

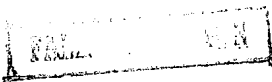
221  
95

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA

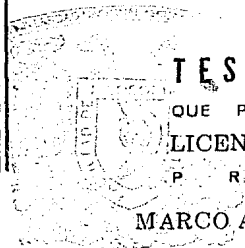
ESTUDIO GEOMORFOLOGICO Y SU RELACION  
CON LA CONSERVACION DE RECURSOS  
NATURALES EN EL MUNICIPIO DE XICOTEPEC  
DE JUAREZ, ESTADO DE PUEBLA  
(ESTUDIO MORFOGENETICO Y MORFO-  
DINAMICO)



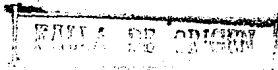
## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN GEOGRAFIA  
P R E S E N T A :

MARCO ANTONIO GUTIERREZ VALDEZ



☆ (III) 19 1989 ☆  
SECRETARIA DE  
ASUNTOS ESCOLARES  
MEXICO, D. F.



1989



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE

INTRODUCCION	1
Antecedentes	1
Consideraciones Teóricas Preliminares	2
Antecedentes Históricos	2
Definición de Geomorfología	4
Lugar de la Geomorfología Dentro de las Ciencias de la Tierra, y Diferencias Entre Geomorfología - Geológica y la Geográfica	6
Importancia de la Escala y Tiempo en los Estudios Geomorfológicos	7
La Teoría de Sistemas Como Método de Investigación Geomorfológica	9
Objetivos y Metodología.	10
Objetivos	10
Metodología	11
Estructura de la Investigación	13
CAP. 1 LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DEL AREA DE ESTUDIO	15
CAP. 2 MARCO GEOLOGICO GENERAL	26
2.1.- Metodología en la Compilación del Mapa Geológico	26
2.2.- Descripción Estratigráfica	28
2.3.- Tectónica Regional	34
2.4.- Historia Geológica	37
CAP. 3 GEOMORFOLOGIA Y UNIDADES DE TERRENO	40
3.1.- Metodología	40
3.2.- Análisis de las Unidades	42
A) Formas de Origen Eoceno-Modelado	43
a) De origen Tectónico-Denudatorio	43
a.1) Laderas plegadas con pendiente fuerte y relieve interno superior a 300 m (en caliza)	43
a.2) Laderas plegadas con pendiente moderada y relieve interno menor a 300 m (en flysch)	47
b) De Origen Volcánico-Denudatorio	49
b.1) Mesas basálticas con relieve interno mayor a 30 metros	55
b.2) Mesas Basálticas con relieve interno menor a 30 metros	55

B) Formas de Origen Exógeno	57
a.1) Planicie fluvial	57
a.2) Terraza aluvial	58
<b>CAP. 4 CARACTERISTICAS CLIMATICAS Y PROCESOS EXOGENOS</b>	60
4.1.- Características Climáticas	61
A) Temperatura	62
B) Precipitación	64
4.2.- Procesos Exógenos	74
<b>CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS</b>	77
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	81

## **INTRODUCCION.**

### **Antecedentes.**

En el año de 1984 dio inicio un proyecto multidisciplinario, coordinado por el Instituto de Biología de la UNAM, y la Escuela Nacional de Antropología e Historia, intitulado "Naturaleza, Sociedad y Cultura en la Sierra Norte de Puebla", el cual ha sido patrocinado y financiado por el CONACYT, con clave PCCSCNA-021702, Área de Ciencias Sociales del CONACYT.

En él, se han llevado a cabo diversas investigaciones comprendidas dentro del área natural como de la social, mismas que han sido realizadas por varios profesionistas como biólogos, antropólogos, geógrafos, agrónomos, etc..

Los temas tratados incluyen estudios del medio físico, organización política, población, historia, estructura económica, religión y medicina tradicional, entre muchos otros.

En esta comunión de disciplinas y temas, el estudio geomorfológico que aquí se contempla se considera importante, ya que pretende contribuir al conocimiento del relieve de una porción de la Sierra Norte de Puebla, -en este sentido cabría decir que no existen trabajos de este género para la zona- ; al carácter multidisciplinario del proyecto, coadyuvando o siendo la base para la elaboración de otros trabajos por realizar ya sea por biólogos, antropólogos o agrónomos y, por que no decirlo, aumentar el acervo bibliográfico de la región, la disciplina y el proyecto.

Tomando en cuenta la relacion con otras disciplinas y la poca difusion y existencia de investigaciones geomorfológicas, creemos pertinente exponer un bosquejo teorico de esta rama de la Geografia Fisica.

#### **Consideraciones Teóricas Preliminares.**

Antecedentes Históricos. Al igual que en la mayoría de las ciencias, la Geomorfología científica fue precedida por el empirismo. En esta época son importantes las observaciones realizadas sobre el medio natural, y más particularmente sobre la materia y las transformaciones que sobre ella se presentan a través del tiempo, modificando con esto, la concepción divina que se tenía al respecto.

En esta fase de ideas aisladas y en ciertos casos tendencias a solucionar un problema específico, destacan las acciones y observaciones de culturas y personajes importantes, cuya intuición los hizo percatarse de una dinámica externa que de ninguna manera estaba originada por el azar, sino que, por el contrario, obedecía a causas específicas.

Es así como en el antiguo Egipto, se empiezan a construir canales a expensas del río Nilo para llevar agua a sus pobladores e irrigar zonas cultivadas; Herodoto (s. V a.c.), al observar el mismo río, reconocía lo que actualmente se llama procesos fluviales y tectónicos; Aristoteles (s. IV a.c.) estudia la presencia y el origen de los manantiales, así como la erosión; Estrabón (s. I a.c.) hace referencia al ascenso y descenso de los continentes e identifica los relieves de origen volcánico; Seneca (s. I d.c.) explica el origen de los valles en función de los

procesos fluviales. al igual que llega a pensar en la existencia de plegamientos; para el siglo XVI Leonardo da Vinci hace referencia a la influencia que tiene el caudal de un río sobre el ensanchamiento y profundización del valle, ideas que le permitieron planear y construir diques y canales de irrigación de la llanura del Po.

Con estas y posteriores ideas, W. M. Davis a finales del siglo XIX, realiza una ordenación y síntesis, con el fin de llevar a la Geomorfología al status teórico y científico.

Para Davis, la comprensión de la corteza terrestre implica el conocimiento de su estructura, de los procesos que sobre ella han actuado y del tiempo.

La síntesis de la visión davisiana en cuanto a la concepción del origen y desarrollo del relieve, se encuentra en su trabajo denominado "El ciclo geográfico" (1899). Al respecto Lugo (1982:10) nos dice: "...la teoría de Davis es de gran importancia por ser el primer intento de explicar el relieve a partir de una secuencia evolutiva que iba mucho más lejos de aquellas que atribuyeron el relieve al agua y al fuego...".

Años después, a principios del siglo XX, Walter Penck lanza su teoría en donde contrapone sus ideas a las de Davis. Penck trata mediante las formas resultantes de los valles, dar una evolución de las mismas; para ello da dos causas a la evolución, una por efectos tectónicos, y la otra debido a la denudación, relacionando el perfil de las laderas de acuerdo a la intensidad de acción de los anteriores fenómenos.

"Se considera así, que la geomorfología tiene dos padres:

Davis y Penck. En el primero dominan los métodos geográficos, en el segundo los geológicos, y solamente con ambos sería posible el desarrollo posterior de la geomorfología, ya que al estudiar al relieve en función del tiempo y del espacio forzosamente se necesita de la geografía y de la geología." (ibidem).

Con esta visión surgen dos interrogantes a considerar, mismas que serán tratadas en posteriores párrafos; estas son el lugar de la geomorfología dentro de las Ciencias de la Tierra y la existencia de una geomorfología geográfica y otra geológica.

Para la geomorfología moderna, entendida a partir de la década de los treinta al presente, surgen tres aspectos a considerar:

- 1.- formulación de principios teóricos encaminados al cuestionamiento del origen y evolución del relieve.
- 2.- elaboración de trabajos con orientación definida y novedosa, como la geomorfología estructural, climática, regional, aplicada y planetaria, y
- 3.- la creación y consolidación de una ciencia de importante aplicabilidad. (ibidem)

Por lo anterior se puede entender que la esencia de la geomorfología radica en la dinámica a la que se ve sujeto el relieve y a la existencia de elementos endógenos y exógenos (bióticos o abióticos) que permiten una aceleración o un debilitamiento de esta dinámica.

Definición de Geomorfología. "La geomorfología es una ciencia natural que tiene por objeto el estudio de las formas de la superficie terrestre, de acuerdo con la etimología



(geo=tierra; morfos=forma). Pero no debe confundirse con la topografía que consiste en dar una imagen cartográfica de la superficie terrestre y, por eso, en medir las formas del terreno. Las mediciones de la topografía son, claro, indispensables para la geomorfología. Ellas proporcionan la base de todo estudio geomorfológico. La topografía es una ciencia puramente descriptiva, mientras que la geomorfología es una disciplina genética. Su objetivo es comprender como las formas de la superficie terrestre se han originado, como han evolucionado hasta el presente, y prever su futuro.

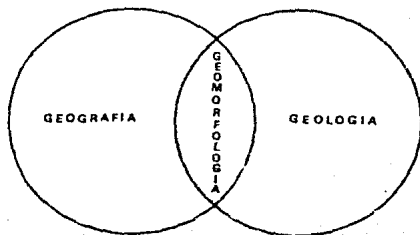
Las formas de la superficie terrestre son las de una superficie de contacto entre dos cuerpos de naturaleza distinta, la costra terrestre, un sólido, y la atmósfera, un gas. Como toda superficie de contacto, la superficie terrestre es función de las fuerzas opuestas que representan estos medios. Cuando estas fuerzas se modifican, el equilibrio es también modificado y la superficie de contacto tiene tendencia hacia la adaptación al nuevo equilibrio de fuerzas, lo que implica modificaciones en la disposición de esta superficie. En el caso de la geomorfología las modificaciones de la superficie de contacto son los cambios de las formas de relieve." (Tricart 1966:3).

Más explícitamente, el relieve terrestre es una combinación de fuerzas endógenas o internas y las fuerzas exógenas o externas que tienden a construir y modelar respectivamente las formas en la superficie de contacto.

Las fuerzas endógenas están representadas por los fenómenos volcánicos y tectónicos; en cambio las fuerzas exógenas son

representadas por los procesos de agradación o acumulación, y los degradatorios o de desgaste.

Lugar de la Geomorfología Dentro de las Ciencias de la Tierra y Diferencias Entre la Geomorfología Geológica y la Geográfica. La ciencia geomorfológica es el resultado de la síntesis e interacción de dos ciencias importantes como lo son la geografía y la geología. Cuando se habla de la geografía se piensa de inmediato en los objetos de estudio de ésta, el espacio y la ubicación de un fenómeno cualquiera, y en lo que se refiere a la geología se piensa en el origen y la evolución de las formas de la corteza terrestre, lo cual, a su vez, hace pensar en el factor tiempo. De esta forma, el relieve de la superficie terrestre implica, tanto la evolución como el espacio y así es como estos tres aspectos (relieve, evolución y espacio) conforman el objeto de estudio de la geomorfología.



LUGAR DE LA GEOMORFOLOGIA DENTRO DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA.

La existencia de la geomorfología influenciada por dos disciplinas afines hace que los tipos de investigación por ella realizada tengan matices que se acerquen más a una u otra.

Así, para el caso en particular de los Estados Unidos la geomorfología es hecha por geólogos y, por lo tanto, con una amplia visión geológica. Se puede considerar que las necesidades del geólogo son más en el sentido vertical; un ejemplo de esta verticalidad son las teorías expuestas por Davis y Penck al considerar a todo proceso como una evolución unilineal, sin tener en cuenta que todo proceso está influido por muchos elementos y que, dependiendo de la mayor acción de uno u otro la forma resultante presentará características más afines a este elemento.

Este tipo de geomorfología se concibe como estructural, en donde la estructura y el tiempo geológico (millones de años) son factores de los más importantes.

La geomorfología geográfica posee una visión horizontal de los hechos, es decir, sitúa al proceso en relación con su entorno. Este tipo de geomorfología se restringe en el tiempo al estudiar el relieve actual.

Estas situaciones hacen que este tipo de geomorfología presente un mayor grado de aplicabilidad con respecto a la anterior.

Importancia de la Escala y Tiempo en los Estudios Geomorfológicos. Para percibir la importancia de la escala y el tiempo en la geomorfología, hay que distinguir cuatro variantes de la misma, como nos lo señala Verstappen (1963):

1.- Geomorfología Estática que se encarga de la morfología, nos

da una descripción cuantitativa y cualitativa del relieve, y nos hace referencia al origen o evolución; ejemplo de estos resultados son las cartas topográficas o de pendientes.

2.- Geomorfología Dinámica, sus estudios implican cambios rápidos del relieve que pueden ser observados por el hombre, se maneja lo que pasa en estos momentos. Trabajos de este tipo son la dinámica de la erosión, la remoción en masa, etc.

3.- Geomorfología Genética, se encarga del estudio del origen de las formas y la evolución del relieve.

4.- Geomorfología Ambiental, establece la relación con los demás elementos del medio natural, existiendo una concepción más global del medio y su influencia en el relieve.

Para estos enfoques de estudio, el tiempo -entendido como la medida de acción de los agentes externos (viento, lluvia, gravedad, etc.) sobre la materia-, tiene diferente valor:

En el estático el tiempo no se considera por estudiar un momento dado, en cambio en los restantes el tiempo es fundamental aunque con diferentes características.

En la geomorfología dinámica el tiempo es menos geológico y más geográfico; en los estudios genéticos implica un tiempo más geológico y por lo tanto menos geográfico.

Para la geomorfología ambiental, la escala temporal no es mayor al Cuaternario, aunque es más común una escala geográfica.

En cuanto a la escala -que se debe entender como la porción en que es representada una forma material en un papel-, la geomorfología estática necesita una escala muy grande (1:5 000 o 1:10 000), dependiendo de los objetivos.

Para la geomorfología dinámica la escala debe de ser, al igual que la anterior muy grande, capaz de identificar características volcánicas, de erosión, de depositación, entre otras.

En la geomorfología genética es indispensable la relación con procesos geológicos y por lo tanto, se necesitan escalas medias.

En geomorfología ambiental por implicar estudios detallados se necesita de la utilización de escalas grandes.

La división anterior no implica que el estudio geomorfológico aplicado se circunscriba a la utilización de uno de estos aspectos para su realización, por el contrario, es muy común encontrar investigaciones que se sustenten en el empleo de uno o más de estos aspectos, conforme los objetivos e apartados se vayan solucionando.

Igual situación sucede con la escala, pudiéndose modificar desde el levantamiento de mapas geomorfológicos de pequeño detalle, hasta aquellos de gran detalle como el croquis geomorfológico conforme se requiera.

La Teoría de Sistemas Como Método de Investigación Geomorfológica. El estudio del relieve, objeto de estudio de la geomorfología, ya no se concibe en una forma estática, sino que por el contrario se entiende en función de su dinámica y evolución, ya que este, como reflejo del paisaje se va sujeto a la influencia directa de los elementos bióticos y abióticos.

Entender al relieve en particular y al medio natural en general como mutables e interdependientes nos lleva a

involucrarlos con una teoría holística que ha tenido una amplia aceptación dentro de las ciencias naturales; se trata de la teoría de sistemas.

La teoría de sistemas implica el análisis del medio natural (sistema), como una cadena de elementos que interactúan entre sí para conformar un todo diferenciable con el exterior, y en donde la ausencia de uno de estos elementos traería la conformación de un sistema completamente diferente.

El análisis de las características cualitativas y cuantitativas de los elementos del sistema tiene por objeto conocer la génesis y la dinámica del medio ambiente para evaluar su vulnerabilidad ante las posibles acciones antrópicas, o en su defecto, proponer medidas correctivas cuando estos sistemas sean alterados.

Los trabajos y metodologías que contemplan esta necesidad de integración en los estudios geomorfológicos son múltiples (Tricart y Kilian, 1982; Verstappen, 1983; Van Zuidan, 1985, etc.), sin embargo por su mismo carácter holístico son complejos y no en muchos casos llegan a concretarse. El presente estudio contempla esta visión, integrando los elementos del ambiente que expliquen la morfogénesis y la morfodinámica de la zona de Xicotepéc, para la cual no existen estudios geográficos y cartográficos a este nivel temático y de detalle, aspectos últimos que justifican la investigación.

#### **Objetivos y Metodología.**

Objetivos. En esta investigación geomorfológica, nos planteamos los siguientes objetivos:

- 1.- Realizar una investigación geomorfológica que contribuya al conocimiento del medio físico y al entendimiento de las actividades humanas productivas.
- 2.- Elaborar una regionalización natural que permita detectar los procesos geomorfológicos que sobre ellas hayan incidido e incidan actualmente y que sirva de base para investigaciones más específicas.
- 3.- Levantar cartas temáticas en escala original de 1:50 000 que ayuden a comprender las características del relieve.
- 4.- Reconocer y jerarquizar los eventos geológicos que hayan influido directamente en la morfología del relieve.
- 5.- Efectuar una caracterización climática, que permita fundamentar la estabilidad o inestabilidad del medio.
- 6.- Sintetizar los eventos anteriores, a través de la elaboración de una carta geomorfo-genética y su consiguiente texto explicativo.

Metodología. En la presente investigación, la metodología empleada corresponde en forma general a los lineamientos seguidos en investigaciones de este género (Palacio, 1982 y 1985; Bocco, 1983; Lugo, 1984; Vázquez, 1985, etc.), así como la incorporación de elementos desarrollados por Verstappen (1983) y Van Zuidam (1985).

Por ser un estudio que se sustenta en la cartografía, se puede decir que la metodología está en función de su elaboración y análisis. En este sentido existieron particularidades en la conformación de cada uno de ellos.

El primer mapa a considerar es el base topográfico\*, que es el resultado de la integración de parte de cuatro cartas topográficas escala 1:50 000 editadas por el INEGI; este mapa con ayuda de información bibliográfica, permitió tener una visión global de la zona de estudio y, por lo tanto, un conocimiento general de sus aspectos físicos, sociales y económicos.

Un segundo grupo de mapas es resultado de la consulta bibliográfica y por lo mismo de la transcripción de otras fuentes, ejemplos de estos son el mapa de cuencas hidrológicas, suelos, unidades tectónicas y tipos climáticos higrótermicos

Con base en mapas geológicos de distintas escalas y la consulta de bibliografía existente, fue posible la compilación del mapa geológico, siendo imprescindible para la delimitación de los contactos litológicos, la fotointerpretación de 77 fotografías aéreas escala 1:20 000 en blanco y negro editadas por Aerofoto.

Los mapas de vegetación y uso del suelo, y el de isoyetas e isotermas, son completamente originales. El primero se conformó con base en la fotointerpretación y a la verificación de ésta en el campo; para la elaboración del segundo mapa se procesaron los datos de precipitación y temperatura de ocho estaciones meteorológicas, con base en las medias se interpoló y extrapoló considerando la topografía.

El mapa geomorfogenético, al igual que los anteriores es original, y es una síntesis del mapa topográfico, el geológico,

\* Este mapa no sólo incluye el municipio de Xicotepec de Juárez debido a las causas que se detallan en el primer capítulo.



la fotointerpretación y el trabajo de campo, para su conformación también fue necesaria la consulta bibliográfica sobre el tema.

Asimismo es importante recalcar que la información textual y cartográfica aquí generada se cimentó en un amplio trabajo de campo, lo que nos permitió ratificar o rectificar lo emanado del trabajo de gabinete, así como la obtención de un conocimiento más particular de la mayoría del área de estudio. Se debe reconocer que en aquellas áreas en donde fue difícil el acceso, se decidió extrapolar la información de áreas similares, considerando por lo tanto, esta característica como importante pero no dominante.

#### **Estructura de la Investigación.**

La investigación se ha estructurado en cuatro capítulos. En el primero se localiza al área de estudio y se exponen sus características geográficas más importantes en forma sintética. El segundo está dedicado exclusivamente al marco geológico, en él se menciona la importancia de la geología en los estudios geomorfológicos, se externa en detalle la metodología en la compilación del mapa, se hace referencia a la estratigrafía, a la tectónica regional y a la historia geológica. Al tercer capítulo se le ha denominado "Geomorfología y Unidades de Terreno", en él se abordan aspectos metodológicos en detalle, y se define y caracteriza a cada unidad geomorfológica y forma de relieve detectada. En el cuarto capítulo se explica la importancia de la estabilidad o inestabilidad en un medio, se lleva a cabo un análisis de los principales elementos y factores climáticos determinando el ambiente bioclimático en el que se encuentra la

zona de estudio, de igual forma se hace referencia a los procesos exógenos presentes. El último apartado corresponde a las conclusiones generales del trabajo.

## CAP. 1 LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DEL AREA DE ESTUDIO.

Si bien en primera instancia el area a estudiar estaba restringida a la unidad politico-administrativa del municipio de Xicotepec de Juárez, se vio la necesidad de ampliar esta zona debido a que no son conocidos con exactitud los límites de esta (ni en la cabecera municipal), y a que las diversas fuentes que la delimitan (mapa de carreteras de la SOP. 1976; X censo de población y vivienda. SPP 1981; síntesis geografica de Puebla, INEGI. 1987; carta base municipal. Instituto de Geografía UNAM. 1984, etc.), en lo absoluto coinciden; es por ello que se tomaron las localidades o rancherías mas extremas localizadas hacia los diferentes puntos cardinales pertenecientes al municipio, para delimitar el área de estudio (Mapa 1). En este sentido, cartográficamente el área de estudio queda comprendida en mayor o menor grado en 4 cartas topográficas escala 1:50 000, editadas por INEGI: estas son: la hoja Villa Juárez (F14 - D74), Pahuatlán (F14 - D73), Huauchinango (F14 - D83) y Filomeno Mata (F14 - D84). Sus coordenadas extremas son los paralelos 20° 11'30" y 20°26' latitud norte y los meridianos 97°45'50" y 98°03'02" longitud oeste.

La región ocupa una superficie de aproximadamente 643 km<sup>2</sup> e incluye la totalidad del municipio de Xicotepec de Juárez, con una superficie de 302.16 km<sup>2</sup>; la porción sur de los municipios de Venustiano Carranza y Jalpan, la este y sureste de Tlacuilotepec, una pequeña superficie del oriente de Naupan, el norte de

Huauchinango y Nuevo Necaxa (Juan Galindo); así como el oeste y noroeste de Zihuateutla, todos ellos en el extremo norte del estado de Puebla. (Mapa 2).

La principal vía de acceso la constituye la carretera federal libre # 130 (México-Tuxpan) que atraviesa la zona de estudio de suroeste a noreste, siguiéndola en importancia la carretera estatal Dos Caminos-La Unión-La Ceiba.

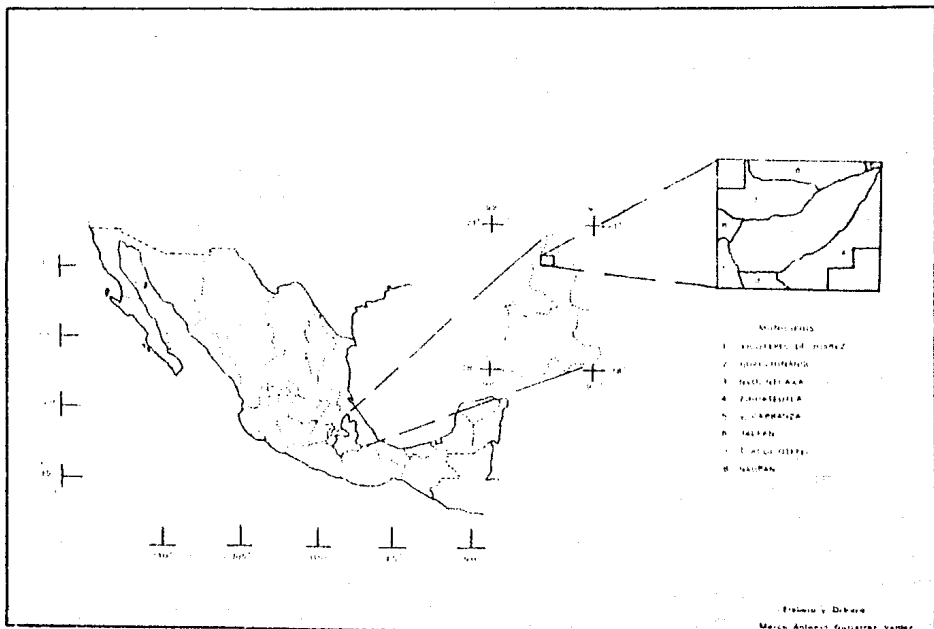
De igual forma existen numerosos caminos de terracería y veredas en mal estado, por lo que la comunicación hacia el interior es difícil y tardada.

Destacan como poblaciones importantes la ciudad de Xicotepec de Juárez, La Ceiba, La Junta, San Agustín Atlihuacán y Tlaxcalaltongo por parte del municipio de Xicotepec de Juárez; Nuevo Necaxa y Tenango de las Flores, pertenecientes al municipio de Nuevo Necaxa y las poblaciones de Zihuateutla y la Unión por parte del municipio de Zihuateutla.

Desde la perspectiva fisiográfica la región se localiza en dos provincias, el sector suroeste en la de la Sierra Madre Oriental y el sector noreste en la Planicie Costera del Golfo de México.

Esta situación determina la existencia por un lado, de relieves elevados y accidentados y por el otro, de relieves altitudinalmente bajos y relativamente llanos. (ver cortes topográficos A-A', B-B' y C-C').

Orograficamente, los sistemas de mayor importancia por su altitud y extensión lo constituyen tres alineamientos que litológicamente están constituidos por calizas e intercalación



MAPA NO. 2 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO EN EL CONTEXTO NACIONAL Y ESTATAL.

de calizas-lutitas, localizados en la provincia de la Sierra Madre Oriental. Los dos primeros, paralelos entre si, se caracterizan por tener una orientación noreste-suroeste y por presentar altitudes del orden de los 1840 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), como lo es el cerro Netlatiltepetl y 1600 m.s.n.m. como los cerros Necaxaltepetl, Yelotepetl y Tepetzintla, todos ellos ubicados en el extremo suroeste del área de estudio; el tercer alineamiento presenta una orientación noroeste-sureste y lo conforman el cerro San Pedro (1520 m.s.n.m.), el cerro Mecatlán (1440 m.s.n.m.) y el cerro San Miguel (1400 m.s.n.m.), este sistema se ubica al noreste de la ciudad de Xicotepac.

El sector noreste es una zona de lomeros modelados sobre rocas intercaladas de lutitas-areniscas del paleoceno, en donde la altitud de las formas no sobrepasan los 600 m.s.n.m.: es esta zona el limite occidental de la Planicie Costera del Golfo de México.

Un rasgo fisiográfico que no es exclusivo de alguna de estas dos provincias son las mesas basálticas, que se encuentran d'seminadas a lo largo y ancho de la región, variando en altitud de 1100 m.s.n.m., como la mesa Villa Juárez, a 400 m.s.n.m. en la de Santa Rita.

Por ultimo habría que hacer mención de los amplios y profundos valles y cañones que separan a las mesas basálticas y profundizan sobre los sistemas montañosos.

La red hidrologica lo conforman varias corrientes perennes, originadas en la Sierra Madre Oriental que divagan con rumbo permanente al noreste, es decir, hacia el nivel de base del Golfo

de México. Son tres las cuencas que drenan el escurrimiento de la zona de estudio, todas ellas incluidas en la region hidrológica 27 Tuxpan-Nautla. (Mápa.3)

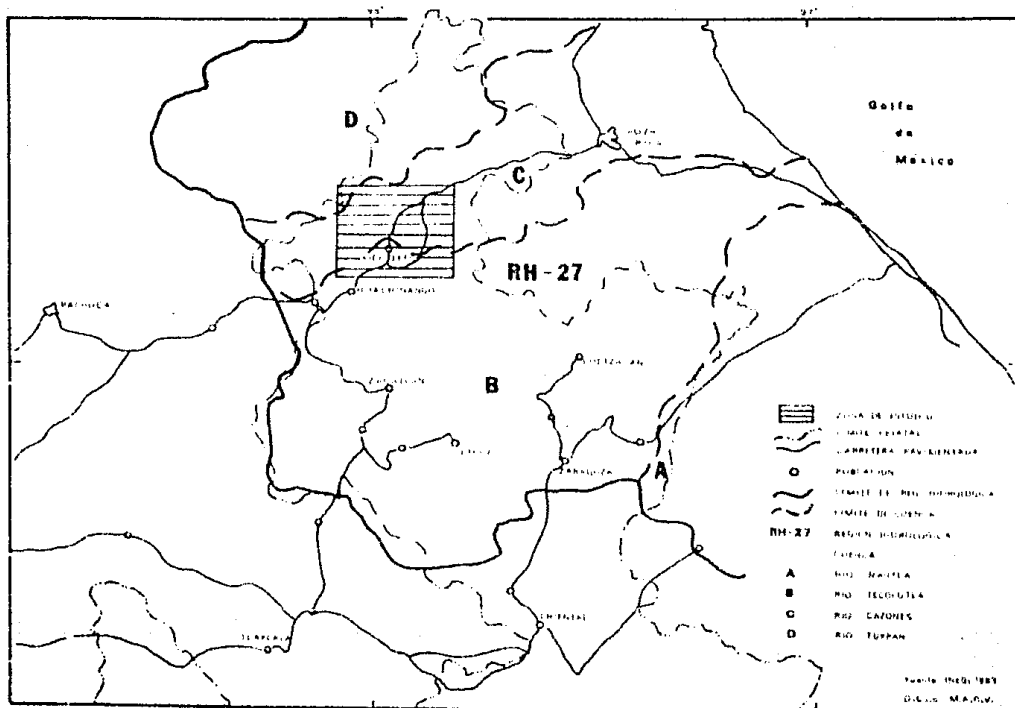
La primera y más importante es la del río Cazonas, que capta el mayor escurrimiento, abarcando el área central de la zona de estudio. Los principales afluentes que se presentan -todos ellos perennes como ya se mencionó anteriormente-, son el río San Marcos -el más sobresaliente por longitud, caudal y planicie acumulativa que presenta-, el río Cilima, el río Higuero (Nactanca), el río Coyotes y el río Amixtlán, todos ellos afluentes del primero y provenientes de la margen izquierda de la subcuenca del río San Marcos.

La segunda cuenca hacia la que se dirige la escorrentia, es la del río Tecolutla; los ríos que se unen a esta cuenca son el Necaxa y el Arroyo Seco -que de seco nada más tiene el nombre-, ambos ubicados al sur y noreste respectivamente, de la mesa basáltica de Villa Juárez.

Por último la cuenca del río Tuxpan se ve alimentada por la corriente del río Papaloctipan (Acalman), mismo que se localiza en el extremo noroeste de la zona de estudio.

Asimismo, existen dos almacenamientos artificiales (presas), cuya utilidad está dirigida hacia la generación de energía eléctrica, estas son las presas Tenango con una capacidad de 50 millones de metros cúbicos, y la de Necaxa con 43 millones de metros cúbicos (INEGI 1987), ambas localizadas en el municipio de Nuevo Necaxa.

La distribución climática, como es de suponerse, presenta





una zonalidad congruente con los rasgos fisiográficos y altitudinales del área de estudio, al influir estos en gran parte en las condiciones de temperatura y precipitación.

Dos son los grupos climáticos presentes en la región: el cálido y el templado.

El clima cálido, se extiende en dirección noroeste-sureste a todo lo largo y ancho de la Planicie Costera del Golfo; este sector es representado por la clave climática AwA' (e.g.).

El clima templado se localiza en la zona de barlovente de la Sierra Madre Oriental y corresponde a las regiones con una altitud mayor a los 600 m.s.n.m., la clave climática es (A)C(m)a(e.g.).

Las condiciones altitudinales, hidrologicas y climaticas, explican en buena medida las características generales de la vegetación, que comprende tres diferentes comunidades vegetativas nativas establecidas a diferente altitud (Mapa -4). (ver cortes topográficos A-A', B-B' y C-C').

La primera comunidad localizada por abajo de la cota de los 200 m -para el área en cuestión-, es la que Rzedowski (1978) ha denominado bosque tropical perennifolio y Puig (1974) como bosque tropical medio subperennifolio.

Dentro de las características climáticas imprescindibles para su distribución espacial, está el presentar una temperatura media anual superior a 20°C, pero rara vez a 26°C; una oscilación térmica no mayor a 11°C y a menudo menor a 6°C. En cuanto a la precipitación media anual, esta rara vez sobrepasa los 4000 mm aunque frecuentemente oscila entre los 1500 y 3000

mm. y por ultimo, el numero de meses secos por año es inferior a 2, aunque en zonas limítrofes llega a ser de 4 o 5 (Rzedowski op. cit. pag. 160).

A pesar del alto grado de perturbación de esta comunidad primaria, fue posible identificar especies importantes de este bosque tales como: Ceiba (Ceiba pentandra), Cedro (Cedrela odorata), Chacajilota (Bursera simaruba), Sangre de Drago (Croton draco) y Ojite (Brosimum Allicastrum).

El bosque mesófilo de montaña, Rzedowski (ibidem) o bosque caducifolio húmedo de montaña según Puig (op. cit.), es la comunidad vegetal que le sucede en sentido ascendente a la anterior, presentándose en un intervalo altitudinal de 900 a 1300 metros aproximadamente.

Las características que Rzedowski (op. cit. pag. 316), en forma general, da para esta comunidad son: una precipitación media anual no menor a 1000 mm. siendo lo común del orden de los 1500 mm. aunque en algunos casos exceda los 3000 mm; llega a presentar de 0 a 4 meses secos y una elevada humedad atmosférica, así como una temperatura media anual que varía de 12 a 23 °C y una oscilación térmica de 2.5 a 7 °C.

Al igual que el anterior tipo de vegetación, la presente se encuentra muy alterada, no obstante lo cual es posible reconocer especies importantes y representativas como el Hulecho Arborescente (Alsophila sp.), Cocozote (Liquidambar styraciflua L.) y Encino (Quercus rotundifolia Liebm.).

Una tercera comunidad vegetativa es aquella que se encuentra confinada a las mayores altitudes de la zona en cuestión

(superior a la cota de los 1400 m.), y por lo tanto es la que menor extensión ocupa .

Se trata en este caso, de una comunidad a la que Rzedowski (op. cit. pag. 155) considera por separado como bosque de Quercus y bosque de Coníferas.

Dentro de las características climáticas de su entorno presenta similitudes en cuanto humedad y precipitación con respecto al bosque mesófilo de montaña, no así en temperatura, puesto que para la primera su media anual es más fría, oscilando entre los 12 a 16 C debido principalmente a su diferencia altitudinal.

Las especies importantes de este "bosque mixto" son: Pinus patula, Quercus sp. y Liquidambar styraciflua L.

Asimismo encontramos vegetación que ha sido inducida y/o cultivada por el hombre, siendo la más representativa los pastizales, que se ubican principalmente en la región fisiográfica de la planicie, y los cafetales diseminados en gran parte de la zona; esta vegetación ha de considerarse como la de mayor importancia debido a que ocupa un mayor porcentaje del área cultivada, y es la que constituye el principal ingreso de la población (Mapa 4). (cortes topográficos A-A', B-B' y C-C').

Esta vegetación se desarrolla sobre diversos tipos de suelos (Mapa 5), mismos que presentan una zonalidad de acuerdo a las características geológicas, climáticas y topográficas sobre las que se desarrollan. De esta forma, tenemos que los suelos acrisoles, nitosoles y luvisoles se localizan principalmente sobre las mesas basálticas; los cambisoles, regosoles y feozem

SIGNELE CONTOURALIBRARE

PROFILI, SCELTE  
 METRI IN QUANTITÀ  
 PER IL TRACCIATO DEL TERRENO

LINEE QUADRANGOLARI

LINEE QUADRANGOLARI  
 CONTINUE, INTERRUPTIVE  
 E PUNTELLATE

PROFILI  
 PUNTELLATI

TRACCIATO DEL TERRENO

PROFILI

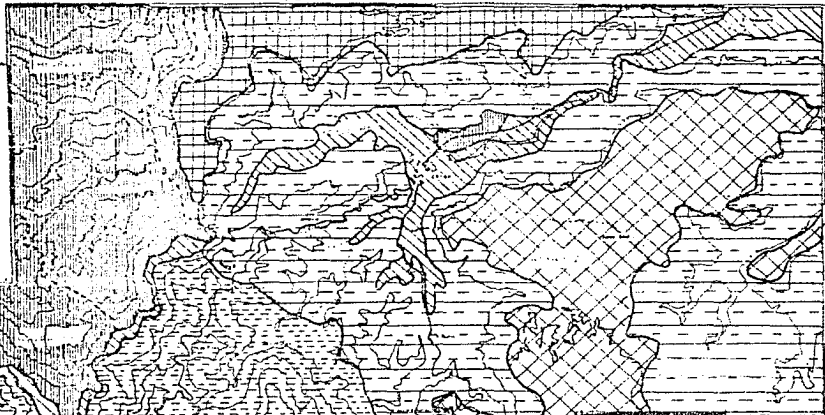
PROFILI

PROFILI

PROFILI

PROFILI

PROFILI



MAPPA No. 5  
 SUELOS

- ACRISOL
- ANDOSOL
- CAMBISOL
- FLUVISOL
- LITOSOL
- REGOSOL
- NITOSOL
- LUVISOL
- VERTISOL
- FEOZEN



Scala 1:50,000

Scala 1:25,000

Figura 1. SUELOS

Scale 1:50,000

Scale 1:25,000  
 Contorno, 1:25,000  
 Mapa No. 5  
 W.P. 1:25,000

sobre una litología de calizas y lutitas-areniscas; los suelos vertisoles en las planicies acumulativas. Esto en cuanto a las unidades de mayor importancia por su extensión; otros que no presentan esta característica y que por el contrario se encuentran minimamente representados son los litosoles, fluvisoles y andosoles.

## CAP. 2 MARCO GEOLOGICO GENERAL.

El incluir un capítulo en donde se trate exclusivamente las características geológicas obedece a la importancia que ésta representa para el estudio geomorfológico. No es en vano afirmar que la geomorfología se deriva de la combinación de los elementos geológicos con los geográficos a fin de conocer y entender las características del relieve terrestre.

Es por ello, que es necesario comprender que el relieve -en su mayoría-, es consecuencia directa en primera instancia, de los movimientos internos de la litósfera (fuerzas endógenas), representadas por la orogénesis y la tectogénesis.

Es conveniente aclarar, que el presente capítulo lejos de cimentarse en un análisis exhaustivo, se consolida en buena parte en la consulta cartográfica, de fotografía aérea y bibliográfica a la que se pudo tener acceso, así como su rectificación o ratificación en el trabajo de campo.

### 2.1.- Metodología en la Compilación del Mapa Geológico.

El mapa geológico en este trabajo, es una integración de diversas fuentes que contrastaban entre sí por la escala utilizada, y por el detalle empleado en la clasificación de las unidades litológicas y estructuras geológicas.

Para ejemplificar lo anterior, a continuación se expondrán algunas características de la cartografía consultada

A) Cartas geológicas editadas por INEGI (1983), correspondientes a las hojas Poza Rica F14-12 y Pachuca F14-11; presentan una escala chica (1:250 000) y por tanto una división

litológica general -que sin embargo es la que se utilizará por convenir a los intereses de la investigación, como se explicará más adelante- así como estructural.

B) Carta geológica del prospecto Acaxochitlán (Gutiérrez, 1984). Esta carta se caracteriza por su escala de 1:50 000 y por delimitar la litología en Formaciones, así como la amplia información estructural que presenta.

C) En este último inciso, se incluye a los mapas presentados en los trabajos de tesis y excursiones geológicas. Estos mapas tienen el inconveniente de la escala (de 1:500 000 a 1:1 000 000) y por ende una gran generalización en la información vertida, en unos casos, y en otros una "geología de carretera".

Ejemplos de estos trabajos, que de ninguna forma son desdenados y por el contrario son el sosten de los posteriores apartados del capítulo (estratigrafía, tectónica e historia geológica) se encuentran los siguientes: Avila (1965), Nieto (1967), Velarde (1967), Avila (1971), Reyes (1971), y el Congreso Geológico Internacional (1956).

Obtenida esta información, se procedió a transferir en un mapa topográfico escala 1:50 000 la información contenida en las cartas geológicas 1:250 000. De esta manera se contó con dos mapas geológicos escala 1:50 000: 1) El mapa del prospecto Acaxochitlán -que en cierta forma incluye la información de los trabajos referidos en el inciso C-, y 2) La ampliación de los mapas geológicos editados por INEGI (1983).

Acto seguido fue la sobreposición de ambos mapas con el objeto de detectar las similitudes e incongruencias en la

delimitación de los contactos litológicos. Como era de esperarse las dos situaciones se presentaron, confirmandose o solucionándose la delimitación, según sea el caso a través de la fotointerpretación de 7 líneas de vuelo, integradas por 77 fotografías aéreas escala 1:20 000, implicando para ello, elementos de análisis tales como la ruptura de pendiente, la red de drenaje y la morfología del relieve entre las principales.

Estas fases trajeron consigo la obtención de un mapa geológico (Mapa 6) único, que fue examinado mediante el trabajo de campo, corrigiéndose en muy contadas ocasiones. Por ello se considera que esta metodología brindó buenos resultados en la compilación del mapa.

Si bien, por la escala manejada en esta investigación pudiera esperarse un mapeo litológico que implicara a las diferentes formaciones sedimentarias y no a los periodos geológicos -que fue lo que se hizo, excepto en la Formación Chicontepec Inferior-, ello se debió, a que no existen entre las formaciones de un mismo periodo y para la zona de estudio, diferencias que morfológicamente se reflejaran en el relieve.

## **2.2.- Descripción Estratigráfica.**

La estratigrafía del área la constituyen rocas y materiales sedimentarios marinos y continentales, así como volcánicas en un intervalo de tiempo del Jurásico Medio al Cuaternario (aluvión).

Las rocas sedimentarias forman importantes espesores de material y sus edades varían desde el Jurásico Medio al Paleoceno; en esta misma categoría sedimentaria se incluye a materiales no consolidados del Cuaternario como el aluvión. Las



rocas ígneas, consecuencia de la actividad volcánica de fines del Terciario (Plioceno), originaron derrames aislados que conformaron masas basálticas alargadas.

Es conveniente aclarar que la descripción de las formaciones que a continuación se presentan, se fundamenta en el trabajo de Avila (1971), salvo en el caso de la Formación Cahuizas.

#### A.- Jurásico.

##### A.1. Jurásico Medio.

Representada en el área por la Formación Cahuizas, López Ramos (1979) la caracteriza como una secuencia continental de lutitas, limonitas, areniscas y conglomerados rojos, que infravasan preferentemente al Jurásico Superior marino.

El único afloramiento es debido al descubierto por la profundización del río San Marcos, mismo que atraviesa al anticlinal de Villa Juárez en una dirección oeste-este, se localiza al norte y este de la población de Tlapehuala y al sur y oriente de Cuatepec. Su representación morfológica la constituyen laderas abruptas ampliamente disecadas, con una pendiente de 30 a 60 grados. (ver cortes topográficos A-A', B-B' y C-C').

##### A.2. Jurásico Superior.

Litológicamente, es un período constituido por calizas de color negro y gris oscuro carbonosas, alternando con capas delgadas de lutitas color negro y bentonita verde. A este respecto es importante mencionar que este período es dividido en cuatro formaciones (Tepexi, Santiago, Tama y Pimienta) por otros autores, sin embargo, siguiendo el criterio de Gutiérrez

(op. cit.), son agrupadas por presentar gran uniformidad litológica.

Existen varios afloramientos de esta época, destacando por su extensión los que rodean al Jurásico Medio en el poniente de la región, y al que han descubierto los valles del río Necaxa y Arroyo Seco al sur y oriente, respectivamente de la mesa Villa Juárez. Otros vestigios menores en importancia por la extensión que ocupan -no así por la estructura que los influye para que afloren-, son dos pequeños afloramientos localizados sobre el eje del anticlinal Las Pilas en el centro de la región. Su morfología se define por laderas disecadas con una pendiente variable que va de los 10 a los 60 grados.

#### B.- Cretácico.

##### B.1. Cretácico Inferior.

Es una época integrada por la Formación Tamaulipas Inferior y Horizonte Otates; no diferenciándose en el mapa geológico por la razón anteriormente expuesta. La primera está integrada por calizas de capas delgadas a medianas de color gris clara, de aspecto aporcelanado con nódulos y lentes de pedernal color gris. La segunda comprende un horizonte relativamente delgado de calizas arcillosas de color gris oscuro con bandas de pedernal negro y lutitas color gris verdoso intercaladas.

Los afloramientos de esta roca se encuentran diseminados por toda la región, exceptuando el sector noreste ( Mapa 6 ). Su morfología es la de una superficie montañosa de fuerte pendiente (20 a 45 grados ), y con altitudes que varían de los 500 a los 1800 m.s.n.m.; constituyendo así las mayores elevaciones de la

zona de estudio. (ver cortes topográficos A-A', B-B' y C-C').

### B.2. Cretácico Medio.

Esta es una época representada por la Formación Tamaulipas Superior; está constituida por caliza de color gris pardo en capas delgadas a gruesas con nódulos y bandas de pedernal negro con intercalaciones laminares de bentonita de color gris verdoso.

Se distribuyen principalmente en el centro de la zona de estudio en forma longitudinal y paralela al anticlinal de Las Pilas, cubriendo a rocas más antiguas como las del Cretácico Inferior y Jurásico Superior. Otro de los afloramientos con estas características litológicas sirve como límite sur al embalse de la presa Tenango. El relieve modelado en esta Formación es accidentado, con una pendiente máxima de 45 grados, cimas interfluviales cóncavas y una elevada profundidad de disección.

### B.3. Cretácico Superior.

En él se encuentran las Formaciones Agua Nueva, San Felipe y Méndez, todas ellas indiferenciadas en el mapa geológico (Mapa 6). Estas formaciones comprenden el intervalo estratigráfico entre la cima de la Tamaulipas Superior y la base de las rocas del Paleoceno. La Formación Agua Nueva es una intercalación de calizas color gris claro y oscuro arcillosas, con lutitas y bandas de pedernal, ambas de color negro. La Formación San Felipe está constituida por calizas de color gris verdoso en capas no mayores a 20 cm., con intercalaciones de bentonita muy delgada (menores a 4 cm.) de color verde azulosa. Por otra parte la Formación Méndez está compuesta por margas de color café rojizo en capas hasta de 1.5 m. de espesor, con

delgadas intercalaciones de bentonitas.

Dos son las zonas en donde ampliamente se presenta este grupo de rocas. La primera localizada entre los anticlinales de Las Pilas y Tlaxcalantongo, extendiéndose 7 km. longitudinalmente en dirección noroeste-sureste; estas rocas ubicadas entre una altitud de 500 a 800 m.s.n.m., representan litológica y fisiográficamente el límite entre La Sierra Madre Oriental y La Planicie Costera del Golfo. La segunda zona, no presenta esta última característica por encontrarse a una altitud muy superior, entre los 1200 y 1600 m.s.n.m., en el extremo suroeste de la zona y rodeada de calizas de mayor edad: tiene la característica de su drenaje centripeto único en el área de estudio. Su morfología es representada, al igual que las anteriores formaciones, por laderas ampliamente expuestas con elevada pendiente (no mayor a 50 grados), y una importante densidad y profundidad de disección.

#### C.- Cenozoico.

La sedimentación de origen marino va perdiendo importancia y es substituida poco a poco por la continental. La estratigrafía está representada por eventos ocurridos en el Paleoceno (sedimentario), Plioceno (vulcanismo) y Cuaternario (sedimentario).

##### C.1. Terciario.

##### C.1.1. Paleoceno.

Para el caso de la zona de estudio, son las Formaciones Velasco Basal y Chicontepec Inferior las que representan esta época, constituidas por sedimentos clásticos de tipo "fiysch" (secuencia rítmica de material arenoso y arcilloso consolidados),

resultado de la erosión del sistema montañoso de la Sierra Madre Oriental.

La Formación Velasco Basal, está compuesta por lutitas de color gris verdoso y café rojizo, nodulares; en cambio, la Chicontepec Inferior, presenta una secuencia rítmica de areniscas y lutitas. la primera de color gris claro de grano fino en capas menores a 20 cm., en cambio las lutitas presentan un color gris verdoso.

Estas rocas cubren una superficie considerable del sector noreste de la carta y afloran de manera discontinua, debido a que en muchas partes fueron cubiertas por derrames basálticos más recientes. Constituyen el inicio de la provincia fisiográfica de la Planicie Costera del Golfo. Su morfología está representada por elevaciones de poca altura desde su nivel de base y con altitudes inferiores a los 600 m.s.n.m.; presentan una pendiente máxima de 40 grados. (ver cortes topográficos A-A', B-B' y C-C').

#### C.1.2. Plioceno.

La litología única la representa el material ígneo extrusivo, principalmente basalto que da lugar a la formación de mesas.

Este tipo de roca es de las que más afloran en el área de estudio, producto de una actividad ígnea fisural que afectó una amplia región del centro y oriente del país como consecuencia, según Gutiérrez (op. cit.), de la subducción de la placa de Cocos y sus posteriores esfuerzos distensivos que provocaron abundante liberación de magma.

Este material volcánico se presenta discordante con la

Formación Chicontepec. y "ha sido expelido en varias emisiones, hasta alcanzar espesores considerables en algunas áreas (mesa Mecapalapa o San Diego) aproximadamente, de 80 m " Velarde (1967).

Su distribución no tiene uniformidad ya que las encontramos tanto al norte como al sur, al oeste y este de la región. Su morfología es de cimas relativamente planas y frentes abruptos.

#### C.2. Cuaternario.

Es representada por sedimentos no consolidados con una amplia heterogeneidad en el tamaño de los clastos.

Origina los depósitos aluviales, y por lo tanto se presenta en los principales valles sobre todo en el del río San Marcos, encontrando mayor amplitud a la altura de las poblaciones de La Ceiba y El Tepetate. Morfológicamente presenta superficies con pendientes y profundidad de disección casi nulas.

### **2.3.- Tectónica Regional.**

Las características estructurales del área en cuestión son el resultado de los fenómenos tectónicos realizados por la Orogenia Larámide, al afectar sedimentos marinos y continentales del Mesozoico y del Terciario.

Al respecto, De Cserna (1974) nombra a esta Orogenia Hidalgoana y nos dice que, "Durante el Terciario, más precisamente hace unos 50 millones de años, los sedimentos acumulados en el intervalo Jurásico Superior y Paleoceno, sufrieron deformación a consecuencia de la Orogenia Hidalgoana produciendo pliegues en estas rocas sedimentarias con un rumbo general de norte-noroeste y sur-sureste...la región plegada vino

a constituir una cadena cuya parte frontal oriental se conoce actualmente como la Sierra Madre Oriental". Sin embargo, no fue esta la única consecuencia de la orogenia, ya que hacia el este se originó un hundimiento que quedó por debajo del agua, iniciándose con ello la formación de la cuenca de Chicontepec, Velarde (1967), Avila (op. cit.).

Ambos autores afirman que ante estos hechos, se presentan dos unidades tectónicas diferenciables por su edad, litología y morfología; no así por su origen tectónico y características estructurales, estas son: 1) La cuenca de Chicontepec al oriente (límite occidental de la Planicie Costera), y 2) la Sierra Madre Oriental al poniente; afectadas en menor y mayor grado, respectivamente, por la orogenia.

La primera, considerada como una cuenca sedimentaria, comenzó a recibir sedimentos arcillosos y arenosos que dieron lugar a las facies flysch de las formaciones Chicontepec, provenientes de la erosión del "naciente" cinturón orogénico, testimonio mismo de la inestabilidad tectónica.

En esta unidad, los plegamientos tienen una orientación paralela a los de la Sierra Madre Oriental. Para el área de estudio, el único alineamiento estructural de cierta importancia lo constituye el anticlinal de Tlaxcalantongo, localizado en el extremo occidental de la cuenca.

Por otra parte, la unidad tectónica de la Sierra Madre Oriental, se caracteriza por sus rocas sedimentarias mesozoicas fuertemente plegadas, quedando en forma alternada anticlinales y sinclinales con una orientación general noroeste-sureste.

Dos son las estructuras plegadas con relevante importancia a nivel regional: 1) el anticlinorio de Huayacocotla y 2) el anticlinal de Villa Juárez, presentándose éste en el área de estudio y aquel al occidente de la misma.

El anticlinorio de Huayacocotla, es una gran estructura -quizá la más importante-, fundamental en la conformación de esta unidad, no sólo por su longitud de aproximadamente 200 kms., que se origina desde las cercanías de Tamazunchale San Luis Potosí, hasta Zaragoza Puebla (Gutiérrez op. cit.), sino por el hecho de influir directamente a los anticlinales de Villa Juárez, Tlacuilotepec, Las Pilas, San Lorenzo y Tlaxcalantongo (Mapa 6), todas estas, dentro del área de estudio.

El anticlinal de Villa Juárez, segundo en importancia, es una estructura de carácter regional situado al oriente del anterior, tiene una longitud de aproximadamente 60 kms., una orientación de 30 noroeste-sureste y rocas sedimentarias Jurásicas continentales en su núcleo (Gutiérrez op. cit.).

Como anteriormente se mencionó, existen en la zona de estudio numerosos anticlinales importantes a este nivel -ocupando un nivel secundario en el contexto regional por sus reducidas dimensiones y poca continuidad horizontal-, con una orientación similar a las precedentes.

De las superficies de discontinuidad producidas por desplazamientos relativos de bloques (fallas), solamente es una la que se marca en el mapa geológico anexo (Mapa 6), misma que ha sido transferida del mapa geológico del prospecto Acaxochitlán.



#### 2.4.- Historia Geológica.

Para la exposición del presente apartado se ha visto la necesidad de sintetizar los eventos que al respecto postula el trabajo de Reyes (1971).

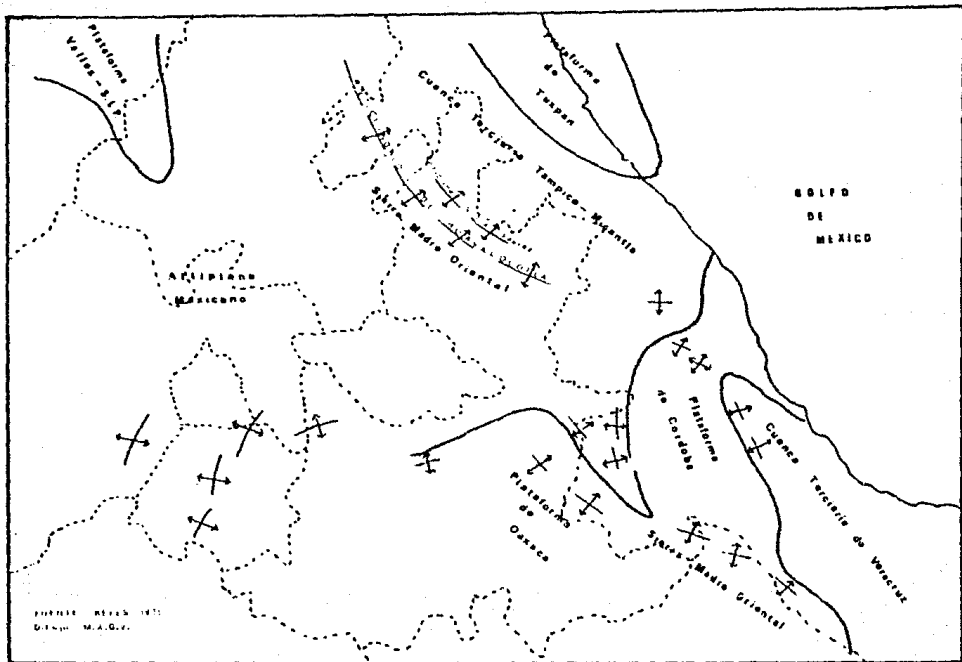
Antes de entrar en detalle es importante aclarar que este análisis implica una apertura espacial a nivel regional y/o nacional en el mejor de los casos, ya que resulta imposible determinar los eventos histórico-geológicos particulares al área de estudio.

Al finalizar el Jurásico Inferior se inicia un periodo de plegamientos que a través de su erosión, originan los sedimentos rojos del Jurásico Medio, tanto continentales como marítimos.

Al terminar el Jurásico Medio, da principio una invasión marina en toda la zona para cubrir áreas positivas en algunos casos, y en otros continuar la sedimentación. Algunas zonas positivas que permanecieron emergidas, tuvieron gran influencia en la sedimentación, formándose algunas plataformas como la de Misantla (Chicontepec) (Mapa 7).

En el Cretácico Inferior, algunas de estas áreas positivas siguen existiendo, mientras que el resto se hunde para dar lugar a la depositación de los sedimentos de la Formación Tamaulipas Inferior.

En el Cretácico Medio son notables las plataformas de Tuxpan, Cordova y la Península de Oaxaca: esta es una época que propició el desarrollo de grandes masas arrecifales sobre las plataformas, mismas que en la actualidad son importantes por su carácter de almacenadoras de hidrocarburos.



MAPA NO. 7 UNIDADES TECTONICAS

Al finalizar el Cretácico, en la cuenca de Veracruz y Misantla (Mapa 7) se depositan en algunas áreas sedimentos de la Formación Mendez. mientras que en otras como la plataforma de Córdoba, prevalecen las condiciones anteriores y por lo tanto la formación de bancos arrecifales.

Durante el Terciario da inicio la Revolución Laramide, implicando la formación de grandes sistemas estructurales que originan la Sierra Madre Oriental y los plegamientos erosionados de las cuencas terciarias de Misantla, Tampico y Veracruz.

El ultimo evento geológico se inicia en el Plioceno, en esta época de ambiente continental, se presentan efusiones basálticas que cubren grandes extensiones de rocas sedimentarias, tanto de la Sierra Madre Oriental como de las cuencas terciarias.

### CAP. 3 GEOMORFOLOGIA Y UNIDADES DE TERRENO.

Como pudo apreciarse en el capítulo de geología, la zona de estudio ha sido afectada en gran medida por procesos endógenos creando formas cuya situación original se ha visto modificada por el devenir del tiempo geológico; son precisamente estos cambios en la configuración del relieve los que se pretende analizar y caracterizar en este capítulo a través de las técnicas y métodos inherentes a las Ciencias de Tierra, y en particular al estudio geomorfológico.

#### 3.1.- Metodología.

El estudio geomorfológico implica el análisis integral del relieve y su representación cartográfica en función de su morfología, génesis, edad, evolución, dinámica y distribución; esta integración de elementos, desde el punto de vista metodológico, hace definir a la presente investigación como morfogenética, "ya que tiene por objeto definir las etapas y procesos geomorfológicos que expliquen la configuración actual del relieve" (Palacio, 1985:46).

En este sentido, es importante señalar la consulta de diversos trabajos con este enfoque (Palacio, 1982 y 1985; Moya y Zanorano, 1982; Bocco, 1983; Lugo H., 1984 y Vázquez, 1955), elaborados en el departamento de Geografía Física del Instituto de Geografía de la U.N.A.M., mismos que permitieron al autor tener un marco de referencia y un auxilio en la clasificación de las formas del relieve.

Esta metodología ha sido combinada con la de "Unidades de

Terrenos" propuesta y desarrollada en el I.T.C. (Instituto Internacional para el Estudio Aeroespacial y Ciencias de la Tierra) por Van Zuidam (1955), con el propósito de dar en forma sintética y rápida una visión del contexto natural del área, situación que a juicio del autor la hace más accesible como base para otras investigaciones, aspecto importante por ser uno de los objetivos de la presente investigación.

A decir de Van Zuidam (ibidem), el método de Unidades de Terrenos analiza y clasifica, de acuerdo a los principios geomorfológicos, las características físicas del Terreno (relieve, procesos geomorfológicos, litología, suelos, hidrología, la vegetación natural y la cultivada), para su agrupación en forma sinóptica con el objeto de permitir una mayor facilidad en la evaluación del terreno.

Para ello se elaboraron una serie de mapas que permitieron caracterizar con mayor detalle cada una de las unidades o subunidades geomorfológicas; los mapas realizados son: el topográfico, el geológico, de vegetación y uso del suelo, de suelos y el geomorfológico.

Para el caso de los dos primeros se expuso en el capítulo correspondiente la metodología de su elaboración o compilación.

Para conformar el mapa de vegetación y uso del suelo, se recurrió a la fotointerpretación de 77 fotografías aéreas, su verificación en el campo, así como la recolección de muestras, aspectos que nos permitieron tener la información que se sobrepuso en el mapa base. Para el caso del mapa de suelos, la información que contiene se obtuvo de las cartas edafológicas

F14-12 y F14-11, escala 1: 250 000 editadas por el I.N.E.G.I..

Por lo que respecta al mapa geomorfo-genético, este es un mapa analítico resultado de la conjugación y sobreposición de la información topográfica, geológica, aereofotográfica y del trabajo de campo, que llevó a representar las diferentes unidades y subunidades geomorfológicas.

Siguiendo los criterios de Verstappen (1983: 266 y 267), el mapa aquí presentado es considerado como "detallado" debido a que la escala empleada fue de 1: 50 000; no obstante ello, se puede considerar como un mapa "semi-detallado", debido a que su realización fue precedida por una verificación de campo en las áreas esenciales, así como cierta extrapolación en su compilación.

Esta características permitieron incluir en él, sobre todo, información morfográfica, morfogenética y en menor grado morfométrica; la información de procesos, debido a su reducida extensión areal y en cierta forma puntual (para el caso de la zona), no ha sido representada en la carta ( Mapa 8 ). Sin embargo, en el texto se hacen algunos comentarios al respecto.

Los datos morfométricos se obtuvieron a partir del muestreo aleatorio en cada una de las unidades de terreno. Se consideraron superficies de 25 km<sup>2</sup> por unidad y se definieron los parámetros que se plasman en la leyenda-cuadro del mapa correspondiente ( Mapa 8 ), misma que sintetiza y agrupa las principales características del medio físico de la zona de estudio.

### **3.2.- Análisis de las Unidades.**

Un primer nivel de clasificación genética de las formas del

relieve cuya utilización es común en trabajos realizados en México (Palacio, 1982 y 1985; Lugo H., 1984; Ortega, 1984; Vázquez, 1985, entre otros), es el propuesto por Chemekov (cita Lugo, H., 1986), que las agrupa en tres categorías: formas de origen Endógeno, Endógeno-Modelado y Exógeno.

El primero incluye aquellas formas cuyo origen ha sido propiciado por las fuerzas internas de la tierra, como lo son el tectonismo y el vulcanismo y en donde los agentes modeladores del relieve han hecho nula o poca transformación a su estado original (para el caso de la zona de estudio, no existe este tipo de relieve).

Las formas de origen endógeno-modelado, incluyen a aquellas que, no obstante ser resultado de procesos endógenos, han estado sujetas a los procesos modeladores y su consiguiente transformación. Las formas de origen exógeno son el resultado de las fuerzas modeladoras del relieve abarcan a las formas acumulativas y erosivas que por sí mismas se definen.

#### A) Formas de Origen Endógeno-Modelado.

El primer grupo de formas de origen endógeno-modelado es resultado directo del tectonismo, son las laderas plegadas, las cuales han sido divididas en dos unidades geomorfológicas.

##### a) De origen tectónico-denudatorio.

a.1) Laderas plegadas con pendiente fuerte y relieve interno superior a 300 m (en caliza).

Esta unidad se dispone con dirección noroeste-sureste cubriendo el sector medio y suroeste de la zona estudiada; constituye la región frontal este de la Sierra Madre Oriental y

en ella se localizan las mayores elevaciones. Altitudinalmente la encontramos entre los 600 y 1800 msnm, y con pendientes mínimas y máximas de 30 y 60 grados respectivamente, (ver cortes topográficos A-A', B-B; y C-C'). Asimismo su uniformidad se ve interrumpida por material basáltico que conforma las "mesas".

La laderas, forma predominante del relieve, están constituidas en su mayoría por material litológico de calizas y en menor grado de lutitas, con edades de Jurásico Medio al Cretácico Superior.

La génesis de estas formas, se encuentra subordinada a la actividad tectónica terciaria y por ende a la Revolución Larámide; este fenómeno histórico-geológico le ha heredado una morfología accidentada sujeta a los embates del medio circundante.

No obstante su litología y la condición higrica a la que se va expuesta (12 meses húmedos), los procesos Kársticos no se desarrollan debido a que otros factores necesarios para la karstificación (rocas bastante masivas y que no se encuentren muy plegadas) no se presentan (Derruau, 1970:262). De esta situación se desprende la subordinación de los procesos de disolución a los erosivo-fluviales.

Precisamente es una unidad en donde el modelado predominante es el erosivo-fluvial, lo cual es atestiguado por un amplio número de valles que difieren bastante en su "Relieve Interno" (diferencia de alturas entre el parteaguas y el talweg), desde aquellos que se encuentran en las cabeceras con apenas algunos metros, hasta aquellos valles principales como el del río San



Marcos y Necaxa con valores de 800 y 600 metros respectivamente. Estos últimos con flancos profundos y pronunciados (cañones), le dan el toque característico a la unidad.

La densidad de disección solo es superada en su valor medio por la unidad de mesas basálticas; presenta valores (obtenidos del cálculo de varias zonas de muestreos de 5km<sup>2</sup> c/u) mínimo, máximo y medio de 2.0 , 3.5 y 2.8 km/km<sup>2</sup> respectivamente. resultados que se consideran bajos sobre todo si tenemos en cuenta la antigüedad de las rocas, la pendiente y las condiciones de precipitación. Asimismo es de observar que los valores máximos se registran en las zonas con vegetación de pastos y los mínimos en aquellas que sustentan una vegetación arbórea, lo que lleva a pensar en un "enmascaramiento" de la densidad de disección real.

Existen tres variantes en el patrón de drenaje de la zona: el subdendritico, el dendritico y el pinado ó plumado; el subdendritico es el más extendido y lo encontramos sobre todo en los flancos del valle del río San Marcos; en cambio el dendritico es comun en las laderas que circundan a la población de San Agustín Atlihuacán, hacia el centro-este de la zona de estudio. Ambos patrones, a decir de Guerra (1980:207) se desarrollan entre otros lugares sobre rocas sedimentarias plegadas, siempre y cuando la dureza de la roca sea igual en todas sus capas y no exista un control estructural sobre la red; refleja una superficie de fuerte pendiente e impermeable. El patrón pinado o de pluma (Guerra, ibidem:210), se presenta en los cañones del río Necaxa y del arroyo Seco; este patrón se caracteriza porque

fluyen hacia el valle principal rios de primero o segundo orden: su presencia indica zonas plegadas y se desarrolla sobre todo en los sinclinales, como el que presumiblemente seria el del Arroyo Sucio. Por ultimo habria que señalar que la red de drenaje se encuentra bien integrada.

La expresión morfológica de sus cimas (zonas divisorias de agua), determinada por la dureza de su litología, es de geometría convexa, es decir redondeada.

Resultado de una intensa incisión fluvial hacia la zona del interfluvio (erosión regresiva), se presentan los circos erosivos: sus dimensiones son muy variadas e influyen en ello sobre todo el número de corrientes que en forma remontante los embaten. Presentan una configuración tanto en planta como transversalmente en forma cóncava, ambas características debidas a la presencia de una corriente principal en el centro y a la homogeneidad litológica de la ladera. Estos circos a escala temporal humana son inactivos, a escala temporal geológica son activos ya que su sola presencia lo atestigua. No obstante ser muy numerosos estos rasgos del relieve, sólo se mapean en la carta geomorfológica los más importantes.

El componente edáfico de estas laderas lo constituyen varias unidades de suelos; por su importancia en extensión de mayor a menor se encuentran los cambisoles, faczem, regosoles y en mínima proporción los litosoles y fluvisoles, diferencias que, no obstante la relativa homogeneidad del material parental, son originadas por las condiciones climáticas y de la topoforma. Presentan el común de ser suelos someros debido a la capa lítica

que les subyace a profundidades de 50 a 100 cm. (fase litica profunda) (S.P.P., 1981).

El tipo de vegetacion natural que soportan al parecer no depende tanto del tipo de suelo, sino del clima. En funcion de esto hay comunidades de bosque mixto (pino-encino), bosque mesófilo de montaña y bosque tropical perennifolio. En cuanto a la vegetacion inducida o cultivada, se presentan los pastizales, el café y en menor proporcion la agricultura de temporal.

a.2) Laderas plegadas con pendiente moderada y relieve interno menor a 300 m. (en flysch).

La unidad se localiza en el sector noreste de la zona estudiada y presenta un declive general hacia el noreste: con respecto a la unidad anterior decrece notablemente en altitudes con intervalos que van de los 600 a poco menos de los 200 m.s.n.m., y con pendientes máximas de 40° y mínimas de 15 grados, (ver cortes topográficos A-A', B-B' y C-C'). Su continuidad se ve truncada por una serie de mesas basálticas y planicies acumulativas.

Su relieve, influenciado en primera instancia por el tectonismo terciario de caracter compresivo, presenta una litologia de lutitas y de secuencias rítmicas de lutita-arenisca (facie flysch), que han sido modeladas por procesos fluviales.

Morfométricamente es una unidad que presenta un relieve interno de 300 a 100 metros, y por lo mismo con ausencia de profundos cañones como la unidad anterior.

Su densidad de diseccion tiene valores mínimos de 2.0, máximos de 3.0 y medios de 2.5 km de talweg/km<sup>2</sup>, valores muy

cercanos a la unidad de calizas y aparentemente contradictorios, debido a la menor resistencia del flysch con respecto a las calizas; pero que se explica por la menor exposición de la primera a los procesos exógenos.

El patrón de drenaje característico es el dendrítico, que conforme a los lineamientos antes expuestos implica su desarrollo sobre rocas de dureza homogénea, falta de control estructural y una pendiente importante. Cabe señalar que en esta zona se presenta una alta densidad de cauces de orden bajo y longitud reducida, lo que explica el tipo de patrón de drenaje y el relativamente bajo valor en su densidad de disección.

La relativa fragilidad de la litología, ha favorecido la existencia de un gran número de circos erosivos que, a diferencia de la unidad anterior, en ésta se presentan en mayor número pero con dimensiones reducidas. Su configuración tanto en planta como transversalmente es en forma de media luna o concavas.

Asimismo las cimas interfluviales presentan una configuración geométrica aguda, situación heredada del tipo de roca y de la erosión fluvial.

El tipo de suelo que se desarrolla en esta unidad es el regosol. Estos se caracterizan por ser suelos someros con color similar a la roca que los subyace. presentan una alta cantidad de fragmentos de roca sobre la superficie así como en profundidad. (S.P.P., *ibidem.*).

Los regosoles no determinan la existencia del tipo de vegetación, sino más bien las condiciones climáticas. De esta forma la vegetación natural que se presenta es el bosque tropical

perennifolio; en cuanto a vegetación inducida prosperan los pastizales, el cultivo del café y agricultura de temporal entre los principales.

b) De Origen Volcánico-Denudatorio.

Un segundo grupo de formas de origen endógeno-modelado es resultado directo del vulcanismo; estas son las mesas basálticas, que de igual forma se dividen en dos, en atención a la morfometría.

A nivel regional, esta unidad de superficies aisladas ocupa un lugar importante tanto por su significado morfogenético, como por su frecuencia y amplia extensión, destacando 5 de ellas a lo largo de la zona de estudio: en el extremo sur la mesa Nuevo Necaxa, la mesa Villa Juárez en la porción centro-sur, la mesa Tlaxcalantongo en el centro-oriente, la mesa Santa Rita al oriente y la de San Diego o Mecapalapa al norte de la zona.

Las rocas basálticas pliocénicas son resultado de la actividad volcánica efusivo-fisural que afectó una amplia región del centro y oriente del país como consecuencia de la subducción de la placa de Cocos y sus posteriores esfuerzos distensivos que provocaron abundante liberación de magma. (Gutiérrez, op. cit.).

Este material lávico ha motivado cambios importantes en la morfografía original de la Sierra Madre Oriental, transformando sectores escarpados en superficies relativamente llanas, producto del rellenamiento de éstos por la lava (figura 1). En todos los casos las mesas presentan una leve inclinación hacia el noreste, inclinación que lejos de ser originada por un basculamiento general y por lo tanto una actividad tectónica

cuaternaria importante, hace pensar en la influencia que a nivel regional tuvo la inclinación resultante de la Revolución Larámide, es decir del relieve pre-existente.



Fig. 1 La existencia de mesas basálticas ha originado contrastes importantes en la topografía de esta región de Puebla, por un lado se encuentran zonas relativamente planas, y por el otro sectores escarpados. Obsérvese en la parte central y a la derecha la mesa Villa Juárez y la de Nuevo Necaxa, respectivamente; y en el último y primer plano hacia la izquierda la unidad de Laderas plegadas con pendiente fuerte.

El aislamiento y separación que presentan las mesas, aunque no en todos los casos, es resultado del fracturamiento y de la erosión fluvial a las que fueron sometidas estas grandes superficies; altitudes similares en sus bordes colindantes y un patrón de drenaje en una misma dirección, comprueban esta afirmación; por ejemplo la mesa Villa Juárez con la de Nuevo Necaxa (figura 1) y la de Tlaxcalantongo con la de Santa Rita

El carácter fluido del magma, permitió que se dispusieran

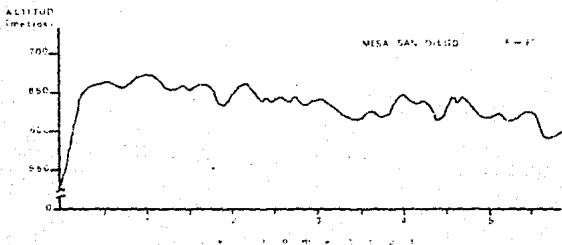
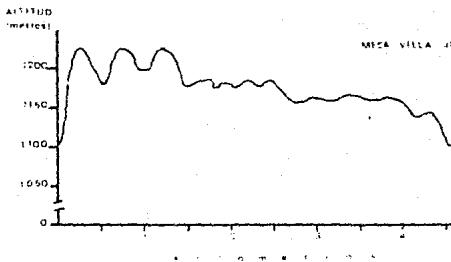
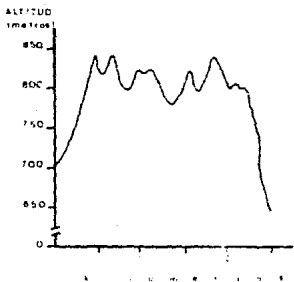
mesas de 500 o 1000 metros a poco más de 15 kms. de longitud, con cimas relativamente planas y bordes abruptos que indican el frente de la colada. Su altitud es muy heterogénea, pero se puede afirmar que las que se localizan en la Sierra Madre Oriental se disponen a una altitud media de 1100 m.s.n.m., en cambio las que se localizan en forma discordante sobre el flysch se disponen a 600 m.s.n.m., (cortes topográficos A-A', B-B' y C-C').

Superficialmente presentan una corteza de intemperismo de espesor variable, que morfológicamente y a detalle dista mucho de ser llana. Por el contrario, alterna formas cóncavas y convexas, es decir talwegs y cimas respectivamente, que parecen relacionarse con una morfografía de badland (ver perfiles topográficos D-D', E-E' y F-F').

Esta morfografía de badland nos refleja por lo menos tres condiciones ambientales:

- 1) Una primera situación de estabilidad (biostasia) que permitió la meteorización de la roca y por tanto la generación de una costra de intemperismo, un suelo propiamente dicho y una comunidad biótica.

- 2) Un ambiente de inestabilidad (rexiostasia) en donde las condiciones climatológicas y en particular el régimen pluviométrico con su heterogénea distribución anual de la precipitación, dió lugar a la formación de un relieve disecado. Basta recordar que el tipo de lluvias que se concentran en una época del año -como presumiblemente se deduce que ocurrió- ponen en movimiento una cantidad elevada de agua en un tiempo reducido, más aún si son torrenciales, generando una acción erosiva intensa



PERFILES TOPOGRAFICOS DE LAS MESAS BASALTICAS



sobre todo si el material sobre el que actúan es deleznable.

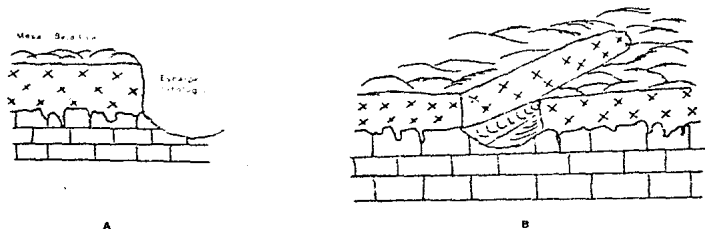
Esta etapa en la evolución de las mesas basálticas, nos es factible ejemplificar y en cierto modo corroborar en la zona de badland, que actualmente se está desarrollando en el municipio de Huasca de Ocampo en el estado de Hidalgo, debido a que en esta se presentan las mismas condiciones, que se deducen ocurrieron en la zona de estudio en este estadio de inestabilidad: como lo es el presentar un material arcilloso originado por la intemperización y erosión de rocas ígneas, y sobre todo, a la existencia de una época seca y otra húmeda bien marcada a lo largo del año. Según Lauer (1978) -en el siguiente capítulo se abordará en detalle el tema- a esta zona de Hidalgo le corresponde 6 meses húmedos a lo largo del año.

3) Un tercer y actual ambiente contrasta con la crisis climática pre-existente y estabiliza la morfografía "heredada". Aquí las condiciones climatológicas permiten el desarrollo constante y exuberante de la vegetación -elemento por excelencia estabilizador-, debido a la ausencia de una época seca marcada.

Esta situación nos permite caracterizarla como un ambiente en donde el balance morfogenico favorece la generación de detritos via intemperización y edafogénesis, inhibiendo su transporte y evacuación.

Por otra parte, las mesas se caracterizan por estar delimitadas en la mayoría de los casos -excepto el oeste y suroeste de la mesa Villa Juárez- por un escarpe litológico ( figura 2-A ), es decir una ruptura brusca de la pendiente

( Mapa 8 ) que en algunos casos llega a tener un desnivel completamente vertical (90 grados) y en otros -la mayoría- una pendiente no menor a 45 o 50 grados. Cuando se da la primera situación en combinación con la existencia de una corriente superficial, se forman espectaculares cascadas que le dan un toque particular a la unidad.



D. 2000 MAGV

Fig. 2 Dos de las particularidades de las mesas basálticas son el escarpe litológico, que refleja su límite (A); y los circos erosivos con perfil transversal en forma de "U", de paredes verticales y fondo concavo (B).

Estos bordes -límites entre unidades geomorfológicas- con alturas de 20 a 80 m aproximadamente, también han sido atacados por la erosión regresiva y de esta situación se desprende la existencia de circos erosivos con perfil transversal en forma de "U" (figura 2-B), de paredes verticales y fondo concavo, producto de una mayor dureza y permeabilidad de la roca superior (basaltos) en relación a la inferior (caliza o flysch).

b.1) Mesas basálticas con relieve interno mayor a 30 metros.

No obstante haber señalado en la leyenda-cuadro del mapa geomorfológico que esta unidad presenta una pendiente menor a 10 grados (dato que se obtuvo de medir la cartografía escala 1: 50 000), un estudio de mayor detalle en el campo, nos permitió ampliar este rango hasta los 20 o 30 grados. Su relieve interno, también es variable con valores de 30 a 80 metros aproximadamente (figura 3).

En la densidad de disección se obtuvo un valor mínimo de 2.0, máximo de 4.3 y medio de 3.1 km de talweg/km<sup>2</sup>; presenta un patrón de drenaje paralelo y subparalelo, que refleja pendientes moderadas y material homogéneo.

Los suelos que se desarrollan sobre esta unidad son los Acrisoles, Nitrosoles y en mínima parte Andosoles. Estos son suelos profundos con alto contenido de arcilla en el subsuelo, para el caso de los dos primeros presentan una coloración rojiza y por lo regular son ácidos.

La vegetación que se desarrolla en forma natural sobre ellos es el bosque mesófilo de montaña y el bosque mixto; la vegetación inducida o cultivada es el café, los pastizales y la agricultura de temporal.

b.2) Mesas basálticas con relieve interno menor a 30 metros.

La pendiente que registra esta unidad y en base a mediciones de mayor detalle en el campo, presenta valores hasta de 10 grados y un relieve interno que no sobrepasa los 30 metros (figura 4).

Su densidad de disección tiene un valor medio de 2.2 km de talweg/km<sup>2</sup>, el mínimo y el máximo no difieren en más de una



Fig. 3 Las mesas basálticas alternan talwegs y cimas cuya diferencia altitudinal llega a ser hasta de 20 m y laderas con pendientes cercanas a los 30 grados, no obstante estos elementos y la ausencia de una cobertura vegetal en el suelo, es poco probable encontrar rasgos erosivos-fluviales actuales. Estos aspectos se ejemplifican en la presente foto.



Fig. 4 Aspecto de la mesa Santa Rita. Una pendiente menor a 10 grados y un relieve interno menor a 30 m, la caracterizan, al igual que a las restantes mesas basálticas de esta Unidad.

décima. Sin embargo este valor es engañoso, pues una cuantificación a una escala mayor, incrementaría este dato al doble. El patrón de drenaje característico de la unidad es el paralelo, que como en el caso anterior refleja pendientes moderadas y material homogéneo.

Los suelos que se presentan son los acrisoles y los nitosoles; tienen la particularidad de ser profundos, con alto contenido de material arcilloso en el subsuelo y son ácidos.

En esta unidad se desarrolla vegetación natural de bosque tropical perennifolio, y en forma inducida o cultivada tenemos a los pastizales, el cultivo del café y en menor proporción la agricultura de temporal.

#### B) Formas de Origen Exógeno.

Las formas de origen exógeno-acumulativo presentes en la zona son planicies acumulativas, de las cuales se distinguen dos tipos.

##### a.1) Planicie fluvial.

Se encuentra relieve de este tipo en forma aislada y entrecortada en las partes bajas de los principales valles de la zona, destacando la planicie "La Ceiba" (originada en parte por la confluencia del río Cilima y los Coyotes con el de San Marcos), la planicie "El Tepetate" (en el río San Marcos) y otras de menor extensión aguas arriba de este río.

Sus dimensiones son reducidas, tanto en amplitud como en longitud, en el primer caso no exceden el kilómetro y en el segundo los 14 kilómetros.

Su litología lo constituye material aluvial de granulometría muy variada.

Son superficies casi horizontales con poca pendiente, resultado de la agradación de material detrítico. Como su nombre lo refiere, se le concibe asociado con la existencia de uno o varios ríos, y la consiguiente depositación de sus cargas.

El cambio brusco de pendiente en la que se sienta esta unidad con respecto a la adyacente (laderas plegadas) ha motivado la depositación de material de diferentes tamaños, desde bloques y cantos rodados hasta pequeñas partículas de arena y limos, lo que demuestra la fuerte competencia que a esta altura posee el río.

Presenta un patrón de drenaje sinusoidal y en varios sectores con características de anastomosado. Su densidad de disección es inferior a 1 km de talweg/km<sup>2</sup>.

Los suelos que se desarrollan en esta planicie son los vertisoles, con pedregosidad a lo largo de sus horizontes. La vegetación que encontramos en forma natural es el bosque de galería, y la cultivada de productos agrícolas perennes como la naranja y el limón, entre otros.

#### a.2) Terrazas aluviales.

Por ser unidades de dimensiones mínimas, sólo fueron mapeadas las que se presentan en la planicie de La Ceiba y El Tepetate.

Esta forma asociada con la planicie fluvial presenta características similares en cuanto a pendiente y litología.

Posee la particularidad de presentar un frente abrupto

originado por la incision y encajonamiento de la corriente fluvial, transversalmente representa escalonamientos sucesivos a ambos lados del cauce; su altura o desnivel no sobrepasa los 3 metros.

Estos planos agrestes o límites de terrazas (escarpes erosivos) pueden ser activos o inactivos debido al carácter móvil y sinusoidal de los lechos fluviales. Los inactivos son aquellos que debido a su situación general favorecen la estabilidad de la margen e incluso la acumulación, se presentan en la orilla convexa del río (margen de acumulación); por otro lado los activos son aquellos escarpes que por encontrarse en la margen cóncava (margen de ataque o erosiva), están siendo erosionados paulatinamente.

Los suelos que se presentan en ella, también son vertisoles y pedregosos. La vegetación natural que en forma aislada encontramos es de galería o riparia y carece de vegetación cultivada.

#### Cap. 4 CARACTERISTICAS CLIMATICAS Y PROCESOS EXOGENOS.

Si bien la geología proporciona las herramientas que permitieron interpretar y resaltar la relación litología-morfología, y la geomorfología una clasificación del relieve, así como su evolución, en este capítulo se pretende explicar la dinámica geomorfológica actual de la zona de estudio a través del análisis de los elementos y factores climatológicos, y describir y analizar los principales procesos exógenos presentes en la región. Los elementos y factores climatológicos se consideran importantes en los estudios de dinámica ya que determinan las condiciones propicias para la estabilidad o inestabilidad morfológica.

Así, un ambiente con dominio climático de continua humedad, favorece la alteración de la roca, el desarrollo del suelo y el mantenimiento de una cobertura vegetal continua. Se trata en este caso de un ambiente biotásico en donde la pedogénesis trunca a la erosión. (Viers, 1983. pag. 80).

Por otra parte, los ambientes con condiciones climatológicas que presentan una época del año con una sequía marcada, propician el desarrollo de una vegetación discontinua, en donde la función protectora del suelo se ve mermada desencadenando procesos erosivos característicos de la xeristasia. (Ibidem, pag. 80).

Si bien el carácter húmedo o seco y por lo tanto la cantidad de precipitación juegan un papel relevante en estos ambientes, no se puede soslayar la importancia de los restantes elementos y factores climáticos, así como fisiográficos, para deducir los



rasgos dinámicos de la zona de estudio.

La información que se vierte en este capítulo se fundamenta en el procesamiento de los datos de 8 estaciones meteorológicas: 1) Xicotepec, 2) Tepexi, 3) Finca Dana Lut, 4) Apapantilla, 5) Finca Lourdes, 6) Huauchinango, 7) Necaxa y 8) Tlaxco. ; de éstas, las 5 primeras se localizan dentro del área de estudio; las cuatro primeras y la sexta poseen datos de precipitación y temperatura, y las restantes sólo de precipitación. En base a estos datos se elaboró el mapa de isoyetas e isotermas (Mapa 9), valiéndose de la interpolación y considerando la topografía; asimismo se realizaron 4 cuadros y gráficas, que muestran las características climáticas de las estaciones que dentro de la zona poseen datos de precipitación y temperatura completos. La clasificación climática se basó en el sistema de Köppen modificado por García (1981).

Los datos de las cinco primeras estaciones se obtuvieron del Instituto Mexicano del Café (INMECAFE), y las tres siguientes de García (1981).

Por último cabe hacer notar que la distribución espacial de las estaciones dentro de la zona de estudio, dista mucho de ser la ideal, debido a que están concentradas al sur y sureste de la misma. Por ello, es probable que el trazo de las isoyetas e isotermas no sea el más apegado a la realidad.

#### **4.1.- Características Climáticas.**

De los elementos más importantes a considerar en el clima se encuentran la temperatura y la precipitación; sin embargo, estos dos elementos presentan una serie de variaciones influenciadas

sobre todo por las condiciones topográficas, la circulación general de la atmósfera y la altitud entre las principales, como a continuación se expondrá.

A) Temperatura.

En un capitulo anterior se afirmó la existencia de dos grupos climáticos para la zona de estudio. Sin embargo, un análisis más detallado nos permite detectar la presencia de cuatro pisos térmicos, determinados por la altitud.

La zona cálida cuya temperatura media anual es mayor a 22°C (Mapa 9), se presenta al pie del sistema montañoso de la Sierra Madre y se introduce a éste a través del valle del rio San Marcos, incidiendo en todo el sector noreste de la zona de estudio; altiméricamente lo encontramos por abajo de los 600 m.s.n.m.. A la zona semicálida, por su caracter transicional se le divide en dos: una perteneciente al grupo climático de los cálidos y la otra al de los templados. La primera registra una temperatura media anual entre 20 y 22°C; cubre el sector centro-oriente de la zona, una faja que sigue el contorno de la Sierra Madre Oriental por el norte, así como la parte baja del arroyo Seco y del rio Necaxa; junto con el anterior piso térmico influyen en la mayor parte de la zona de estudio; su distribución altimétrica no sobrepasa los 900 m.s.n.m.. La segunda presenta una temperatura media anual entre 18 y 20°C. con tendencia hacia los climas templados, incide en el sector central de la zona, sobre las laderas de la Sierra Madre, y su distribución altimétrica es inferior a los 1300 m.s.n.m.. Una cuarta zona térmica es la templada; su temperatura es menor a los 18°C, se

SIEMPRE CONSERVABLES

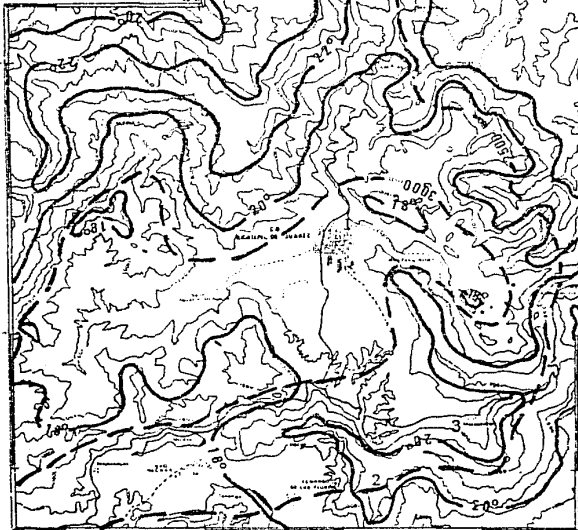
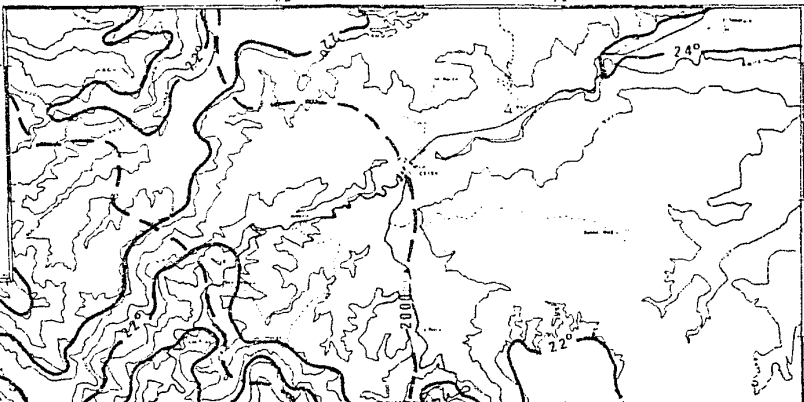
PERMANENTES  
DE 5000 A 6000 PIES  
DE 4000 DE 5000 PIES

PARTE PERMANENTE

LINEAS ISOTERMICAS  
COMUNES PRECIPITACIONES  
ISOTERMICAS  
MARIAS

PUENTE  
MOLINO

CURVA DE NIVEL



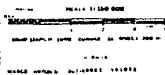
MAPA No. 9

ISOYETAS  
E  
ISOTERMAS

ISOYETAS ————  
ISOTERMAS ————

ESTACION

- 1) Xicotepex
- 2) Tepexi
- 3) Finca Dana L.
- 4) Apapantilla
- 5) Finca Lourdes



localiza aisladamente en las mayores elevaciones, aunque presenta una continuidad en el extremo sureste: por su distribución altitudinal mayor a los 1300 m.s.n.m. su área de influencia es mínima.

Otras características térmicas importantes, observables en los cuadros y gráficas 1, 2, 3 y 4, son las siguientes:

Por encontrarnos en una zona intertropical, se registran dos máximos de temperatura media mensual al año: el primero en mayo con 27.2 y 21.8°C para las estaciones Apapantilla y Xicotepec, seleccionadas por encontrarse a menor (450 m.s.n.m.) y mayor (1155 m.s.n.m.) altitud respectivamente; y el segundo en agosto con 20.7°C para Xicotepec; la estación Apapantilla no registra este máximo. Es de observar que este segundo máximo es menor debido al abatimiento de la temperatura originada por la época de lluvias.

Las temperaturas mínimas se registran en enero, y sus valores para las estaciones referidas son de 18.6 y 14°C.

En cuanto a oscilación térmica, ésta es mayor en Apapantilla con 8.6°C y menor en Xicotepec con 7.8°C, situación debida a que la mayor humedad (sea por precipitación, nubosidad, etc.) reinante en el área de Xicotepec, aminora, por regla general, los contrastes térmicos a lo largo del año e incluso del día.

#### B) Precipitación.

Con base en los datos de los cuadros y gráficas anteriormente referidos (cuadros y gráficas 1, 2, 3 y 4) fue posible elaborar la carta de isoyetas (Mapa 9). En ella se

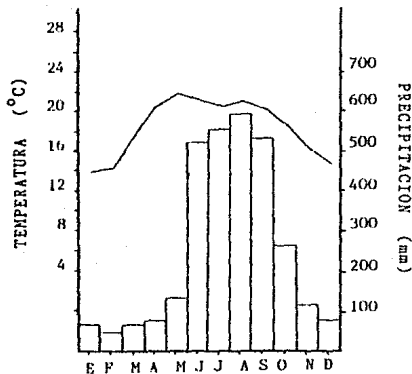
NOMBRE DE LA ESTACION  
MUNICIPIO  
ENTIDAD

Xicotepec  
X. de Juárez  
Puebla

LATITUD 20° 17' N.  
LONGITUD 97° 57' W.  
ALTITUD 1155 m.

MES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
TEMPERATURA	14.0	14.4	17.9	20.4	21.8	21.2	20.4	20.7	20.1	18.4	16.0	14.7
PRECIPITACION	65.5	46.5	64.9	74.9	130.2	519.0	551.3	593.5	532.3	257.7	116.6	74.1

#### Características climáticas



GRAFICA No.1

TEMPERATURA MEDIA ANUAL	18.3°C
TEMPERATURA MEDIA DEL MES MAS FRIO	14.0°C
TEMPERATURA MEDIA DEL MES MAS CALIDO	21.8°C
OSCILACION TERMICA	7.8°C
PRECIPITACION ANUAL TOTAL (MEDIA)	3027.5 mm
PRECIPITACION DEL MES MAS SECO	46.5 mm
PRECIPITACION DEL MES MAS HUMEDO	593.5 mm
LLUVIA INVERNAL RESPECTO A LA ANUAL	8.0 %
NUMERO DE MESES SIN PRECIPITACION	0 m
COCIENTE DE P/T	165.4 mm/°C
CLIMA	(A)C(m)a(e)g

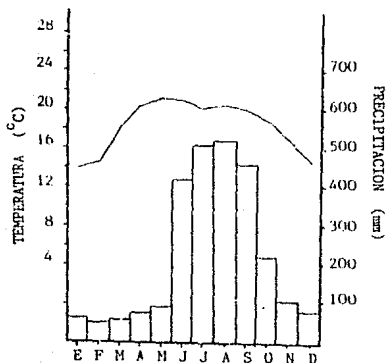
CUADRO No.1

NOMBRE DE LA ESTACION  
MUNICIPIO  
ENTIDAD

F. Dana Lut  
Zihuateutla  
Puebla

LATITUD 20° 17' N.  
LONGITUD 97° 55' W.  
ALTITUD 1140 m.

MES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
TEMPERATURA	14.1	14.9	18.1	20.3	21.3	21.0	20.1	20.3	20.1	18.8	16.7	14.8
PRECIPITACION	67.1	50.0	60.2	76.1	93.5	420.8	509.4	523.7	462.8	224.5	103.5	80.2



GRAFICA No. 2

Características Climáticas

TEMPERATURA MEDIA ANUAL	18.4 °C
TEMPERATURA MEDIA DEL MES MAS FRIO	14.1 °C
TEMPERATURA MEDIA DEL MES MAS CALIDO	21.3 °C
OSCILACION TRMICA	7.2 °C
PRECIPITACION ANUAL TOTAL (MEDIA)	2772.8 mm
PRECIPITACION DEL MES MAS SECO	50.0 mm
PRECIPITACION DEL MES MAS HUMEDO	523.7 mm
LLOVIA INVERNAL RESPECTO A LA ANUAL	6.4 %
NUMERO DE MESES SIN PRECIPITACION	0 m
COCIENTE DE P/T	150.7 mm/°C
CLIMA	(A)C(m)a(e)g

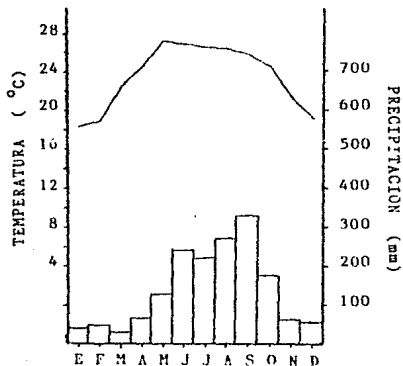
CUADRO No. 2

NOMBRE DE LA ESTACION Apapantilla  
 MUNICIPIO Jalpan  
 ENTIDAD Puebla

LATITUD 20° 23' N.  
 LONGITUD 97° 51' W.  
 ALTITUD 450 m.

MES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
TEMPERATURA	18.6	19.1	22.6	24.8	27.2	27.1	26.6	26.5	25.9	24.6	21.2	19.2
PRECIPITACION	44.9	50.5	37.2	70.2	136.0	245.9	220.5	273.0	328.0	183.2	62.1	58.0

### Características Climáticas



GRAFICA No. 3

TEMPERATURA MEDIA ANUAL	23.6°C
TEMPERATURA MEDIA DEL MES MAS FRIO	18.6°C
TEMPERATURA MEDIA DEL MES MAS CALIDO	27.2°C
OSCILACION TERMICA	8.6°C
PRECIPITACION ANUAL TOTAL (MEDIA)	1709.5 mm
PRECIPITACION DEL MES MAS SECO	37.2 mm
PRECIPITACION DEL MES MAS HUMEDO	328.0 mm
LLUVIA INVERNAL RESPECTO A LA ANUAL	7.7 %
NUMERO DE MESES SIN PRECIPITACION	0 m
COCIENTE DE P/T	72.4 mm/°C
CLIMA	Amw <sup>11</sup> (e)g

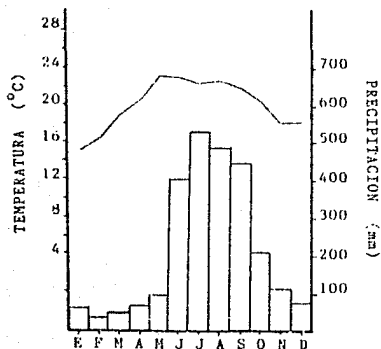
CUADRO No. 3

NOMBRE DE LA ESTACION  
MUNICIPIO  
ENTIDAD

Tepexi  
Nvo. Necaxa  
Puebla

LATITUD 20° 12' N.  
LONGITUD 97° 57' W.  
ALTITUD 687 m.

MES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
TEMPERATURA	15.5	16.5	18.9	20.7	23.3	23.1	22.4	22.6	21.9	20.2	18.0	18.0
PRECIPITACION	56.4	35.1	48.9	65.4	90.4	401.9	529.4	486.1	447.1	205.4	103.4	68.1



GRAFICA No. 4

#### Características Climáticas

TEMPERATURA MEDIA ANUAL	20.0°C
TEMPERATURA MEDIA DEL MES MAS FRIO	15.5°C
TEMPERATURA MEDIA DEL MES MAS CALIDO	23.3°C
OSCILACION TERMICA	7.8°C
PRECIPITACION ANUAL TOTAL (MEDIA)	2582.8 mm
PRECIPITACION DEL MES MAS SECO	35.1 mm
PRECIPITACION DEL MES MAS HUMEDO	529.4 mm
LLUVIA INVERNAL RESPECTO A LA ANUAL	5.4 %
NUMERO DE MESES SIN PRECIPITACION	0 m
COCIENTE DE P/T	129.1 mm/°C
CLINA	(A)C(m)a(e)g

CUADRO No. 4



observa que estas líneas registran un valor directamente proporcional a la altitud.

El sector menos húmedo está enmarcado por la isoyeta de los 2000 mm. misma que sigue un rumbo sensible de noroeste-soreste, cubriendo la región más baja de la zona; en forma general, se puede considerar que se registra en lugares con una altitud inferior a los 600 m.s.n.m.. El sector que le sigue en humedad está delimitado por las isoyetas de los 2000 y 3000 mm. se extiende a lo largo de la vertiente oriental de la Sierra Madre en una altitud inferior a los 1100 m.s.n.m. e influye en la mayor parte de la zona de estudio. El último sector y más húmedo está rodeado por la isoyeta de los 3000 mm. se ubica en las partes más elevadas (mayor a los 1100 m.s.n.m.), por lo que su distribución es mucho menor que las anteriores.

Por otra parte, de las estaciones analizadas (cuadros y gráficas 1, 2, 3 y 4), se observa que la concentración de la precipitación se registra en los meses de verano e inicio de otoño, en estos meses los valores mensuales no son inferiores a los 200 mm. Cabe hacer notar que la totalidad de los meses registran precipitaciones por arriba de los 35 mm.

El máximo de precipitación para la estación Xicotepéc es de 593.5 mm y se presenta en el mes de agosto; para el caso de Apapantilla ésta se presenta en septiembre con un valor de 328 mm. En cambio las mínimas para estas dos estaciones son de 46.5 y 37.2 mm respectivamente, en Xicotepéc se presenta en el mes de febrero y en Apapantilla en marzo.

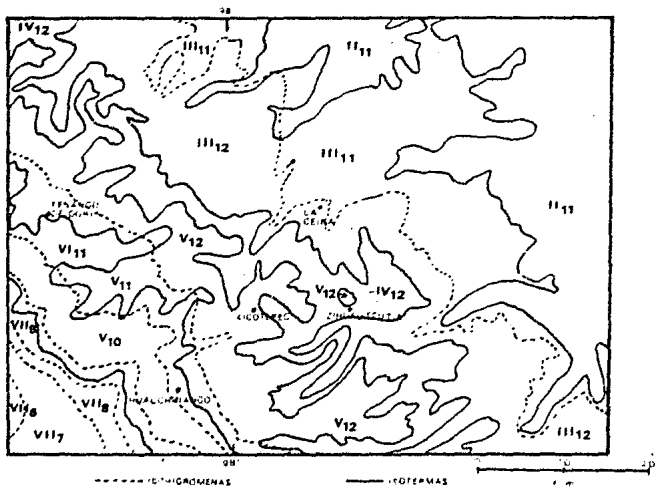
No obstante la existencia de estos datos y debido a la

necesidad de cuantificar aportes y pérdidas de agua para determinar el número de meses húmedos y secos, se vió la necesidad de recurrir al trabajo de Lauer (1978). A decir del autor, la investigación tiene por objeto "...presentar las características principales del régimen térmico e higríco..." , de la meseta de Puebla-Tlaxcala y la vertiente este de la Sierra Madre Oriental. De igual forma sirve "...como base climato-ecológica del ordenamiento espacial de la vegetación." . En la carta anexa "...se combinan pisos altitudinales térmicos, expresados en forma de isotermas anuales, con la duración del periodo húmedo y/o árido en el año, expresado éste último por medio de "isohigromenas" (líneas de igual número de meses húmedos)". "Debido a que se trata de una carta climática con implicancia ecológica, se contemplaron para el trazado de las isolíneas los límites de diversas unidades vegetacionales características estudiadas en el marco del proyecto Puebla-Tlaxcala" (Lauer, 1978: 235-236).

Según Lauer (1978: 238) "el cálculo de los meses húmedos y/o áridos (isohigromenas) de la carta parte de la base de un balance higríco climato-ecológico fijado cuantitativamente en  $Ea/Ep = 1$ ", en donde  $Ea$  = evaporación actual y  $Ep$  = evaporación potencial; por lo tanto "si el cociente  $Ea/Ep$  alcanza el valor 1, entonces el mes es húmedo. Un mes es cada vez más árido, mientras menor sea el cociente entre  $Ea$  y  $Ep$ ."

En el mapa que anexa Lauer, el cual se reproduce en un pequeño sector en el mapa 10 y comprende a la zona de estudio, se observa que los pisos altitudinales térmicos presentan una

MAPA NO. 10 TIPOS CLIMATICOS HIGROTÉRMICOS



TIPO CLIMATICO		SEMI-ARIDO		SEMI-HUMEDO		SUB-HUMEDO		HUMEDO	
NUM. DE MESES HUMEDOS		5	6	7	8	9	10	11	12
PRESCO	VII		VII,9	VII,7	VII,8	VII,6			
TEMPLADO	VI							VI,11	
	V						V,10	V,11	V,12
SUBCALIDO	IV								IV,12
	III							III,11	III,12
CALIDO	II							II,11	
	I								
PISOS ALTITUDINALES TERMICOS									

Tomado del "Mapa de Tipos Higrotérmicos en la Vertiente Oriental de la Meseta Mexicana Central" (Lauer, W., 1978). Leyenda Simplificada, sólo se consideran los tipos que aparecen en el mapa anexo (parte superior).

zonalidad congruente con los pisos altitudinales topográficos. De esta forma los pisos cálidos se localizan en la planicie costera por abajo de los 400 m.s.n.m., el piso subcálido le sigue en sentido ascendente hasta llegar a los 1300 m.s.n.m., correspondiendo a las laderas de la Sierra Madre. Asimismo los pisos térmicos templado, fresco y frío se registran en forma ascendente, siendo su límite altitudinal superior la cota de los 2000, 2400 y 3200 m.s.n.m. respectivamente. El grado de humedad igualmente es mayor conforme se asciende a la Sierra Madre por el lado de barlovento, y disminuye en forma progresiva hacia el interior del país y conforme se traspasa el sistema orográfico. Los valores máximos de humedad (12 meses al año húmedos) se registran en una amplia franja de la ladera de barlovento, entre una altitud de 400 a 2000 m.s.n.m., y decrecen a ambos lados de esta, presentándose los valores más bajos hacia el oeste (sotavento de la Sierra Madre), con 4 meses húmedos en Tulancingo y 6 en Huasca de Ocampo.

Es de observar que las características térmicas e higrícas, que en forma sintética se expusieron del trabajo de Lauer (ibidem), coinciden en gran medida con los resultados alcanzados en nuestra investigación, y que se han descrito anteriormente.

En función de lo anterior, tenemos que la mayoría de la zona de estudio presenta los 12 meses del año húmedos, salvo aquellos sectores (como ya se mencionó anteriormente) localizados por abajo de los 400 m.s.n.m. y que registran un total de 11 meses húmedos.

Esta distribución en el número de meses húmedos nos da la

pauta para caracterizar y explicar las condiciones de estabilidad morfogénica a las que está sometida esta región de la Sierra Norte de Puebla, ya que estas características higricas se traducen en el desarrollo de una cubierta vegetal continua a lo largo del año que ocasiona que las lluvias, aunque de fuerte intensidad, no causen estragos gracias a la efectiva protección brindada al suelo.

La explicación de esta elevada precipitación y por tanto el carácter húmedo de la zona, es atribuible a tres fenómenos meteorológicos de estatus regional, y otro fisiográfico de carácter local:

1) Es una zona que de mayo a agosto (al igual que la mayor parte del país) recibe la influencia directa de masas de aire húmedo que fluyen en dirección noreste-suroeste; son los vientos alisios que determinan para el caso de estudio el régimen de lluvias en verano.

2) Todavía bajo la influencia de estos vientos, se presenta la época de ciclones que viene a incrementar la precipitación. Este fenómeno se registra del mes de agosto a octubre.

3) El último fenómeno meteorológico que influye en la zona son las masas polares, que al entrar por el Golfo de Mexico se cargan de humedad, misma que es depositada en su mayoría en la vertiente oriental del país. Estos meteoros son conocidos como "Nortes".

4) El factor fisiográfico que influye notablemente en la elevada precipitación es la barrera orográfica de la Sierra Madre, que propicia el ascenso del aire, su enfriamiento en forma

adiabática y su posterior condensación y precipitación.

Una vez expuestas estas particularidades climáticas y habiendo caracterizado a la zona de estudio como un ambiente biostático, procederemos a señalar algunos aspectos sobre procesos geomorfológicos actuales.

#### 4.2.- Procesos Exógenos.

El carácter de un ambiente biostático de ninguna manera contradice la existencia de procesos geomorfológicos (exógenos activos). Para la zona en estudio estos se manifiestan y no sólo en una modalidad, pero su importancia es mínima debido a que:

- se presentan en forma puntual y/o en sectores muy bien definidos;
- se derivan de la actividad antropica y, cuando no, de eventos catastróficos de orden climatológico;
- y, sobre todo, debido a su poca extensión y ocasional surgencia, estos fenómenos no producen un modelado activo, generalizado y continuo.

En este sentido, los procesos exógenos activos dignos de mencionarse, aunque no en todos los casos se cartografían debido a su carácter puntual, son los siguientes:

A.- Terracillas (pie de vaca). Son pequeños escarpes de pocos centímetros que pueden cubrir toda una vertiente, cuya disposición es perpendicular a la pendiente; son producto de la pisada constante del ganado y por ende del sobrepastoreo.

Su zonabilidad está en función de las actividades económicas y no de la unidad geomorfológica sobre la que se encuentre. No esta por demás decir que las zonas ganaderas son las más

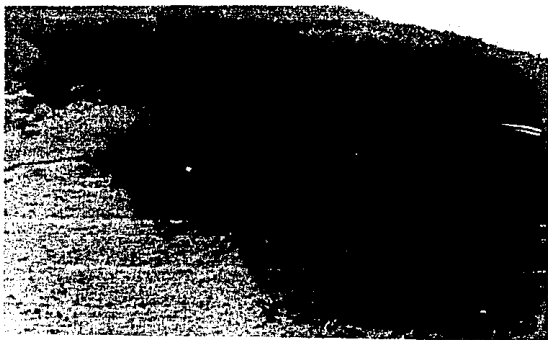
propensas a este proceso (figura 5-A y 5-B).

B.- Remoción en Masa. Son desprendimientos masivos y repentinos del terreno, se presentan en combinación con un suelo saturado de agua y la ruptura de la pendiente de equilibrio en donde se halla.

Su desarrollo y presencia, acompaña a la infraestructura carretera, sea pavimentada o terracería; ocasionalmente las encontramos fuera de estas zonas, pero siempre acompañadas de la actividad humana. No son características de alguna unidad en especial.

Los asentamientos del terreno son una variante de la remoción en masa; son desplazamientos lentos del terreno debido a su compactación por agentes externos; su desarrollo es favorecido por un sustrato litológico sedimentario con presencia de una capa "plástica" y por el buzamiento de esta en dirección de la pendiente.

La extensión de este proceso es privativo de las áreas de influencia de las vías carreteras que se localizan en la unidad dei flysch.



A. Formación de terracillas en la unidad de Laderas plegadas con pendiente fuerte



B. Formación de terracillas en la unidad de Mesas basálticas

Fig. 5 Las terracillas son los procesos exógenos mas comunes en la zona de estudio, su presencia no se restringe a una unidad geomorfológica, sino que se desarrollan en aquellas áreas que se dedican a la actividad ganadera.



## CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

Sobre la escala empleada y la cartografía elaborada, se puede decir que la primera resulto satisfactoria, ya que permitió abordar el estudio de fenómenos de representatividad tanto regional como local, y el mapeo con exactitud de las formas del relieve, sus límites, así como rasgos de poca extensión heredados del medio ambiente y de la actividad humana, es decir, rasgos morfoestructurales y exógenos, propios de escalas pequeñas y grandes. Asimismo la cartografía anexa es original por su temática y grado de detalle, excepto la topográfica y la geológica.

En este sentido ha de considerarse como aporte fundamental la cartografía aquí presentada, sobre todo la geomorfológica, ya que desde esta perspectiva la zona carecía de este tipo de estudios. Por otra parte el hecho de ser una zona relativamente pequeña (643 km<sup>2</sup> aprox.) que presenta unidades y rasgos de relieve que desbordan estos límites, nos da la posibilidad de extrapolar la información cartográfica y textual aquí generada a aquellas áreas, sugiriendo a su vez esta metodología, como modelo para regiones similares.

Sobre la geología se concluye que la actividad tectónica y volcánica son los procesos endógenos fundamentales que han influido en la morfología actual. El evento tectónico

sobresaliente lo constituye la Revolución Larámide que se desarrolla en el terciario inferior, y el volcanico es representado por la actividad ignea fisural del Terciario Superior. Ambos fenómenos nos permitieron definir claramente las principales unidades geomorfológicas.

Sobre geomorfología, este no es sólo un trabajo de tendencia genética sino que se complementa con una caracterización morfodinámica resultado del estudio climático.

Las variables que implican al estudio geomorfológico permitieron definir seis unidades del terreno o geomorfológicas, que presentan similitudes y difieren en ciertos rubros. En cuanto a lo primero se puede decir que todas han sido modeladas en gran medida por fuerzas exógenas y en particular por procesos fluviales; asimismo difieren entre muchas otras cosas por su origen, características morfográficas, extensión, y sobre todo por la posibilidad de reconstruir a través de ellas las condiciones cuaternarias ambientales.

Este último caso es particular a las mesas basálticas. En ellas, como anteriormente se explicó, se detectaron -en función de su morfología- tres estadios bioclimáticos, que de ninguna manera se puede afirmar que son los únicos. Para dilucidar se sugiere un estudio más detallado sobre el particular y que incluya análisis botánicos, palinológicos, estratigráficos, datación de sedimentos, etc., que permitan determinar con

precisión los diferentes estadios evolutivos y así reconstruir los eventos paleogeográficos, esencialmente del Cuaternario.

Las condiciones de estabilidad alcanzadas por el medio, son visibles y extensivas, pero de ninguna manera han de considerarse como eternas, aun con la existencia de las condiciones climáticas actuales. Este aspecto nos lleva a considerar que una de las características de los sistemas: "el límite de sensibilidad del medio:", no ha sido rebasado por las actividades humanas (es un medio que soporta mucho); determinar que tanto y por cuánto tiempo durará este estadio es difícil de predecir, sin embargo lo que si se puede mencionar, es que de las unidades estudiadas, es la modelada en flysch la que más cerca está de este límite debido a que: a) presenta una litología muy susceptible a procesos erosivos; b) es la zona que en mayor medida se ha visto transformada en su ecosistema natural y reemplazada por agrícolas y ganaderos; c) los procesos exógenos activos, anteriormente mencionados, se presentan en mayor medida y frecuencia en esta zona, así como en todas sus variantes y d) es la unidad que en su totalidad presenta características higricas de once meses húmedos. Estas ideas nos llevan a sugerir un estudio más detallado sobre las condicionantes climáticas, edáficas, vegetativas, antropicas, entre otras, que favorezcan la existencia de ambientes estables o inestables

En este contexto de ideas, la conservación de recursos

**ESTA** **TRABAJO** **NO** **DEBE**  
**SALIR** **DE** **ESTE** **LIBRO**

naturales como el problema inicial a estudiar en este trabajo, no puedo ser abordada como tal, al menos desde la perspectiva morfogenética y morfodinámica, es por ello que en el desarrollo de la investigación se vio la necesidad de modificar sensiblemente el giro de la misma y en donde su título no parece del todo congruente a las ideas expuestas, ya que en forma general y como se ha dicho en varias ocasiones la influencia antrópica no ha desestabilizado este medio. No puede decirse lo mismo desde el punto de vista fito y zoogeográfico, debido a la transformación en gran medida de los ecosistemas naturales, sustituyendo en el primer caso la vegetación natural, por otras cultivadas o inducidas y en el segundo, a través del exterminio paulatino de la fauna silvestre. Determinar el grado de esta situación y exterminio, sugiere investigaciones particulares.

Se considera importante este estudio no solo porque lleve al conocimiento, sobre todo geomorfológico, de una región, sino también porque la regionalización natural elaborada, así como las diversas ideas vertidas, constituyen la base para diversas investigaciones con objetivos más particulares. Señalar cuales serán estas, competera a los intereses de investigadores o de la misma población, orientadas sea a la generación de nuevos conocimientos o a su aplicación directa en las actividades humanas de carácter productivo.

## BIBLIOGRAFIA.

- Avila Márquez, I., 1965. Estudio fotogeológico de una porción de la Cuenca de Chicontepéc entre Ameluca, Pantepéc y Coyutla, edos. de Puebla y Veracruz. Tesis. I.P.N..
- Avila Márquez, I., 1971. "Geología de la Sierra Madre Oriental entre Acaxochitlan. Hgo. y Poza Rica, Ver.". Excursión geológica No. 2 de Femex. Mexico. Petroleos Mexicanos. Tomo I. pp 66-72.
- Bocco, G. H., 1983. Estudio geomorfológico de la región comprendida en la Carta Queretaro 1:250 000. Tesis de Maestría. Facultad de Filosofía y Letras, U.N.A.M., México. 72 p.
- Cruz H., P., 1964. Bosquejo sobre tectónica en la Sierra Madre Oriental y Cuenca de Chicontepéc. Tesis. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M..
- Cserna, Z., 1974. "La evolución geológica del panorama fisiográfico actual de México." El Escenario Geográfico. Introducción Ecológica. Mexico, I.N.A.H., 306 p. (Mexico: Panorama Historico y Cultural, I), pp. 19-56.
- Derruau, M., 1970. Geomorfología. Barcelona, Ariel. 442 p.
- García, E., 1982. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Mexico. 252 p.
- Guerra, F., 1980. Fotogeología. Mexico, U.N.A.M.. 337 p.
- Gutierrez Garcia, V., 1984. Informe Final del Prospecto Acaxochitlán. Mexico, Petroleos Mexicanos.
- I.N.E.G.I., 1987. Síntesis Geográfica. Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de Puebla. Mexico, I.N.E.G.I., 56 p.
- Lauer, W., 1978. "Tipos Ecológicos del Clima en la Vertiente Oriental de la Meseta Mexicana. Comentario para una carta Climática 1:500 000". Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala. 15. F.A.I.C., pp.235-248, Puebla. (Incluye Anexo, el Mapa "Tipos Climáticos Higrotérmicos en la Vertiente Oriental de la Meseta Mexicana Central", de W. Lauer.

- López Ramos, E., 1979. Geología de México
- Lugo H., J., 1982. "La Geomorfología Moderna y su Importancia en los Estudios del Relieve Mexicano". Boletín del Instituto de Geografía. 12. U.N.A.M., pp 7-16, México.
- Lugo H., J., 1984. Geomorfología del Sur de la Cuenca de México, Instituto de Geografía. U.N.A.M., 95 p. (Serie Varia, T.1, Num.8.)
- Lugo H., J., 1986. "Los Métodos Geomorfológicos". Revista de Geografía. Vol. 1, Num. 1. I.N.E.G.I., México, pp. 13-26.
- Moya S., J. C. y Zamorano O., J. J., 1983. Estudio Geomorfológico del Volcán la Malinche y sus Zonas Adyacentes. Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, U.N.A.M., México. 96 p.
- Nieto González, J. A., 1967. Estudio Geológico de una Porción del Anticlinorio de Huayacoctla. Tesis. Facultad de Ingeniería, U.A.S.L.P.
- Ortega C., B., 1984. Geomorfología de la Vertiente Oriental de la Sierra Nevada (Cuenca de Puebla-Tlaxcala). Tesis. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., 102 p.
- Palacio P., J. L., 1982. Análisis Geomorfológico de la Región de Cuernavaca-Itenancingo-Ixtapan de la Sal. Estados de Morelos y México. Tesis de Maestría, Facultad de Filosofía y Letras, U.N.A.M., México. 98 p.
- Palacio P., J. L., 1985. Geomorfología Regional del Oriente de Michoacán y Occidente del Estado de México. Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, U.N.A.M., México, 120 p.
- Puig, H., 1974. Phytogeographie et Ecologie de la Huasteca (N.E. de Mexique). Tesis. Université Paul Sabatier, Toulouse.
- Reyes Domínguez, E., 1971. "Geología Regional de la Zona de Poza Rica". Excursión Geológica Num. 2 de PEMEX. México, Petróleos Mexicanos, Tomo I, pp. 1-9.
- Rzedowski, J., 1978. Vegetación de México. México, Limusa, 432 p.

- S.P.P., 1931. Guías para la Interpretación de Cartografía. Edafología. México, 49 p.
- Tricart, J., 1966. "Aplicaciones de la Geomorfología en las Obras de Ingeniería y especialmente en Estudios Agrológicos." Unión Geográfica Internacional, Conferencia Regional Latinoamericana. Tomo III, pp 3-10. México.
- Tricart, J. y Millan, J., 1982. La Eco-geografía y la Ordenación del Medio Natural. Barcelona, Anagrama, 288 p.
- Vazquez S., Lorenzo., 1985. Estudio Geomorfológico del Noroeste de la Cuenca Puebla-Tlaxcala. Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, U.N.A.M., México, 182 p.
- Velarde, P. N., 1967. Informe Fotogeológico del Área de Huauchinango-Villa Juárez correspondiente a la hoja del Atlas D-2. México, Petroleos Mexicanos.
- Verstappen, H. Th., 1983. Applied Geomorphology, Geomorphological Surveys for Environmental Development. Amsterdam, Elsevier, 437 p.
- Viers, G., 1983. Geomorfología. Barcelona, Oikos-Tau, 320 p.
- Zuidam, R. A. Van., 1985. Aerial Photo-Interpretation Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping. The Netherlands, Smits Publisher, 442 p.

#### **MATERIAL CARTOGRAFICO.**

Dirección General de Geografía del Territorio Nacional.

Cartas topográficas, Escala 1:50 000

F14-D74 Villa Juárez

F14-D73 Panuatlan

F14-D83 Huauchinango

F14-D84 Filomeno Mata

Cartas geológicas, Escala 1:250 000

F14-12 Poza Rica

F14-11 Pachuca

Cartas de vegetación y uso del suelo,  
Escala 1:250 000  
F14-12 Poza Rica  
F14-11 Pachuca

Carta de Aguas Superficiales, Escala 1:1 000 000  
Hoja Mexico

Gutiérrez G., V., 1984. Mapa Geológico del Prospecto Acaxochitlan. Escala 1:50 000., Aparece publicado en: Informe Final del Prospecto Acaxochitlan, Mexico, Petroleos Mexicanos.

Lauer, W., 1978. Mapa de Tipos Climáticos Higrotérmicos en la Vertiente Oriental de la Meseta Mexicana Central. Escala 1:500 000. Aparece publicado en: Comunicaciones Proyecto Puebla-Ilixcala, 15. F.A.I.C.

#### MATERIAL AEROFOTOGRAFICO.

Aerofoto. Puebla Forestal, Obra 2754.  
Escala 1:20 000

Fecha de vuelo 6 de Marzo 1983.  
Linea F-163 Fotos 14-12  
Linea F-164 Fotos 16-27  
Linea F-165 Fotos 14-6

Fecha de vuelo 12 de Marzo 1984  
Linea F-128 Fotos 16-4  
Linea F-127 Fotos 20-31  
Linea F-126 Fotos 21-5  
Linea F-125 Fotos 20-30



SÍMBOLOS CONVENCIONALES

POBLACIONES

MAXIMO A 10.000 HAB.

DE 5.000 A 10.000 HAB.

MEJOR A 5.000 HAB.

XICOTEPEC

LA SIERRA

24 000 HAB.

ZONA MANTACUNAL



VIAS TERRESTRES

CARRERA PAVIMENTADA

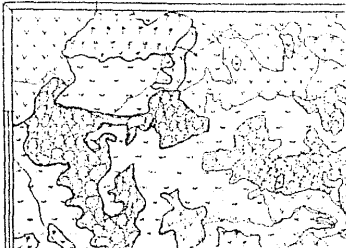
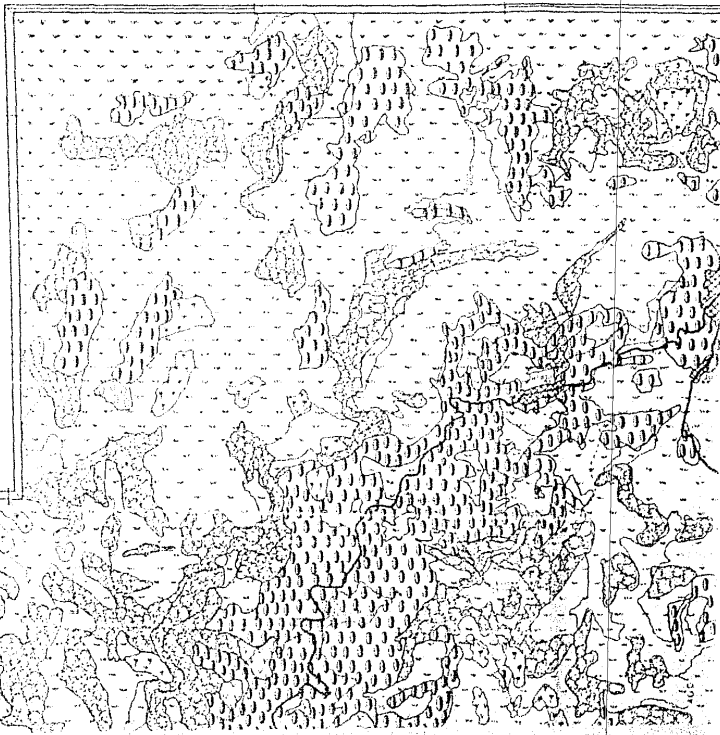
FERRALLERIA

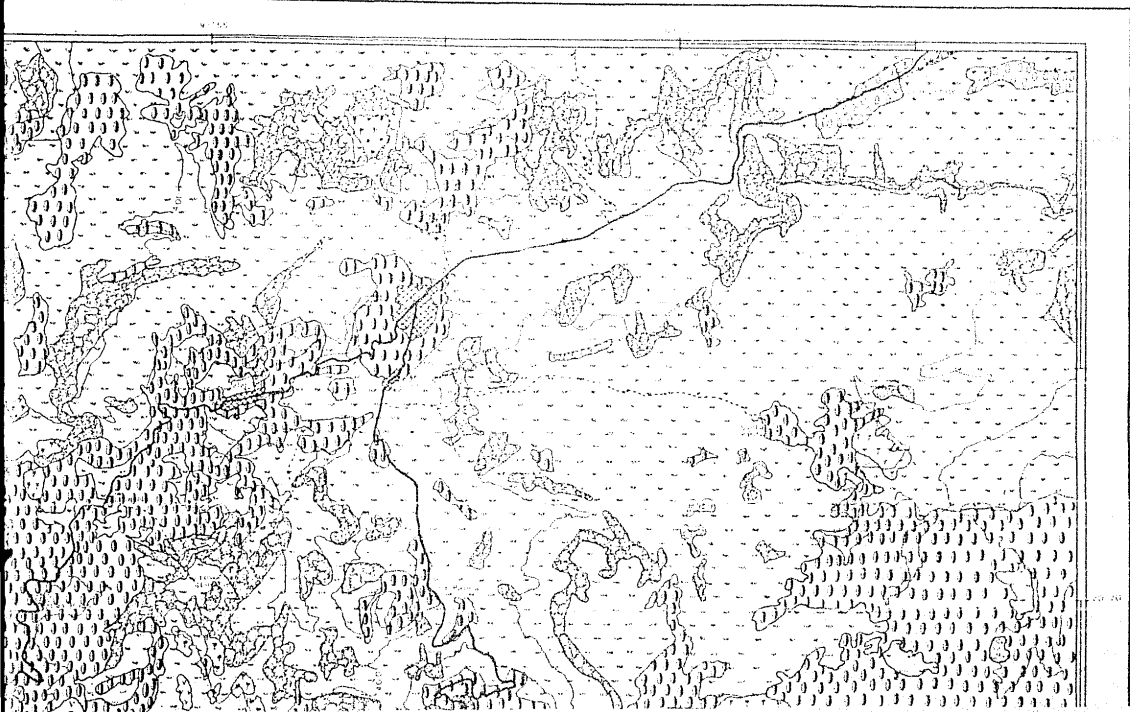
GRUPO

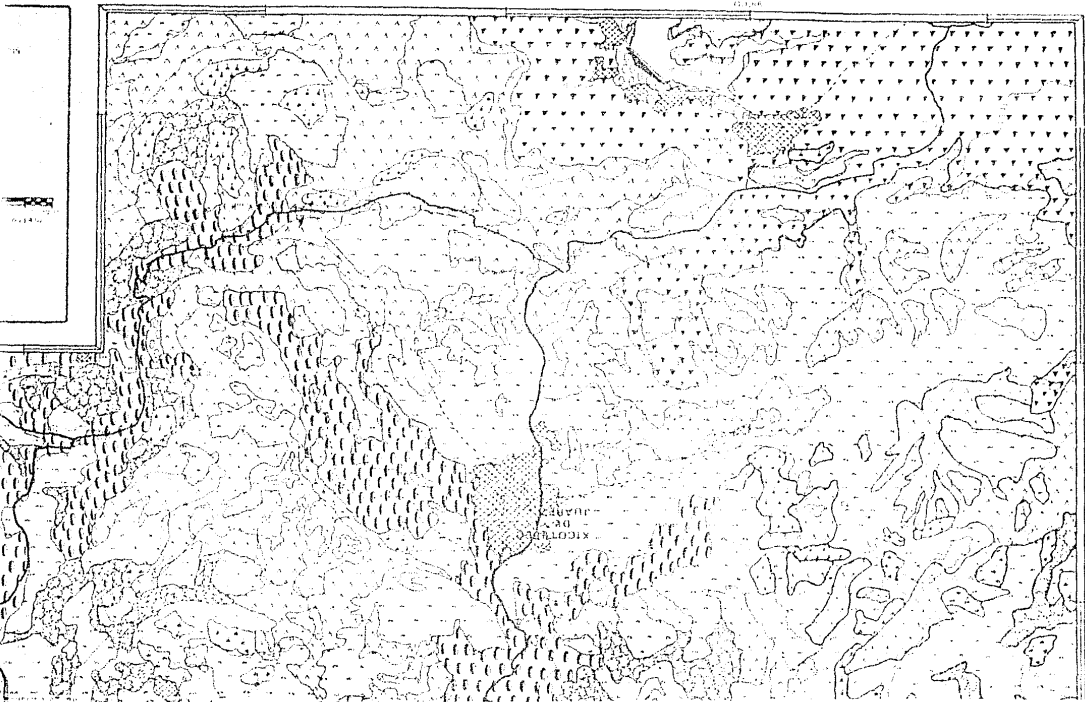
PUENTE

PREDA

CURVA DE NIVEL







MAPA No. 4

VEGETACION Y  
USO DEL SUELO



BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO



BOSQUE SECO DE ESTIARA



BOSQUE MINDO (QUERCUS Y COBI FERAS)



PASTIZAL



AGRICULTURA DE PLANTACION -  
(CAFE)



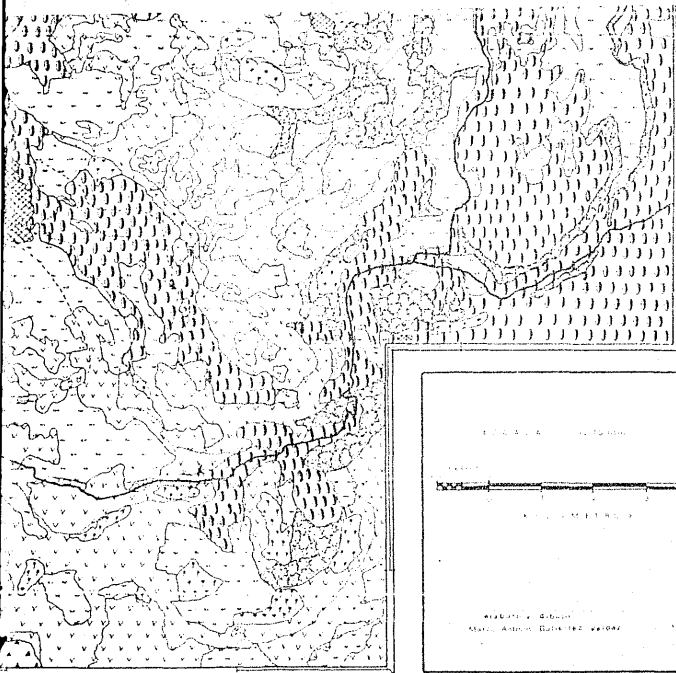
AGRICULTURA PERMANENTE Y SEMI-PERMANENTE



AGRICULTURA ANUAL



USO HABITACIONAL



Mapa No. 4  
Mando, Agosto, Julio 1962

## SIGNOS CONVENCIONALES

## POBLACIONES

MAYOR A 15 000 HAB

DE 5 000 A 15 000 HAB

MENOR A 5 000 HAB

ZONA HABITACIONAL

VIAS TERRESTRES

CARRETERA PAVIMENTADA

TERRACERIA

BRECHA

PUENTE

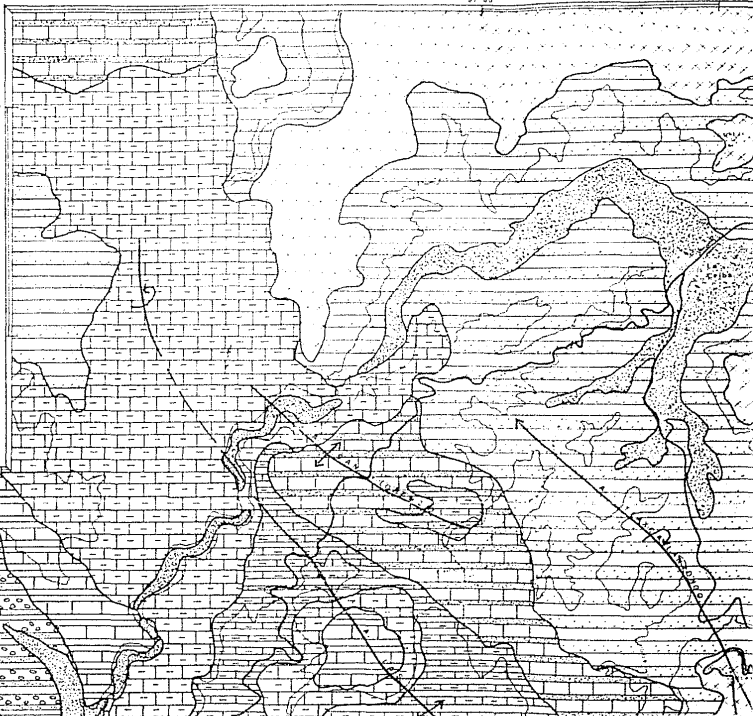
PRESA

CURVA DE NIVEL

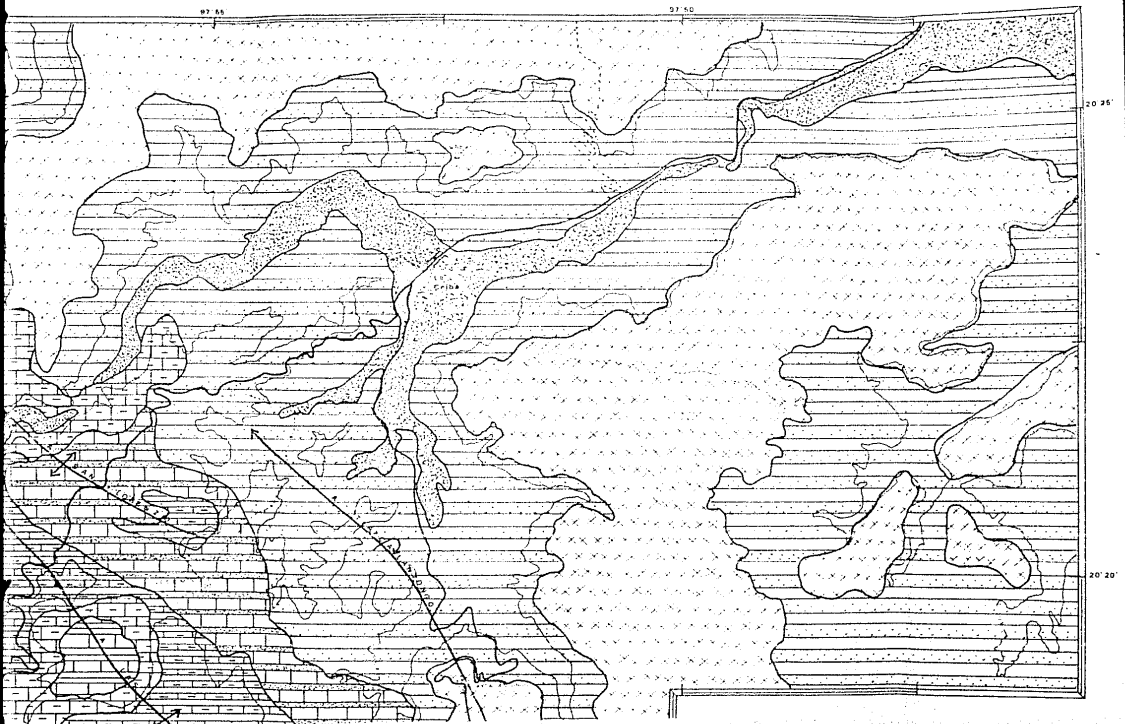
NICOTIPEC

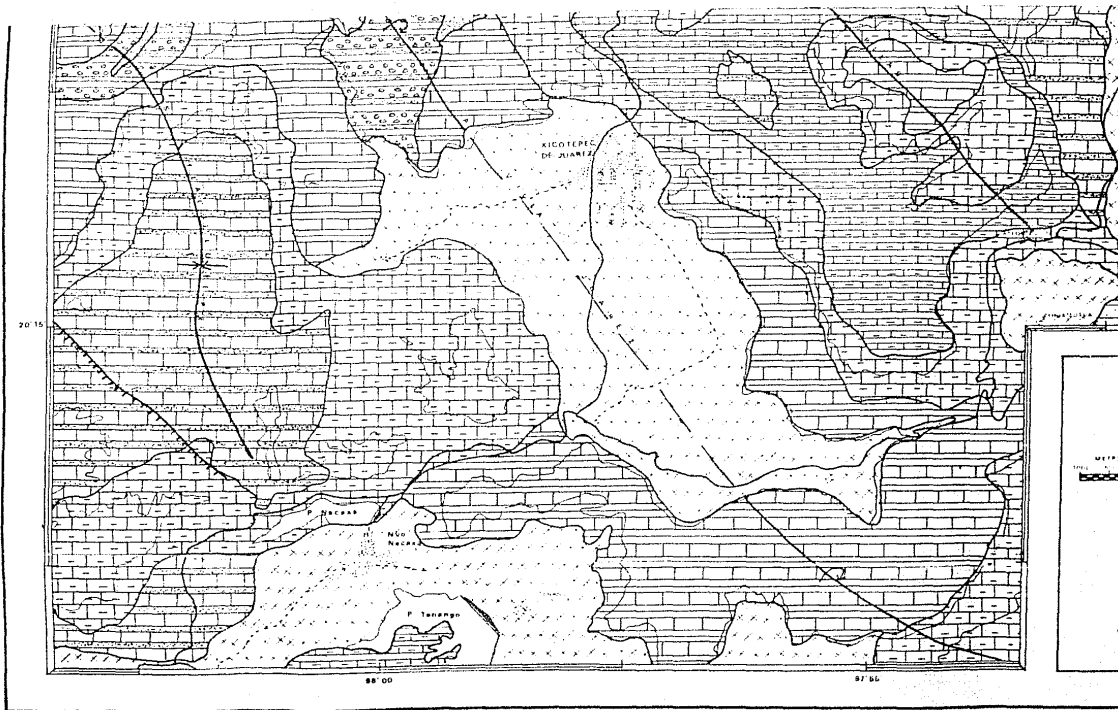
La CRUZ

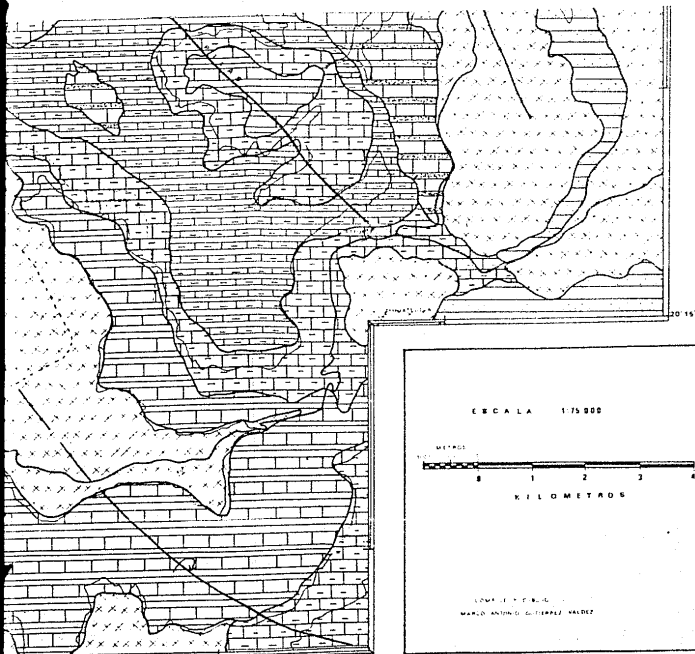
20 25



20 20



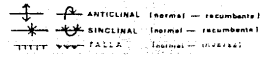




## MAPA No.6 G E O L O G I A

<p>ESTRATIGRAFÍA</p> <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100</p>	<p style="text-align: center;">ACCIÓN RECIENTE</p> <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100</p>
---	---

<p>ESTRATIGRAFÍA</p> <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100</p>	<p style="text-align: center;">ACCIÓN RECIENTE</p> <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100</p>
---	---



FUENTE: Carta Geológica #14-12 esc 1:250 000  
 INEGI, 1983.  
 Mapa geológica del Prespecto Adochitlan  
 esc 1:50 000. Octubre, 1986



LEGENDA DE CONVENCIONES

PLANTACIONES

MAYOR A 15 000 HAS

YUCOTEPAC

DE 8 000 A 15 000 HAS

LA TARRA

MEJOR A 5 000 HAS

ZONA HABITACIONAL

VIAJEROS

CARRERA PAVIMENTADA

TERRAZA

BACIA

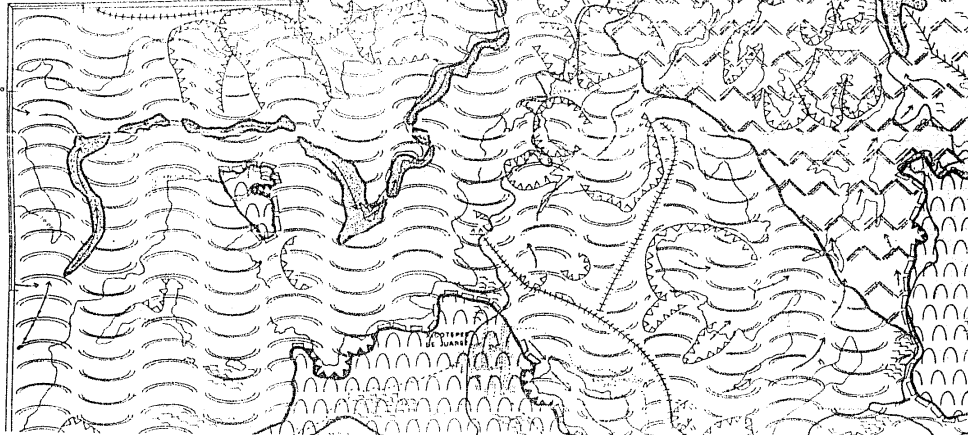
PUNTE

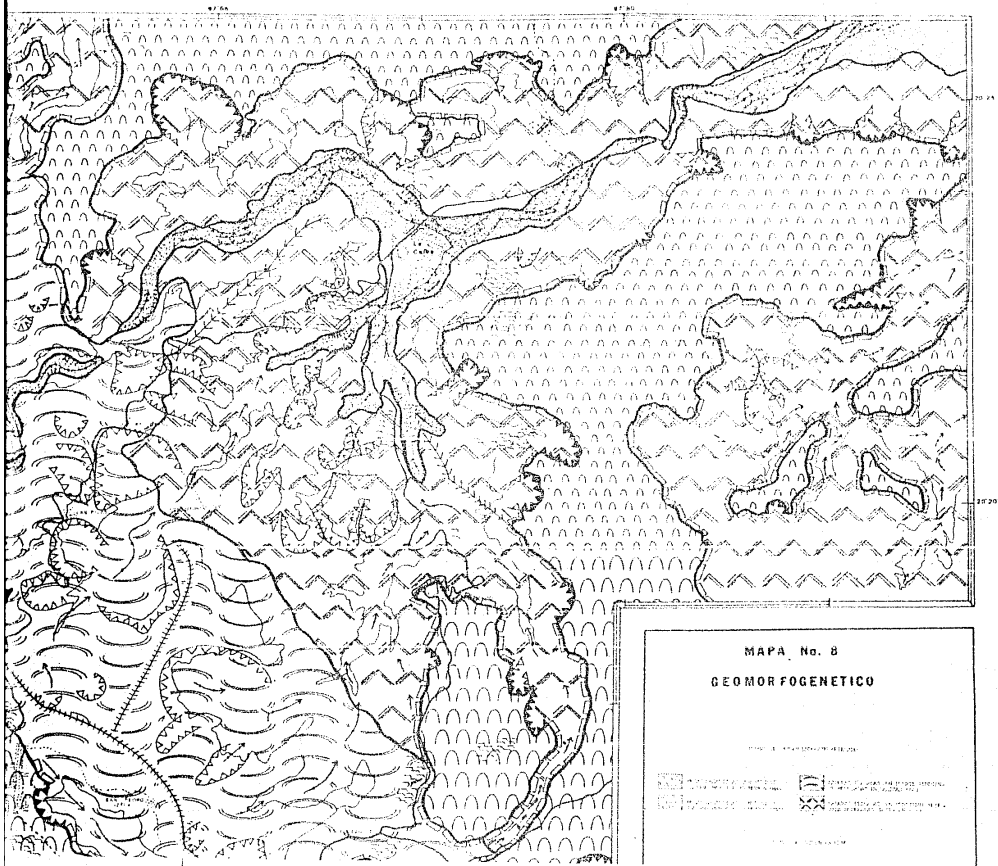
PRESA

CURVA DE NIVEL





2020

2020

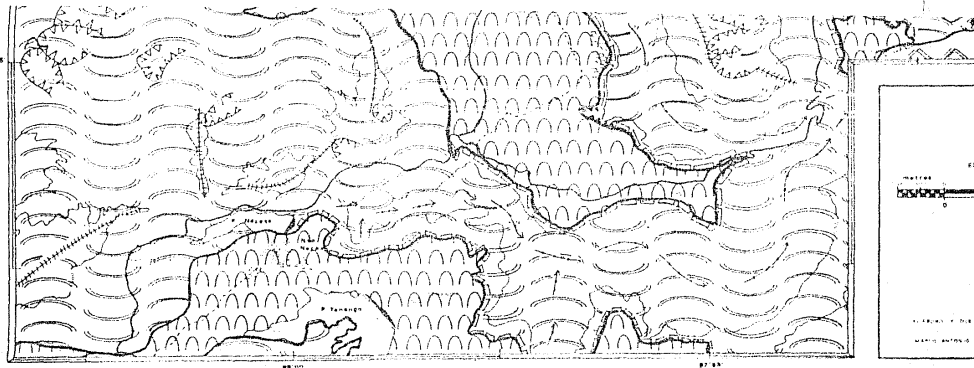




MAPA No. 8  
 GEOMORFOGENETICO

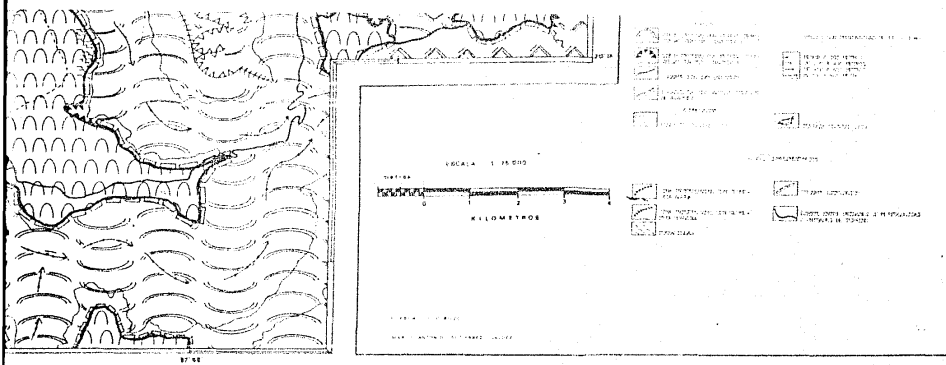
-  TERRENO DE ALTA CUMBRIO
-  TERRENO DE BAJA CUMBRIO
-  VALLES
-  CERRAJONES

1920



UNIDADES DE TERRENO		CLAVE	LITOLÓGICA	PENDIENTE	DELTAJE INTERIO.	DENSIDAD DE COBERTURA	PAISAJE DE SOBRESAL	S U B T I P O S *		
TIPONOMIA	USOS							TIPO	TEXTURA	
FORMAS DE OROGENO	OROGENIA TORRE	ELIZABETH	CON FUERTE ELEVACION EN CALIDAD	EP	PRINCIPALmente CALIZADO	30° a 60°	VALLES profundos	SUBORDINADO DENUDADO Y ESTERNO O PLUMADO	CAMBIAL PROFUNDO	ARCILLOSA
			CON PENDIENTE MODERADA MODERADA EN FLUJO	EP	ESQUELA - AEROSOL (DIVERSO)	15° a 40°	IND. 30° - 40°	VALLES profundos	OROGENICO	PROFUNDO
FORMAS DE OROGENO	VOLCANICA	MEXICO	CON DELTAJE INTERIO MAYOR A 100 m.	MA	VARIEDAD	<10°	JUNCO ARENOSO	PARALELO Y SUBPARALELO	ADRIANO LUISIVO	LINDA
			CON DELTAJE INTERIO MENOR A 100 m.	MA	PARALELO	<5°	PROF. 30° a 40°	VALLES profundos	PARALELO	ALFONSO
FORMAS DE OROGENO	ALUVIONAL	PLANICIE	PLANICIE FLUVIAL	FI	ALUVION	43°	VALLES	SUBORDINADO	VERTICAL	ARCILLOSA
			TERRAZA FLUVIAL	FI	ALUVION	43°	VALLES	SUBORDINADO	VERTICAL	ARCILLOSA

\* FUENTES: FIGUE, 1968; CARTAS GEOLOGICAS ESCALA 1: 250 000  
 HOJA P14 - 12 TOTA NECA  
 P14 - 11 PACUNDA



RELIEVO INTERNO	DENSIDAD DE DRENAJÓN	PATRÓN DE DRENAJE	S.O.P. 1:5000			CARACTERÍSTICA PÉDREGA	VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO
			TIPO DE DRENAJE	TEXTURA	FORMA FÍSICA		
800-850 metros	2.87 $\text{km}^2/\text{km}^2$	IRREGULAR, DENDRÓICO Y FINADO O PLUMADO	CAUDALOSO PERIFÉRICO	ARCILLOSA	LEVE Y BOMBONDA	12 MESES HÚMEDOS	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO, BOSQUE MEDIO DE MONTAÑA Y BOSQUE MEDIO DE VALLE. CULTIVOS Y AGRICULTURA DE TEMPORAL.
100-300 metros	2.75 $\text{km}^2/\text{km}^2$	IRREGULAR	PERIFÉRICO	ARCILLOSA	PERFORADA	11 y 12 MESES HÚMEDOS	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO, BOSQUE MEDIO DE VALLE Y AGRICULTURA DE TEMPORAL.
30-80 metros	3.15 $\text{km}^2/\text{km}^2$	PARALELO Y SUBPARALELO	AREOLADO DENTADO ANULAR	LEVE	SIN FASE	12 MESES HÚMEDOS	BOSQUE MEDIO DE MONTAÑA Y BOSQUE MEDIO DE VALLE. CULTIVOS Y AGRICULTURA DE TEMPORAL.
5000 a 50 m.	1.08 $\text{km}^2/\text{km}^2$	PARALELO	AREOLADO	LEVE	SIN FASE	11 y 12 MESES HÚMEDOS	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO, BOSQUE DE VALLE, CULTIVOS Y AGRICULTURA DE TEMPORAL.
500 m.	1.5 $\text{km}^2/\text{km}^2$	IRREGULAR	VERTICAL	ARCILLOSA	PERFORADA	11 MESES HÚMEDOS	BOSQUE DE GALERÍA, CULTIVOS PERENNES COMPLETADOS Y SEMBRA.
500 m.	1.08 $\text{km}^2/\text{km}^2$	IRREGULAR	CAUDALOSO	ARCILLOSA	PERFORADA	11 MESES HÚMEDOS	BOSQUE DE GALERÍA.