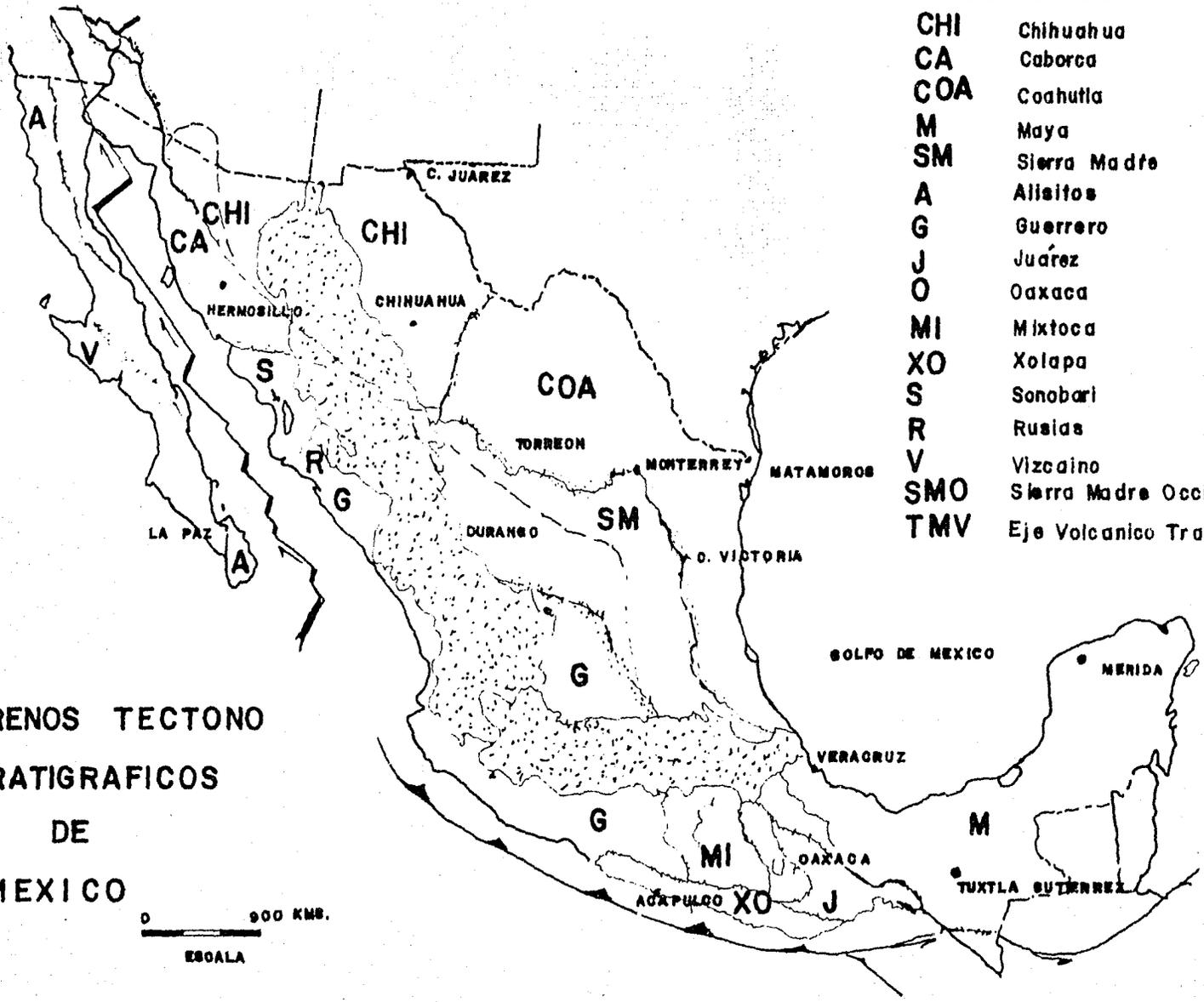
de convergencia sobre la margen occidental; hace 80 m.a. aumenta la velocidad de movimiento de la Placa Farallón debajo de la Placa Americana Coney, (1976).

Este fenómeno originó un régimen compresivo en las zonas de arco y posteriormente en la trasarco; durante el intervalo - - - 80-40 m.a. hasta el presente persiste esta condición de subducción de la cual surge una reorganización en el movimiento relativo de las placas. Al final del período 80-40 m.a. en el Sur de México se inicia una migración del arco magmático hacia el este Clark y Damon, (1980); a la etapa de retorno del arco al poniente corresponde el edificio de la extensa meseta ignimbrítica de la Sierra Madre Occidental, sin que exista un modelo que explique en detalle el origen de esta que constituye la cubierta ignimbrítica más extensa en el mundo.

Durante el intervalo Plio-cuaternario se desarrolla un vulcanismo calcoalcalino en una franja con orientación este-oeste y que a la altura de Colima toma una dirección noreste; este vulcanismo principalmente andesítico-basáltico se ha interpretado recientemente como el producto de la subducción de la Placa de Cocos, debajo de la corteza continental de México, que a nivel de la astenosfera sufre fusión parcial y origina los magmas del Eje, Moolnar y - - Sykes, (1969); Mooser, (1975); Urrutia y del Castillo; (1977); - - Demant, (1978).

TERRENOS TECTONO
ESTRATIGRAFICOS
DE
MEXICO

0 900 KMS.
ESCALA



LEYENDA

- CHI Chihuahua
- CA Caborca
- COA Coahuila
- M Maya
- SM Sierra Madre
- A Alisitos
- G Guerrero
- J Juárez
- O Oaxaca
- MI Mixteca
- XO Xolapa
- S Sonobari
- R Rusias
- V Vizcaino
- SMO Sierra Madre Occidental
- TMV Eje Volcanico Transmexicano

V. 2. Descripción de las Estructuras.

En el área existe una diversidad de estructuras que reflejan diferentes episodios de deformación.

La secuencia marina deformada presenta una diferencia de -- pliegues cerrados y recostados con vergencia general al este. Las estructuras mas comunes son chevrones y pliegues de rodillas - -- (knicks), estos plegamientos se presentan dislocados por fallas - de cabalgaduras de poca magnitud en el área, pero que constituyen un verdadero sistema de imbricación hacia el Este.

Las rocas volcánicas contemporáneas a la secuencia anterior, presenta un estilo de deformación mas suave, esto obedece a su ma-- yor competencia. La falta de estructuras planares originales no -- permiten observar en detalle su estructura; sin embargo en las pocas localidades en donde existen rasgos primarios tales como pi--- lló lavas y pseudoestratificación, se puede observar un estilo en general mas cierto.

Por otra parte la secuencia marina hacia el occidente se encuentra deformada con plegamientos normales simétricos, tales son la megaestructura anticlinal Tzitzio-Tiquicheo, el anticlinal del cerro de la Zicata y un sinclinal situado al oeste de este último, en general los echados varían entre 40° y 60° . La megaestructura - Tzitzio-Tiquicheo representa la estructura mas importante debido -

a sus dimensiones de 80 kms. de longitud y 10 km de ancho, esta estructura está estrechamente relacionada con las deformaciones causadas por los últimos efectos de la Orogenia Laramide a finales del Cretácico Superior-Terciario Inferior, posteriormente después de una etapa de distensión se originaron fallamientos normales, esto ha hecho notable la diferencia de echados entre los flancos de la megaestructura de 60° al oeste y hacia el este echados subhorizontales, por consiguiente existen discordancias angulares dentro de la secuencia terrígena de la Formación Balsas. Mauvois, (1977) considera Miocena la deformación que originó las estructuras y que esta se llevó a cabo en los 4000m de espesor que supone para la secuencia en esta área.

La secuencia volcánica de andesitas e ignimbritas que sobreyace a las secuencias terrígenas, presenta deformación en el área de Mil Cubres, ya que estas se presentan plegadas por efectos compresionales originados a finales del Mioceno Mauvois et. al., (1976); en Demant, (1978).

Las estructuras volcánicas formadas como focos de expulsión de material magmático y piroclásticos son numerosas, algunas presentan su estructura original como el cerro El Huacal, El Chilacayote, El Cacique, así como gran cantidad de estratovolcánes y conos cineríticos pequeños.

Los emplazamientos plutónicos ocurridos probablemente a fina

a sus dimensiones de 80 kms. de longitud y 10 km de ancho, esta estructura está estrechamente relacionada con las deformaciones causadas por los últimos efectos de la Orogenia Laramide a finales del Cretácico Superior-Terciario Inferior, posteriormente después de una etapa de distensión se originaron fallamientos normales, esto ha hecho notable la diferencia de echados entre los flancos de la megaestructura de 60° al oeste y hacia el este echados subhorizontales, por consiguiente existen discordancias angulares dentro de la secuencia terrígena de la Formación Balsas. Mauvois, (1977) considera Miocena la deformación que originó las estructuras y que esta se llevó a cabo en los 4000m de espesor que supone para la secuencia en esta área.

La secuencia volcánica de andesitas e ignimbritas que sobre yace a las secuencias terrígenas, presenta deformación en el área de Mil Cubres, ya que estas se presentan plegadas por efectos compresionales originados a finales del Mioceno Mauvois et. al., (1976); en Demant, (1978).

Las estructuras volcánicas formadas como focos de expulsión de material magmático y piroclásticos son numerosas, algunas presentan su estructura original como el cerro El Huacal, El Chilacayote, El Cacique, así como gran cantidad de estratovolcánes y conos cineríticos pequeños.

Los emplazamientos plutónicos ocurridos probablemente a fina

les del Cretácico Inferior e inicios del Cretácico Superior son - numerosos desde estructuras de stocks de composición granítica y diorítica, así como cuerpos intrusivos mayores con dimensiones de entre 5 km y 10 kms de largo.

V.3. Evolución Tectónica.

Durante el Jurásico Superior-Cenomaniano se establece en la porción occidental de la República Mexicana, un arco insular y un mar marginal, como resultado de la subducción de la Placa Farallón debajo de la Placa Norteamericana; este fenómeno se origina en el límite convergente establecido por la influencia de la apertura - del Golfo de México.

Los límites del arco insular y el mar marginal se extendían casi a lo largo de la franja occidental de la actual República Mexicana, el límite este del mar marginal se encontraba probablemente a la altura de Valle de Bravo sobre una línea que discurría con dirección Norte-Sur, con entrantes de sedimentación de plataforma, hacia el oeste el límite no está bien definido, ya que gran parte ha sido cubierta por los depósitos ignimbríticos de la Sierra Madre Occidental, y los derrames lávicos y depósitos piroclásticos - del Eje Neovolcánico, sin embargo, se puede inferir que el arco de islas se alineaba noreste-sureste en el occidente.

Al inicio del Cretácico Superior, se desarrolla un cambio en

la sedimentación, esto se origina por un levantamiento en el ámbito del área occidental.

En este período coexisten dos regímenes tectónicos contrastantes: Uno compresivo con levantamiento, en la zona del arco (al occidente de Tzitzio), y el otro distensivo correspondiente al -- mar marginal (entre Valle de Bravo y Tzitzio) así como en todo el -- oriente de México. Durante el Cretácico Superior persiste en el -- sector Valle de Bravo-Tzitzio, la sedimentación; pero con línea de costa regresiva con progradación creciente, que dió como resultado el depósito de un potente espesor de sedimentos continentales y mixtos; estos depósitos se extienden ampliamente hacia el Sur, -- en la región de Tierra Caliente.

Sin embargo Campa, (1978), en el área de Arcelia-Teloloapan, menciona una fase compresiva cenomaniense, lo que coincide con la -- aparición en este sector de depósitos continentales del Cretácico Superior.

Al final de Cretácico Superior e inicios del Terciario, se -- levanta el sector Valle de Bravo-Tzitzio, se puede atribuir a este episodio la deformación y origen de las estructuras anticlinales, así como el metamorfismo, y aún mas la deformación de la secuencia volcánica y volcanoclástica.

Durante el Eoceno-Oligoceno, se desarrollan valles intermon-

tanos en esta porción al tiempo que se levanta el depósito de una segunda generación de sedimentos continentales, correlacionables con el Grupo Balsas del área Morelos-Guerrero.

Según Campa, (1978) durante el Mioceno se desarrolla un levantamiento de gran radio de curvatura, que afecta a toda esta región. Mauvois, (1977) ha sugerido que esta fase corresponde a un verdadero episodio de compresión y cita como una de las evidencias, la deformación de los conglomerados del Grupo Balsas en la megaestructura de Tzitzio-Tiquicheo como ya se mencionó anteriormente.

Para finales del Oligoceno principios del Mioceno continúa la actividad volcánica, que culmina con la formación de la cubierta ignimbrítica, que forma la Sierra Madre Occidental y que en el área de estudio tiene su límite sur.

El origen de esta cubierta se atribuye al vulcanismo típico de una zona de rift, atrás de un arco andesítico, por reacción de la corteza a los movimientos de subducción y que señala la coexistencia de un vulcanismo de tipo compresivo y uno de tipo distensivo Demant y Robin, (1975).

El paisaje creado hasta el Mioceno, se modificó durante el Plio-Cuaternario, por la acumulación de grandes volúmenes de rocas volcánicas de composición andesítico-basáltica, expelidos por la diversidad de aparatos volcánicos formados, durante el evento volcánico que dió origen al Eje Neovolcánico; este vulcanismo se extiende en la franja norte del área de estudio, y de este a oeste de la República con un giro hacia el noroeste a la altura de Colima.

El origen del Eje Neovolcánico ha sido tema de discusión para los geólogos y ha hecho que se propongan hipótesis y modelos para explicarlos.

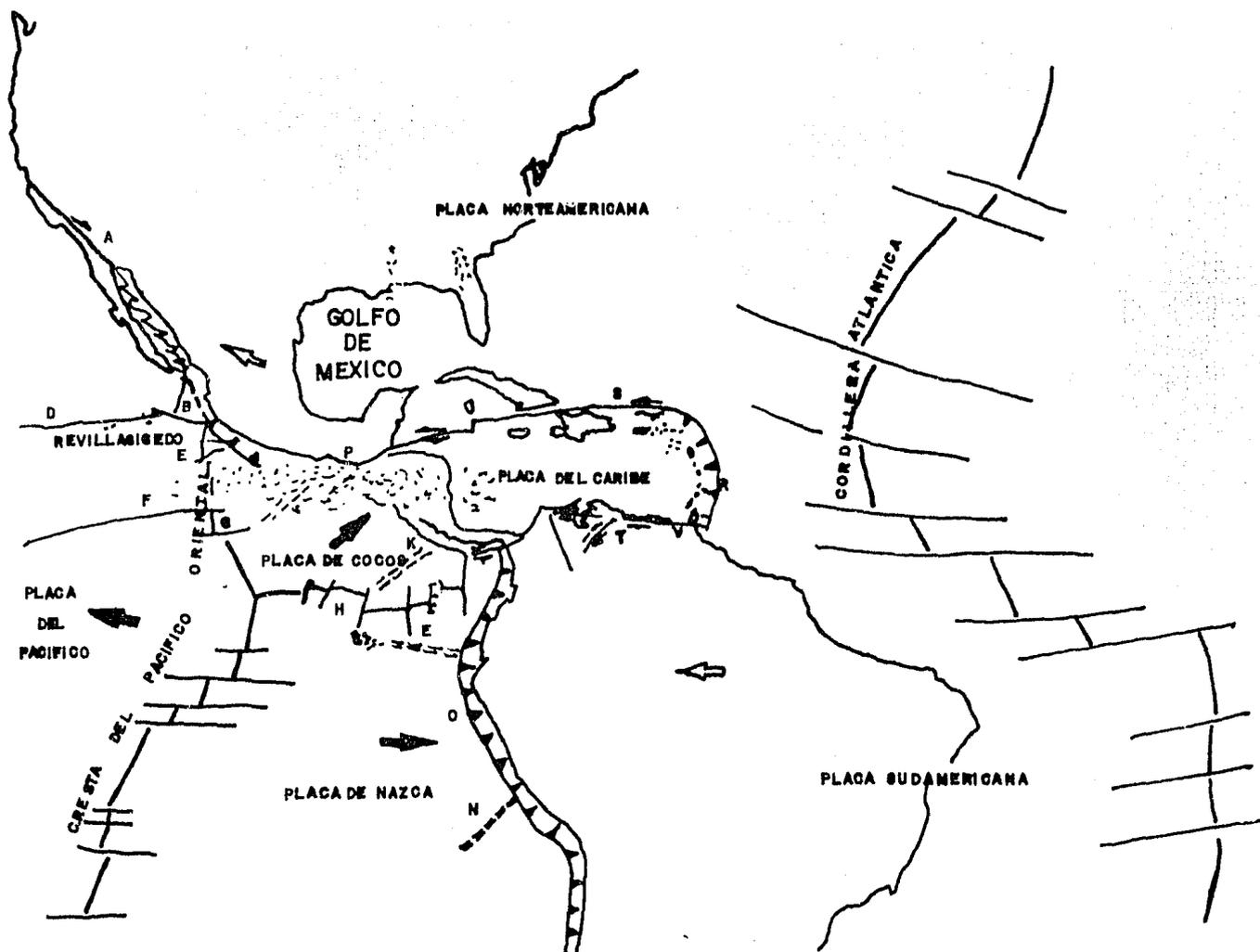
F. Mooser, (1972), considera que el Eje Neovolcánico obedece a un arreglo zigzagueante provocado por un sistema de fragmentación ortogonal, este arreglo es el resultado de desplazamientos provocados por zonas de cizalleo compuestas de fallas dirigidas de SSW a NNE; probablemente esta orientación esté relacionada con movimientos transcurrentes; considera además que el Eje Neovolcánico representa una geosutura precámbrica, situada entre dos masas cratónicas y que dicha geosutura fue dividida por desplazamientos, también precámbricos, en cinco bloques que dieron ese arreglo zigzagueante.

Por otra parte Demant, (1978) plantea que el Eje Neovolcánico constituye un grupo de cinco focos principales de actividad con

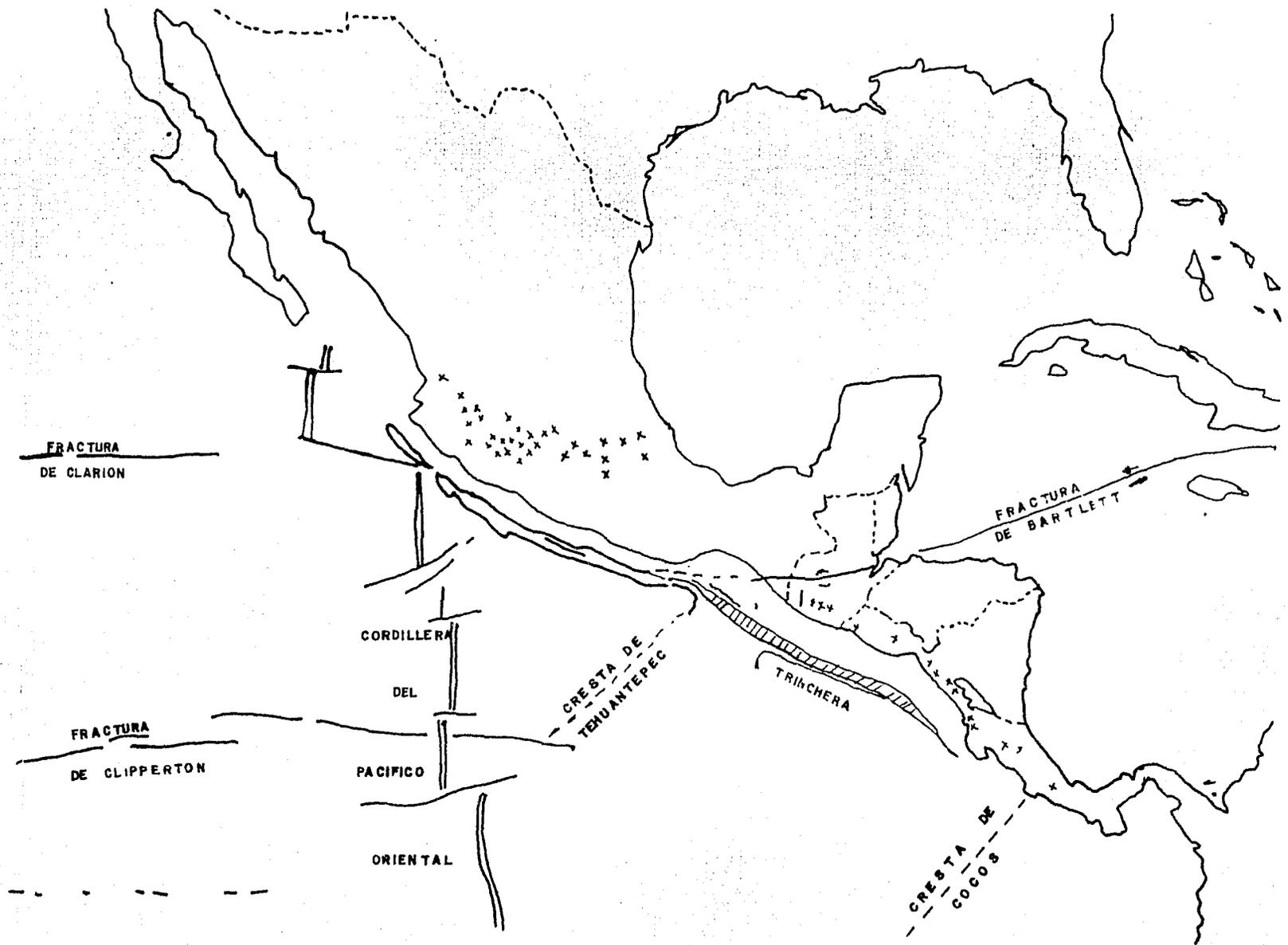
orientación y características distintas, en este grupo menciona, es posible interpretar dos tipos de estructuras volcánicas, una con orientación norte-sur representada por grandes estratovolcanes y la otra con orientación noroeste-sureste en la que se desarrollan volcanes pequeños alineados y que obedece a un fracturamiento de tensión.

El origen del Eje Neovolcánico se atribuye principalmente a la subducción de la Placa de Cocos, debajo de la corteza continental de México, que al nivel de la astenósfera sufre fusión parcial y origina los magmas del Eje (Mooser, 1975; Urrutia y Del Castillo, 1977; Demant, 1978), esto se sugiere por el carácter calcoalcalino del vulcanismo aunque Negendank, (1972) propone que este vulcanismo se originó como resultado de la fusión parcial de los materiales de la corteza inferior, más que por la fusión de la Placa de Cocos al nivel de la astenósfera; en cualquier caso la conclusión no es determinante debido a la posición oblicua que guarda el eje con respecto a la Trinchera; Urrutia y Del Castillo, (1977) explican que existe una orientación oblicua del movimiento entre la Placa de Cocos y la Americana, y que este desplazamiento no es perpendicular a la Trinchera de Acapulco, considera además, que los extremos noreste al sureste de la Trinchera, la Placa de Cocos se vuelve mas densa, menos caliente y menos joven, así como de mayor espesor y rigidez; todo esto hace que disminuya paulatinamente el ángulo de subducción hacia el extremo sureste de la Trinchera de Acapulco y el Eje Neovolcánico.

Otros autores consideran que el Eje Neovolcánico, corresponde a un sistema de movimientos transcurrentes izquierdos que estuvieron activos probablemente en el Cretácico Tardío y el Terciario Temprano, apoyada esta interpretación en datos paleomagnéticos.



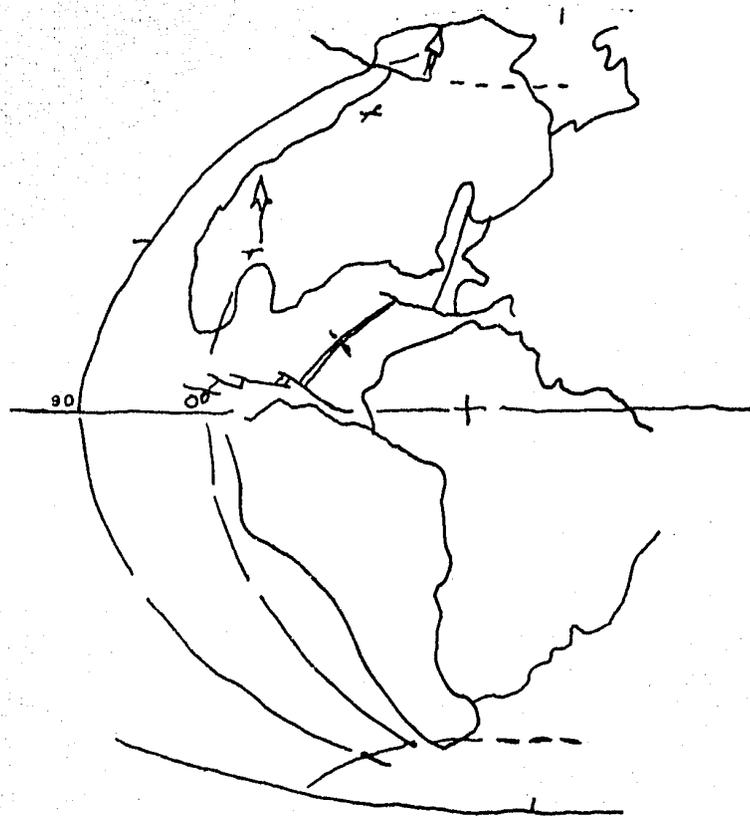
Tectónicas del Caribe y del Pacífico Centro-Oriental. Según datos de Molnar y Sykes (1969), Selster et al. (1971), Malfait y Dinkelmann (1972), Herron (1972), Stover (1973), Jordan (1975), Kurig et al. (1975) y Lonadale y Killgord (1976) A, Sistema de Fracturas de San Andrés— Golfo de California; (B) Fractura de Rivera; (C) Rivera Triple Junction; (D) Fractura de Clamen; (E) Fractura de Orozco; (F) Fractura de Siquirres; (G) Fractura de Clipperton; (H) Cresta de las Galapagos; (I) Fractura de Panamá; (J) Cresta de Tehuantepec; (K) Cresta de CoCos; (L) Cresta de Camagüey; (M) Cresta de Nazca; (N) Fosa meso-americana; (O) Fosa Perú Chile; (P) Fallas Pele-chis-Motagua; (Q) Falla Cayman e Bartlett; (R) Zona de subducción de las Pequeñas Antillas; (S) Fosa de Puerto Rico; (T) Fallas Oca—El Pilar.



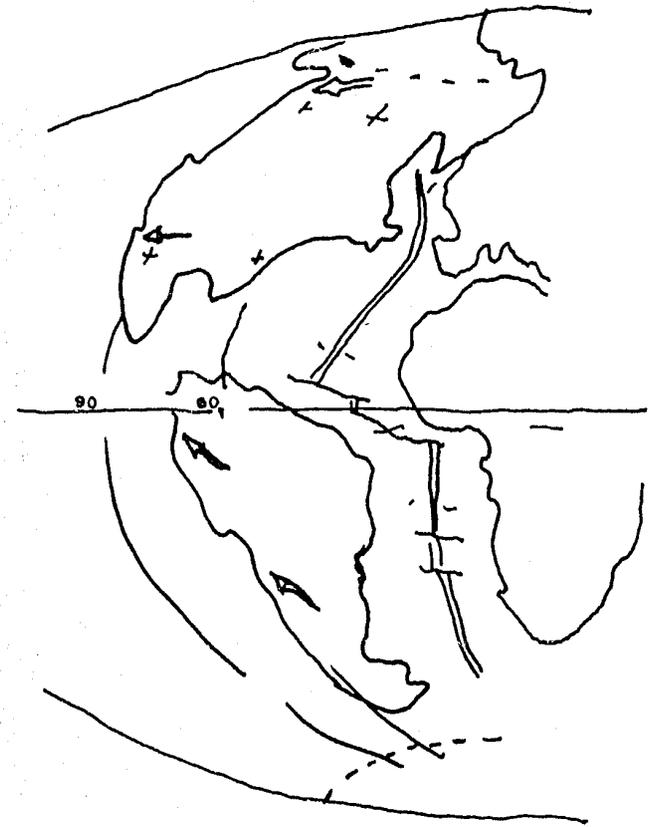
Evolución Geodinámica Jurásico-Cretácico
 B Y C Según S. Dietz Y C. Holden, J. G. R. (1970)



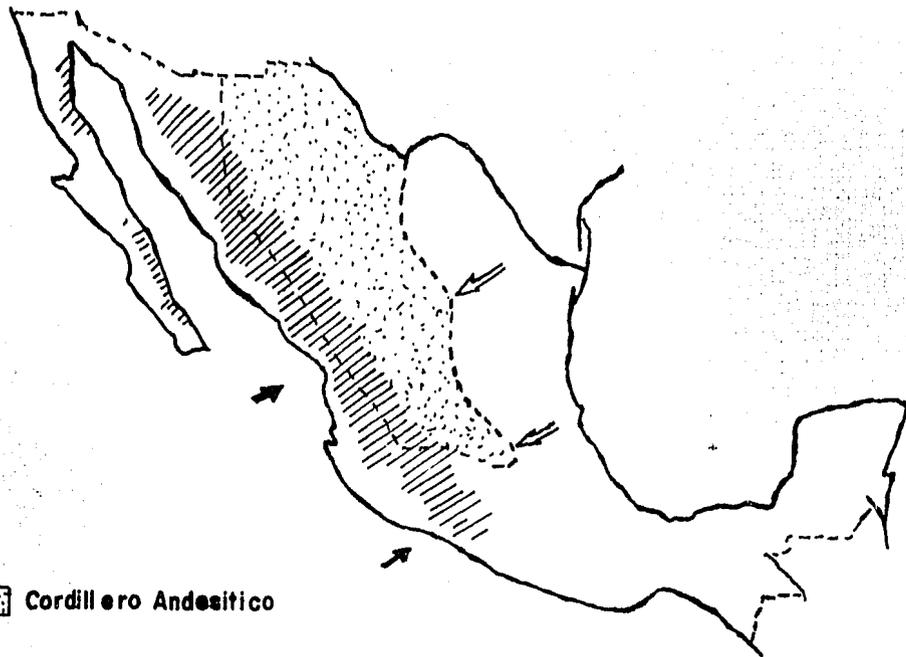
A ARCO VOLCANICO—JURASICO—CRETACICO INFERIOR



B JURASICO SUPERIOR 135mA



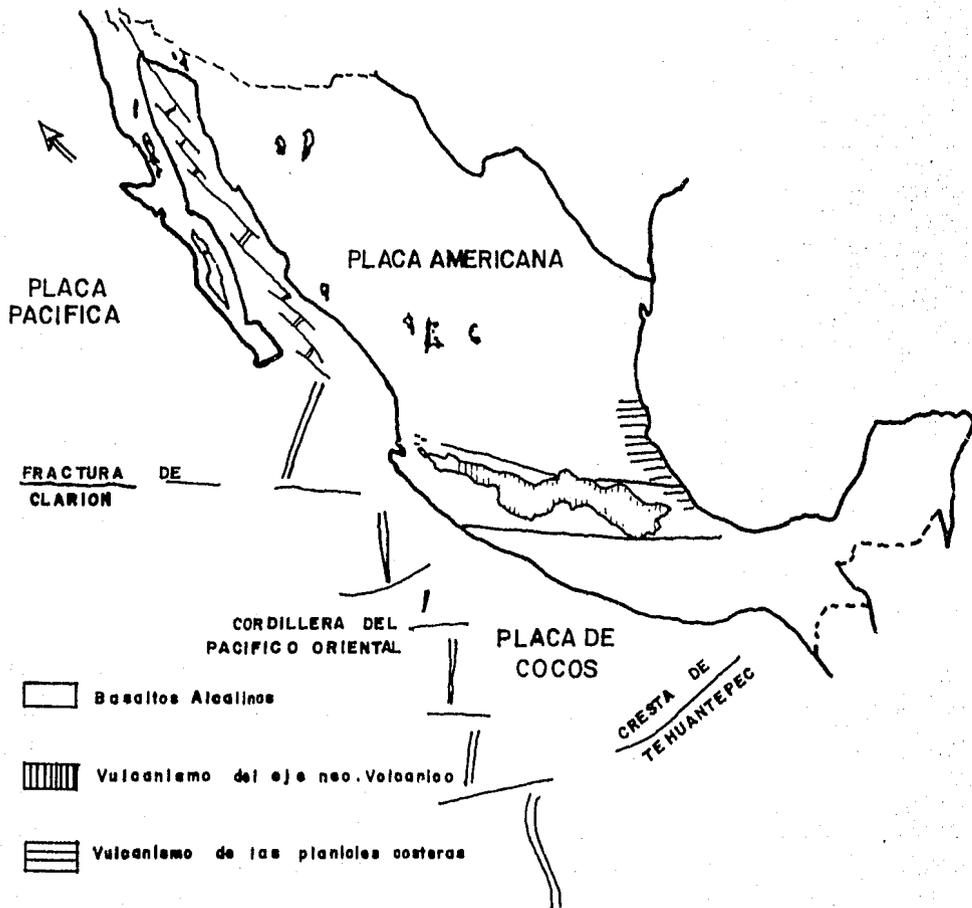
C CRETACICO SUPERIOR 65 mA



 Cordillero Andesítico

 Meseta ignimbrítica

OLIGO-MIOCENO



PLACA PACIFICA

PLACA AMERICANA

FRACTURA DE CLARION

CORDILLERA DEL PACIFICO ORIENTAL

PLACA DE COCOS

CRESTA DE TEHUANTEPEC

 Basaltos Alcalinos

 Volcanismo del eje neo-Volcanico

 Volcanismo de las planicies costeras

PLIO-CUATERNARIO

VI. YACIMIENTOS ECONOMICOS.

VI.1. Descripción de los Yacimientos.

Los principales yacimientos minerales existentes se localizan en la porción este y corresponden a los distritos de Angangueo e Ixtapan del Oro.

El Distrito Minero de Angangueo se localiza en la porción noreste del área, este distrito se empezó a desarrollar desde la época de la colonia; la mineralización se encuentra emplazada en andesitas y dacitas, en vetas de origen hidrotermal de tipo meso termal y epitermal, con formas de filones lenticulares que sigue un sistema de fracturamiento con orientación NE-SW; la paragénesis la constituyen galena, blenda, sulfosales de plata en matriz de cuarzo; con rodocrocita, rodorita, calcita y escasos minerales de manganeso y antimonio como minerales de ganga. Las leyes son 450 grs/ton de plata, 1% de plomo y 1% de zinc.

En el área de Ixtapan del Oro la mineralización se encuentra tanto en las rocas metasedimentarias como en andesita y toba andesítica, en vetas y filones de cuarzo con sulfuros de oro y plata y oro nativo, los minerales de ganga son cuarzo y pirita; las vetas siguen un sistema de fracturamiento de orientación de 10° a 20° al noreste, con zonas de silicificación, caolinización y carbonatación. El origen de este yacimiento es hidrotermal de tipo -

epitermal por relleno de fisuras que se formaron probablemente - a temperaturas entre 50° a 200°C, presiones moderadas y poca profundidad.

Existen otras obras mineras distribuidas dentro del área -- de estudio, que han sido explotados con rendimientos bajos de -- plata y oro, y otros de pórfidos cupríferos; diversos trabajos - exploratorios para evaluar el potencial minero de localidades -- que se consideran atractivas, se han realizado pero no han arrojado datos satisfactorios.

Los yacimientos de caolín en la porción noroeste del área - de estudio, en los municipios de Tuxpan y Cd. Hidalgo, se han explotado medianamente, su origen es hidrotermal, producido en tobas ácidas que fueron afectadas por las soluciones calientes provenientes probablemente de los cuerpos intrusivos terciarios.

VI.2.- Metalogenia.

Los yacimientos minerales descritos, se ubican en la provincia metalogenética de la Sierra Madre del Sur en su límite con - la provincia del Eje Neovolcánico, según la división de Salas, - (1975).

Damon and Clarck, (1981), consideran que existe una zona- -- ción distintiva con orientación NNW-SSE de depósitos minerales -

en la Sierra Madre del Sur, burdamente paralela a una márgen convergente. Esta zonación se puede agrupar conforme a la asociación de metales que pueden ser Fe; Cu (W, Mo); Au-Ag; Sn; Hg-sb; Pb-Zn-Ag; Mn; U; Cu-Ba; Fe; Ca-F₂ y Mo.

A la asociación Pb-Zn-Ag corresponden los distritos mineros de Angangueo, Ixtapan del Oro, El Oro-Tlalpujahua y Temascaltepec estos dos últimos localizados muy cerca del área, así como desarrollos mineros de menor importancia. A ésta asociación mineral corresponden las mayores posibilidades de nuevas exploraciones.

La edad de la mineralización probablemente sea Terciaria, y su origen se debe a las soluciones mineralizantes provenientes de los cuerpos intrusivos.

VI.3.- Hidrología.

Los recursos hidrológicos son importantes en el desarrollo de la región, obras hidráulicas con fines hidroeléctricos y agrícola, se han construido sobre cauces con caudal considerable.

El sistema hidroeléctrico Valle de Bravo-Colorines-Ixtapantongo-Santo Tomás genera energía que ayuda al desarrollo de la región.

Otras obras importantes son las presas Villa Victoria, La Cortina, Mata de Pino, Pucato y otras mas cuyo volúmen es utilizable para el riego agrícola. Existen además bordos pequeños y repesos en los terrenos dedicados para agostadero.

Los recursos geohidrológicos han sido poco explotados, ya que gran parte del cultivo agrícola es de temporal, los terrenos de riego se abastecen del volúmen almacenado en las presas. Muchas poblaciones se abastecen con agua de manantiales y ríos. Otros manantiales por sus características sulfurosas son utilizados como centros turísticos y recreativos.

La perforación de pozos para agua, ha sido poco explotada, en parte porque no se han efectuado estudios exploratorios adecuados, sin embargo algunas localidades dentro del área presentan buenas condiciones para la acumulación de agua subterránea, que con un estudio geológico adecuado es posible determinarlos.

Las unidades litológicas, con características para considerarse como buenos acuíferos son las rocas conglomeráticas y areniscas del Grupo Balsas y los basaltos cuaternarios.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del estudio geológico regional realizado en el área de Valle de Bravo-Tzitzio, se obtienen las siguientes conclusiones y recomendaciones.

En el área de estudio no se encontraron rocas que forman parte del basamento.

Se cartografiaron rocas que constituyen la prolongación septentrional del Arco Insular Teloloapan - Ixtapan.

La secuencia de arco insular terminó su depósito con el desarrollo de cuerpos lenticulares de caliza durante el Cretácico - Inferior, y a partir del Cenomaniano se inicia un período de depósitos continentales, que se presentan actualmente deformados.

El período de deformación de la megaestructura Tzitzio-Tiquicheo ocurrió a finales del Cretácico Superior - Terciario Inferior durante la fase de deformación Laramídica y no en el Mioceno como supone Mauvois, a este rango corresponde el combamiento de las ignimbritas de la Sierra Madre Occidental.

Los yacimientos minerales más importantes se encuentran emplazados en rocas de la secuencia metasedimentaria del Jurásico - Superior - Cretácico Inferior y en andesita y toba andesítica del

Terciario Superior.

Serfa conveniente hacer exploraciones en busca de yacimientos volcanogenéticos que se encuentran asociados a la secuencia volcanosedimentaria, como en el caso de los yacimientos de Pinzan Morado, Teloloapan, Campo Morado, etc.

El estrechamiento en los cauces de los ríos Temascaltepec, Tuxpan, Turundeo y otros mas, puede aprovecharse para la construcción de boquillas de contención con fines hidroeléctricos o para riego agrícola.

Las unidades litológicas de conglomerados y areniscas correspondientes a la Formación Balsas y los basaltos cuaternarios pueden considerarse como las mejores para ser buenos acuíferos.

B I B L I O G R A F I A

Acosta del Campo, C., 1955, Criaderos Minerales cercanos a - San Antonio Villalongín y El Devanador en Ciudad Hidalgo - El Devanador. C.R.M. Michoacán.

Aguilar, C.A., 1970, Reporte sobre las diseminaciones pirfticas con cortos valores de cobre, observados en las márgenes del -- rfo Tingambato, en los límites de los minicipios Otzeloapan, Mex. y Susupuato, Mich. C.R.M.

Altamirano, F.J., 1964, Geología y Yacimientos Minerales del Depto. Minero de Angangueo, Mich.

Bloomfield, K., 1975., A late quaternary monogenetic field in central México. Geol Rundchaud, 64 (2), p.p. 476-497, (original no consultado referencia tomada de Geología de la República Mexicana S.P.P.).

Burckhardt, C., 1927., "Cefalópodos del Jurásico Medio de Oaxaca y Guerrero". Inst. Geol. Mex. Vol. 47. (Original no consultado, referencia tomada de Campa, M.F., et. al., 1981. Terrenos Tectónico-estratigráficos de la Sierra Madre del Sur.)

Campa, M.F., Campos, M.M., Flores, R., Oviedo, R., 1974, La Secuencia Mesozoica Volcánico-Sedimentaria Metamorfizada de Ixta--

pan de la Sal, Mex-Teloloapan, Gro. Soc. Geol. Mexicana XXXV. - -
p.p. 7-28. México, D.F.

Campa, M.F., et. al., 1977, La Evolución Tectónica y la Mineralización de la región de Valle de Bravo, Mex. e Iguala, Gro. - -
XII Convención Nacional A.I.M.M.G.M. Mem. Tec. XII, p.p. 143-169.

Campa, M.F., 1978, La Evolución Tectónica de Tierra Caliente.
Bol. Soc. Geol. Mex., tomo XXXIX, No. 2.

Campa M.F., et. al., 1981, Terrenos Tectonoestratigráficos -
de la Sierra Madre del Sur, Región comprendida entre los estados -
de Guerrero, Michoacán, México y Morelos. Universidad Autónoma de
Guerrero. Serie Técnico-Científica. Chilpancingo. Gro.

Campa M.F., and Coney, P., 1983, Tectono-Stratigraphic Terrarnes and Mineral Resource Distributions in Mexico. Geology and Geo-
physics of Canadá.

Cantú, C., 1968, Las Rocas Eocretácicas de Zitácuaro, Michoaa
cán. Inst. Mex. Petrol., Monografía No. 2, p.p. 3-48.

Cárdenas, S., y Martínez, P.F., 1977. Los Yacimientos Argentíferos de Temascaltepec, México. Vol. 12. Com. Direc. Investig. -
Rec. Min.

Clarck, F.K., Foster, C.T., Damon, E.P., 1980, Mesozoic Mineral Deposits and Subduction related Magmatic Arcs in México.

Coney, P., 1976, Plate Tectonics and the Laramide Orogeny.- New México Geological Society Special Publication number 6, - - p.p. 5-10.

Damon, E.P., and Clark, F.K., 1981, Agetrends of igneous -- activity in relation to Mettalogenesis in the Southern Cordillera.

De Cserna, Z., Palacios, N.M., Pantoja, A.J., 1978, Relaciones de facies de las rocas cretácicas en el Noroeste de Guerrero - y áreas colindantes de México y Michoacán. Inst. de Geol., UNAM. - Revista, Vol. 2, No. 1, p.p. 8-18.

Demant, A., y Robin, C., 1975, Las Fases del Volcanismo en - México; Una Síntesis en relación con la Evolución Geodinámica desde el Cretácico. Revista Inst. de Geol., UNAM. 75 (1), p.p. 70-83.

Demant, A., Mauvois, R., Silva L., 1976, El Eje Neovolcánico Transmexicano. III Congreso Latinoamericano de Geología. Exc. 4, - México, 1976.

Demant, A., 1978, Características del Eje Neovolcánico y sus Problemas de Interpretación. Revista. Inst. de Geol., UNAM. Vol. 2, No. 2, p.p. 172-187.

Dickinson, W.R., and Coney, P.J., 1980, Plate Tectonics - - Constraints on the Origin of the Gulf of México, in Pilger, R.H. - ed. The Origin of the Gulf of México and the early opening of the Central North Atlantic. Proceedings of a Symposium at Louisiana - State University, Baton Rouge.

DGGTENAL . Carta de Climas. Esc. 1:500 000 México 14 Q.V.

Carta de Uso del Suelo Esc. 1:250 000 Morelia E14-1 (en imprenta).

Flores, T., 1952, Estudio Geológico Minero de los Distritos de El Oro y Tlalpujahuá, Mich. C.R.M.

Fries, Jr. C., 1966, Resumen de la Geología de la Hoja Cuernavaca, Estado de Morelos. Carta Geológica de México, serie - - - 1:100 000. Inst. de Geol. UNAM. México, D.F.

Galicia, F.J., 1971, Geología de Angangueo, Edo. de Michoacán, C.R.M. Informe Técnico.

Galicia, F.J., 1971, Geología y Geoquímica de Tiamaro - Realito de Chirangangueo, Edo. de Michoacán. C.R.M. Informe Técnico.

Geología de la República Mexicana. S.P.P., Coordinación de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, 1982.

La Economía del estado de México. Investigación del Sistema Bancos de Comercio. Colección de estudios económicos regionales. México, 1975. 88 pág.

Libro Guía de la Excursión Geológica a Tierra Caliente, estados de Guerrero y México. Sociedad Geológica Mexicana, IV Convención Geológica Nacional. México, D.F. Septiembre 1978.

Lugo, H.J., y Martínez, L.V.M., 1981, La disección del relieve en el sur de la Cuenca de México y porciones adyacentes. Boletín del Instituto de Geografía, No. 10. México.

Mauvois, R., 1977, Cabalgamiento Miocénico (?) en la parte centromeridional de México. Revista Inst. de Geol., UNAM. Vol. 1, No. 1, p.p. 48-63.

Mc. Dowell, W.F., and Clabaugh, E.S., 1979, Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and Their relations to the Tectonic History of western México. Geological Society of América. Department of Geological Sciences University of Texas at Austin. Austin, Texas, 78712. special paper 180.

Molnar, P., and Sykes, R.L., 1969. Tectonics of the Caribbean and Middle América Regions from Focal Mechanisms and Seismicity.

Mooſer, F., 1972, El Eje Neovolcánico Mexicano, debilidad --

Cortical prepaleozoica reactivada en el Terciario. Memoria de la II Convención Nacional de la Sociedad Geológica Mexicana. Mazatlán, Sin., p.p. 186-187.

Mooser, F., 1975, Historia Geológica de la Cuenca de México. In Memoria de las obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal, Tomo I. D.D.F., p.p. 7-38.

Negendank, F.W., 1972, Volcanics of the Valley of México. -- N.Jb. Miner. Abh., 116 p.p. 308-320.

Nieto, O.J., y colaboradores, 1977, Elementos Tectónicos y Metalogenéticos para considerar el potencial Económico-Minero de la región comprendida entre Zacualpan y El Oro, México. Proyecto Eje Neovolcánico. Gerencia de Estudios Especiales C.R.M. México, D.F.

Pantoja, A.J., 1959, Estudio Geológico de reconocimiento de la región de Huetamo, estado de Michoacán, C.R.N.N.R. Vol. 50, 36 pág.

Pilger Jr. H.R., 1978, A Closed Gulf of México, Pre Atlantic Ocean Plate Reconstrucción and the early Rift History of the Gulf and North Atlantic.

Ramírez, E.J., 1982, Conjuntos Tectonoestratigráficos que --

conforman el mosaico de la Sierra Madre del Sur. Sociedad Geológica Mexicana, Resumen, IV Convención Nacional. p.p. 43-44.

Robin C. 1976, Las Series Volcánicas de la Sierra Madre -- Oriental (basaltos e ignimbritas) descripción y caracteres químicos. Inst. de Geol., UNAM, México.

Salas, P.G., 1975, Carta y Provincias Metalogenéticas de la República Mexicana. C.R.M. Publicación 21 E, México.

Schulze, Z.G., 1946, Geological and Mining Report on some -- Mining Concessions situated in the district of Tumbiscatío, state of Michoacán, C.R.M.

Servais, M., Rojo, Y.R., Colorado, L.D., 1982 , Estudio de -- las rocas básicas y ultrabásicas de Sinaloa y Guanajuato: Postulación de un Paleogolfo de Baja California y de una Digitación Tethysiana en México Central. C.R.M., Revista Geomimet.

Thornbury, 1969, Principles of Geomorfology. Wiley International Edition. Second Edition.

Urban, L.G., 1979, Metodología del Análisis Geomorfológico -- Estructural aplicado a la región comprendida entre Acapulahuaya y Arcelia.

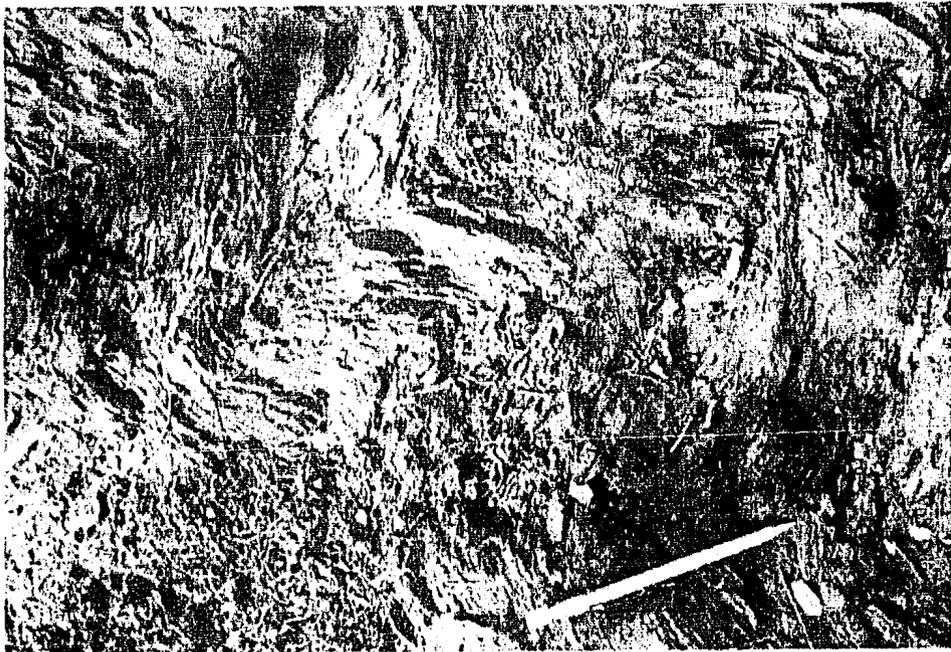
Urrutia, F.J. y Del Castillo. L., 1977, Un Modelo del Eje - Volcánico Mexicano. Bol. de la Soc. Geol. Mex., V. 38 p.p. 18-28.

Urrutia, F.J., 1984, On the Tectonics evolution of México - paleomagnetic Constraints: Plate reconstrucción from Paleozoic -- Paleomagnetism. American Geophysical Union. Geodynamic Series U.R. p.p. 29-47.

Vázquez, S.A., 1983, Estudio Geológico del Yacimiento Aurífero de Ixtapan del Oro, Edo. de Méx. Tesis Profesional, I.P.N. - México, D.F.

Zamora, M.S., 1965, Reconocimiento Geológico entre los poblados de Santo Tomás Nuevo - Ixtapan del Oro - Méx. y parte de Susupuato, Mich.

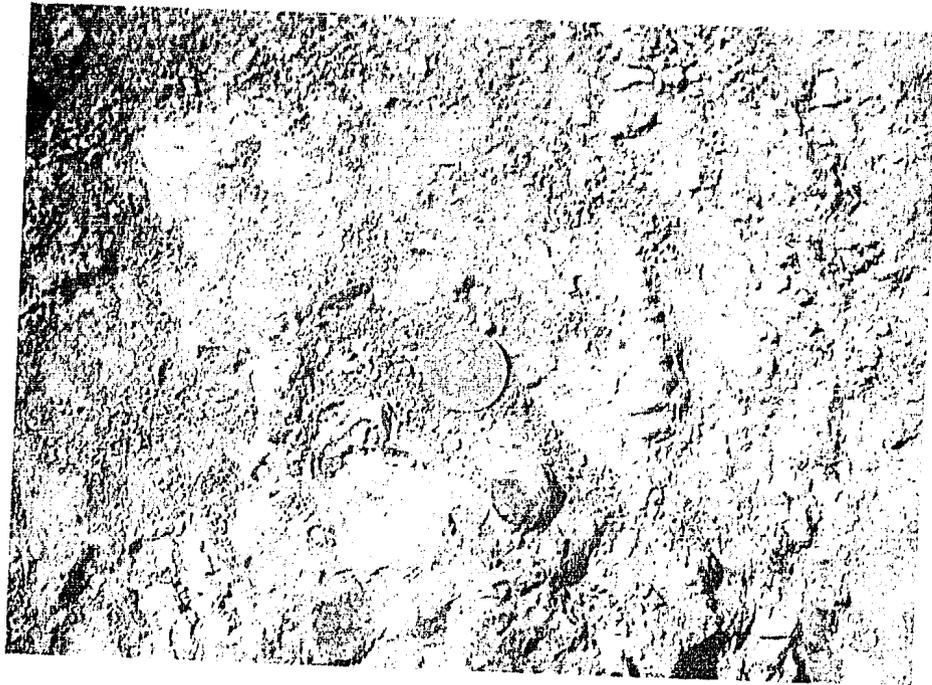
ILUSTRACIONES



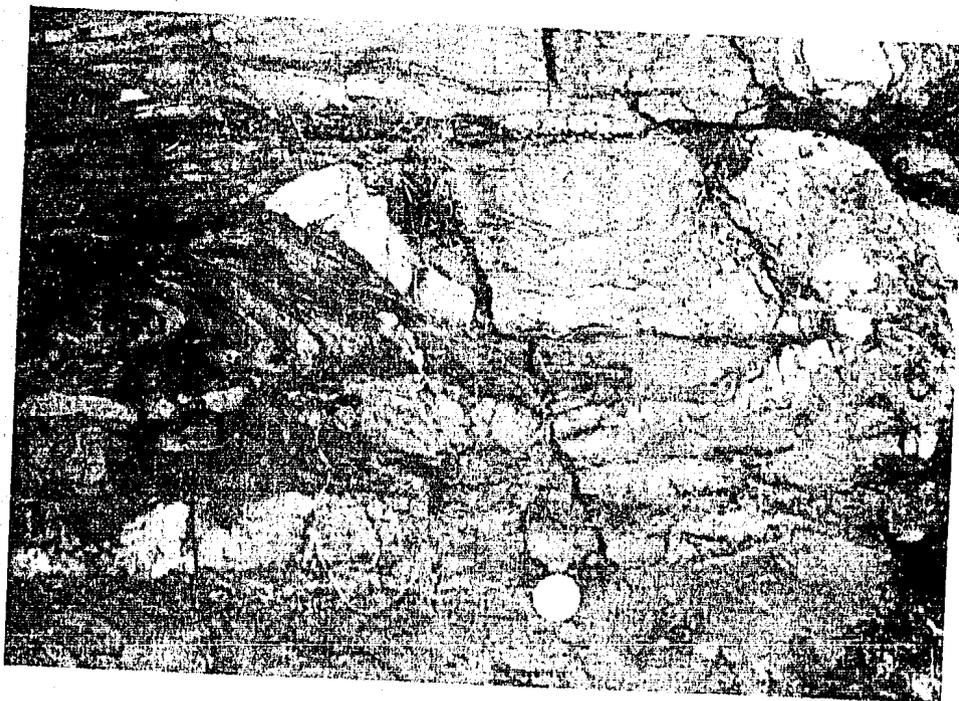
Contacto transicional entre las secuencias -
metasedimentaria del Jurásico Superior-Cretá
cico Inferior y arenisca-conglomerados del -
Cretácico Superior, en la estructura anticli
nal Tzitzio-Tiquicheo, sobre la brecha entre
el Limón de Papatzingan y El Rancho San Pedro.



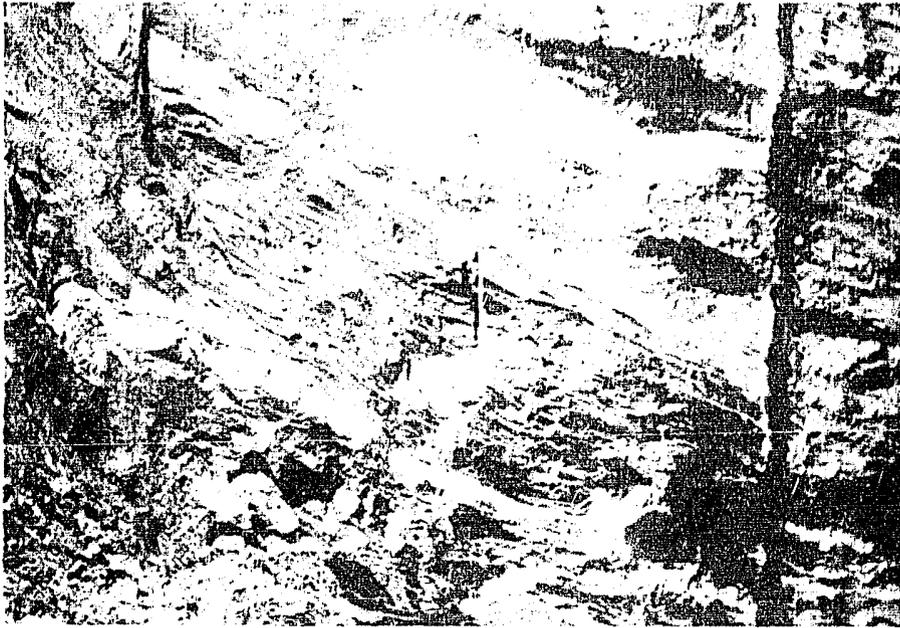
Esquisto y filita de la secuencia metasedi--
mentaria, con estructuras de foliación bien
definidas.



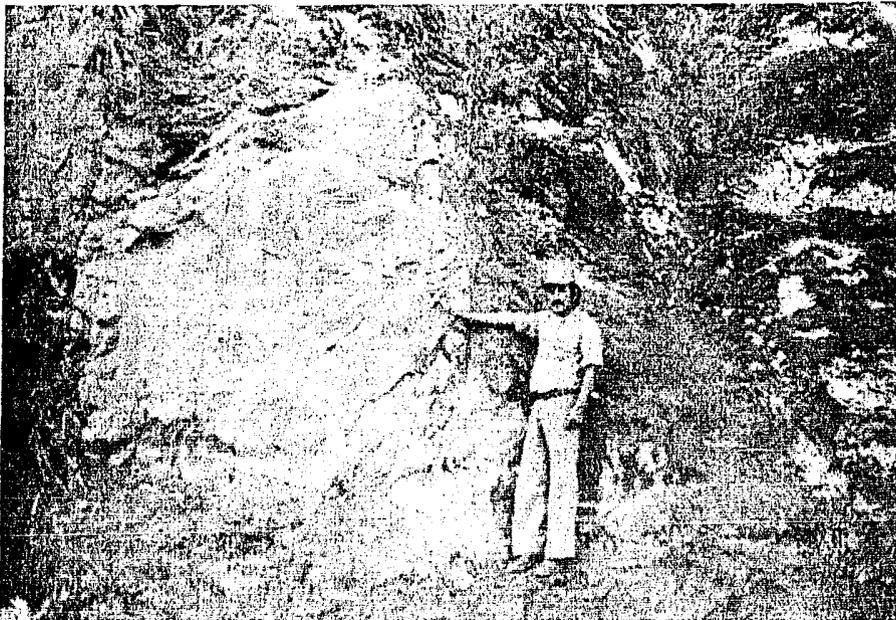
Gasterópodos, corales y pelecípodos, en ro--
cas de la unidad de calizas de Cretácico In-
ferior, cerca del poblado Los Contreras.



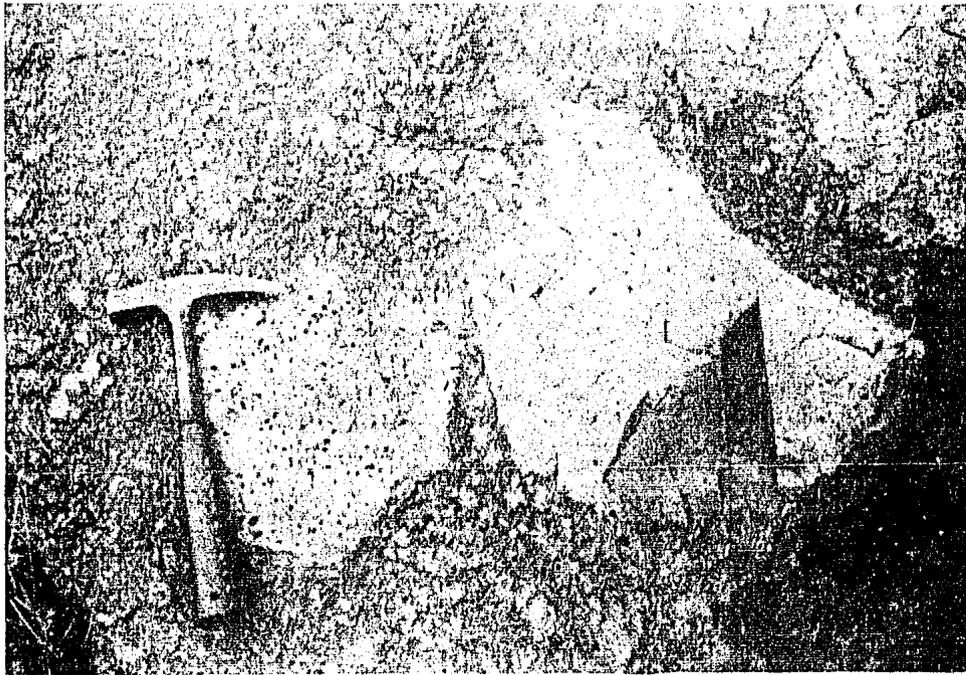
Pliegues cerrados en rocas de la secuencia -
metasedimentaria y las segregaciones de cuar-
zo, esta localidad se ubica en el tramo en-
tre la presa Ixtapantongo-Santo Tomás de los
Plátanos, sobre la carretera Colerinas



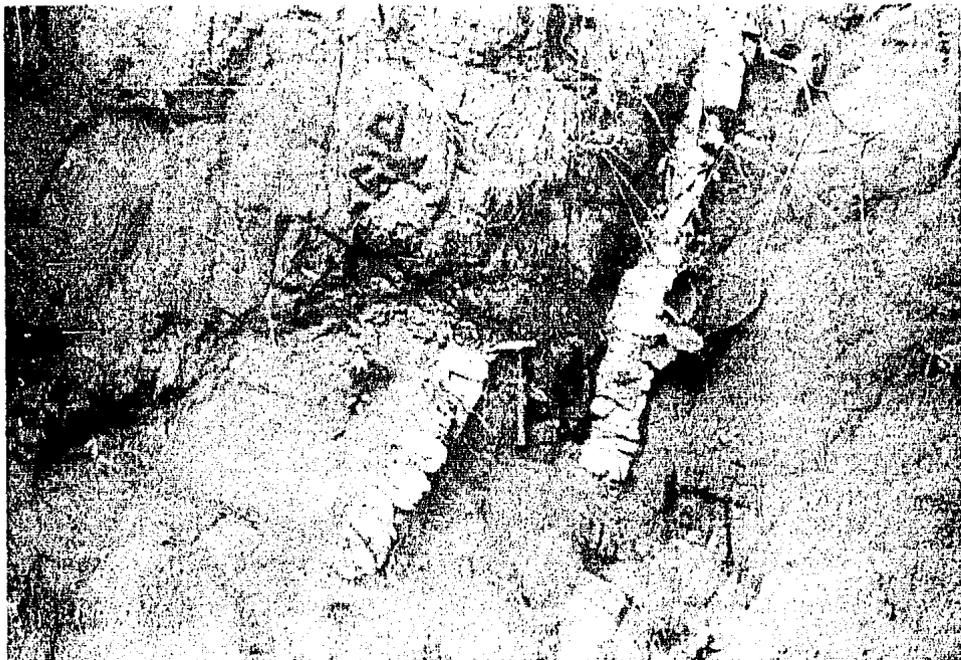
Pliegues (Knicks) en las calizas metamorfizadas y las segregaciones de cuarzo; al sur de Temascaltepec sobre la carretera a Tejupilco La Vergencia es hacia el oriente.



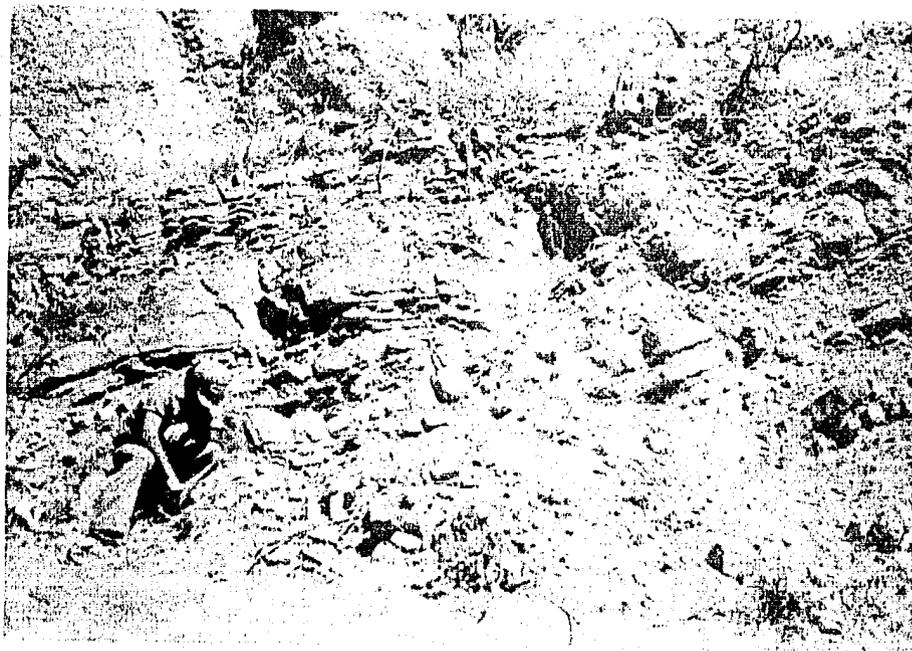
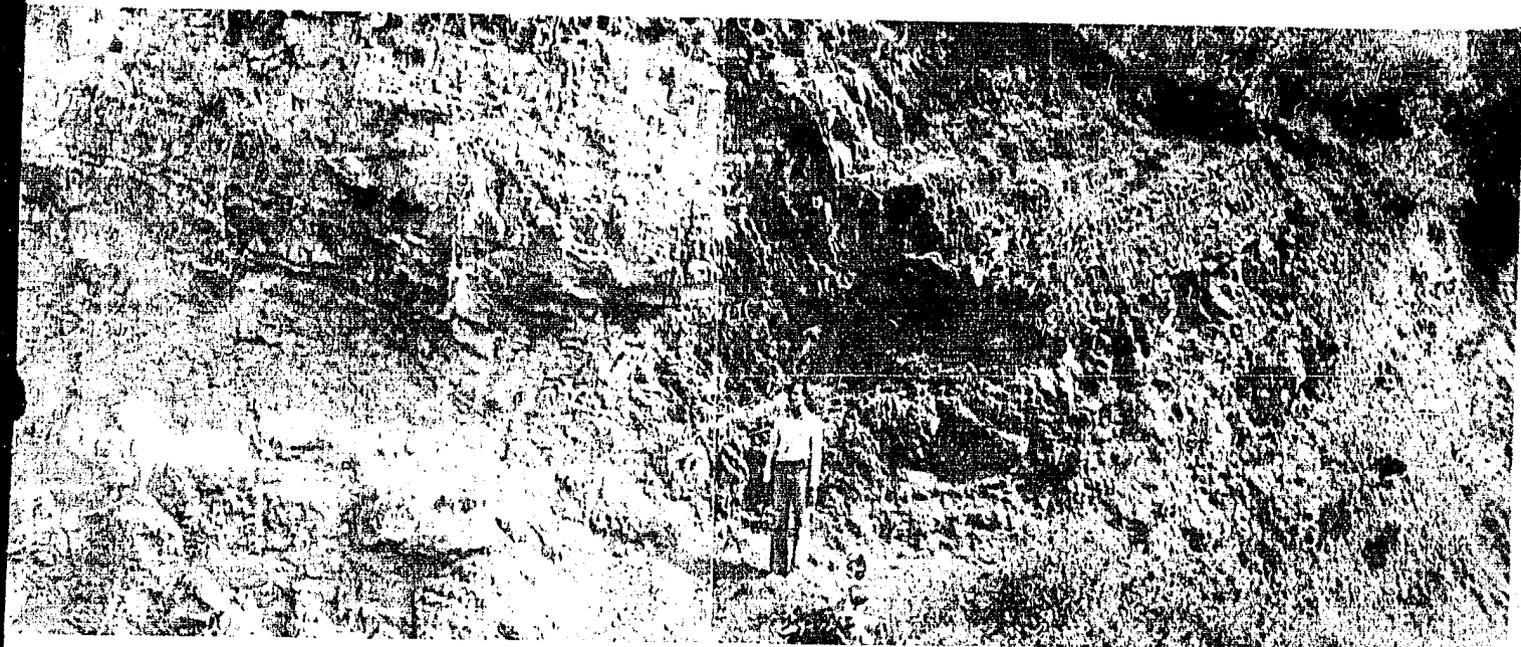
Bloques de andesita incluidos en la secuencia metasedimentaria en la zona de interdigitación con la unidad metavolcánica, al sur de Zacazonapan poco antes del Rfo Pungaranchito.



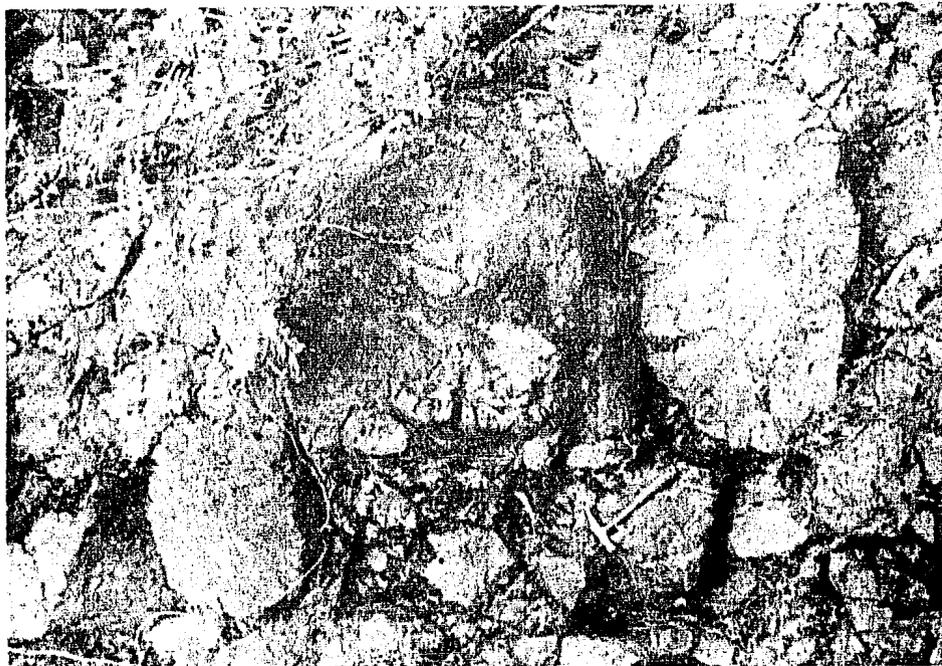
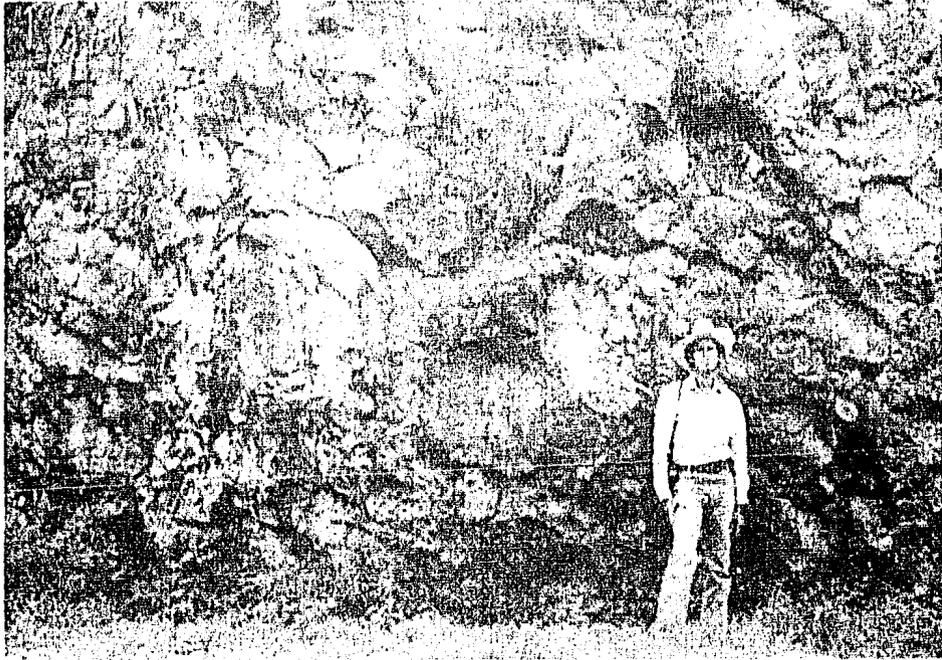
Brecha volcánica intermedia en la secuencia metavolcánica, afloramiento localizado entre las comunidades Los Pinzanes-La Punta, sobre la carretera Colorines-Las Mesas.



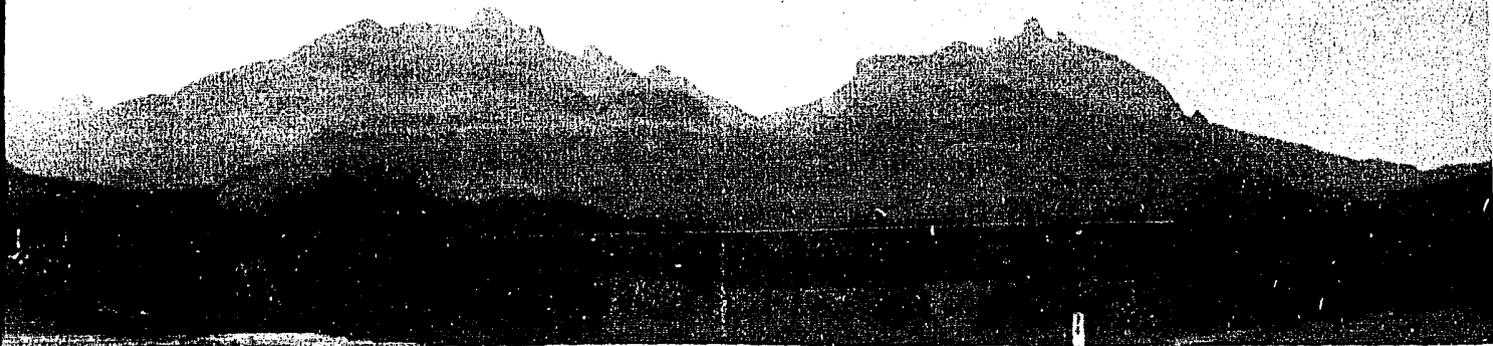
Dique félsico que intrusiona a granodioritas, es notable el desplazamiento por falla normal, el afloramiento se localiza cerca del poblado La Pluma, sobre la carretera Colorines-Las Mesas.



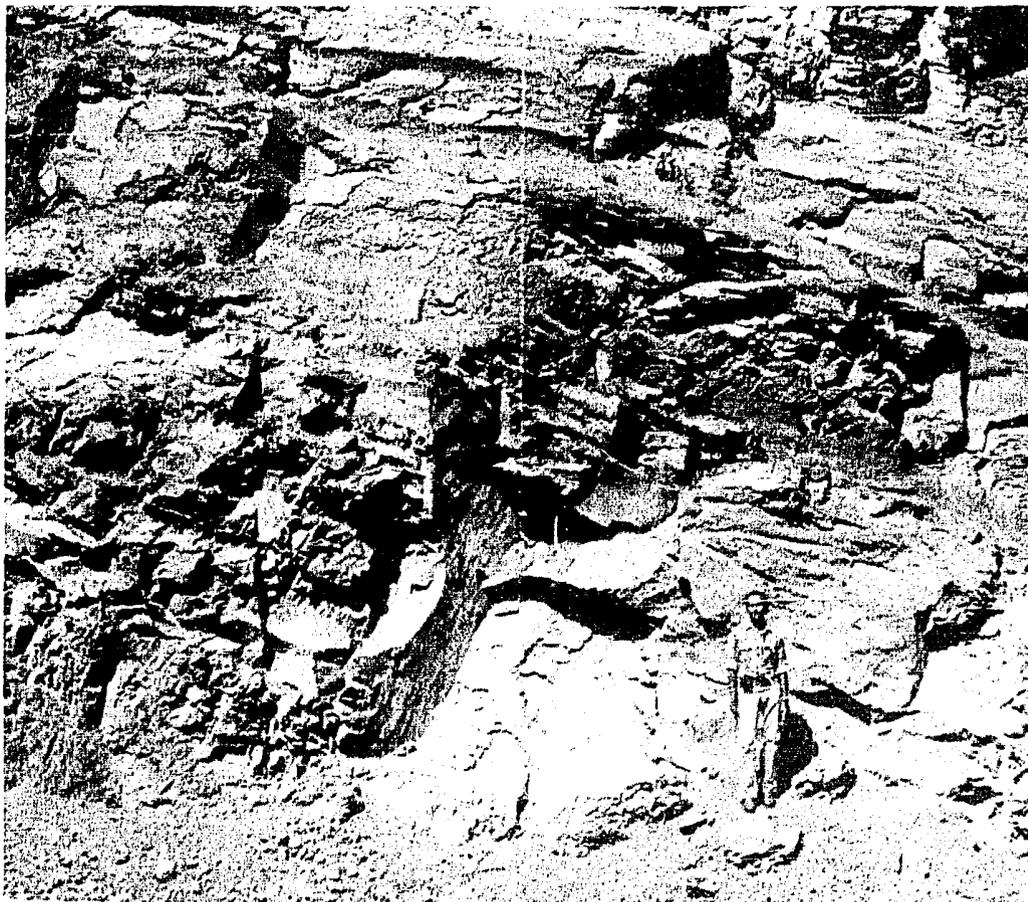
Secuencia de lutita-arenisca con metamorfismo incipiente, cerca del poblado Los Contrera. Nótese el fuerte plegamiento.



Estructuras de lavas almohadillas (pillow --
lavas) en andesita de la secuencia metavolcá
nica, frente al poblado Santo Tomás, sobre -
la carretera Colorines-Las Mesas.



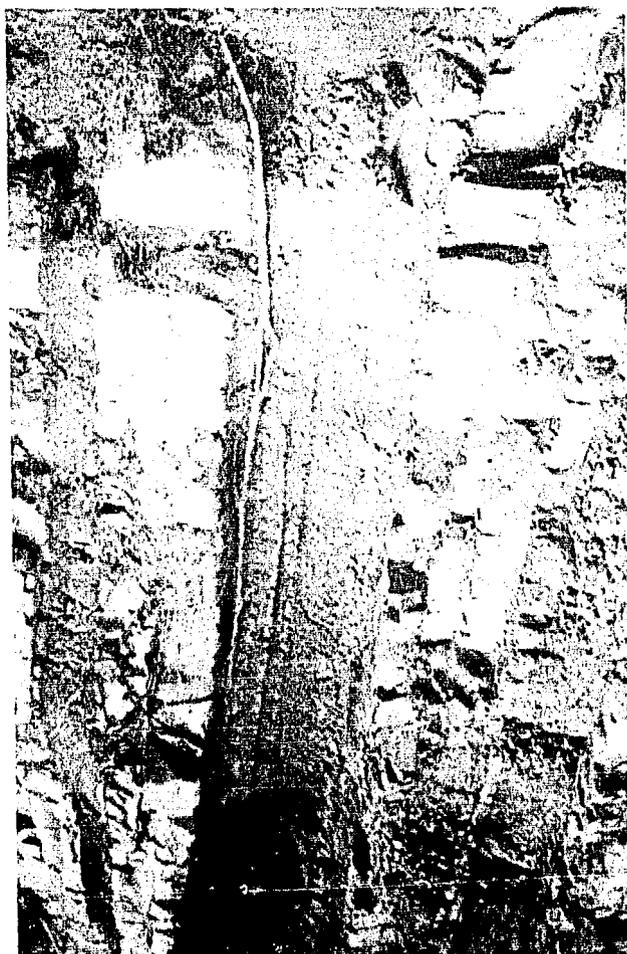
Expresión morfológica de las areniscas conglomerados del Cretácico Superior, son notables los escarpes casi verticales.

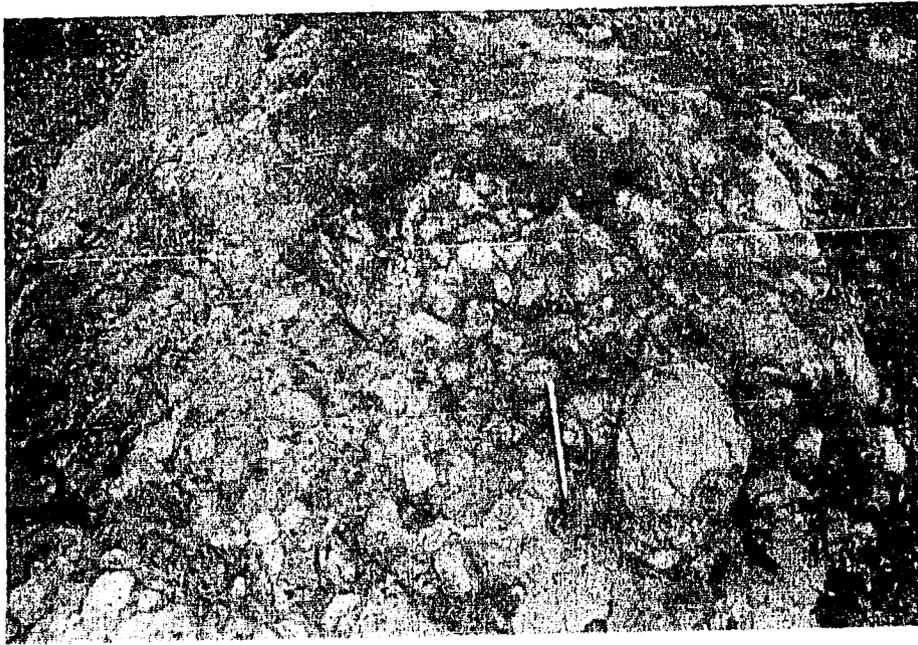
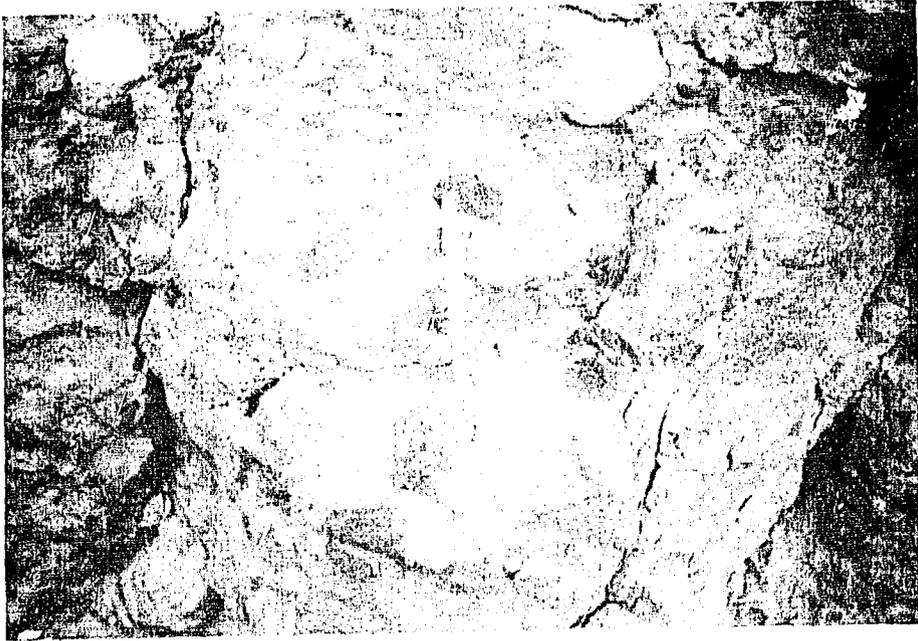


Areniscas de grano fino masivas y delezna-
bles del Cretácico Superior, de la barran-
ca Los Bonetes cerca del puerto El Cirian,
obsérvese el intenso fracturamiento.

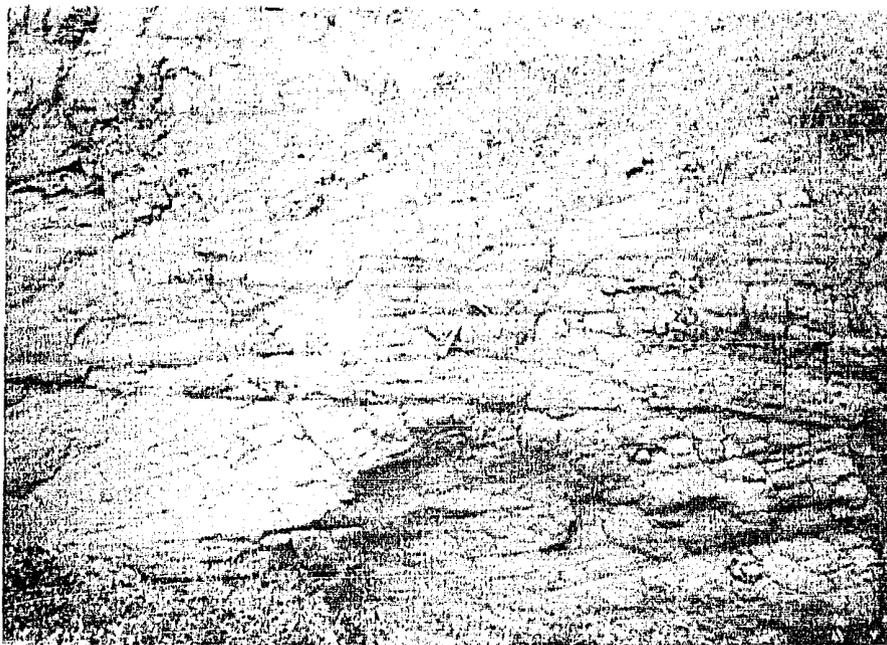


Intercalación de areniscas y limolitas, en estratos con posición casi vertical sobre el flanco del anticlinal de Tzitzio-Tiquicheo, localizado en el Puerto Colorado.

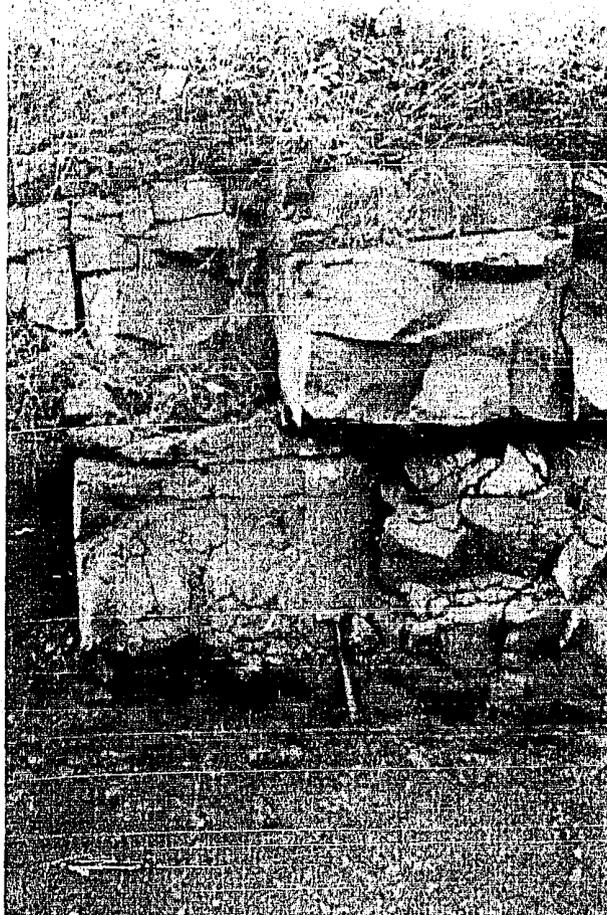




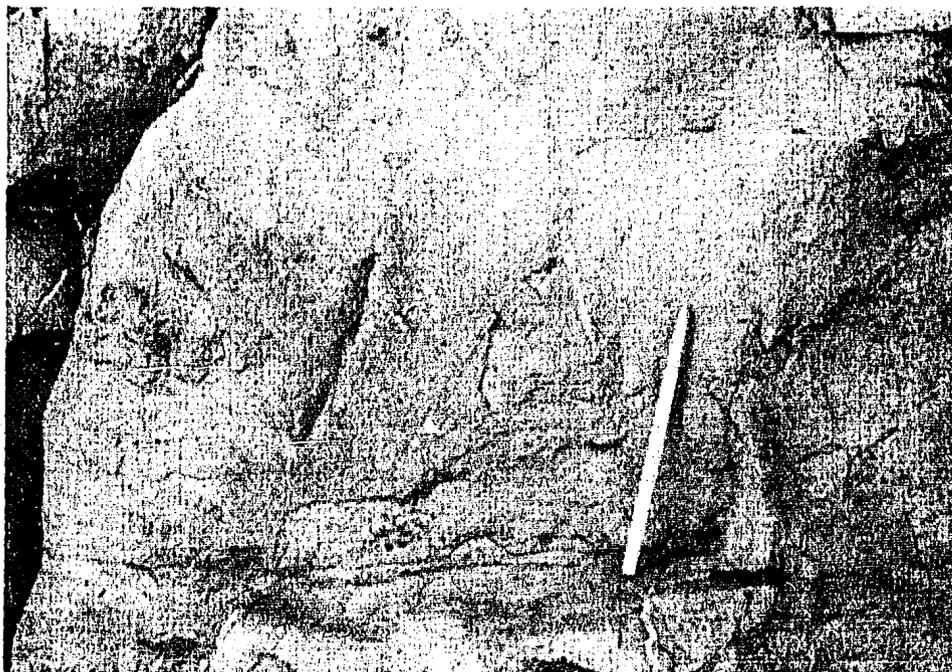
Conglomerado compacto del Cretácico Superior, los clastos son de rocas andesíticas principalmente, corresponden a afloramientos en el flanco oriente del anticlinal Tzitzio-Tiquicheo, en el camino del Limín de Papatzingan-San Pedro y de la barranca Los Bonetes.



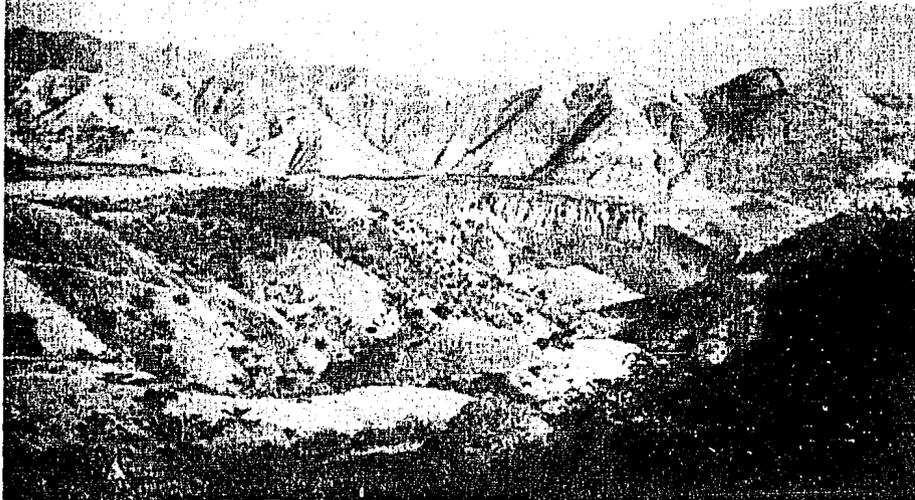
Estructuras de estratificación cruzada en -
las areniscas de la Formación Balsas, a 1 km
de la comunidad La Pluma sobre la carretera
a Las Mesas.



Estratos potentes de areniscas de la secuen-
cia terrígena de la Formación Balsas, 7 kms.
al oeste de Tuzantla sobre la carretera a -
Huetamo.



Andesitas del Terciario Superior a 500 me-
tros al sur de Benito Juárez sobre la carrera
tera pavimentada.



Mesa de basaltos sobre rocas de la secuen--
cia metasedimentaria, al sur de Ixtapan del
Oro.



Vista del poblado Santo Tomás de los Pláta--
nos, sobre la mesa que forma un derrame de -
basalto.