

1951  
12

ESTUDIO GEOMORFOLOGICO DE LA  
CUENCA ALTA DEL RIO MIXTECO,  
AFLUENTE DEL BALSAS, OAXACA.

Gerardo García Gil.



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

A MANUEL GARCIA GUILLEN  
Y MA. DE LOS ANGELES GIL

A CRISTINA

# I N D I C E

## INTRODUCCION.

	Página
CAPITULO I.	
Objetivos Generales.....	4
Métodos y Materiales de estudio.....	5
CAPITULO II.	
Area de Estudio.....	15
Cuadro # 1 datos altimétricos.....	17
Cuadro # 2 datos altimétricos.....	18
Clima.....	19
Diagramas ombrotérmicos.....	22
Suelos.....	27
Morfometría.....	29
Geología.....	36
CAPITULO III.	
Geomorfología.....	48
Sistema volcánico erosivo denudatorio..	51
Unidad Yosondoco.....	53
Unidad San Antonio Ndaxico.....	56
Unidad Nueva Reforma.....	60
Unidad Tlaxiaco.....	67
Unidad Yucuninu de Guerrero.....	71
Unidad San Pedro Yososcua.....	73
Unidad Santa María Yucunicoco.....	78
Unidad Ndyocoyo Allende.....	80
Sistema Metamórfico.....	84
Unidad Yutenduanduaba.....	85
Unidad Las Huertas.....	88
Unidad San Miguel Progreso.....	90
Sistema Sedimentario, Unidad Santa Ma- ría Tepostlantongo.....	92
Conclusiones y Recomendaciones.....	95
Bibliografía.....	99

I N D I C E

DE MAPAS Y CARTAS

PAGINA

Mapa de localización # 1.....	14
Mapa de localización de las estaciones meteorológicas # 2.....	20
Mapa geológico generalizado # 3.....	35

A N E X O

Carta altimétrica y de localización de las subcuencas trabajadas.....#	4
Carta de mesoclimas.....#	5
Carta de Unidades del paisaje.....#	6
Carta de Pendientes Río Yutebe.....#	7
Carta Hidrográfica Río Yutebe.....#	8
Carta Geomorfológica Río Yutebe.....#	9
Carta de Pendientes Río Tlaxiaco.....#	10
Carta Hidrográfica Río Tlaxiaco.....#	11
Carta Geomorfológica Río Tlaxiaco.....#	12
Carta de Pendientes Río Ocoteppec.....#	13
Carta Hidrográfica Río Ocoteppec.....#	14
Carta Geomorfológica Río Ocoteppec.....#	15
Carta de Pendientes Río Yucunicoco.....#	16
Carta Hidrográfica Río Yucunicoco.....#	17
Carta Geomorfológica Río Yucunicoco.....#	18

## INTRODUCCION.

El presente trabajo tiene por objeto mostrar algunas de las características de la Geomorfología de la cuenca alta del Río Mixteco, afluente del Balsas, Oaxaca.

Este breve análisis de los aspectos geomorfológicos asume relevancia a partir de la ausencia de información de detalle del estado actual de los recursos de esta zona, así como de su ubicación, localización y uso de ellos por la población. Además de su representación en mapas y cartas de diversa naturaleza a escalas convenientes.

El estudio científico de las potencialidades de una zona ó región requiere de una cuantificación y evaluación de diversos aspectos que deben cartografiarse para obtener representaciones objetivas de ellos, por ésto las cartas temáticas que se han elaborado en este trabajo resultan básicas para la interpretación que pretende hacerse del paisaje geográfico.

Aunque no se considera que el trabajo haya quedado concluído ó llegado a su término en esta primera aproximación hacia un conocimiento más exacto de la geomorfología, pues han quedado muchos fenómenos y procesos que no han sido hasta ahora explicados y comprendidos satisfactoriamente por el autor.

Espero que en el futuro puedan ser mejor estudiados con el nivel de precisión adecuada, por aquellos investigadores interesados en aportar mayores conocimientos sobre el lugar, en el trabajo que se muestra a continuación el nivel de apreciación resulta adecuado a la escala y a las dimensiones del área de estudio por

lo que corresponde a un nivel de detalle general que permite mediante una visión global identificar algunos aspectos que deberán tratarse más específicamente a nivel de investigación de carácter fino y por lo tanto esta investigación puede considerarse como básica.

También se trató durante el desarrollo de la investigación de hacer explicaciones en lenguaje no técnico sobre los aspectos estudiados con la finalidad de hacer más sencilla su lectura a personas no familiarizadas con el vocabulario geomorfológico y de esta manera facilitar su difusión.

Espero que esta breve investigación resulte útil para futuros estudios de reconocimiento de los recursos y de su distribución en el área, así como dentro de estudios de planeación del uso del suelo.

Solo me resta darme a la agradable tarea de expresar mi agradecimiento a quienes han ayudado a la elaboración del presente trabajo. Ante todo quiero agradecer al maestro Gilberto Hernández Corzo por su valiosa dirección, al maestro Victor Martínez Luna y Mario Arturo Ortíz Pérez, por sus criticas constructivas y recomendaciones. Al maestro José Velasco Toro por su apoyo e interés en la realización de este trabajo. A los señores, Miguel Rincón y Emilio Torres, por su colaboración en el dibujo de cartas y mapas, y a todos los que de una forma u otra hicieron posible el presente trabajo.

C A P I T U L O I

### OBJETIVO GENERAL

Desarrollar conocimientos básicos sobre el estado actual, ex tensión, localización de los recursos naturales, con el fin de proponer alternativas de utilización adecuadas que permitan su conservación y regeneración.

Aportar conocimientos sobre las diversas variables que conforman la morfología actual y que deben ser consideradas dentro de los planes de desarrollo regional.

## METODOS Y MATERIALES DE ESTUDIO.

El estudio geomorfológico realizado requiere de una cartografía de apoyo a escalas aceptables, es decir escalas grandes, 1: 25,000 ó 1: 50,000; sin embargo todavía no existen tales escalas en la zona de estudio, por lo que se hizo necesario - amplificar las cartas topográficas de la Secretaría de la Defensa Nacional, Escala 1: 100,000 a escala 1: 50,000, ésto - se realizó mediante métodos fotomecánicos que dan mayor precisión, ya que de por sí la información de estas cartas sufre - de ciertas deficiencias.

Una vez realizado este trabajo se adquirieron las fotografías aéreas en blanco y negro en pares estereoscópicos de la Compañía Mexicana de Aerofoto, vuelo Oaxaca # 1500 a escala 1: 50000 del año de 1969, se utilizaron 5 líneas con un total de 15 pares estereoscópicos.

Posteriormente se realizó el trabajo de fotoidentificación y luego el de fotointerpretación, marcando en las fotografías: Hidrografía (hasta escurrimientos de primer orden) drenaje subterráneo, cuerpos de agua.

Elementos Geológicos, Contactos litológicos, fallas y fracturas, estructuras y rasgos geológicos, etc.

Geomorfología, Formas de relieve, valles erosivos, llanuras -- fluviales, acumuladas, superficies de divisorias cóncavas y barrancos, bancos aluviales, etc.

Concluído el trabajo se vació la información de las fotografías aéreas a los mapas para empezar a construir las cartas hidro--

gráficas y geomorfológicas.

También se consultó la información geológica al respecto, la cual sirvió de base para hacer ciertas delimitaciones, las cartas usadas fueron: la carta geológica del Estado de Oaxaca -- del Instituto de Geología UNAM y el mapa generalizado de López Ramos, Geología de México, Tomo II, Pág. 72.

La importancia que desempeña las pendientes en la evolución de las laderas hace obligado su estudio, ya que éstas varían a -- causa de la acción de las escorrentías y los escurrimientos, -- la sufoción, la reptación, los movimientos del terreno, etc.-- además que las pendientes también influyen sobre los procesos mencionados.

Para esto se construyó una carta de pendientes del terreno según el método gráfico, y se diseñaron varias escalas para medición cada 50, 100 y 150 metros, se trató, dada la equidistancia de curvas auxiliares en el mapa topográfico cada 50 metros de hacer mediciones de curva a curva para lograr mayor exactitud, así se determinaron según las características topográficas del área en cuestión seis clases de pendientes.

- |                  |               |   |
|------------------|---------------|---|
| Clase I. 0-3°.   | 0 - 5.2 %     | Planicie de inclinación débil           |
| Clase II . 3-7°  | 5.2 - 12.3 %  | Planicie de inclinación moderada.       |
| Clase III. 7-15° | 12.3 - 26.8 % | Ladera de inclinación moderada y fuerte |
| Clase IV. 15-20° | 26.8 - 36.4 % | Laderas de inclinación abrupta          |
| Clase V. 20°     | 36.4 y más %  | Laderas de inclinación muy abrupta      |

una

Se construyeron tres cartas escala 1: 50,000 para cada una de las subcuencas trabajadas; carta hidrográfica, carta geomorfológica y carta de pendientes del terreno.

Posteriormente se construyeron una carta altimétrica y la carta de mesoclima de la zona de estudio; la carta altimétrica se construyó escala 1: 100,000, en donde se consideraron a grandes rasgos.

1,750 m. - 2,000 m.s.n.m.	Zona baja
2,000 m. - 2,500 m.s.n.m.	Zona de transición
2,500 m. - 3,000 m.s.n.m.	Zona de montaña
- 3,000 m.s.n.m.	Zona de Alta montaña

La altitud es una variable que debemos considerar, pues determina la temperatura y la precipitación por lo que los valores de evaporación, vientos, nubosidad se modifican.

Para la construcción de la carta de mesoclimas se utilizó la escala 1: 100,000 y se consideraron las estaciones meteorológicas que se localizan (mapa 1).

Dentro y en las proximidades de la cuenca las estaciones consideradas fueron:

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. Tlaxiaco                   | 6. San Esteban Atlahuaca      |
| 2. San Agustín Tlacotepec     | 7. Tezoatlán de Seguro y Luna |
| 3. Huixtlahuaca ó Juxtlahuaca | 8. Chalcatongo                |
| 4. San Martín Duraznos        | 9. Villa Chacaltongo.         |
| 5. Putla                      |                               |

A partir del análisis de la carta altimétrica e interpolando -

valores se obtuvieron las líneas de isotermas e isoyetas del mapa de climas que se anexa.

Mediante este análisis y con la carta de climas de Oaxaca realizado por Detenal se determinaron 2 zonas climáticas en el área de estudio que corresponde a la clasificación de Koeppen, modificada por García a los climas.

C ( W  $\frac{1}{2}$  ) ( w. ) big.

(A) C ( W  $\frac{1}{1}$  ) W ( w. ) big.

Para observar el comportamiento ó marcha media anual de la temperatura se construyeron climogramas ombrotérmicos de cada una de las estaciones consideradas escala 1: 2, temperatura contra precipitación, ( ver climogramas ).

En vista de que no se cuenta con datos de ninguna estación hidrométrica ó de aforo en la cuenca alta del Río Mixteco se consideró necesario realizar un análisis de las características morfométricas de las subcuencas, para que éstas sirvieran de apoyo en la interpretación del comportamiento de las subcuencas formadoras de la cuenca alta.

Para ésto se consideraron los índices morfométricos que se exponen a continuación y que fueron aplicados en cada una de las subcuencas así como en la cuenca alta ó área total, con la finalidad de establecer diferencias, similitudes y anomalías entre las cuatro subcuencas.

Los índices considerados son:

Area de la cuenca.

valores se obtuvieron las líneas de isotermas e isoyetas del mapa de climas que se anexa.

Mediante este análisis y con la carta de climas de Oaxaca realizada por Detenal se determinaron 2 zonas climáticas en el área de estudio que corresponde a la clasificación de Koeppen, modificada por García a los climas.

C ( W  $\frac{1}{2}$  ) ( w. ) big.

(A) C ( W  $\frac{1}{1}$  ) W ( w. ) big.

Para observar el comportamiento ó marcha media anual de la temperatura se construyeron climogramas ombrotérmicos de cada una de las estaciones consideradas escala 1: 2, temperatura contra precipitación, ( ver climogramas ).

En vista de que no se cuenta con datos de ninguna estación hidrométrica ó de aforo en la cuenca alta del Río Mixteco se consideró necesario realizar un análisis de las características morfométricas de las subcuencas, para que éstas sirvieran de apoyo en la interpretación del comportamiento de las subcuencas formadoras de la cuenca alta.

Para ésto se consideraron los índices morfométricos que se exponen a continuación y que fueron aplicados en cada una de las subcuencas así como en la cuenca alta ó área total, con la finalidad de establecer diferencias, similitudes y anomalías entre las cuatro subcuencas.

Los índices considerados son:

Area de la cuenca.

Forma de la cuenca.

Pendiente media.

Altura media

La medición del área de la cuenca alta y subcuencas complementarias se realizó sobre una carta escala 1: 100 000 y se obtuvo con un planímetro, óptico polar; encontrando que la cuenca alta ó área total es una superficie grande en función de la extensión drenada, mientras que las subcuencas formadoras se comportan como cuencas pequeñas (ver cuadro anexo).

#### FORMA DE LA CUENCA

Esta es importante ya que influye en las probabilidades de inundaciones ó avenidas peligrosas, pues de la forma de la cuenca depende el tiempo que ésta tarde en llegar a su desembocadura.

Esta se determinó mediante el coeficiente de compacidad y el factor de forma, el primero se expresa:

$$K = 0.28 \sqrt{\frac{P}{A}}$$

En donde 0.28 es una constante.

P = es el perímetro en Km.

A = área de la cuenca en Km.

#### Factor de Forma

Este factor nos sirve para comprobación del índice de compacidad y se expresa:

$$F f = \frac{A m}{P a}$$

A m = Anchura media

P. a = Plano axial

Siendo  $A m . = \frac{A}{P.a.}$

Pendiente media

Esta se calculó mediante el método de Alvord con la siguiente ecuación:

$$P m . = \frac{D L}{A}$$

En donde - D = es la diferencia de cotas entre curvas de nivel.

L = Longitud total de las curvas de nivel

A = Area de la cuenca

Los resultados a los que se llegó se exponen e interpretan en el Capítulo tercero.

El análisis geomorfológico se realizó en base a la cartografía realizada considerando según la litología superficial 3 grandes sistemas geomorfológicos,

- a). El sistema volcánico erosivo denudatorio
- b). El sistema metamórfico erosivo denudatorio erosivo
- c). El sistema sedimentario erosivo denudatorio

Estos sistemas se delimitaron en base a los contactos litológicos que pudieron marcarse mediante la fotointerpretación de -- las fotografías aéreas, y las cartas geológicas generalizadas que se consultaron.

Cada sistema fue considerado como un conjunto que consta de -

varios elementos y factores que operan en estado profundo de interacción en donde hay flujos energéticos en diversos sentidos.

Cada sistema observa uno o varios comportamientos de diversa naturaleza con respecto a los demás sistemas.

Cada sistema corresponde a una diferente etapa en la evolución geológica de la zona estudiada.

Cada sistema está constituido por diferentes rocas que presentan diferente resistencia ante la erosión y la denudación.

Dentro de cada sistema fue posible reconocer diversas unidades con características propias y diferentes al resto de las unidades pues al variar una o más de las características consideradas, se aprecia un comportamiento diferente, a una unidad la definimos como una faceta del relieve ó una unidad del paisaje geográfico, dentro de las variables consideradas para esta clasificación tenemos:

La pendiente fue una de las variables identificadas que permitió hacer mayores distinciones, ya que al variar ésta varían los procesos así como las intensidades, también las encontramos en muchos casos asociadas a tipos de vegetación y uso del suelo.

La vegetación también permitió hacer ciertas distinciones y su relación con la inclinación de la pendiente es siempre evidente ya que las zonas de inclinación menos abrupta son o fueron utilizadas para actividades agrícolas perdiendo su cobertura

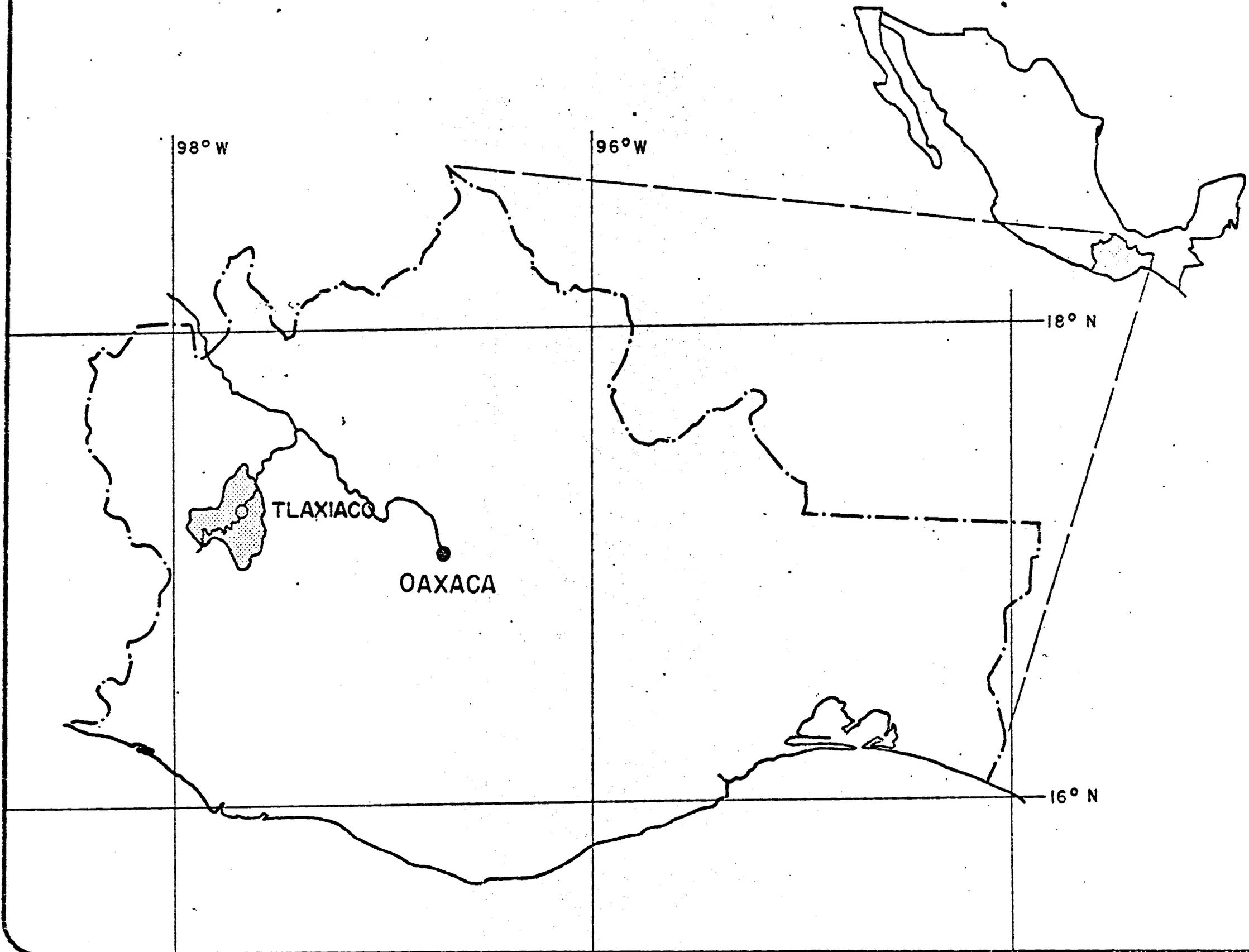
vegetal primaria y desencadenando procesos erosivos.

La presencia de fallas y fracturas, en determinadas regiones evidencian fases de actividad tectónica que sirven de pauta en la evolución del relieve, pues el drenaje se desarrolla a través de estas líneas de debilidad, por lo que el patrón de drenaje y su desarrollo así como sus implicaciones en la expresión del paisaje sirven de evidencia.

El uso del suelo también fue considerado ya que las prácticas agrícolas ó ganaderas implican la desforestación y transformación del paisaje, por lo que el grado de perturbación -- utilizando criterios cualitativos fue un importante elemento en esta regionalización.

La topografía y la altitud se consideraron también, pues son variables que se hallan relacionadas con las anteriores ya -- que sus efectos fueron observados en el uso del suelo.

# LOCALIZACION



AREA DE ESTUDIO.

La cuenca alta del Río Mixteco afluente del Balsas, constituye una zona captadora de la precipitación pluvial que a través del escurrimiento desagua y por lo tanto alimenta a uno de -- los sistemas fluviales más importantes del País, su dinámica y evolución resulta por lo tanto importante, ya que opera en relación al colector principal, como fuente de sedimento y -- caudal, y las modificaciones o perturbaciones que ésta sufra, repercutirán necesariamente en éste.

El área considerada en el presente estudio representa una extensión total de 1,172.3 Km.2 y para facilitar el análisis e interpretación; se dividió en cuatro subcuencas formadoras que corresponden a los siguientes escurrimientos tributarios:

Subcuenca Norte del Río Yutebe,	extensión	398.1	Km.2
Subcuenca Sur del Río Ocatepec,	extensión	147.0	Km.2
Subcuenca Este del Río Tlaxiaco,	extensión	390.1	Km.2
Subcuenca Oeste del Río Yucunicoco,	extensión	237.1	Km.2

Su ubicación general en la República Mexicana según unidades orogénicas y regiones geomórficas de Robles Ramos, modificada por Tamayo, corresponde a la unidad llamada DEPRESION DEL BALSAS O AUSTRAL, y esta limitada al norte por el sistema Volcánico transversal. Al Este por la Sierra Madre de Oaxaca, y Al Sur y Oeste por la Sierra Madre del Sur.

Altitudinalmente se extiende de los 1.550 m. en su parte más baja, hasta los 3,220 m.s.n.m. en su porción más alta, su distribución altimétrica presenta ciertas irregularidades, con --

752 Km.2 que representan un 64 % del área total considerada, - que hemos denominado zona de transición, y que están ubicados entre los 2,000 y 2,500 m.s.n.m., resulta la altitud predominante. Mientras que la zona de mayor altitud, zona de alta montaña, representa apenas 11.7 k.2 es decir 1 % del área total.

La zona baja y de montaña representan aproximadamente la misma extensión y les corresponde un 32 % de ambas (cuadros núms. 1, 2 y mapa 3).

La altitud es una variable que debemos considerar, ya que ésta influye en el comportamiento de la temperatura y la precipitación y de forma indirecta en los procesos que actúan sobre el modelado de la superficie terrestre.

Los datos de la distribución altimétrica del área en cuestión se anexan a continuación, (cuadro # 1 y 2).

DATOS ALTIMETRICOS.

Cuenca Alta o Area Total 1,172.3 Km.2

SUBCUENCA NORTE AREA TOTAL			398.1 Km.2	
			%	A. Acumulada
1,500 - 2,000 m.s.n.m.	Zona Baja	60.3 Km.	15.14	60.3 Km2.
2,000 - 2,500 m.s.n.m.	Zona Transición	291.6 Km.	73.24	351.0 Km2.
2,500 - 3,000 m.s.n.m.	Zona Montaña	46.2 Km.	11.60	398.1 Km2.
mayor - 3,000 m.s.n.m.	Zona Alta Montaña	-	00.00	398.1 Km2.

SUBCUENCA SUR AREA TOTAL.			147.0 Km.2	
			%	A. Acumulada
1,500 - 2,000 m.s.n.m.	Zona Baja	23.3 Km.	15.86	23.3 Km2.
2,000 - 2,500 m.s.n.m.	Zona Transición	74.0 Km.	50.36	23.3 Km2.
2,500 - 3,000 m.s.n.m.	Zona Montaña	47.7 Km.	32.45	145.0 Km2.
mayor - 3,000 m.s.n.m.	Zona Alta Montaña	2.0 Km.	1.36	147.0 Km2.

SUBCUENCA ESTE AREA TOTAL			390.1 Km.2	
			%	A. Acumulada
1,500 - 2,000 m.s.n.m.	Zona Baja	62.1 Km.	15.92	62.1 Km2.
2,000 - 2,500 m.s.n.m.	Zona Transición	281.3 Km.	72.11	343.4 Km2.
2,500 - 3,000 m.s.n.m.	Zona Montaña	37.0 Km.	9.49	380.4 Km2.
mayor - 3,000 m.s.n.m.	Zona Alta Montaña	9.7 Km.	2.49	390.1 Km2.

SUBCUENCA OESTE AREA TOTAL			237.1 Km.2	
			%	A. Acumulada
1,500 - 2,000 m.s.n.m.	Zona Baja	59.5 Km.	25.10	29.5 Km2.
2,000 - 2,500 m.s.n.m.	Zona Transición	106.1 Km.	44.75	165.6 Km2.
2,500 - 3,000 m.s.n.m.	Zona Montaña	71.5 Km.	30.16	237.1 Km2.
mayor - 3,000 m.s.n.m.	Zona Alta Montaña	00.0 Km.	0.00	237.1 Km2.

DATOS ALTIMETRICOS

Cuenca Alta o Area Total Considerada.

AREA TOTAL

1,172.3 Km.2

% A. Acumulada

1,500 - 2,000 m.s.n.m.	Zona Baja	205.2 Km2.	17.52	205.2	Km2.
2,000 - 2,500 m.s.n.m.	Zona Transición	752.0 Km2.	64.17	957.2	Km2.
2,500 - 3,000 m.s.n.m.	Zona Montaña	202.4 Km2.	17.28	1159.6	Km2.
mayor - 3,000 m.s.n.m.	Zona Alta Montaña	11.7 Km2.	1.00	1172.3	Km2.

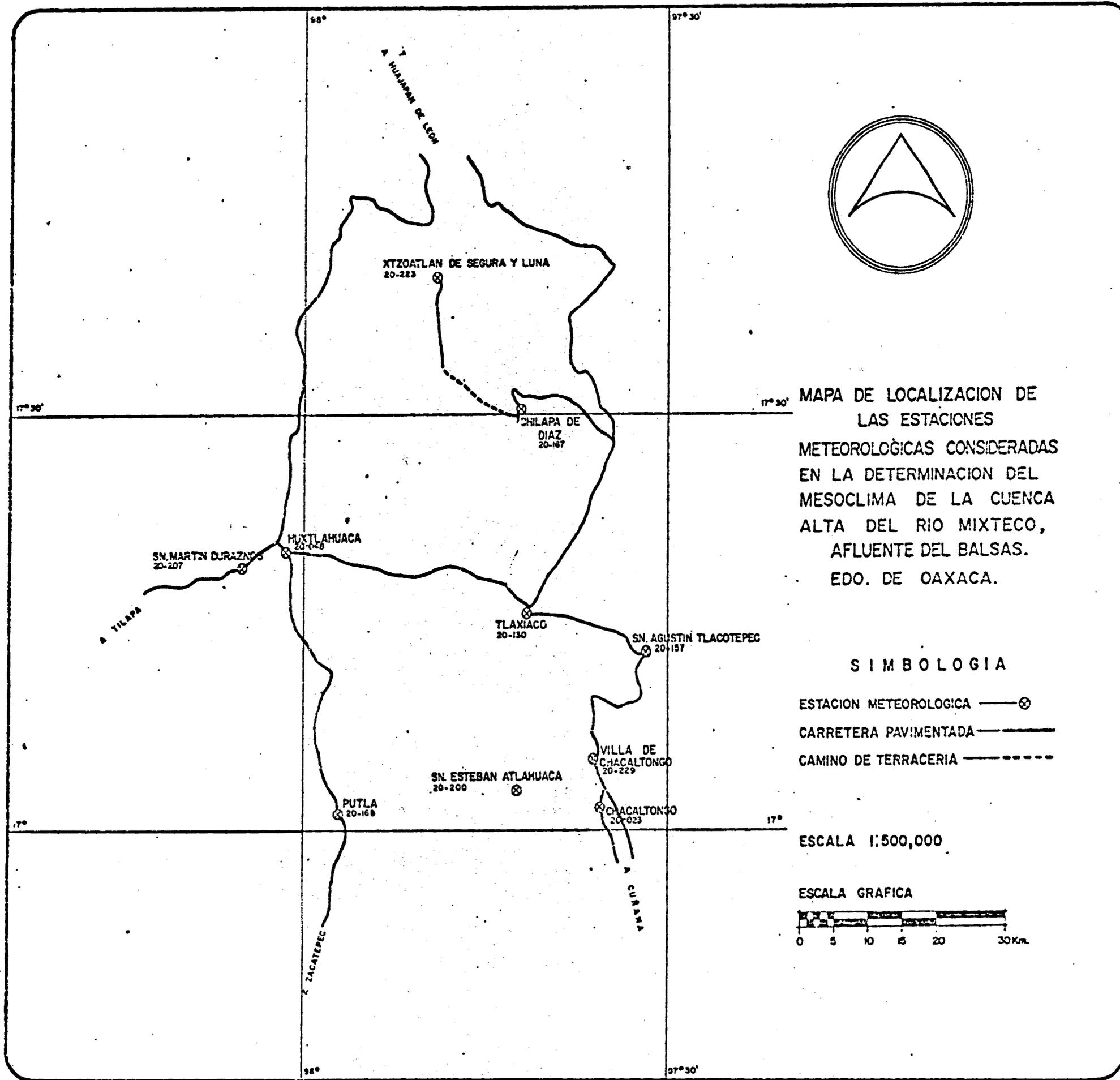
CLIMA.

La zona de estudio se encuentra limitada por la isoyeta de 950 mm. en la cuenca norte del Río Yutebe de los 2,000 a los 2,250 m.s.n.m. y representa la zona menos lluviosa, mientras que la isoyeta de 1,150 mm. en la porción sur de la cuenca del Río de Tlaxiaco de los 2,000 a los 3,220 m.s.n.m. y que representa la superficie de mayor precipitación.

Las isotermas que le corresponde son: Al norte, oeste y centro la de 18° C que representa el valor más alto; la de 16° C en la zona de transición de los valles a la montaña y la de menor valor 14 ° C que se extiende por encima de los 2,200 -- m.s.n.m. por lo anterior se determinaron dos climas en el área que corresponde según la clasificación de Koppen modificada por García a:

C ( w<sub>2</sub> ) ( w ) big.  
(A) C ( w<sub>1</sub> ) ( w ) big.

El clima predominante es el templado y corresponde según su temperatura y por su grado de humedad a un clima templado subhúmedo, el más húmedo de los templados subhúmedos. El régimen de precipitación ocurre en verano y se caracteriza por un verano fresco y largo, el porcentaje de lluvia invernal es menor de -- 5% del anual, la precipitación del mes más seco es menor a -- 40 mm., la oscilación media es menor de 5° C por lo que se determina isotermal, el mes más caliente del año se presenta antes de junio, la temperatura del mes más frío oscila entre 3 y 18° C y la del mes más caliente es mayor de 6.5° C.



MAPA DE LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS CONSIDERADAS EN LA DETERMINACION DEL MESOCLIMA DE LA CUENCA ALTA DEL RIO MIXTECO, AFLUENTE DEL BALSAS. EDO. DE OAXACA.

SIMBOLOGIA

- ESTACION METEOROLOGICA — ⊗
- CARRETERA PAVIMENTADA —————
- CAMINO DE TERRACERIA - - - - -

ESCALA 1:500,000



El segundo corresponde a un clima semi-cálido por su grado de temperatura y subhúmedo por su grado de humedad, es el más cálido de los templados, con temperatura media anual mayor de  $18^{\circ}$  C y la del mes más frío mayor de  $18^{\circ}$  C.

Presenta lluvias en verano y ocupa un punto intermedio en cuanto a humedad, el porcentaje de lluvia invernal es menor de 5 % del anual, el verano es fresco y largo y es isotermal ya que su rango de oscilación es menor a  $5^{\circ}$  C el mes más cálido se presenta antes del mes de junio.

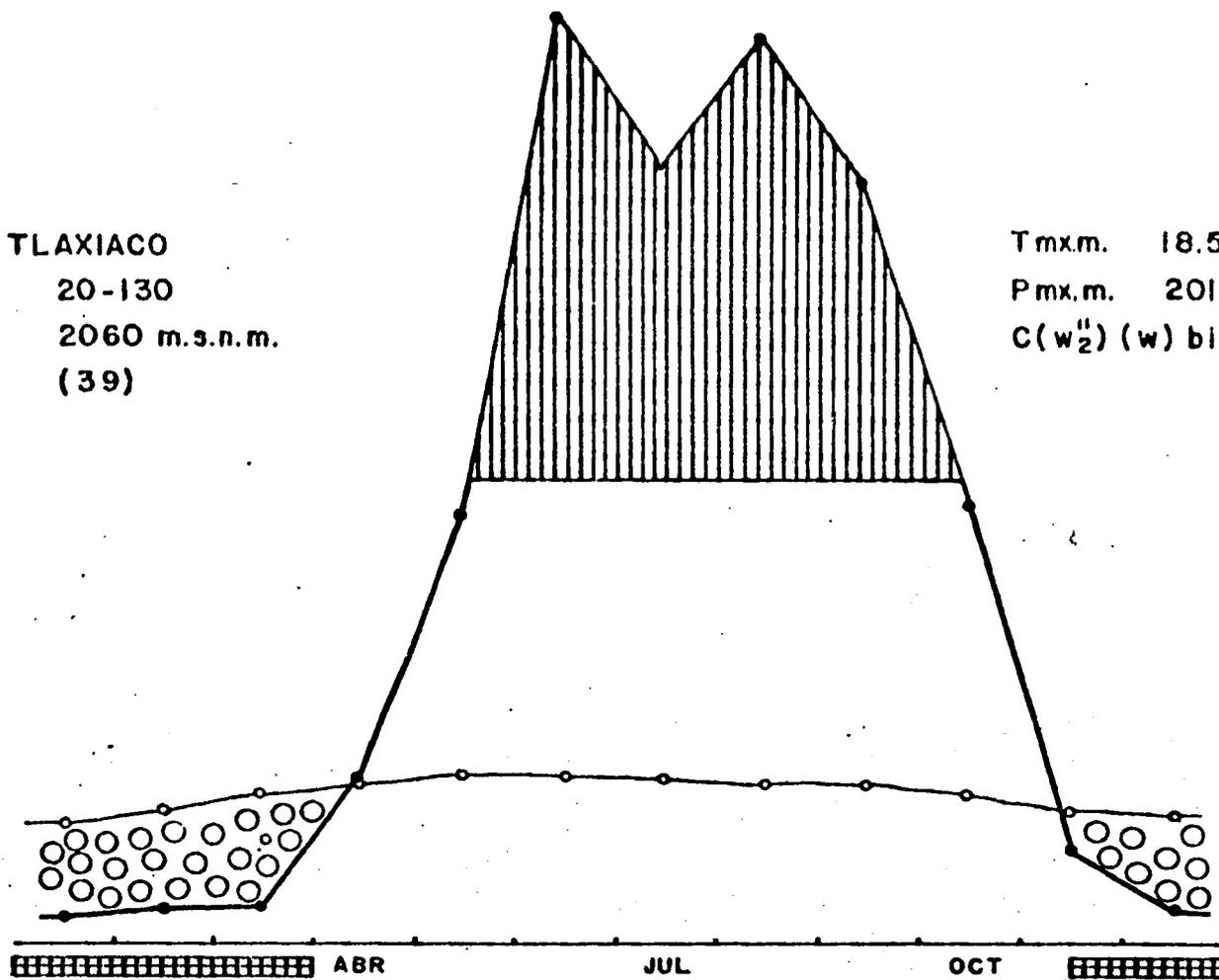
Según los climogramas que a continuación se anexan, la precipitación se encuentra mal distribuida durante el año, concentrándose en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre principalmente en donde en todos los casos alcanza más de 100 mm. de precipitación media mensual, mientras que de noviembre a marzo existe una sequía relativa ya que la curva de temperatura marcha por debajo de la curva de precipitación, durante el invierno se presentan algunas lluvias ligeras. La estación lluviosa se vé interrumpida por una disminución en las precipitaciones en los meses de julio y agosto, aunque vuelve a incrementarse hasta alcanzar valores altos en septiembre (diagramas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10)

En los diagramas ombrotérmicos presentados la curva inferior representa la marcha de la temperatura y en todos los casos presenta escasas variaciones no mayores de  $5^{\circ}$  C.

La línea que alcanza mayor altura y presenta variaciones es la curva de la precipitación que cuando excede los 100 mm. se pre

TLAXIACO  
20-130  
2060 m.s.n.m.  
(39)

Tmx.m. 18.50 °C  
Pmx.m. 201.35 m.m.  
C(w<sub>2</sub>) (w) big

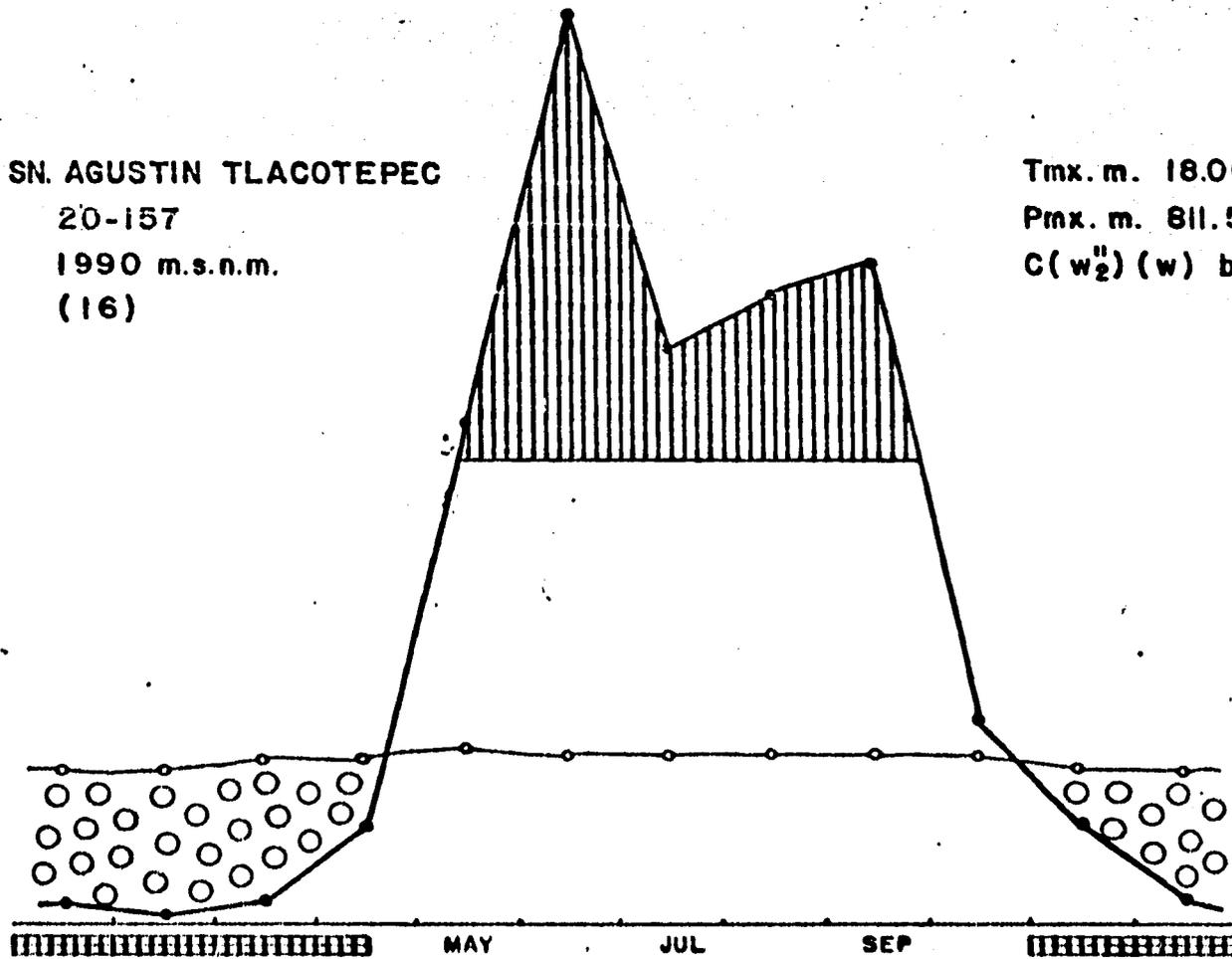


Estación relativamente seca

DIAGRAMA OMBROTERMICO No.2

SN. AGUSTIN TLACOTEPEC  
20-157  
1990 m.s.n.m.  
(16)

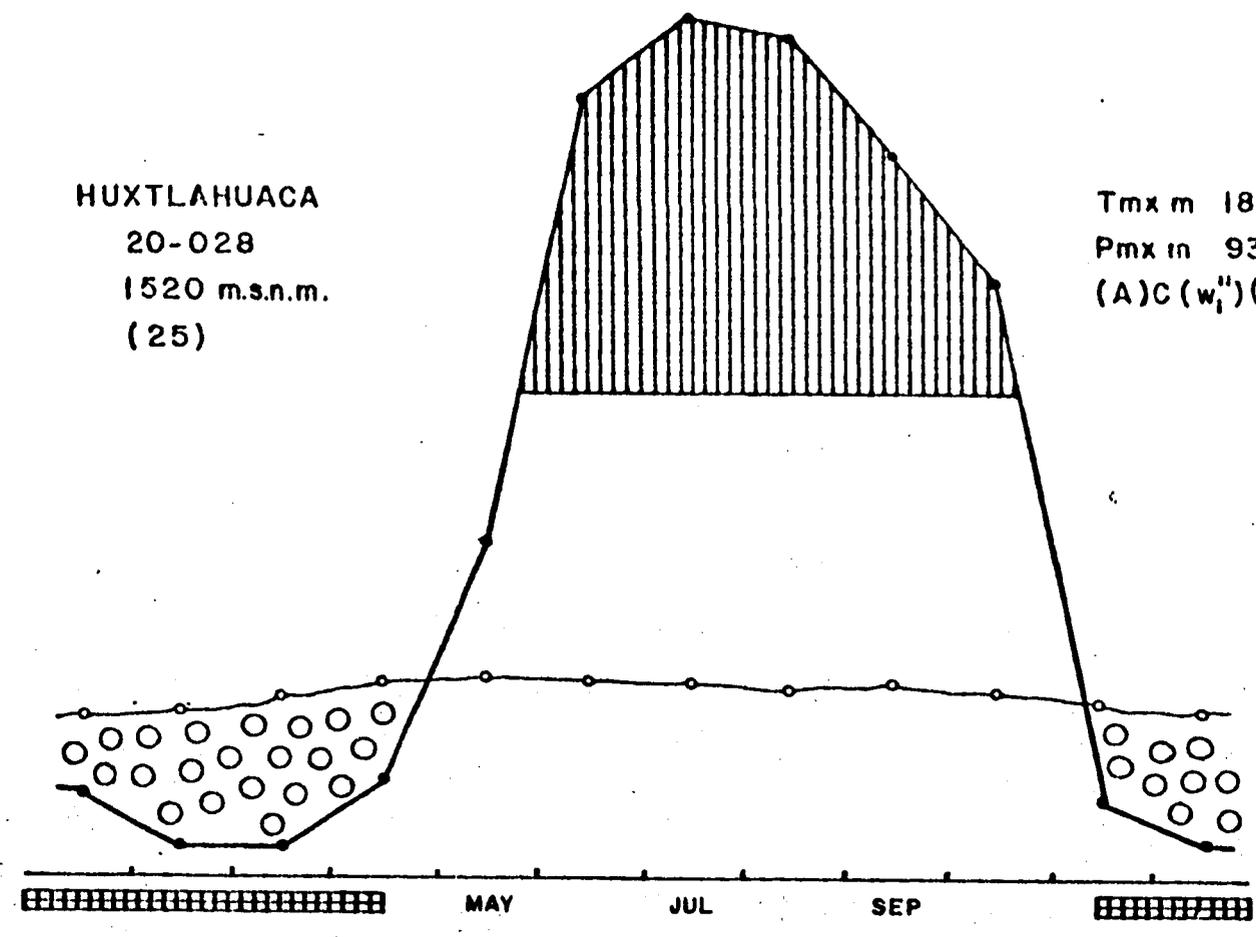
Tmx.m. 18.00 °C  
Pmx.m. 811.55 m.m.  
C(w<sub>2</sub>) (w) big.



### DIAGRAMA OMBROTERMICO No. 3

HUXTLAHUACA  
20-028  
1520 m.s.n.m.  
(25)

Tmx m 18.20 °C  
Pmx m 932.37 mm.  
(A)C(w<sub>i</sub>''')(w) big.

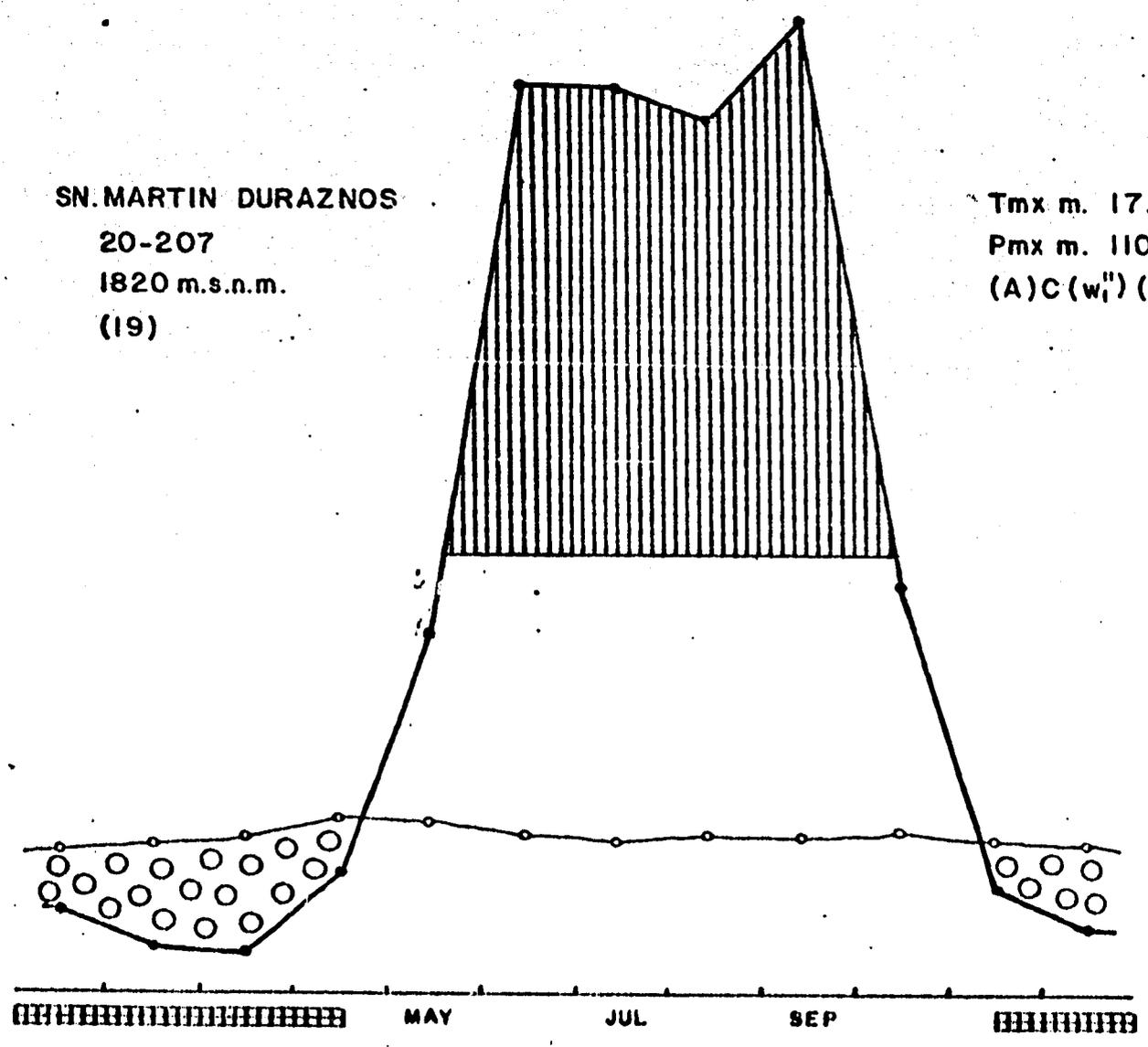


Estacion relativamente seca

### DIAGRAMA OMBROTERMICO No. 4

SN.MARTIN DURAZNOS  
20-207  
1820 m.s.n.m.  
(19)

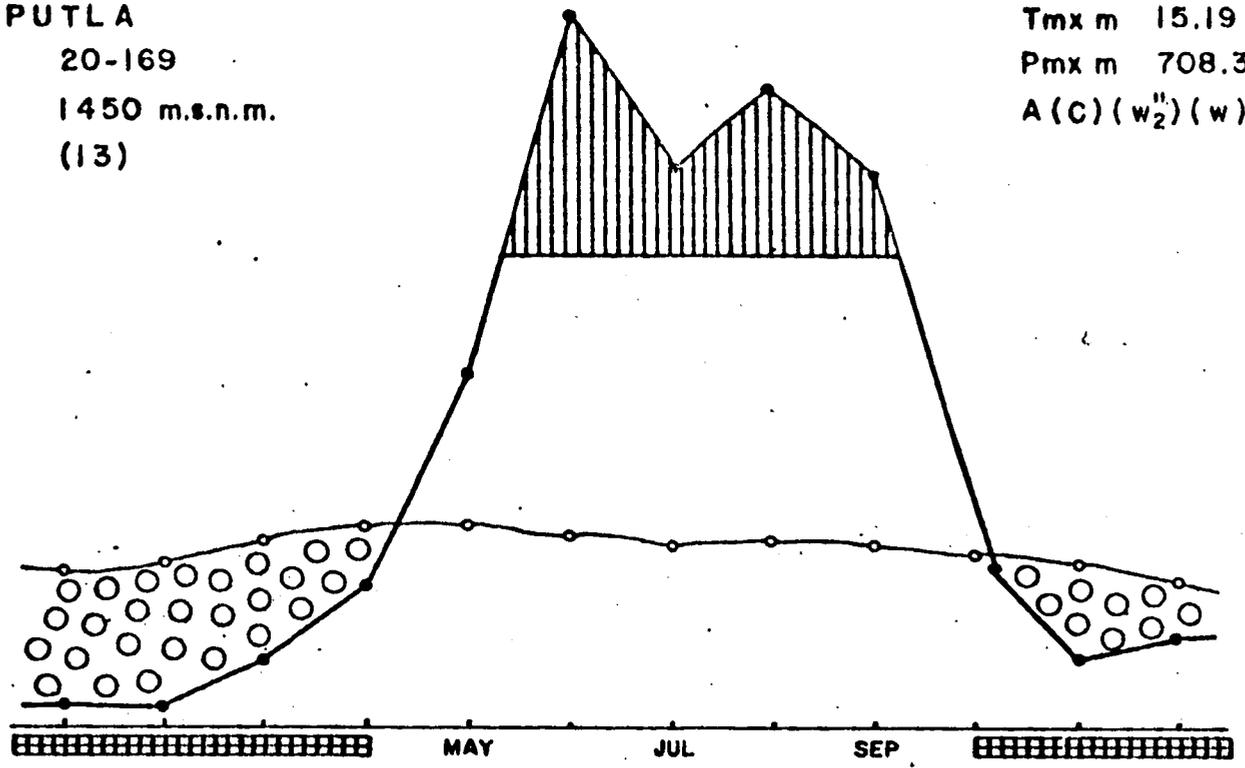
Tmx m. 17.39 °C  
Pmx m. 1109.16 mm.  
(A)C(w<sub>i</sub>''')(w) big.



### DIAGRAMA OMBROTERMICO No. 5

PUTLA  
20-169  
1450 m.s.n.m.  
(13)

Tmx m 15.19 °C  
Pmx m 708.37 mm.  
A(C)(w<sub>2</sub>)(w) big

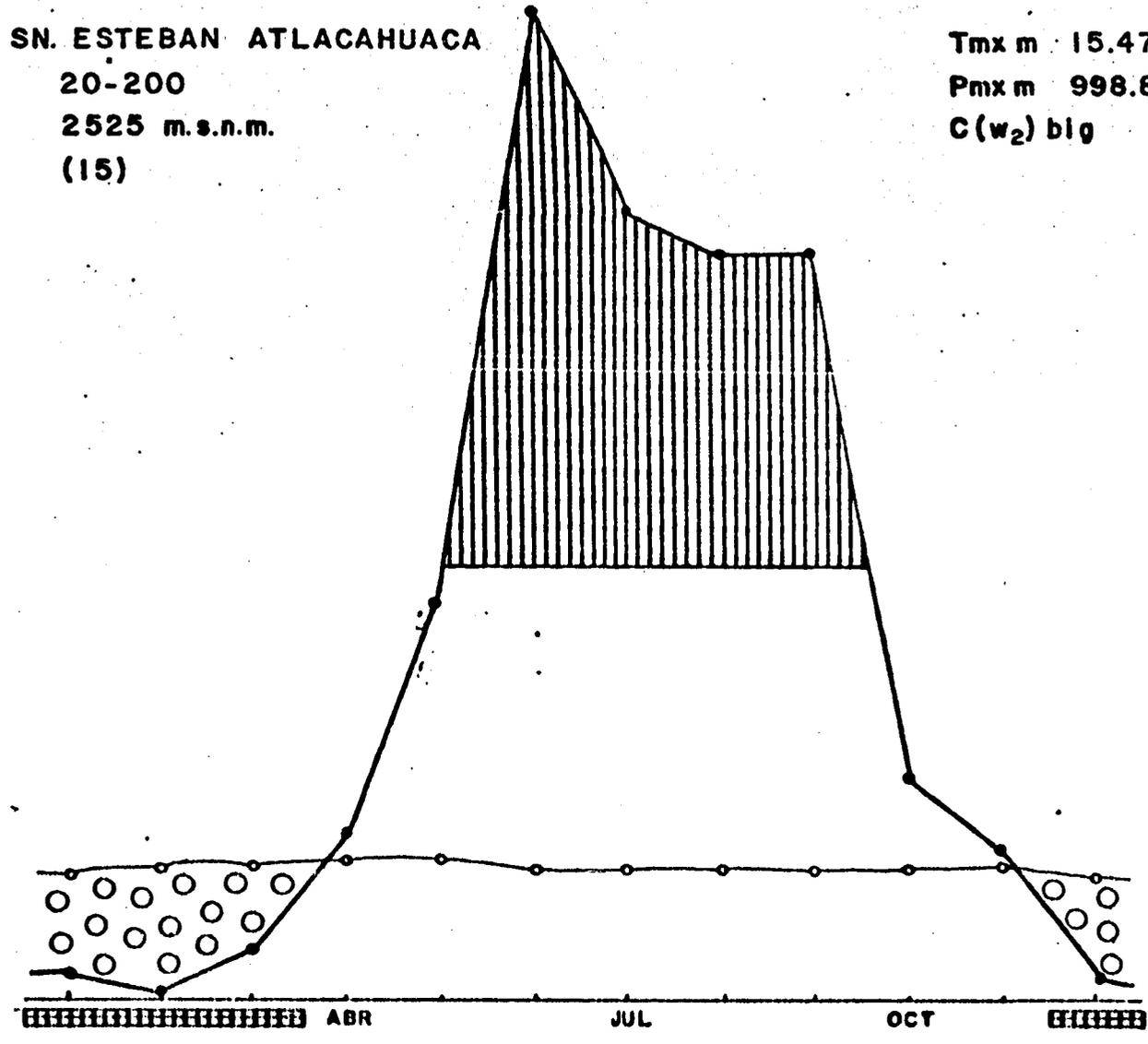


Estacion relativamente seca

### DIAGRAMA OMBROTERMICO No. 6

SN. ESTEBAN ATLACAHUACA  
20-200  
2525 m.s.n.m.  
(15)

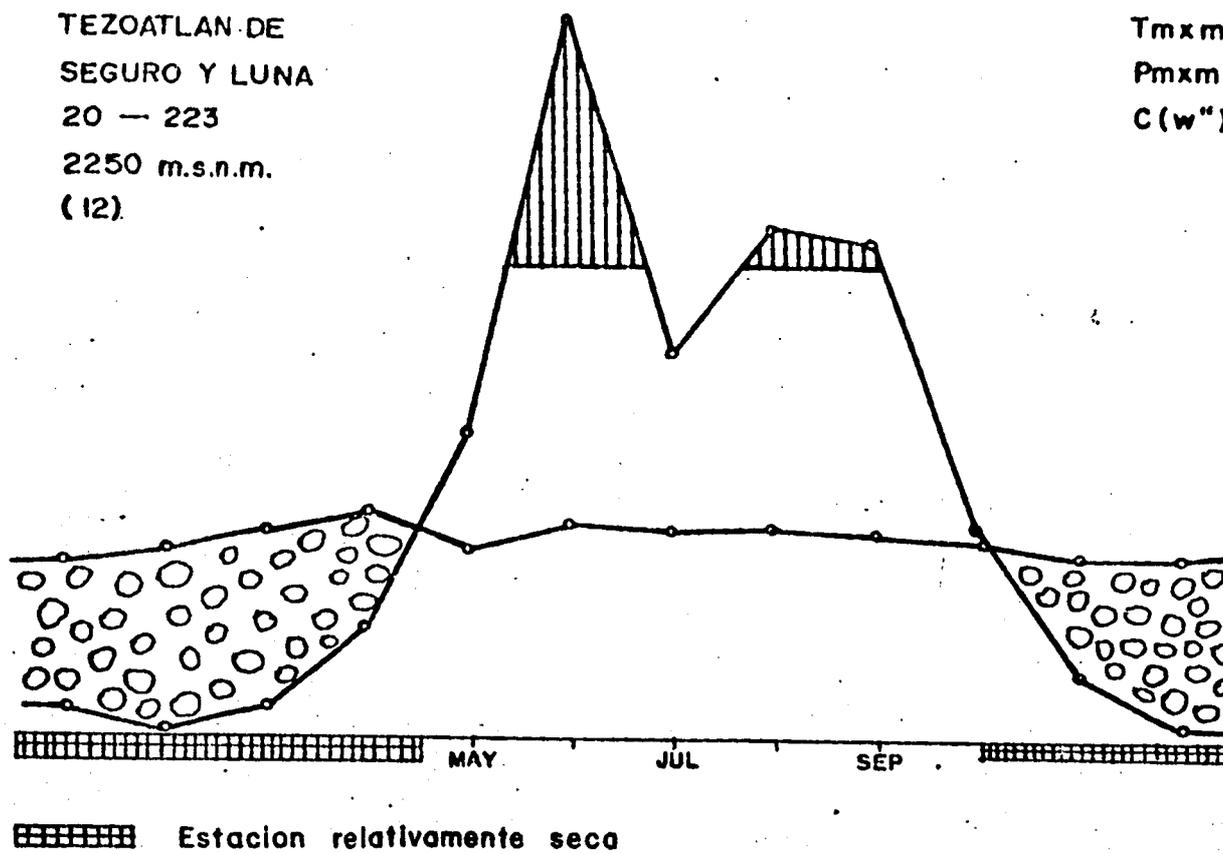
Tmx m 15.47 °C  
Pmx m 998.85 mm  
C(w<sub>2</sub>) big



### DIAGRAMA OMBR OTERMICO No. 7

TEZOATLAN DE  
SEGURO Y LUNA  
20 - 223  
2250 m.s.n.m.  
(12)

Tm<sub>xm</sub> 21.72  
Pm<sub>xm</sub> 610.86  
C(w<sup>u</sup>)(w) big.



### DIAGRAMA OMBR OTERMICO No. 8

CHALCATONGO  
20023  
2250 m.s.n.n.  
(18)

Tm<sub>xm</sub> 15.21°C  
Pm<sub>xm</sub> 987.00 mm.  
C(w<sup>u</sup>)(w) big.

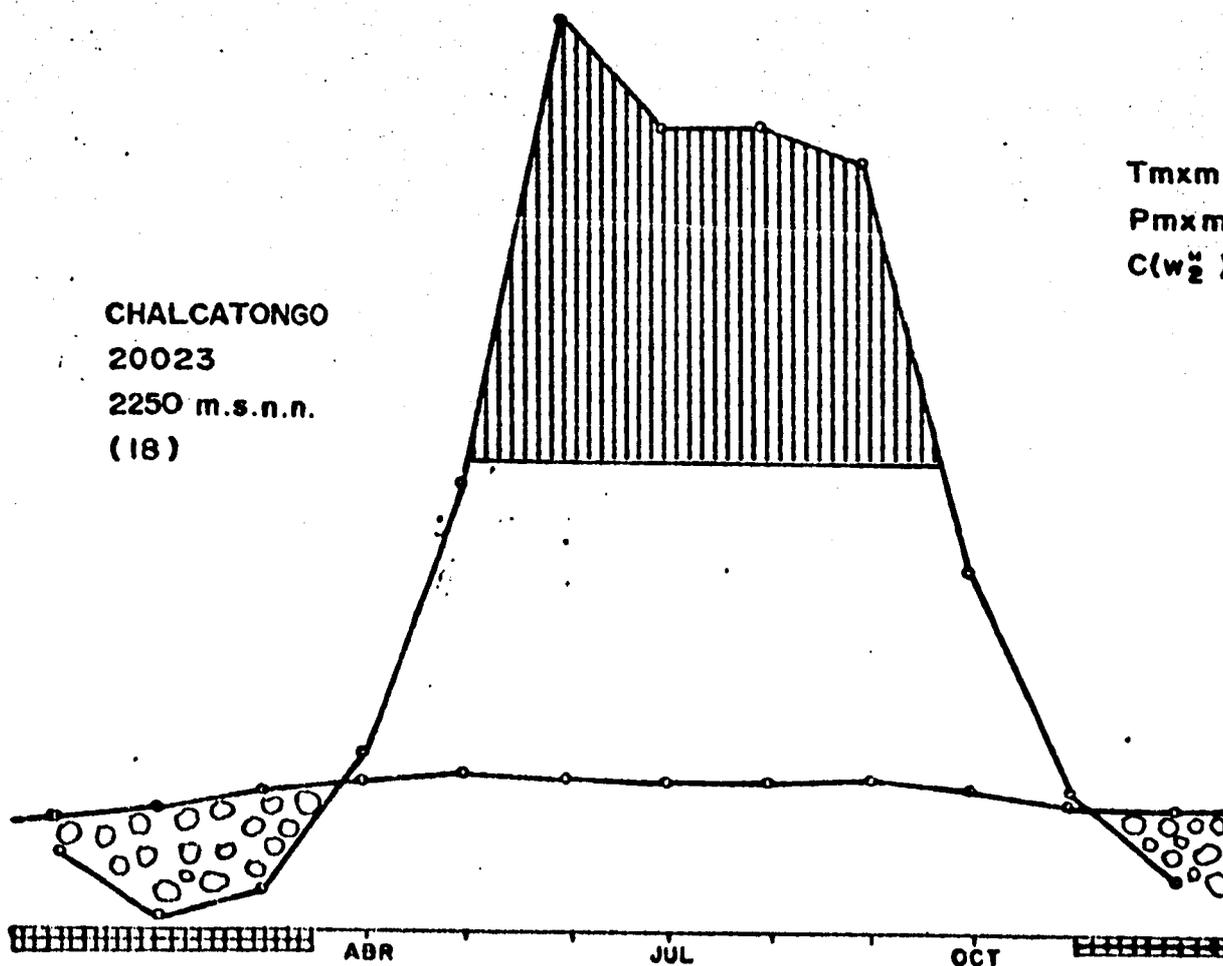
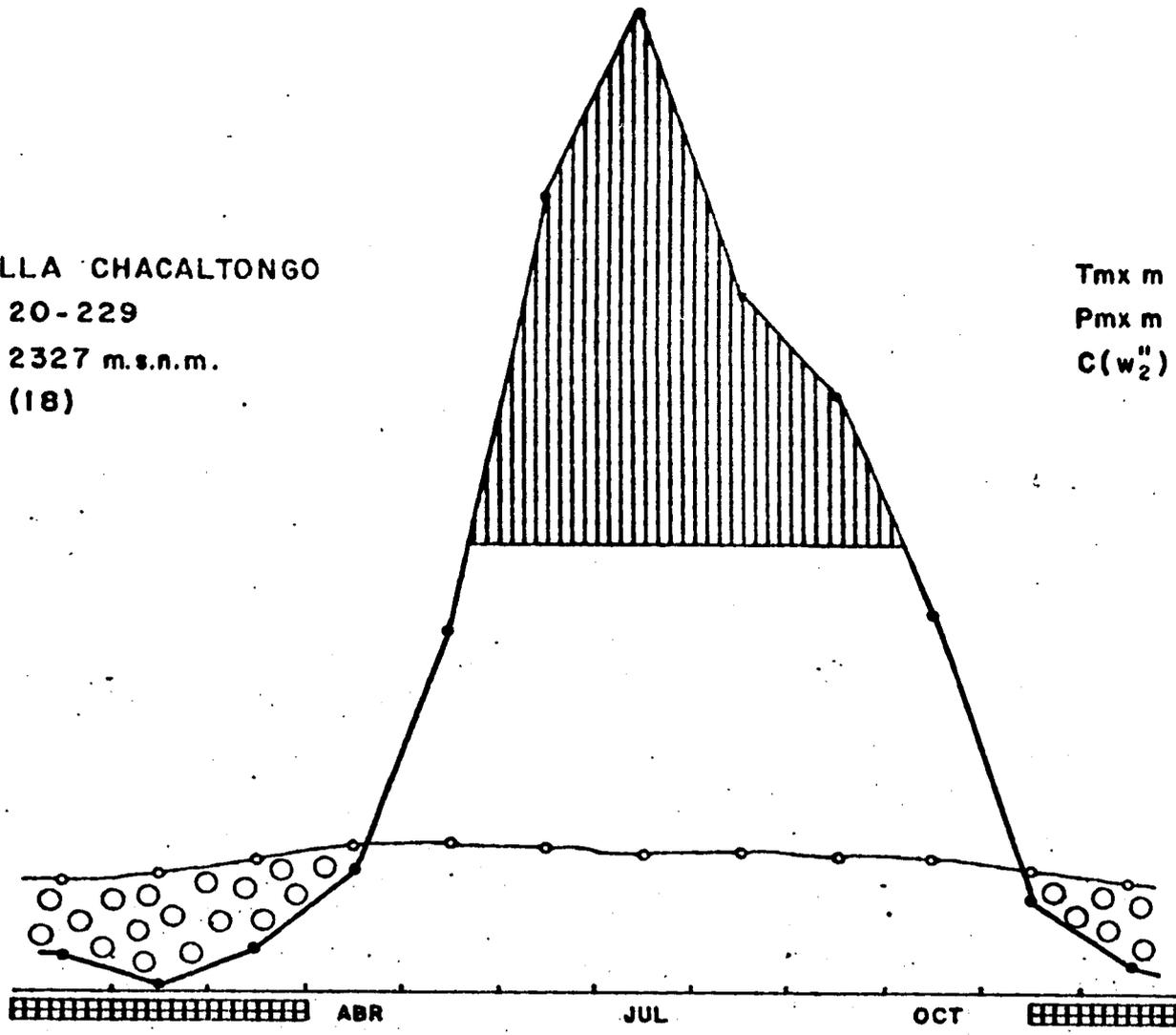


DIAGRAMA OMBROTÈRMICO No. 9

VILLA CHACALTONGO  
20-229  
2327 m.s.n.m.  
(18)

Tmx m 15.07 °C  
Pmx m 991.05 mm.  
C(w<sub>2</sub><sup>''</sup>) big

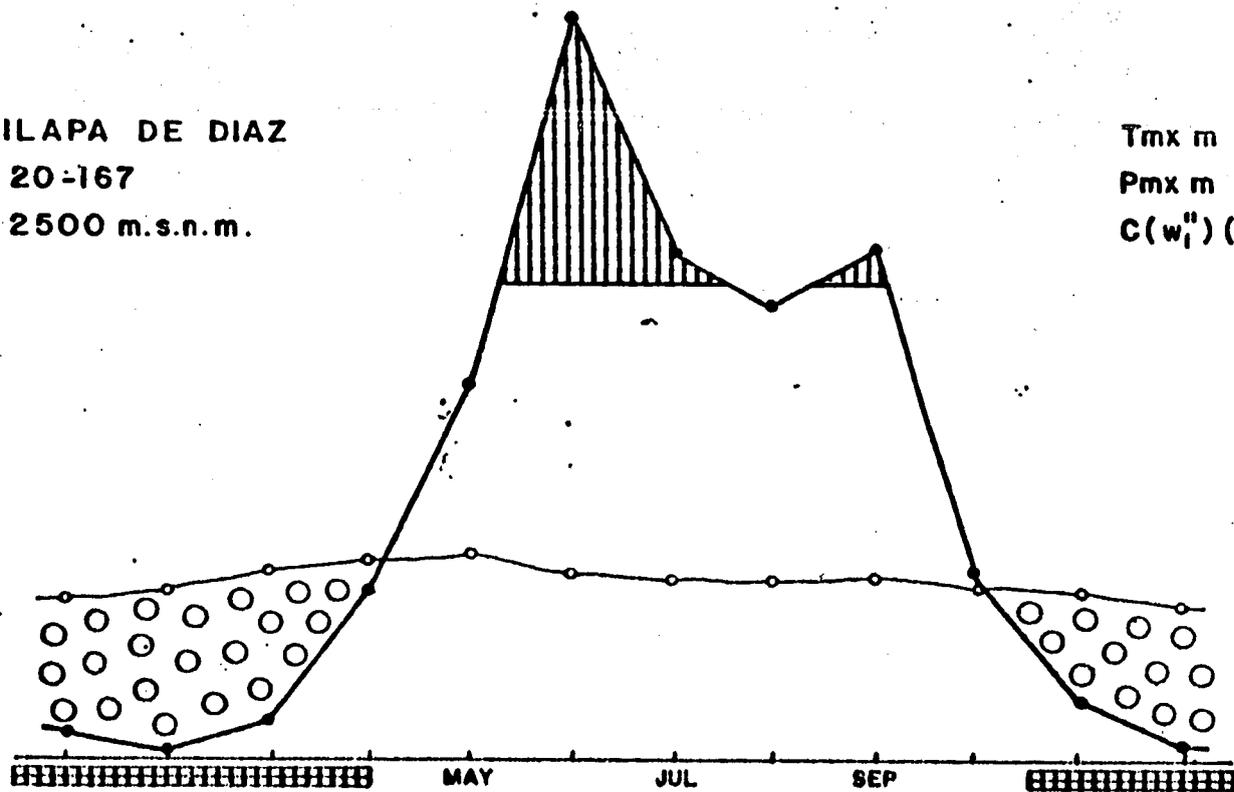


Estacion relativamente seca

DIAGRAMA OMBROTÈRMICO No. 10

CHILAPA DE DIAZ  
20-167  
2500 m.s.n.m.

Tmx m 18.43 °C  
Pmx m 647.52 mm.  
C(w<sub>1</sub><sup>''</sup>)(w) big



señala con achure de líneas paralelas verticales.

Cuando la curva de temperatura se haya por encima de la curva de precipitación se achuró con pequeños círculos indicando los meses de sequía relativa.

Las columnas horizontales indican los meses o semanas considerados como de sequía relativa.

En el margen izquierdo aparece el número de la estación meteorológica, la altitud sobre el nivel del mar y los años de funcionamiento. En el margen derecho se incluyó la temperatura y la precipitación máxima (mapa # 2 de localización).

Las consideraciones anteriores nos permiten calificar a esta zona como lluviosa aunque la distribución de las precipitaciones es irregular y se encuentran concentradas durante algunos meses del año, en donde alcanzan valores bastante altos, este hecho seguramente interviene en la intensidad de los procesos erosivos que deben estar muy activos durante la estación lluviosa y casi ausentes durante el resto del año.

#### SUELOS.

Según la fotointerpretación de suelos de la zona en cuestión, realizada por Detenal sobre fotografías de Satélite se reconocieron varias unidades de suelo entre las que destacan:

Cambisol Vértico, como el suelo más abundante en la zona, éste predomina en la subcuenca del Río Yutebe y en la del Río - Ocoatepec, al parecer se ha desarrollado sobre material ígneo-extrusivo y se caracterizan por ser suelos jóvenes poco desa-

rrollados que se presentan en climas húmedos.

El subsuelo está formado por una capa que parece más roca que suelo, es decir se forman terrones y este no parece suelo.

Litosoles, ocupan el segundo lugar en extensión dentro del área, éstos se encuentran en la subcuenca del Río Yutebe, Yucunicoco y Ocotepc, son suelos poco profundos que generalmente alcanzan profundidades menores de 10 centímetros hasta la roca que puede ser caliche, se localizan sobre las sierras, laderas, barrancas y en lomeríos. Su susceptibilidad de erosionarse depende de la topografía y pueden ser arenosos o arcillosos.

Luvisol crómico, es el tipo de suelo que le sigue en importancia en cuanto a extensión se presenta en la subcuenca del Río Tlaxiaco y principalmente en el Río Yucunicoco, estos suelos son característicos de zonas templadas lluviosas y tienen la particularidad de presentar abundancia de arcillas en el subsuelo, son de color rojo aunque los hay pardos o grises, su uso forestal es muy importante y su rendimiento es muy alto.

Fluvisol, este tipo de suelo se localiza solamente en la subcuenca del Río de Tlaxiaco y en la unidad de Valles Centrales, este tipo de suelo está formado por materiales acarreados por el agua y está constituido por materiales disgregados sin estructura en terrones. Son suelos poco desarrollados cercanos a lagos y sierras, así como a los lechos del río. Los ahuehetes, pastizales y en general vegetación riparia son ca

racterísticos. Estos suelos presentan en ocasiones capas alternadas de arena, arcillas o gravas producto del acarreo.

#### MORFOMETRIA.

El reconocimiento geomorfológico de una unidad hidrográfica - hace necesario considerar algunos índices morfométricos, ya - que debido a la falta de estaciones de aforo en el área estudiada, éstos servirán de apoyo para normar criterios sobre el comportamiento de las avenidas de los ríos y sistemas de drenaje en general, esto nos permite hacer comparaciones entre las subcuencas, sus diversos grados de desarrollo y del propio -- sentido en la evolución de éstas.

Según los resultados del coeficiente de compacidad y el factor de forma para las diversas subcuencas tenemos:

	COEFICIENTE DE COMPACIDAD	FACTOR DE FORMAS
Cuenca norte	$K = 1.24$	$F f = 0.76$
Cuenca sur	$K = 1.50$	$F f = 0.45$
Cuenca este	$K = 1.21$	$F f = 1.2$
Cuenca oeste	$K = 1.49$	$F f = 1.6$
Cuenca alta	$K = 1.5$	$F f = 1.3$

La interpretación de los resultados nos indican:

- a). Que las cuencas sur y oeste son muy alargadas por lo que - las probabilidades de inundaciones ó avenidas peligrosas - son remotas, ya que el agua emplea más tiempo en llegar a - la desembocadura.

- b). Las cuencas norte y este están menos alejadas de la unidad por lo que se evidencia su forma menos alargada, aquí - tampoco tenemos predisposición acentuada a la concentración de los escurrimientos en tiempos cortos.
- c). El valor de la cuenca alta o área total, nos da un número suficientemente alejado de la unidad, para garantizar pocas posibilidades de avenidas por el tiempo que tardarán - en llegar las aguas a la salida del sistema, además del -- efecto de almacenamiento en cauces.

#### PENDIENTE MEDIA.

A nivel de establecer comparaciones y realizar una mejor evaluación de las pendientes en la cuenca, se calculó la pendiente media (de la misma) de las subcuencas, ya que la pendiente es la variable que condiciona la velocidad de los escurrimientos y las escorrentías, y en forma consecuente la intensidad de la erosión fluvial y el transporte así como la competencia y la capacidad de la corriente, de tal forma que en regímenes naturales tenemos que a mayor pendiente media habrá - un aumento en la velocidad media de las escorrentías superficiales provocando que la infiltración disminuya, aumentando - así la turbiedad del agua y el poder erosivo de ésta.

Los valores obtenidos de la pendiente media en las diversas - subcuencas son los que a continuación se anexan.

Se tiene que:

Cuenca Norte		L	D
1,750	m.s.n.m.	17.15	250
2,000	m.s.n.m.	III.I	250
2,250	m.s.n.m.	95.3	250
2,500	m.s.n.m.	61.0	250
2,750	m.s.n.m.	0.25	250
		<u>309.9</u>	

$Pm = .1946 = II^\circ$

Cuenca Sur		L	D
1,750	m.s.n.m.	6.5	250
2,000	m.s.n.m.	29	250
2,250	m.s.n.m.	34	250
2,500	m.s.n.m.	46.5	250
2,750	m.s.n.m.	10	250
		<u>130</u>	

$Pm = .2210 = 12^\circ$

Cuenca Este		L	D
1,750	m.s.n.m.	4.5	250
2,000	m.s.n.m.	132	250
2,250	m.s.n.m.	110	250
2,500	m.s.n.m.	27	250
2,750	m.s.n.m.	26	250
3,000	m.s.n.m.	21	250
		<u>320.5</u>	

$Pm = .205396 = 12^\circ$

Cuenca Oeste		L	D
1,750	m.s.n.m.	32	250
2,000	m.s.n.m.	61	250
2,250	m.s.n.m.	49	250
2,500	m.s.n.m.	69	250
2,750	m.s.n.m.	19	250
3,000	m.s.n.m.	12	250
		<u>242</u>	

$Pm = .255162 = 14^\circ$

Cuenca Alta

L	D.
1,002.9	250

A.	P.M.
1,172.3	21,376 = 12°

Según los resultados obtenidos se aprecia que la pendiente media conserva valores altos en las subcuencas formadoras y en la cuenca alta, por lo que se puede calificar en forma general como de pendiente moderada fuerte.

Debe hacerse notar que, dado que éste es un valor promedio, la inclinación de las pendientes en el terreno es considerablemente alta e indicativa de que se trata de un relieve abrupto y por lo tanto un factor condicionante del grado de erosión y de la erosión potencial de la zona.

#### ELEVACION MEDIA.

El cálculo de la elevación media en zonas montañosas tales como la cuenca alta del Río Mixteco es de cierta utilidad, pues el escurrimiento sufre variaciones en función de la precipitación y de la altura sobre el nivel del mar, la precipitación en términos generales aumenta con la altitud por debajo de ciertos valores límites que corresponden a los niveles alcanzados por las nubes ya que por encima de éstos la precipitación disminuye en forma gradacional.

Según los cálculos realizados se observa que la subcuenca con mayor altitud media es la sur con 2,265.4 m.s.n.m., la zona puede considerarse como muy alta ya que la elevación media de la cuenca o área total es de 2,213.7 m.s.n.m., sin embargo a esta altitud no se aprecia en ningún caso disminución de la precipitación, sino que al contrario las zonas más lluviosas son las más altas.

CALCULO DE LA ELEVACION MEDIA

A continuación se detallan los valores de elevacion media para cada una de las subcuencas, así como para el área -- total.

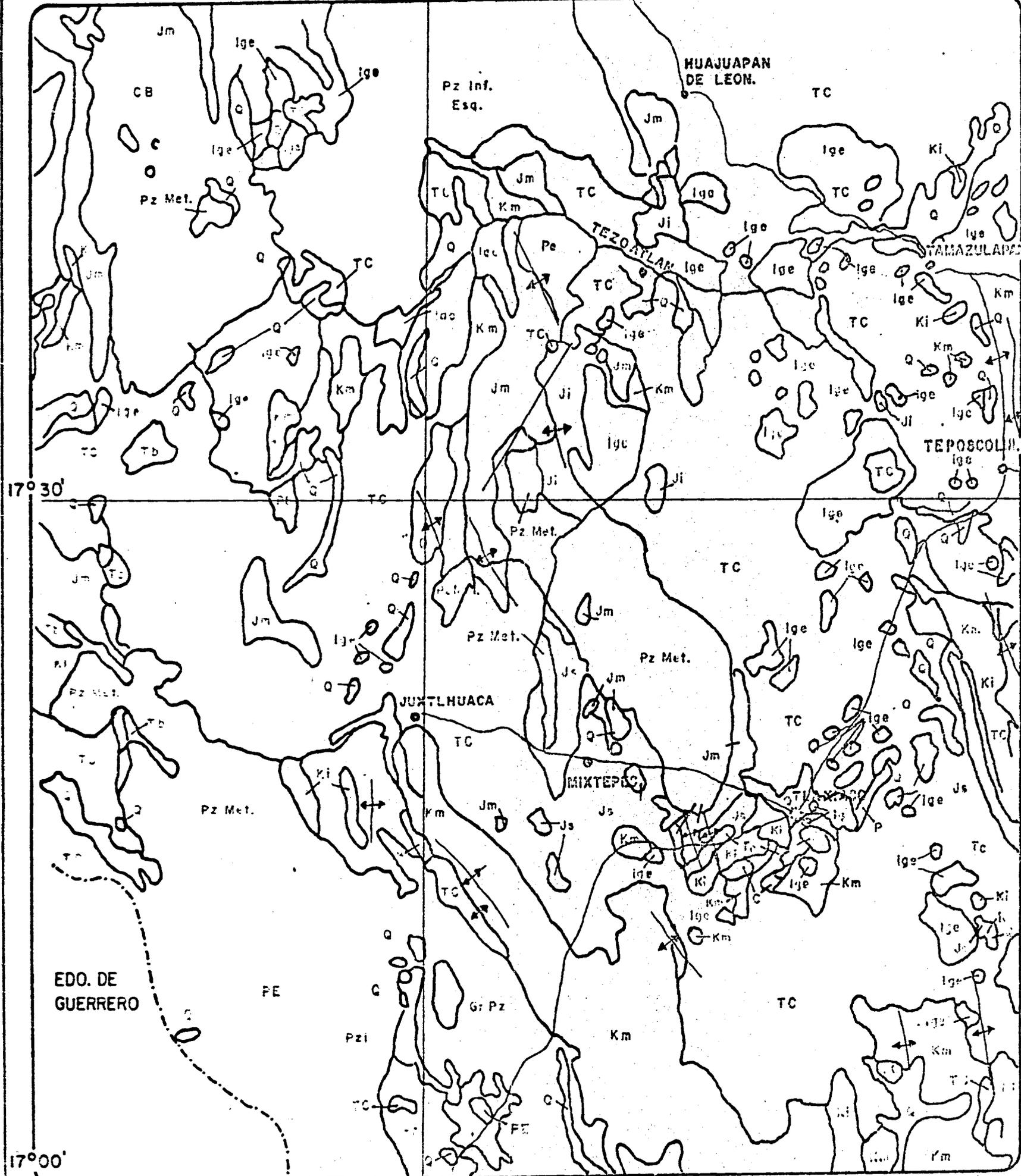
CUENCA "NORTE"			
	( 1 )	( 2 )	1 X 2
Intervalo entre curvas de nivel	Altura media entre cada dos Hipsohipsas	Area en Km2. entre cada dos Hipsohipsas	
1500 - 2000 m.s.n.m.	1,750	60.3	105525
2000 - 2500 m.s.n.m.	2,250	291.6	656100
2000 - 3000 m.s.n.m.	2,500	46.2	115500
mayor 3000 m.s.n.m.	3,250	-- --	
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
		398.15	877125
Em - 2203.0 m.s.n.m.			
CUENCA "SUR"			
1500 - 2000 m.s.n.m.	1,750	23.3	40775
1500 - 2000 m.s.n.m.	2,250	74.0	166500
1500 - 2000 m.s.n.m.	2,500	47.7	119250
1500 - 2000 m.s.n.m.	3,250	2.0	6500
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
		147.0	333025
Em - 2265.4 m.s.n.m.			
CUENCA "ESTE"			
1500 - 2000 m.s.n.m.	1,750	62.1	108675
1500 - 2000 m.s.n.m.	2,250	281.3	632925
1500 - 2000 m.s.n.m.	2,500	37.0	92500
mayor 3000 m.s.n.m.	3,250	9.7	31525
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
		390.1	865625
Em - 2218.9 m.s.n.m.			
CUENCA "OESTE"			
1500 - 2000 m.s.n.m.	1,750	59.5	104125
1500 - 2000 m.s.n.m.	2,250	106.3	238725
1500 - 2000 m.s.n.m.	2,500	71.5	178750
mayor 3000 m.s.n.m.	3,250	00.0	
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
		237.1	521600
Em - 2199.9 m.s.n.m.			

CUENCA ALTA O AREA TOTAL.

Intervalo entre curvas de nivel	Altura media entre cada dos Hipsohipsas	Area en Km2. entre cada dos Hipsohipsas	1 X 2
1500 - 2000 m.s.n.m.	1,750	205.2	359100
1500 - 2000 m.s.n.m.	2,250	752.0	1692000
1500 - 2000 m.s.n.m.	2,500	202.4	506000
mayor 3000 m.s.n.m.	<u>3,250</u>	<u>11.7</u>	<u>38025</u>
		1172.3	2595125
Em - 2213.7 m,s.n.m.			

98° 00'

97° 30'



# MAPA GEOLOGICO SIMBOLOGIA

## ROCAS SEDIMENTARIAS

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Terciario<br>Cretácico<br>Jurásico | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Q</span> Pleistoceno y reciente.                         |
|                                    | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">TC</span> Terciario Continental.                         |
|                                    | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">K</span> Cretácico Indefinido.                           |
|                                    | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Km</span> Cretácico Medio                                |
|                                    | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ki</span> Cretácico Inf. F. Miahuatepec Calizas Oscuras. |
|                                    | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Js</span> Jurásico Sup.                                  |
|                                    | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Jm</span> Jurásico Med.                                  |
|                                    | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Jk</span> Jurásico Inf. Grupo Consuelo.                  |

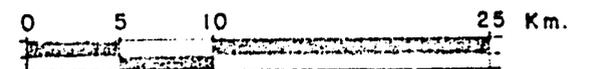
## ROCAS METAMORFICAS

- |       |   |
|-------|---|
| Pal.  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Pz - Met.</span> Paleozoico, Esquistos.  |
| Prec. | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Pe - Cb</span> Precámbrico Metamórfico (Complejo Basal, Oaxaqueño) esq. y greis. |

## ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS.

- |      |   |
|------|---|
| Ter. | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Tb</span> Tobas e Ignimbritas                            |
| Ter. | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ige</span> Igneo Efusivo Volcánico                       |
| Pz.  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Pzi</span> Granitos y Rocas Verdes, Mesozoico Intrusivo. |

## ESCALA GRAFICA



Fuente: Instituto de Geología UNAM

## GEOLOGIA.

La cuenca alta del Río Mixteco se encuentra comprendida en la región central de la providencia geológica de Tlaxiaco, región No. XI, y sus límites están dados al norte, por la provincia geológica del Sistema Volcánico Transversal. Al sur y este por la provincia geológica de la Sierra Madre del sur y el altiplano de Oaxaca y al este por la subprovincia de la Sierra de Juárez porción occidental de la Cuenca geológica de Veracruz.

Según descripción de López Ramos orográficamente se encuentra limitada al oeste y sur por una fracción metamórfica de la Sierra Madre del sur en donde se alcanzan alturas de 2,500 m.s.n.m. al oeste se encuentra limitada por dos unidades, la Sierra de Juárez que es la continuación hacia el sureste, de la Sierra Madre Oriental y por parte del altiplano Oaxaqueño que incluye la porción ígnea y metamórfica del oriente de Oaxaca. Al norte el límite es el arco convexo formado por la antigua península de Oaxaca situada actualmente al sur de la ciudad de Puebla y noreste de Izúcar de Matamoros, este arco tiene rocas de basamento aflorando y de manera discordante aparecen capas rojas y rocas marinas jurásicas.

La provincia geológica de Tlaxiaco constituye una depresión geológica y su marco tectónico está constituido por una serie metamórfica de edad Paleozoica y Precámbrica, por lo que forma una de las regiones más antiguas del Territorio Nacional.

Esta serie se encuentra asociada con masas graníticas de dimensiones batolíticas de origen intrusivo con presencia de metamorfismo anatexitico, al parecer de edad Paleozoica.

A esta asociación se le denomina basamento cristalino, ya que -  
subyace a las demás formaciones y forma la base de la cuenca.

Según López Ticha, la columna estaligráfica sedimentaria marina descansa sobre rocas afectadas por gradientes isográdicos de me tamorfismo, además reporta rocas graníticas asociadas con un me tamorfismo avanzado y que también forman el basamento cristali-  
no. Considerando que se ha observado la transición del granito en gneis en forma gradacional cabe la posibilidad de que su na-  
turaleza sea no magmática, por lo que fácilmente se admite que-  
sean singéneas al evento metamórfico que transformó a los estra tos sedimentarios, tal vez de edad precámbrica en la serie me--  
tamórfica llamada basamento cristalino.

Según la tabla estratigráfica de Tlaxiaco, Mixtepec, Nochistlán presentada por López Ramos, se encuentran presentes en la zona-  
de estudio las siguientes edades:

Dentro del área estudiada se pudieron distinguir tres grandes --  
unidades litológicas.

Rocas Metamórficas de edad Paleozoica y Precámbrica.

Rocas sedimentarias de edad Jurásica.

Rocas ígneas estrusivas de edad cenozoica.

PALEOZOICO.

En la subcuenca del Río Yutebe se extiende en el noroeste, cen--  
tro, suroeste y sur un fragmento metamórfico de edad Paleozoica  
y Precámbrica que continúa al oeste de la subcuenca del Río de -  
Tlaxiaco, al noroeste de la subcuenca del Río Ocotepec y en el-  
extremo noreste, este y sureste de la subcuenca del Río Yucunico  
co, en ésta última el Río se presenta en el contacto litológico-

estas rocas y el ígneo extrusivo reciente. (cartas # 9, 12, 15, 18).

Según la columna estratigráfica de la región el Paleozoico inferior (Ordovísico y Cámbrico), está representado por la formación Tiñú.

No se haya presente el Paleozoico Medio; y el Paleozoico Superior (Pérmico Carbonífero), se haya representado por las formaciones Santiago, Ixcaltepec y Yodoñeñe. A continuación se describen las formaciones según Jerges y Robinson (1).

#### FORMACION TIÑU.

Esta formación corresponde a una serie de sedimentos marinos del Cámbrico, Ordovícico (tremadociano), los cuales han sido divididos en un miembro inferior calcáreo y en un miembro superior lutítico. Estas rocas descansan en discordancia angular sobre las rocas metamórficas del Precámbrico y le sobreyacen en discordancia angular rocas del Paleozoico Superior y del Triásico.

"Las calizas que forman su miembro inferior se consideran propias de un ambiente marino somero, de mediana energía, cercana a la costa por la presencia de trilobites, mientras que -- los clásticos de su miembro superior (lulitas negras perito--

---

(1). Jerges y Robinson. Estudio del libro Estratigrafía y Paleontología del Mesozoico de la Cuenca Sedimentaria de Oaxaca y Guerrero, Especialmente del Jurásico Inferior y Medio, Páginas 20, 21 y 22.

sas) se consideran propias de zonas de poca extensión y circulación. Su espesor varía de 27 a 200 metros".

FORMACION SANTIAGO. (Mississipico).

Esta formación comprende las rocas constituidas por una serie de clásticos de origen marino, que sobre yacen en discordancia angular al miembro superior lutítico de la formación Tiñú y pasan gradacionalmente a los clásticos suprayacentes de la formación Ixtaltepec. Por sus bien marcadas diferencias litológicas a la formación Santiago se le divide en dos miembros: un miembro inferior calcáreo, con intercalaciones de limolita, arenisca y caliza". Y un segundo miembro " Por la abundancia de braquiópodos, briozoarios y algas se considera que estos sedimentos indican condiciones relacionadas con depósitos de tipo arrecifal".

FORMACION IXTALTEPEC. (Pensilvánico).

Se conoce con este nombre a una secuencia de clásticos marinos con fauna Pensilvánica, consiste en lutitas, <sup>li</sup>linlitas y areniscas con intercalaciones de lentes de caliza, que descansan concordantemente sobre los clásticos de la Formación Santiago, y que está cubierta con ligera discordancia por los conglomerados de la Formación Yodoñe. La abundancia de sedimentos arcillosos con intercalaciones de arenisca, pueden ser indicativos de un paulatino hundimiento de la cuenca, con periodos de mayor acarreo de materiales, ó cambios en la línea de costa".

FORMACION YODOÑEÑE ( Pérmico ).

Con este nombre se designa a una gruesa secuencia pérmica de lutitas y conglomerados con intercalaciones de areniscas y limolitas que descansan con ligera inclinación erosional, sobre los clásticos de la Formación Ixtaltepec y están cubiertos con notables discordancia angular, por los conglomerados basales (capas rojas) de la secuencia mesozoica y terciaria de la región. Los conglomerados de esta formación indican ciertas condiciones sub-aereas de depósito, con regresiones y transgresiones limitadas que se manifiestan por la alternancia de arenisca, en la parte inferior de la formación, el espesor varía de 300 a 500 mts.

MESOZOICO.

Su localización dentro del área es restringida y aflora principalmente en la subcuenca del Río Yucunicoco, en su parte media, y se encuentra limitada por rocas volcánicas extrusivas recientes, en el centro de esta formación que corresponde al Jurásico Superior, aparece un núcleo metamórfico de edad Precámbrica y que puede ser un granito con alto grado de metamorfismo.

Al norte de la ciudad de Tlaxiaco, en la subcuenca del Río Yutebe aparece un afloramiento del Jurásico Medio en donde existen algunas vetas de carbón de acentuada lenticularidad.

En la columna estratigráfica no están representados el Terciario ni el Cretácico, solo el Jurásico, cuyas formaciones son:

Jurásico Inferior.- Formación Rosario.

Jurásico Medio.- Formación Yucuñuto.

Jurásico Superior.- Calizas concidarís.

FORMACION ROSARIO "Erben"

"por una secuencia de rocas continentales dentro del Grupo Consuelo, apunta que las condiciones de sedimentación en el Jurásico Inferior Medio, en la región en cuestión, permanecieron idénticas, por lo que se formó una secuencia de sedimentos clásticos continentales, con carbón y con intercalaciones marinas de rocas pelíticas ó carbonáticas."

"Las partes más bajas de esta secuencia son totalmente continentales y fue denominada por C. Burckhardt. (1930) como capas inferiores con plantas y capas superiores con plantas, atribuyendo a las primeras por su flora una edad del jurásico inferior y las - segundas se considera que ya pertenecen al Jurásico Medio".

"A las primeras se le denomina formación Rosario, y están descritas como areniscas, con estratificación variable, de grano fino- a medio y con diferentes colores.

Predominando el café, amarillo y gris, limolitas y lodolitas del mismo color, vetas de carbón, en la parte superior conglomerados poco estratificados".

#### JURASICO MEDIO. (Batoniano-Bajociano)

Se encuentra representado aunque en forma irregular por las partes superiores de la Formación Rosario, que pertenece a la secuencia continental con intercalaciones marinas; están compuestos - por conglomerados, areniscas, limolitas, lodolitas, lutitas y lutitas con carbón fundamentalmente" y por la formación Yucuñuto - constituido por:

"Lutitas oscuras con concreciones calcáreas de color café claro, lutitas con concreciones y plaquitas de yeso, margas de color ca- fé, coquinos calcáreas de ostrea y a veces areniscas de grano fino y de color café, areniscas cuarcíticas de color café abundan - los amonites y los pelecípodos.

#### JURASICO SUPERIOR.

Se encuentra bien representado por la caliza con cidaris, descri-

ta por "Buckardt (1930 Pág. 33" (1.) la caliza concidarís, es - de color gris, bien estratificada que se vuelve blanca con el - intemperismo y contiene cidaris c.f. floríge m. ma. Phil y abundante Rhynochonella s.pp., la edad de la caliza corresponde al-Oxfordiano; H.K. Erben encontró esta caliza con las margas y calizas del cerro Titania, de Tlaxiaco".

&.l. H.K. Erben Estratigrafía y Paleontología del Mesozoico de la cuenca sedimentaria de Guerrero y Oaxaca Exc. A.12 cong. -- Int.

#### CENOZOICO.

La era Cenozoica está representada por:

- a). TERCIARIO, Formación Huajuapán y la Formación Yanhuitlán.
- b). CUATERNARIO, Por aluviones y rocas volcánicas.

Estas formaciones se extienden en mayor proporción que las anteriores y se localizan en la porción N. y E. de la Subcuenca del Río Yutebe, en la mayor parte de la subcuenca del Río de Tlaxiaco, al centro y Sur de la Subcuenca del Río Ocotepec y en una -- franja entre el Jurásico Superior y el metamórfico de la subcuenca del Río Yucunicoco.

#### TERCIARIO.

A partir del Cenozoico la Mixteca Alta emergió sobre el nivel del mar a causa de un levantamiento continental, por lo que no hubo - condiciones de depósito, formándose grandes espesores de rocas -- clásticas (capas rojas, producto de la erosión de rocas pre-exis-- tentes, derrames volcánicos y tobas, conglomerados y depósitos la

custres evaporitas tales como yesos y travertinos.

Durante este sistema la región quedó bajo los efectos de una erosión bastante intensa, que destruyó todos los sedimentos del Cretácico Superior, afectando también en cierta medida, en algunos lugares los estratos del Cretácico Medio.

Los productos de esta erosión están representados por un conglomerado calcáreo, constituido por fragmentos más o menos redondeados de calizas con miliólidos y andesitas, cementados por sílice y limos rojos alcanzando espesores considerables donde al parecer alcanza 600 mts.

Se reconocen dos formaciones: formación Huajuapan y formación -- Yahuítlán, descrita por Salas (6) y que la denominó Capas-Huajuapan, y según él consiste en areniscas, cenizas volcánicas, arcillas arenosas y capas de conglomerados y brechas que ocurren interstratificadas en la sección; tiene colores predominantes rojizos, pero abundan los verdes y azules, escasamente los moradas, -- además contiene intrusiones de traquitas y López Ramos agrega andesitas y basaltos en forma de placolitos ó láminas intrusivas -- (sills).

La localidad tipo se ubicó en el valle de Huajuapan de León, Oax. Según Salas, el espesor varía 100 a 1000 metros.

Erben considera que el límite superior se encuentra en el Cuaternario que todas las rocas sedimentarias son de origen continental y que se hallan presentes algunos sedimentos lacustres; también menciona que: "existen varias unidades litológicas que se presentan en diferentes regiones, entre las que destaca un conglomerado basal cuyo espesor varía de 0 a 40 metros y de Litología variable, --

los guijarros que lo forman son de tamaño variable y están formados por rocas mesozoicas, la cimentación está realizada por material arenoso o bien, por material calcáreo, el grado de consolidación también es muy variable y están formados por rocas mesozoicas, la cimentación está realizada por material arenoso ó bien, por material calcáreo, el grado de consolidación también es muy variable por lo que en ocasiones es muy duro o bien poco consolidado".

Otra unidad litológica que describe se encuentra representada por una serie de calizas color crema, de estratificación muy delgada de origen lacustre, que interperizan en blanco, con intercalaciones de pedernal color gris o café.

Una última unidad litológica es la que fue llamada por Salas, Yeso Tlaltepec y consta de rocas margosas y lutitas de colores grises y pocas veces rosadas, se caracterizan por alto contenido de yeso.

#### FORMACION YANHUITLAN.

Descrita por Salas (1949), este autor señala que: estas capas están formadas por arcillas bastante puras, aunque ocasionalmente tienen intercalaciones de areniscas ó arenas y cenizas volcánicas endurecidas hasta formar capas resistentes notables en la topografía y más raramente aún contienen capas conglomeráticas... ocasionalmente están intrusionadas por mantos ígneos ó sills de gran extensión lateral".

El espesor de la secuencia, según Salas es de -350 mts. localidad tipo: alrededores de Yanhuitlán".

Dentro de la formación Yanhuitlán reaparecen dos de las unidades litológicas que se describieron anteriormente como parte de la formación Huajuapán. Se trata de un conglomerado basal y de la secuencia de calizas lacustres intercaladas con pedernal.

La formación Yanhuitlán con conglomerados sobreyace en discordancia angular a formaciones mesozoicas.

Sobre la edad de la formación, cita López Ramos la datación de una muestra de toba pumítica, de esta formación en Soyaltepec, obteniendo mediante métodos radiométricos una edad de 49-8 m.a.-- (EOCENO).

#### CUATERNARIO EN LA REGION DE TLAXIACO.

Está ampliamente representado por una variedad de materiales, de origen continental y fundamentalmente de acarreo, así como materiales eluviales, producto de la meteorización "insitu" de las rocas expuestas a la acción del intemperismo, se caracterizan por su horizontabilidad e incoherencia; entre los materiales más abundantes se encuentran, aluviones, suelos, caliche, travertino y algunos depósitos lacustres.

C A P I T U L O   I I I

## GEOMORFOLOGIA.

Las formas del terreno están dadas por la combinación de las fuerzas internas terrestres y la acción de los procesos externos; erosión-denudación, éstos últimos se encargan de modelar el relieve terrestre, su importancia radica en las modificaciones que provocan tales procesos y que resultan fundamentales para el desarrollo de la vida vegetal y animal, así como para el hombre, la acción de los agentes externos puede subdividirse para su mejor comprensión en:

El trabajo erosivo del agua; a la fricción y transporte de material movido por el flujo hidráulico.

La denudación, acción mediante la cual son transportados, los materiales eluviales a zonas bajas ó de depósito, por la presencia del viento, gravitación, ó formas primarias de escurrimientos y escorrentías que en este trabajo se llaman, denudación lineal incipiente y denudación planar respectivamente.

Los principales modeladores que transforman el paisaje geográfico en el área de estudio son:

La denudación planar, la denudación lineal incipiente y la erosión sub-superficial, la reptación.

El agua de escurrimiento es producto de la precipitación pluvial, de su intensidad, cantidad y distribución: ya que una vez en el terreno se moviliza en búsqueda de niveles inferiores a causa de la gravitación que actúa como fuerza motriz, sin embargo una vez depositada en el suelo es retenida por la microtopografía o se facilita su movimiento; en el comienzo solo repre-

ta una delgada película de unos cuantos milímetros de agua, -- sin un cauce ó canal definido y que denominamos como agua de -- escorrentía, ésta se mueve por los puntos más bajos del terreno y su volúmen aumenta proporcionalmente con la longitud y amplitud de la vertiente y en forma inversa con la pendiente ya que de ésta depende su velocidad.

Este movimiento de agua en superficie actúa como vehículo de -- transporte de pequeñas partículas de poca masa ó sólidos en sus pensión y en solución que forman el suelo, éstas pueden ser de carácter orgánico o mineral, y que por ser constituyentes de -- los primeros horizontes del suelo, son importantes por su riqueza para la vegetación y la agricultura, ya que funciona como un habitat insustituible para las plantas.

Este movimiento de partículas conlleva a la reducción de la velocidad de las escorrentías a causa de su escasa energía cinética y a una distribución de los materiales transportados a terrenos de menor pendiente, de esta manera se forman las capas de depósitos que encontramos en la zona de transición al valle y que calificamos como depósitos deluviales.

Las características de tales depósitos dependen de diversos factores entre los que destacan; la inclinación del grado de la pendiente, la litología, así como la distribución de las precipitaciones, los tipos de vegetación y el grado de perturbación del suelo.

Otro aspecto que debe considerarse, es el de la forma de la pendientes en el terreno, pues de su geometría depende la dinámica del agua en movimiento, cuando las áreas constituyen superficies

dispersoras presentan forma convexa y el agua escurre en diversas direcciones; en oposición, cuando la superficie opera como captadora del escurrimiento presenta forma cóncava, tales circunstancias, por obvias razones influyen considerablemente en la evolución de las superficies mediante los fenómenos de denudación-planar y denudación linear incipiente.

La litología y edafología desempeña un papel no menos importante, pues las características de los materiales tales como: Coherencia, dureza, permeabilidad, textura y resistencia mecánica ó química a la acción de los agentes de la erosión y el intemperismo, así como la presencia de diaclasas ó fracturas que permita una mayor o menor infiltración del agua, harán variar las condiciones en el desarrollo evolutivo de la morfología.

La vegetación también es un factor que influye en la velocidad y continuidad de las escorrentías, ya que favorece la infiltración a causa del retardo y obstrucción que sufre el agua durante su movimiento de descenso.

Una vez que el agua de escorrentía alcanza superficies captadoras o colectoras, su movimiento se presenta sobre áreas bien definidas y de manera concentrada; por lo que su efecto ya es diferente en el terreno, ya que se labran pequeños cauces que constituyen canalillos y que pueden llegar a convertirse en cárcavas o más aún en barrancos cuando adquieren mayores dimensiones.

Otro factor que fue observado con relativa frecuencia pero fuerte intensidad es la formación de facetas de asentamiento ó terracillas, estas microformas del relieve son provocadas por reacomodo

do del material, y se presentan en laderas de cierta inclinación incrementándose cuando se incrementa la pendiente.

Su presencia es indicador de erosión sub-superficial, es decir; manifiesta que el agua que escurre muy cerca del nivel del suelo pero subterránea, disuelve y transporta materiales del subsuelo por lo que produce un efecto de socavamiento en la base y -- que dá lugar a los pequeños asentamientos, que reconocemos como factores modeladores de vertientes.

#### SISTEMA VOLCANICO EROSIVO DENUDATORIO.

Este sistema consta de material de edad cenozoica e incluye rocas ígneas, andesitas, tobas, aluviones, caliche y depósitos lacustres.

Su distribución es muy amplia dentro del área estudiada y podemos observarla al Norte, Noroeste y Este de la subcuenca del río Yutebe; ocupa toda la subcuenca del río de Tlaxiaco a excepción de una pequeña porción al Oeste. Dentro de la subcuenca del -- Río Yucunicoco ocupa dos franjas en orientación Norte Sur separadas por una zona de afloramiento del Jurásico. En la subcuenca del río Ocotepec, también representa la formación más abundante y se localiza en estrecha franja al Noreste, al Centro. al Sur y Sureste.

Dentro de este sistema pueden distinguirse varias unidades según características específicas de inclinación de la pendiente, topografía, uso del suelo, disposición del drenaje, control estructural, etc.

Las unidades identificadas son las que a continuación se expo--

nen: (carta # 6).

Unidad Yosondoco.  
Unidad Nueva Reforma.  
Unidad San Antonio N.D. Axico  
Unidad Yucuninu de Guerrero  
Unidad Tlaxiaco  
Unidad San Pedro Yososcua  
Unidad Santa María Yucunicoco  
Unidad Nayocoyo Allende.

Este sistema consta de un relieve bastante homogéneo, su altitud, varía de los 2,000 a los 3,000 de altitud s.n.m.

Se trata de un relieve bajo en donde las cimas en su mayoría -- han sido trabajadas por lo que las superficies de parteaguas -- han sido alteradas y representan áreas de poca extensión.

Los valles fluviales son simétricos y de pequeñas y medias dimensiones, se presentan como valles erosivos y de acumulación, aunque éstos últimos son muy escasos y se encuentran sobre una sola unidad, existe un marcado control estructural en la red fluvial ya que el drenaje se mueve a través de fallas y fracturas en el terreno.

Los valles en forma de V predominan aunque también existen algunos con fondo plano ó semicurvo, en éstos últimos ocasionalmen--te se encuentran algunos depósitos aluviales, coluviales, proluviales y deluviales.

Las terrazas fluviales tienen pequeñas dimensiones y se presen--tan solamente sobre los canales principales.

Se distinguen algunos conos volcánicos al parecer de edad terciaria y domos andesíticos que dan lugar a una topografía de lomeríos debaja altura.

Cárcavas y barrancos han tenido un notable desarrollo por lo que son elementos frecuentes en la expresión del paisaje, asentamientos del terreno, movimientos rotacionales de tierras en vertientes inestables, circos erosivos denudatorios, así como procesos de denudación linear incipiente y denudación planar, son elementos y procesos que caracterizan a este sistema geomorfológico.

Este es el relieve más joven que encontramos en el área de estudio, el relieve ha sido trabajado por efectos de las aguas de escurrimiento, en donde los valles aún tienen reducidas dimensiones.

#### UNIDAD YOSONDOCO.

Esta unidad se encuentra en la parte septentrional de la subcuenca norte del río Yutebe y se localiza en su totalidad sobre materiales ígneos extrusivos andesitas y tobas del cenozoico, por ser la región más alta opera como captadora de aguas pluviales y se extiende de los 2,250 a los 3,000 m.s.n.m.

Abarca las comunidades de San Isidro, Yosondoco, San José y Santa Rosa.

Sus límites están dados al Norte, Este y Oeste por los límites naturales de la cuenca y al Sur y Sureste por el contacto geológico con las rocas metamórficas del paleozoico y al Sur por las comunidades de San Juan Numí San Antonio N Daxico y San Pedro -

Numi que ya no son considerados dentro de esta unidad. (carta # 6. 7, 8, 9).

a). Valles Erosivos y Acumulativos:

Los Valles de esta ciudad son erosivos fundamentalmente - ya que los materiales de depósito son muy poco abundantes. El trabajo de las corrientes se ve favorecida por las elevadas pendientes del terreno por lo que la velocidad y la competencia de la corriente se incrementa dando lugar a un relieve claramente erosivo en donde, cárcavas y barrancos crecen y se desarrollan al parecer rápidamente.

El drenaje se encuentra controlado en gran medida por fallas y fracturas y caracterizado por formas rectas y angulosas. Los valles que predominan son en V y presentan cierta simetría, las formas de acumulación ó depósito son poco abundantes y la llanura fluvial es sumamente reducida cuando ésta existe, en ella se aprecian pequeñas terrazas fluviales, sin aparente continuidad, también se localizan algunos depósitos aluviales. La pendiente del terreno en esta unidad es de laderas abruptas en su mayor parte, y solo en algunos lugares sobre los pequeños valles existen pendientes de inclinación moderada y moderada fuerte, es aquí donde se ha desarrollado la agricultura así como pastizales y asentamientos humanos; en zonas de mayor pendiente tenemos vegetación arbórea de carácter ripario.

b). Superficie Interfluvial de Laderas Abruptas:

Los procesos que predominan en esta faceta del relieve de esta unidad, son la denudación planar y lineal incipientes

te, la reptación y la erosión subsuperficial, aunque con mayor intensidad a causa de la elevada pendiente en el terreno que denominamos como abrupta y muy abrupta y va de 15° a más de 20°, ésta fuerte inclinación de las laderas limita seriamente el posible uso del terreno con fines económicos, por lo que abunda la vegetación arbórea de bosque de pino y encino. Este tipo de vegetación predomina y alcanza mayores densidades en las laderas o vertientes que están orientadas hacia el norte, a causa de recibir menor insolación y conservar mejor la humedad propiciando el crecimiento y conservación de la vegetación.

En laderas con diferente orientación y menor pendiente predomina una vegetación arbustiva y de pastizales que seguramente corresponde a vegetación de segunda generación que se ha desarrollado en suelos que fueron utilizados para actividades económicas, también se encuentran algunas zonas sin vegetación en donde aparece un rápido desarrollo de la denudación planar y linear con grado de erosión moderado y fuerte.

Se aprecian sobre laderas de pronunciada pendiente, algunas repisas de considerables dimensiones aunque no fue posible determinar su origen, cabe la posibilidad de que se trate de repisas estructurales dada la homogeneidad del material que predomina.

c). Superficie de Divisorias:

Las superficies de menor pendiente en el terreno y también las de menor extensión, son las superficies derivadas que ofrecen cierta continuidad y marcada orientación Norte Sur -

tienen pendientes convexas en su mayoría y en pequeñas --  
fracciones son casi planas, la erosión fluvial no ha llega--  
do a ellas todavía por lo que predomina la erosión hídrica  
laminar y los materiales que se presentan son de origen --  
eluvial. Su estado podría ser definido como medianamente  
conservadas, aunque solamente fueron cartografiadas las --  
más importantes ya que los parteaguas secundarios no resul--  
tan unidades cartografiables.

Unidad San Antonio NDaxico.

Esta unidad se encuentra ubicada en su totalidad dentro de mate--  
rial ígneo extrusivo andesítico, tobas del cenozoico y aluvio--  
nes, aparece un cono volcánico de edad terciaria y domo andesí--  
tico de considerables dimensiones. Esta unidad se extiende al  
Sur de la subcuenca del río Yutebe y al Noroeste de la subcuen--  
ca del río de Tlaxiaco. Limita al Norte con la Unidad Yosondo--  
co, sus límites al Oeste están dados por el Rancho del Capitán  
y al Sur por la comunidad de San Isidro, al Este lo delimita --  
el límite natural de la cuenca del Río de Tlaxiaco; su altitud--  
vá de los 1,750 a los 2,250 ms.n.m y se encuentra comprendida --  
entre las isoyetas de 1,000 y 1,050 mm. por lo que es una zona  
de mayor pluviosidad que la anterior (Cartas # 6, 7, 8, 9).

a). Valles Erosivos y Acumulativos

Los valles erosivos son muy abundantes y pueden apreciarse  
con marcada frecuencia cárcavas y barrancos, en los afluen--  
tes de los colectores principales, que en este caso corres--  
ponden a los ríos Yutebe y Numi, éstos abarracamientos en--  
formación se observan en ambas márgenes y a lo largo de --

los colectores con aparente regularidad. Es posible que esta mayor intensidad de la erosión fluvial se haya favorecida a causa de las prácticas económicas sin técnicas apropiadas que garanticen la conservación del suelo y del agua.

El drenaje se haya al parecer controlado por cierta actividad tectónica ya que sobre fallas y fracturas los escurrimientos han labrado sus cauces, sin embargo, el control estructural en esta unidad es de menor grado que en el caso de la unidad anterior, la red fluvial es de configuración dendrítica y el río Numi presenta una estructura semi-anular en su parte alta.

Los valles acumulativos son escasos y de reducidas dimensiones, la llanura acumulativa fluvial del río Yutebe presenta terrazas fluviales y algunas zonas de depósito de materiales aluviales y proluviales. El material proluvial casi siempre se encuentra en abanicos aluviales o en conos de deyección. Probablemente son de corrientes alimentadoras del río Yutebe. Aquí predominan los valles de fondo plano y en menor medida los valles en artesa, éstos se encuentran sólo en la porción media de los colectores principales, los valles de esta unidad son de mayores dimensiones aunque su utilidad para fines agrícolas se haya bien restringida a causa de su poca continuidad y escasas dimensiones. Dadas las características de homogeneidad litológicas de la zona, es probable que la forma de estos valles se haya originado por la acumulación de materiales aluviales durante época de crecidas o avenidas.

- b). Superficies de laderas interfluviales de pendiente moderada e inclinación moderada fuerte:

La superficie interfluvial de ésta unidad se encuentra más alterada que en el caso anterior, seguramente debido a su menor pendiente que ha permitido un uso más intenso y diversificado del terreno.

Esta unidad se caracteriza por la frecuencia de circos erosivos denudatorios sobre las laderas en ambos flancos de los colectores principales, éstos han adquirido considerables dimensiones, en algunos casos. al parecer, presentan un rápido desarrollo; sobre el río Numi se localizan muy cerca de las superficies de divisorias, lo que indica que se encuentra en uno de los estados finales en la evolución de los barrancos a causa de la erosión regresiva o remontante.

Estas líneas de escarpe se hayan favorecidos por la presencia de pendientes de inclinación abrupta y muy abrupta.

Sobre el río Yutebe existe igual incidencia de circos erosivo-denudatorios, aunque en este caso se presentan en diversas ubicaciones con respecto a las superficies de parteaguas, y la mayoría de ellos corresponden a zonas de menor pendiente que denominamos como laderas de inclinación moderada y moderada fuerte y que generalmente son o fueron utilizadas con fines agrícolas y sin técnicas apropiadas de conservación del suelo y del agua.

La denudación planar y la denudación linear incipiente, así como la erosión subsuperficial y la reptación son los proce sos que predominan en esta unidad, aunque con mayor intensi dad que en el caso de la unidad anterior, debido probable-- mente al trabajo a que se ha visto sometido el terreno a cau sa de las actividades agrícolas.

En las proximidades de San Antonio Ndaxico, en la confluenc-- cia del río Yutebe pueden apreciarse algunos niveles de pedi mentación, que corresponden a la zona de transición entre la montaña y el valle, aquí se encuentran representados algunos depósitos de materiales coluviales y deluviales, que ya se - encuentran disectados por regueras o vadenes. Por encima de estos depósitos se observaron algunas superficies de erosión sobre material ígneo extrusivo; estos niveles se distinguen a ambas márgenes y al parecer son correlacionables entre sí, se presentan sobre laderas con pendientes entre 15 y 20 gra-- dos clasificadas como abruptas, en realidad no se puede de-- terminar su origen según lo aquí expuesto, sin embargo, pode mos suponer que se trata de antiguas superficies de erosión, que fueron levantadas y disectadas por algún movimiento de - tectónica ascendente a nivel local ó regional. Otro elemen-- to del relieve que se presenta en esta unidad es la presen-- cia de repisas, cuyo origen tampoco fue posible precisar, - pero que representa una marcada ruptura en la pendiente del terreno y que puede hallarse relacionada con los niveles de erosión que se han mencionado.

Como característica de esta unidad tenemos la presencia de -

laderas de pendiente moderada y moderada fuerte sin importantes elevaciones. También se observan laderas largas con un ligero escalonamiento.

La erosión se puede calificar como severa y fuerte y presenta un rápido desarrollo en superficies que han sido desforestadas con fines agrícolas.

En la ladera meridional del Río San Miguel al Sur del Rancho del Capitán pueden apreciarse fallas y fracturas que han producido repisas de origen tectónico en el terreno y que ahora son utilizadas con fines agrícolas, también existe un escarpe semicircular de considerables dimensiones que produjo un deslizamiento de masa rotacional y que ahora es utilizado para la agricultura.

c). Superficie de Divisorias.

La superficie de divisorias se encuentra bien limitada por los escurrimientos y de hecho solo existen los parteaguas principales, las pendientes son de inclinación moderada y moderada fuerte, de forma convexa, presentan pequeñas dimensiones y están mal conservadas, tienen una dirección predominante norte - sur y noreste suroeste, en ellas se encuentra material eluvial.

UNIDAD NUEVA REFORMA.

Esta unidad está ubicada principalmente sobre rocas ígneas extrusivas, rocas andesitas y tobas volcánicas, también se aprecian algunos conos volcánicos de cenozoico. Esta delimitada al este por límites naturales de la subcuenca del río de Tlaxiaco, al norte por la unidad San Antonio Ndaxico, consideran-

do como límite las comunidades de San Isidro y Rancho del Capitán al noreste. El parteaguas natural que divide a la subcuenca del río Yutebe sirve de límite al oeste, y al sur limita con la unidad de Yucunuco de Guerrero. (ver mapa # 6).

Esta unidad se caracteriza por presentar valles acumulativos de mayores dimensiones que las de otras unidades, las vertientes en esta unidad no presentan pendientes muy pronunciadas, lo que da lugar a una topografía menos accidentada (cartas # 6, 10, 11, 12).

a). Valles Erosivos

Los valles erosivos son muy abundantes aunque no de considerables dimensiones, éstos se extienden a ambas vertientes de los colectores principales y varios de ellos se han desarrollado a lo largo de líneas de falla ó fractura por lo que existe cierto marcado control estructural con aparente orientación noreste sureste.

Estos valles incipientes se desarrollan con cierta rapidez y el trabajo erosivo del agua da lugar a cárcavas y barrancas que disectan verticalmente al terreno contribuyendo a la evolución de vertientes; pudo observarse en verificación de campo un escalón o desnivel que existe entre estos abarrancamientos y el nivel de los valles principales, que en algunos casos es cubierto por depósitos de materiales proluviales, la mayor parte de estos tributarios solo llevan agua durante la estación lluviosa y en algunos casos se presentan movimientos de aguas subálveas, por efecto de

almacenamiento en cauces, sin embargo los períodos de completa actividad se restringen a unos cuantos meses al año. Estos valles se extienden principalmente sobre laderas de inclinación moderada fuerte y laderas abruptas que presentan una pendiente entre 7 y 15 grados y sobre laderas de inclinación moderada -- con pendientes entre 3 y 6 grados en este caso corresponde a zonas que han sido perturbadas y despojadas de su vegetación natural para hacer uso de ellas como tierras agrícolas ó ganaderas.

Estas corrientes de desarrollo incipiente sin embargo han labrado su cauce por erosión remontante ó regresiva hacia las superficies de parteaguas por lo que encontramos en la mayoría de los casos que sus cabeceras se hallan muy cerca ó sobre las superficies divisorias.

Esto es muy importante porque en un tiempo relativamente corto geológicamente hablando, se realizará una captura.

#### b). Valles Acumulativos

En esta unidad existen valles de acumulación o depósito -- con mayor abundancia y dimensiones que en los casos ya señalados.

Se puede apreciar que los escurrimientos más importantes corresponden al río de San Diego el más septentrional de la subcuenca en cuestión; el Río San Miguel que le sigue en dirección sur y el río Yutoto, al sur de éstos han formado varias llanuras fluviales que superan en extensión, continuidad y dimensiones a los demás escurrimientos que en es

te trabajo se analizan. Los valles tienen una marcada - orientación noreste suroeste y guardan cierta equidistancia, por lo que todos son paralelos entre sí, se extienden desde la parte alta de la subcuenca hasta el curso - medio.

Aquí predominan los valles de fondo plano con inclinación muy débil, también se encuentran algunos valles en forma de artesa; es decir con fondo curvo, con una pendiente en el terreno un poco mayor, es decir entre 3 y 13 grados, los menos abundantes son los valles en V que son los que - presentan mayor pendiente, entre 6 y 15 grados, éstos -- presentan menores dimensiones. Se reconoció un valle asimétrico al sur de la cañada de María sección 2a., en éste - caso se encuentra asociado en forma clara a una falla, -- pues pudieron apreciarse las facetas triangulares o espolones de falla sobre la vertiente.

Se identificaron terrazas fluviales a los largo de estos - valles con cierta continuidad aparente, no se observó en ningún caso de alternancia de terrazas ó escalonamiento, - sin embargo por ser ésta zona utilizada con fines agrícolas como tierras de humedad, se encuentra muy perturbada - y en ocasiones oculta por vegetación agrícola, los procesos que predominan en esta zona son el transporte y la - acumulación, principalmente, dada su poca pendiente y la - reducida capacidad de las corrientes para erosionar.

La erosión lineal o fluvial, únicamente, se encuentra en el cauce y alcanza su máxima actividad sólo en la temporara

da lluviosa.

En esta zona se aprecian depósitos aluviales, coluviales y deluviales, así como algunos proluviales que corresponden a conos de deyección y conos de escombros; éstos últimos se presentan más específicamente en corredores de --avalancha sobre laderas de pendiente abrupta.

Se puede afirmar que dada la amplitud de los valles, así como su continuidad en el terreno, ésta es una de las zonas más perturbadas y utilizadas con fines agrícolas. Además de que potencialmente tiene importancia económica.

Las pendientes que predominan en los valles acumulativos son de orden de 3 a 7 grados y de 7 a 15 grados, a los que hemos denominado como valles de inclinación moderada e inclinación moderada y fuerte, éstas pendientes se incrementan considerablemente hacia sus partes altas.

Dada la disposición de los valles centrales es probable que éstos se hallan desarrollados sobre grandes fracturas de orientación noreste suroeste y noroeste sureste, dando lugar a un sistema cuadrangular de valles.

c). Laderas Interfluviales de inclinación moderada fuerte Moderada.

Los procesos que predominan en el modelado de los interfluvios son la denudación planar, la denudación lineal incipiente, la reptación y la erosión subsuperficial, son también frecuentes los circos erosivo-denudatorios y los movimientos rotacionales en vertientes inestables que dan

lugar a escarpes semicirculares con repisas estructura--  
les.

La frecuencia de la denudación lineal incipiente y la denu-  
dación planar está dada básicamente por la frecuencia de  
las parcelas abiertas al cultivo; que en este caso es bas-  
tante alta, en cambio, la intensidad depende fundamental-  
mente de la pendiente que oscila entre laderas de inclina-  
ción muy débil o a 3 grados, laderas de inclinación mode-  
rada de 3 a 7 grados y laderas de inclinación moderada --  
fuerte de 7 a 15 grados, en este caso las más abundantes,  
lo que ocasiona una rápida pérdida de los horizontes edá-  
ficos, además de la incisión del agua de escurrimiento -  
que da lugar al nacimiento de regueras o badenes pero --  
que rápidamente alcanzan mayores proporciones y que origi-  
nan cárcavas y barrancas.

En la ladera sur del río San Miguel y el Yutoto se apre-  
cian varias fallas de colapso, y están representadas --  
por líneas de escarpe de carácter semicircular de consi-  
derables dimensiones, algunas alcanzan más de 1,000 me--  
tros y están ubicadas sobre la ladera de mayor pendiente  
en donde la inclinación alcanza valores superiores a los  
20 grados, aquí se presentan algunas repisas en el asen-  
tamiento y que ahora son utilizadas por la agricultura, -  
estas vertientes por estar orientadas hacia el norte con-  
servan más la humedad por lo que nos permite suponer que  
tal vez en alguna época de mayor humedad hallan ocurrido  
tales deslizamientos.

Otra característica importante de las laderas interfluviales es la marcada formación de terracillas sobre el terreno, estas se producen por la erosión que originan las corrientes subsuperficiales, cuando estas se desplazan a niveles inferiores tales fenómenos ocurren con gran incidencia en las laderas de fuerte pendiente y que han sido desforestadas para dedicarlas a alguna actividad productiva.

Los circos erosivo-denudatorios son elementos que se presentan en la evolución de las vertientes, éstos se encuentran en la cabecera de abarrancamientos y, en la mayoría de los casos, se encuentran en las proximidades de los parteaguas, se presentan en todo tipo de pendientes pero al parecer con gran frecuencia sobre zonas que han sido desforestadas.

Al norte de la comunidad Nueva Reforma tenemos una zona con gran abundancia de tales formas, al este de San Isidro.

En la zona de transición de la vertiente interfluvial al valle aparecen algunos depósitos de pie de monte formando un nivel de pedimentación, los depósitos no son muy abundantes y tampoco se observa continuidad, éstos se localizan en las vertientes de los valles centrales del río Yutoto, tales depósitos corresponden a material coluvial, deluvial.

d). Superficie de Parteaguas.

Los parteaguas de esta área presentan una orientación nor-  
reste suroeste y noroeste sureste en general se encuentran  
ocupando mayor extensión que en los casos anteriores, son-  
de forma irregular y guardan cierta simetría dadas las dis-  
posiciones de las estructuras. También presentan en algu-  
nos casos continuidad, predominan las cimas convexas aun--  
que es posible observar algunas cimas agudas, las primeras  
tienen poca pendiente varía entre los 0 a 3 grados y 3 a 7  
grados por lo que el relieve presenta un aspecto de lomas-  
muy largas que se extienden desde las partes altas a las ba-  
jas, también es común observar estructuras montañosas con-  
cimas planas que dan lugar a pequeñas mesas, sobre el ori-  
gen de tales estructuras es posible deducir dada la homoge-  
neidad aparente del material y el modelado al que se han -  
visto sometidas las vertientes que la erosión ha actuado -  
selectivamente sobre líneas de fractura por lo que ha pro-  
fundizado formando los valles que ahora existen mientras -  
que los parteaguas han quedado como formas más conservado-  
ras del relieve.

#### UNIDAD TLAXIACO.

Esta unidad se localiza en la porción central de la sub- -  
cuenca del Río de Tlaxiaco y corresponde a la zona de los-  
valles centrales, está formada por los escurrimientos de-  
mayor importancia en la subcuenca que corresponden al Río  
de San Diego y Río San Miguel que se unen al sur de Tla--  
xiaco y al Río Yutoto.

Esta unidad se encuentra ubicada sobre rocas ígneas extru

sivas, tobas volcánicas cenozoicas, depósitos aluviales, etc.

En ella se encuentra la Ciudad de Tlaxiaco, el núcleo de población más importante del área objeto del estudio, también se encuentran las comunidades de Cruz Llorada, Lomo de Coyote, Cañada de María segunda sección, San Pedro y el Vergel.

Su altitud varía entre los 1800 a los 2,000 m.s.n.m. y se ubica entre las isoyetas 1,000 y 1,100 mm. (cartas # 6, 10, 11, - 12).

a). Valles Acumulativos y Erosivos.

Los valles erosivos son poco abundantes en esta unidad y en general en toda la extensión predominan los procesos de transporte y depósito, este efecto es causado fundamentalmente por el relieve y la inclinación de la pendiente que es muy ligera.

Los valles de acumulación ó depósito son mucho más extensos y continuos en esta unidad que en todos los casos anteriores, alcanzando dimensiones de más de un kilómetro de anchura en algunos lugares, sin embargo no se aprecian depósitos aluviales ó proluviales de importancia sobre el Río ni sobre la llanura aluvial; ésta presenta una superficie irregular con angostamientos en algunos puntos. La llanura fluvial está constituida por terrazas fluviales que presentan cierta continuidad aunque no se observan sobreposición de terrazas, en ningún caso.

La forma de los valles es de fondo plano generalmente aun

que se presentan también algunos valles en forma de V. y otros en forma de U., estos últimos son más escasos, los valles centrales están ubicados a lo largo de líneas de fracturas en paralelo y guardan una orientación NE. SO.

La pendiente longitudinal de los colectores principales Río de San Diego, San Miguel y Yutoto varía entre 2 y 3 grados, mientras que en los valles varían entre 3 y 7 grados, y de menor importancia en cuanto extensión y que inciden en forma perpendicular a estos valles centrales, ya que muestran una orientación NO - SE. se encuentran desarrollándose sobre líneas de fractura, formando un sistema en paralelo de valles.

b). Superficies Interfluviales de pendiente débil e inclinación moderada.

Esta zona de laderas de escasa pendiente se caracteriza por los procesos de denudación lineal incipiente y de denudación planar, en este caso la frecuencia de los procesos está dada -- por la intervención de las actividades agrícolas; la intensidad de los procesos la calificamos como baja en cuanto que -- la pendiente es escasa, sin embargo la zona se halla sensiblemente perturbada a causa de que se encuentra desprovista de la vegetación natural en considerables extensiones y no se practican técnicas de conservación del suelo y del agua satisfactorias dada la intensa actividad agrícola que se lleva a cabo, la única técnica de conservación que se observó en -- recorrido de campo fue el surcado en contorno. Se puede distinguir que en zonas sin vegetación en uso agrícola reciente se presenta erosión laminar ó difusa, en cambio en parcelas -- que fueron abandonadas seguramente a causa de la pérdida de --

horizontes edáficos agrícolamente productivos, sobre laderas con pendiente, aún siendo ésta escasa, han aparecido surcos o regueras que marcan el inicio del desarrollo de cárcavas.

También es posible observar algunos depósitos de pie de monte sobre la zona de transición de la vertiente al valle, estos depósitos son denominados coluviales y deluviales y son transportados por la gravedad y las aguas de escorrentía, tales depósitos son superficies con poca pendiente entre 2 y 5 grados aproximadamente y se extienden en forma de conos cuyo vértice se encuentra en la parte alta, en este caso se encuentran sometidos a procesos de denudación planar debido a prácticas agrícolas. Estos aparecen sobre la vertiente norte del río Yutoto, y al sur del valle de San Nicolás, también en su vertiente Norte, sin embargo tales depósitos no constituyen por su magnitud una área importante.

Otro elemento del relieve que podemos identificar al este de la ciudad de Tlaxiaco en su vertiente sur, sobre el río San Miguel es la presencia de circos denudatorios erosivos, sobre algunas corrientes secundarias que se desarrollan sobre zonas de pendiente pronunciada.

c). Superficie de divisorias.

Las áreas que fueron cartografiadas como superficie de divisorias son convexas y de pendiente débil menor de 3°. La superficie más importante dentro de esta unidad es el área que separa la subcuenca del río San Miguel de la subcuenca del río Yutoto, ésta tiene una marcada orientación noroeste y suroeste y en ella se practica la agricultura de temporal y el pastoreo.

Su altura con respecto al valle es muy escasa y el material que predomina es de origen eluvial.

#### UNIDAD YUCUNINU DE GUERRERO.

Esta unidad se encuentra ubicada en la subcuencia del río de Tlaxiaco en su porción más meridional y corresponde al límite sur de esta subcuencia.

Se extiende por encima de los 2500 m. hasta los 3200 m. s.n.m. - altitud máxima de las subcuencias trabajadas. Esta unidad está considerada propiamente como zona de alta montaña y se encuentra comprendida entre las isoyetas de 1150 y 1200 mm. por lo que opera como captadora de precipitaciones y zona de recarga de acuíferos subterráneos, su topografía es montañosa y la inclinación de las vertientes es muy abrupta superando en muchos casos los 20°.

Sin embargo, dadas las características de la topografía y la altitud en esta zona predomina una vegetación arbórea de bosque de pino y en las laderas bajas encino, por lo que la cobertura vegetal se haya poco perturbada, lo que al mismo tiempo ofrece una buena protección del suelo; por ésto los procesos de erosión se hayan disminuidos pese a la fuerte pendiente que predomina en el terreno. La única comunidad que se localiza dentro de este paisaje es Yucuninu de Guerrero, (Cartas # 6, 10, 11, 12).

#### a). Valles erosivos y acumulativos.

Los valles identificados dentro de esta unidad son valles incipientes ó en formación, en donde predominan las formas en V y de muy reducidas dimensiones, aunque existen algunos con

fondo plano.

Las llanuras fluviales de inundación son poco amplias, que la corriente durante las avenidas las ocupan en toda su extensión, la pendiente longitudinal de los valles varía entre 3 y 7 grados, mientras que la lateral resulta un poco mayor, ésto constituye una clara explicación sobre la dinámica actual de los valles, y por ésto predominan los procesos de erosión fluvial y transporte sobre los de depósito. También pueden apreciarse algunos barrancos jóvenes que suponen un rápido crecimiento influenciados por la naturaleza de las pendientes, estas formas erosivas también se encuentran, sobre pendientes menos abruptas que han sido desprovistas de su vegetación natural a causa de actividades agrícolas y ganaderas.

Los escurrimientos se extienden desde puntos muy próximos a las superficies de divisorias y no se aprecia un control estructural sobre éstos.

b). Superficies interfluviales de pendientes muy abruptas.

Los procesos que dominan en la modelado de las vertientes, son la de denudación planar, la denudación lineal incipiente y la reptación, siendo la segunda la de mayor intensidad y frecuencia debido a la inclinación de la pendiente que en muchos casos excede los 20°. Por lo que una vez destruída la vegetación natural la violencia de los procesos erosivos no se hace esperar.

En zonas de menor pendiente se observa más frecuentemente -

los efectos de la erosión laminar o difusa.

Otro elemento que encontramos en las vertientes, son los circos erosivo denudatorio, que aparecen en la cabecera y en el curso medio de los escurrimientos, éstos suelen ocupar diferentes lugares sobre la corriente cuando en ellas se presentan rupturas de pendiente o cambios en la litología. En este caso, probablemente se debe a la primera razón dada. También se encuentran algunas repisas de carácter estructural, - producidas a causa de movimientos tectónicos y movimientos rotacionales de materiales, éstos ocurren sobre un eje horizontal y dan lugar a una superficie cóncava hacia arriba, el material, desplazado se deposita al pié o muy cerca de la línea de cizalla, dando lugar a repisas con poca pendiente y - que en la mayoría de los casos son usadas para la agricultura.

c). Superficie de divisoria.

Estas áreas de divisorias, se encuentran más conservadas que en otras unidades, son superficies convexas con poca pendiente que varía entre 3 y 7 grados. Solo existen parteaguas - principales como unidades cartografiables.

UNIDAD SAN PEDRO YOSOSCUA.

Esta unidad se extiende sobre la vertiente oeste de la subcuenca del río Yucunicoco, limita al este con el sistema metamórfico y con el colector central del río Mixteco. Al oeste limita con el contacto litológico del Jurásico. Al norte con el límite natural de la subcuenca del río Yucunicoco. Y al sur con una fracción - del sistema metamórfico. Se extiende de los 1750 metros a los -

2750 m.s.n.m. por lo que le corresponde las isoyetas de - -  
1,050 y 1,150 mm.

Abarca las comunidades de: San Juan Mixtepec, Juxtlahuaca, -  
Independencia, Tierra blanca y San Pedro Yososcua (Cartas # -  
6, 16, 17, 18).

a). Valles erosivos.

Estos, al parecer tienen un importante desarrollo y evolu-  
cionan sobre los tributarios que drenan al río Mixteco, -  
presentan una orientación Noroeste - Suroeste y no tienen  
gran profundidad de disección. Sobre ellos se desarro- -  
llan importantes abarrancamientos, que crecen en base a la  
erosión remontante o regresiva, en sus cabeceras se obser-  
van circos erosivos denudatorios que alcanzan grandes di-  
mensiones y son indicadores de la intensidad de la erosión  
fluvial, una peculiaridad de los escurrimientos es que pre-  
sentan un salto o caída a causa de una variación fuerte -  
en la inclinación de la pendiente.

En el curso medio de los escurrimientos se presenta un es-  
carpe provocado por un deslizamiento del terreno dando lu-  
gar a una variación de la pendiente en donde ésta se incre-  
menta alcanzando valores superiores a los 20 °. Aquí se -  
aprecian sobre el bloque deslizado procesos de reptación -  
y erosión subsuperficial.

En términos generales la red hidrográfica no se vé determi-  
nada por fracturamientos tectónicos, sin embargo, la per-  
pendicularidad con la que se unen los afluentes con el colec-  
tor principal y su disposición equidistante hacen pensar-

que se trata de un levantamiento o basculamiento.

#### VALLES ACUMULATIVOS.

Sólo podemos apreciar un valle acumulativo dentro de esta unidad y corresponde al valle de Santiago Juxtlahuaca, está clasificado como valle de fondo plano y la pendiente varía entre 2 y 6 grados, por lo que la denominamos como llanura fluvial de inclinación débil, la orientación es nor-oeste sureste y corresponde a la orientación general del escurrimiento, su amplitud es considerable en forma comparativa con otros valles de esta zona.

La amplitud máxima varía entre 1 y 2 kilómetros, constituye la parte más baja de la cuenca y presenta un patrón de drenaje anastomosado que es indicador de la poca pendiente del cauce en este punto, así como del depósito de materiales aluviales a causa del régimen fluvial.

Sobre la llanura fluvial se aprecian en algunos sitios - terrazas fluviales de cierta extensión, aunque sin escalonamiento o sobreposición aparente. También es posible observar algunas islas de depósitos aluviales sobre el lecho menor del río Yucunicoco, éste tiene un valle poco amplio en donde encontramos algunos depósitos en su desembocadura. Sobre el valle y en contacto con la línea de transición a la superficie interfluvial existen depósitos de considerables dimensiones y de carácter coluvial-deluvial, éstos dan lugar a niveles de pedimentación de poca pendiente.

SUPERFICIE INTERFLUVIAL DE VERTIENTES MODERADAS, FUERTES Y ABRUPTAS.

La dinámica en la evolución de esta vertiente es muy activa - y es modelada por varios procesos entre los que destacan: la de nudación lineal incipiente, la denudación planar, la reptación, la erosión subsuperficial y la acción de aguas de escurrimientos que han dado origen a circos erosivo denudatorios.

La denudación lineal incipiente se presenta con bastante frecuencia sobre laderas de inclinación moderada y moderada fuerte, cuando éstas son privadas de su vegetación natural para dedicarla a actividades agrícolas, ya que la inclinación de la pendiente (más de 29 grados) no permite que se conserve el suelo cuando éste ha perdido su vegetación. El agua al escurrir lo transporta hacia las partes bajas dando lugar también a regueras o badenes.

La denudación planar o esorrentía difusa se aprecia con menor frecuencia y se localiza en laderas de menor pendiente, entre 3 y 7 grados, cuando éstas se encuentran expuestas sin cobertura vegetal a la precipitación pluvial, en ocasiones suelen encontrarse en la parte alta de la ladera en donde la pendiente es menor y por encima de las regueras o badenes.

La erosión subsuperficial se produce a partir del agua que se infiltra hasta encontrar material de mayor permeabilidad, por lo que el material fino del suelo es arrastrado hacia niveles inferiores formando bajo acción constante tunelamiento o tubificación del subsuelo, que al coalescer provoca que el techo de

los túneles se desplome bajo la acción de su propio peso, dando lugar a pequeños asentamientos del terreno, y que en la superficie se manifiesta como pequeñas fasetas triangulares con pendientes variables y que modifican el comportamiento de la ladera, ésta se presentan sobre superficies de inclinación moderada, y moderada fuerte, y con mayor frecuencia e intensidad en laderas de inclinación abrupta y muy abrupta por obvias razones.

Los circos erosivos denudatorios también son elementos frecuentes, éstos se presentan en zonas intermedias sobre el curso de la corriente y corresponden a líneas de escarpe o roturas de pendiente.

Sobre la expresión general de la zona, se aprecia como un relieve en donde intervienen activamente procesos de denudación y erosión, la zona al parecer sufrió un basculamiento por lo que hay un ascenso en la porción oeste dando lugar a una red hidrográfica dendrítica alargada en paralelo sobre una ladera de considerables dimensiones.

Aproximadamente a tres kilómetros al oeste de San Pedro Yosocua se aprecia un gran escarpe de falla de colapso en asentamiento que dio lugar a un arco afallado de más de 3,000 mts. de longitud, la remoción del material, sin embargo no fue desplazada a mayor distancia, la pendiente del bloque desprendido varía entre 7 y 15 grados, pues es de inclinación moderada fuerte.

En la zona de noroeste de Santiago Juxtlahuaca se precian algunas zonas de depósito coluviales deluviales que forman nive

les de pedimentación sobre los límites de las laderas con el valle.

Esta unidad se extiende desde los 1750 metros, hasta los 2,000 m.s.n.m. en su porción septentrional, en su porción media entre los 2,000 y los 2,250 m.s.n.m., que constituye la altitud predominante, y una pequeña fracción de la parte sur que supera a los 2,000 metros, aunque sin llegar a los 2,750 m.s.n.m. esta área opera como zona de recarga de acuíferos subterráneos y es captadora de precipitaciones ayudada por su densa cobertura vegetal y permeabilidad, y se encuentra comprendida entre las isoyetas de 1,150 y 1,100 mm. por lo que está denominada como zona muy lluviosa.

#### SUPERFICIE DE DIVISORIAS.

La superficie de divisorias en esta unidad se encuentra bastante alterada y restringida a pequeñas áreas sin ninguna continuidad, las áreas que fueron cartografiadas son convexas en su mayoría y presentan de 2 a 4 grados de pendiente.

#### UNIDAD SANTA MARIA YUCUNICOCO.

Esta unidad ocupa la porción oeste de la subcuenca del río Yucunicoco, sus límites al norte, oeste y sur, están dados por los límites naturales de la subcuenca al este por el contacto geológico con el sistema jurásico y algunas rocas cretácicas al sureste; se extiende de los 1,350 metros hasta muy cerca de los 3,000 m.s.n.m. y está comprendida dentro la isoyeta de 1,100 y 1,150 mm. (cartas # 6, 16, 17, 18).

a). Valles Erosivos.

Los valles erosivos se caracterizan por el notable control estructural que presentan, pues las corrientes se han desarrollado sobre líneas de falla con marcada orientación norte - sur, la forma de los valles es en V en todos los casos; estas características dan al relieve notable homogeneidad, algunos cambios bruscos en la pendiente del terreno se traducen en saltos ó caídas para las corrientes, por lo que éstas se encañonan sobre un relieve ya de por sí favorecido por líneas de falla, los escurrimientos se hallan relativamente bien integrados por lo que se supone un relieve sobre el cual ha actuado la erosión en condiciones favorables para desarrollarse en buena medida.

Sobre las vertientes se han desarrollado los escurrimientos de carácter subsecuente en donde se han formado grandes abarrancamientos que ahora disectan y ensanchan sus cauces que presentan un rápido crecimiento a causa de la erosión remotamente o regresiva.

b). Superficie Interfluvial de Inclinación Abrupta..

Esta se extiende al norte de Santa María Yucunicoco, hacia la parte alta de la subcuenca se encuentra entre los 2,500 y los 3,000 m.s.n.m. y entre las isoyetas de 1,100 y 1,150 mm., por lo que se considera entre las regiones más húmedas de la subcuenca.

Predominan los procesos de esorrentía difusa en zonas desprovistas de vegetación y denudación lineal incipiente en donde la pendiente es más abrupta, la inclinación del te-

rreno es superior a los 15°; en todos los casos lo que limita su uso considerablemente para actividades agrícolas.

- c). Superficie Interfluvial de laderas de inclinación moderada fuerte.

Esta se extiende al sur de Santa María Yucunicoco por --arriba de los 2,250 m. hasta los 3,000 m.s.n.m.

El proceso que predomina es la escorrentía difusa que se presenta con gran frecuencia en zonas que han sido des--provistas de su vegetación natural en pendientes de 7 a 15 grados, su presencia en grandes extensiones debe preocu--par por la pérdida de suelos en las laderas lo que repercutirá directamente en la productividad de las tierras.

Otro proceso que se encuentra también con gran frecuencia en considerables extensiones es la erosión subsuperficial en laderas con pendientes entre 7 y 15 grados, su recono--cimiento es posible debido a los pequeños asentamientos--que el terreno presenta en mesillas o terrazas.

#### UNIDAD NDOYOCOYO ALLENDE.

Esta unidad se localiza en la porción centro y sur de la sub--cuenca del río Ocoatepec, limita al norte con un fragmento del--sistema metamórfico, al este, al sur y al oeste limita con los parteaguas naturales de la subcuenca, mientras que la suroes--te con rocas cretácicas.

Se extiende de los 1,750 metros a los 3,250 m.s.n.m., en sus--cumbres más altas.

Se encuentra comprendida entre la isoyeta de 1,150 mm. por lo que resulta una de las unidades más lluviosas del área considerada y opera como captadora de las precipitaciones.

Dentro de esta unidad se consideran dos paisajes de morfología y dinámica diferentes:

- a). Laderas interfluviales volcánicas de inclinación abrupta, en las que se encuentran las siguientes comunidades:  
Santo Tomás, Ocoyoac, Hidalgo, Ojo de Agua, Plan Alemán, Lázaro Cárdenas, Benito Juárez.
- b). Laderas interfluviales volcánicas de inclinación moderada fuerte, en las que se encuentran las siguientes comunidades:  
Emiliano Zapata, Emilio Portes Gil, La Joya, Yosinicaje.  
(Cartas # 6, 13, 14, 15).
- a). Valles Erosivos.

Los valles son formas de relieve que se desarrollan a partir de la acción de los agentes modeladores del relieve, - en este caso los valles erosivos son formas dadas por la acción de las escorrentías y escurrimientos en donde predominan los procesos de denudación lineal.

Los valles erosivos en esta unidad tienen un comportamiento diverso a causa de la disposición que guardan las corrientes dentro de la subcuenca, ya que la corriente principal se haya desplazada notablemente hacia el parteaguas éste, dando lugar a escurrimientos tributarios muy cortos de primer orden en esta vertiente, mientras que en la ver

...tamente a oeste se ha integrado una red dendrítica de mayores dimensiones.

Los valles erosivos son de fondos muy reducidos y su forma predominante es en V. Solo en el caso del valle principal presenta fondo plano, aunque ésta se interrumpe en repetidas ocasiones, la llanura fluvial es muy estrecha por lo que los materiales de depósito son poco abundantes y están restringidos a la zona que opera como llanura de inundación durante la época de crecidas.

En esta unidad se han desarrollado abarrancamientos de considerables dimensiones sobre pendientes abruptas que superan los  $15^\circ$  de inclinación, por lo que la intensidad de los procesos es mayor.

La inclinación de la pendiente y los desniveles en el cauce de estas corrientes originan saltos y caídas que nos permite suponer un aumento en la energía cinética de las aguas en movimiento por lo que el flujo de materiales detríticos y la capacidad erosiva de la corriente será mayor.

b). Superficie de Parteaguas.

Las superficies de parteaguas de carácter cartografiable son propiamente inexistentes y las consideradas son muy pequeñas aunque de pendiente moderada.

c). Laderas Interfluviales Volcánicas de Inclinación Abrupta.

Estas se localizan en las inmediaciones del colector central sobre ambas vertientes y en la porción sur y este de la unidad; las pendientes que predominan varían en rangos de 15 a 20 grados y más de 20°, por lo que las consideramos como abruptas y muy abruptas, los procesos que pudieron identificarse son: La escorrentía difusa y la denudación lineal incipiente, siendo la primera la más importante, aunque sabemos que se presentan siempre de manera conjunta cuando el terreno ha perdido su cobertura vegetal quedando expuesto al ataque directo de la erosión y la denudación, en este caso la intensidad de los procesos es causada por la fuerte pendiente del terreno.

Es posible apreciar en las zonas de transición del valle al interfluvio, depósito de materiales coluviales que forman niveles de pedimentación de considerables dimensiones que alcanzan hasta 2.5 km. de longitud. Es evidente que hubo un abundante transporte de materiales en épocas recientes y que probablemente estén asociados a la formación de la vertiente larga del río Ocotepec.

d). Laderas Interfluviales Volcánicas de Inclinación Moderada-Fuerte.

Estas se localizan sobre la vertiente oeste del río Ocotepec donde encontramos la Población de Yosincaje.

El comportamiento de esta vertiente es diferente y el cambio de pendientes así como la distinta morfología fueron -

Los criterios tomados para hacer tal distinción.

Los procesos predominantes son la escorrentía difusa -- los asentamientos del terreno, la reptación y la denudación lineal.

La escorrentía difusa predomina en pendientes moderadas-fuertas y abruptas, en lomas donde no existe cobertura vegetal a causa de las actividades agrícolas.

La escorrentía concentrada se presenta generalmente sobre pendientes abruptas cuando es posible la concentración del agua de escurrimiento.

Se aprecian a lo largo de la ladera varios niveles (por lo menos cuatro) separados por líneas de escape, que forman escalones en donde varía notoriamente la pendiente, sobre el origen de éstos se piensa que se trata de un bloque que fue sometido a basculamiento y levantamiento provocado por fuerzas de tectónica ascendente, por lo que el terreno sufrió acomodamientos.

#### SISTEMA METAMÓRFICO EROSIVO-DENUDATORIO-EROSIVO.

Este sistema está constituido por formaciones metamórficas -- muy antiguas que corresponden al precámbrico y cámbrico, entre las rocas predominantes aparecen calizas macivas, lutitas, limolitas, etc.

Se extiende al sur y oeste de la subcuenca del río Yutebe, al oeste del río de Tlaxiaco al este del río Yucunicoco y al norte del río Ocotepec. (cartas # 6, 9, 12, 15)

Se caracteriza por la inclinación de las pendientes que varían entre 15 y 20 grados, por lo que se denominan abruptas y muy abruptas, el relieve puede considerarse montañoso en su totalidad y presenta un paisaje bastante homogéneo de valles en V y con constante simetría, la llanura fluvial es bastante reducida y las vertientes son rectas encontrándose sorprendentemente conservadas por una densa vegetación arbórea, las superficies de divisorias son agudas y solo en pocas ocasiones resultan cartografiables, debido a sus reducidas dimensiones.

El uso potencial del suelo en este sistema es fundamentalmente forestal ya que la excesiva inclinación de la pendiente en la mayoría de los casos restringe considerablemente el uso del suelo para otras actividades.

Dentro de este sistema y en función de las variaciones de la pendiente pudieron reconocerse algunas unidades que presentan una morfología y dinámica diferentes, por lo que su fisonomía y uso las enmarcan dentro de las siguientes subdivisiones.

Unidad Yutenduanduba.

Unidad Las Huertas.

Unidad San Miguel Progreso.

(Cartas # 9, 12, 15, 18).

#### UNIDAD YUTENDUANDUABA.

Esta unidad se localiza en la porción oeste y sur de la subcuenca del Río Yutebe, en donde propiamente no hay poblaciones a excepción de la comunidad de San Sebastian, que se encuentra sobre la superficie de parteaguas muy cerca del contacto geológico con el sistema volcánico.

La característica principal de esta unidad que permite distinguirla claramente de las demás es la homogeneidad del paisaje formado por valles en V. laderas muy rectas y con pendientes muy abruptas, las superficies de divisorias son muy escasas. El río se encañona sobre líneas de falla y fractura, por lo que toma rumbos constantes.

Esta unidad se extiende de los 1,750 m. a los 2,250 m.s.n.m. y se encuentra limitada por las isoyetas de 1,000 y 1,050 mm. por lo que la consideramos como una superficie de precipitación media. (Cartas # 6, 7, 8, 9).

a). Valles Erosivos.

Todos los valles cartografiados caen dentro de la clasificación de valles erosivos, debido a que los procesos que predominan en la zona son: La erosión y el transporte.

Las zonas de depósito son poco importantes a la escala del mapa y se restringen a una llanura acumulativa fluvial formada por depósitos aluviales de diversos tamaños, aunque predominan los cantos y las arenas, esta llanura funciona como área de inundación durante la época de crecidas.

Los materiales de depósito de origen proluvial también son muy escasos y sólo se encontró un cono de deyección en esta gran extensión.

La homogeneidad en la forma de los valles es notable y en su totalidad presentan un perfil labrado en V. en la vertiente este del río pueden apreciarse algunos pequeños va

lles colgados con fondo plano y que se encuentran dedicados a la agricultura, al parecer éstos se formaron a partir de ciertos desniveles que presenta el terreno.

Como se mencionó anteriormente el drenaje está sometido a un alto control estructural y su orientación general es noroeste - suroeste, el desarrollo de barrancos es poco importante por que éstos son escasos y de pequeñas dimensiones, sin embargo en este relieve se alcanzan los valores más altos en la profundidad de la disección fluvial.

b). Superficie de Interfluvios de Pendiente Moderada Fuerte y Abrupta.

La inclinación de las vertientes en este caso ofrece una notable variedad y oscilan entre los rangos de 3 a 7 grados, de 7 a 15 grados, de 15 a 20 grados y más de 20°; aunque hay un ligero predominio de los últimos tres rangos.

En la proximidad de los escurrimientos principales, las vertientes conforman paredes casi verticales a causa de fallamientos o fracturamientos tectónicos por los que ahora se desarrolla el río.

Las vertientes son convexas y rectas y se considera como el área de mayor conservación dentro de la zona de estudio, en el trabajo de foto-interpretación no se apreciaron zonas de denudación planar de dimensiones cartografiables, sólo se detectaron algunas áreas de denudación lineal incipiente originadas en pendientes de inclinación moderada fuerte debido a la pérdida de cobertura vegetal.

La densa vegetación natural que aún existe y que corresponde a un tipo de bosque de pino encino, no permite observar otros procesos en las vertientes.

- c). Estas son convexas y de poca pendiente ( 3 a 7 grados ) - se localizan en áreas restringidas y sin aparente continuidad, sin embargo, las áreas cartografiables presentan pendientes conservadas y no han perdido su vegetación natural que además es alta, por ésto la intensidad de los procesos se ve disminuida ya que la vegetación protege al suelo de la denudación y la erosión.

#### SISTEMA METAMORFICO EROSIVO DENUDATORIO EROSIVO.

##### UNIDAD LAS HUERTAS.

Esta unidad se encuentra localizada en el curso bajo del río de Tlaxiaco y se localiza entre los 1,750 y los 2,000 m.s.n.m., limita al norte con la unidad Yutenduanduba; al oeste con el contacto volcánico de San Juan Mixtepec; al sur con la unidad San Miguel del Progreso y al este con la unidad volcánica de Tlaxiaco, se caracteriza por representar un relieve con menor profundidad en los valles y menor inclinación en las pendientes, la altura de las cimas montañosas es menor que en el caso anterior. Se aprecia una menor profundidad de la disección por erosión fluvial, (cartas # 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17 y 18).

##### VALLES EROSIVOS Y ACUMULATIVOS.

Los valles erosivos presentan una forma característica en V, aunque existen algunos con fondo curvo pero de reduci-

das dimensiones, se puede afirmar que aquí predominan los procesos de erosión y transporte, mientras que los de acumulación son más bien escasos.

En relación a la unidad anterior la llanura fluvial acumulada es reducida y opera como llanura de inundación durante la época lluviosa, el material aluvial que en ella predomina es de carácter fino, en donde se encuentran arenas y cantos además de algunos bloques.

Los valles acumulativos son escasos y presentan un fondo-plano principalmente, se pudieron identificar mediante interpretación fotográfica aérea, terrazas fluviales que se verificaron en campo, éstas son de reducidas dimensiones y no presentan aparente continuidad.

#### SUPERFICIE INTERFLUVIAL DE PENDIENTES MODERADAS FUERTES.

Los procesos que predominan en el modelado de los interfluvios es la denudación lineal incipiente, la denudación planar, la reptación y la erosión subsuperficial.

La denudación lineal incipiente aparece como predominante y de fuerte intensidad sobre laderas de inclinación abruptas cuando éstas han sido privadas de su vegetación natural.

La denudación planar es posible apreciarla en superficies de menor pendiente pero que fueron o son utilizados con fines económicos.

También es posible apreciar algunos fenómenos de asenta...

miento en el terreno a causa de la erosión subsuperficial, éstos se presentan comunmente con fuerte intensidad sobre pendientes de inclinación moderada fuerte y abrupta a causa del importante papel que desempeña la gravedad en este proceso.

Al sur de la comunidad denominada El Vergel y en contacto entre el valle principal y las laderas interfluviales se aprecia una zona de depósito que ha dado lugar a un nivel de pedimentación formado por materiales coluviales dispuestos en forma de abanico y con pendiente de inclinación moderada fuerte.

#### SUPERFICIE DE PARTEAGUAS.

Las divisorias son superficies de dimensiones reducidas y de pendientes abruptas en mal estado de conservación, existen algunas de pendientes moderadas en mejor estado de conservación en donde predominan materiales eluviales.

La comunidad de San Isidro Vista Hermosa se encuentra ubicada sobre una superficie de considerables dimensiones y de pendiente débil que aparente ser un bloque elevado debido a su horizontabilidad en la cima como por las corrientes semicirculares que lo limitan.

#### SISTEMA METAMORFICO EROSIVO DENUDATORIO EROSIVO.

##### UNIDAD SAN MIGUEL PROGRESO.

Esta unidad se extiende de los 1,750 a los 2,500 m.s.n.m. en la porción norte de la subcuenca del río Ocotepec y la

localizamos en ambas márgenes del río aunque estas presen-  
tan un perfil totalmente asimétrico, la vertiente de menor  
dimensión y de pendiente abrupta corresponde a la ladera-  
este, la vertiente oeste presenta una longitud varias ve-  
ces mayor y una inclinación moderada en las pendientes.--  
(cartas # 6, 13, 19, 15).

#### VALLES EROSIVOS Y ACUMULATIVOS.

Los valles erosivos presentan un perfil transversal en V,  
y han formado una muy reducida llanura fluvial, de inun-  
dación donde encontramos algunos depósitos de materiales  
aluviales pero de poca importancia a la escala del mapa.

Aquí se han desarrollado importantes abarrancamientos so-  
bre ambas vertientes del colector principal, estas co- -  
rrientes sufren desniveles en su trayectoria por lo que se  
forman saltos y caídas.

#### SUPERFICIES DE INTERFLUVIOS DE LADERAS CON PENDIENTE MO- DERADA FUERTE E INCLINACION ABRUPTA.

En esta unidad predominan con marcada frecuencia y fuerte  
intensidad los procesos de denudación planar, denudación  
lineal incipiente y erosión subsuperficial.

La denudación lineal incipiente y la denudación planar se  
presentan sin excepción sobre laderas de inclinación de -  
15 a 20 grados, cuando éstas se hayan desprovistas de ve-  
getación pues la velocidad de las escorrentías y los escu-  
rrimientos es favorecida por la inclinación de la pendien-  
te que le confiere mayor poder erosivo en detrimento del-

suelo.

La presencia de aguas subsuperficiales se hace manifiesta a causa de su efecto sobre las laderas que son atacadas - por este proceso, las facetas triangulares de asentamiento se encuentran con mayor abundancia en la ladera baja - de caracter cóncavo sobre la vertiente.

#### SISTEMA SEDIMENTARIO EROSIVO DENUDATORIO.

##### UNIDAD SANTA MARIA TEPOSTLANTONGO.

Esta unidad se encuentra en la porción central de la subcuenca del río Yucunicoco y corresponde a la zona de afloramiento del jurásico, en donde predominan lutitas, arcillas obscuras, lutitas calcáreas obscuras, rocas sedimentarias continentales con carbón y rocas carbonáticas. - - Existe otro afloramiento de la misma formación en la porción sureste de la subcuenca del río Yutebe al norte de la unidad Tlaxiaco.

Esta unidad se encuentra limitada por rocas ígneas extrusivas, tobas, aluviones y depósitos recientes.

La característica que permite distinguir fácilmente a esta unidad es su gran vulnerabilidad a la erosión fluvial y que se evidencia por la alta densidad y frecuencia en el drenaje.

Altitudinalmente se extiende de los 2,500 a los 2,700 m.s. n.m. (cartas # 6, 16, 17, 18).

## VALLES.

Los valles son erosivos fundamentalmente y han desarrollado forma en V y en menor grado en artesa, los depósitos aluviales son escasos y se restringen a una muy pequeña llanura fluvial de inundación, también se aprecian algunos depósitos proluviales al pié de tributarios que se desarrollan por las laderas.

En el curso medio del canal principal se aprecia un patrón de drenaje trenzado que podemos interpretar como evidencia del régimen de carácter torrencial del escurrimiento.

En esta unidad se han desarrollado importantes abarrancamientos en el curso medio y alto de los escurrimientos, éstos dado el carácter de los materiales tienen una evolución al parecer bastante rápida a causa de la poca resistencia litológica a la erosión fluvial.

## SUPERFICIES INTERFLUVIALES DE LADERAS DE INCLINACION MODERADA FUERTE.

Esta unidad se caracteriza por la intensidad de los procesos de denudación lineal incipiente que se presenta con gran frecuencia sobre pendientes de inclinación muy abrupta y sobre superficies de menor pendiente, pero que han perdido su cobertura vegetal a causa de las actividades económicas.

Son frecuentes también los circos de erosión-denudación que en algunos casos alcanzan grandes dimensiones, incluso los podemos observar en forma escalonada.

Al norte de Santa María Tepeoslantongo se aprecia un circo erosivo denudatorio con un gran deslizamiento de material del tipo de un movimiento de fangos.

Otro elemento importante modelador del relieve en la unidad es la erosión subsuperficial que ha provocado la formación de mesetas triangulares de asentamiento conocidas con el nombre de Pié de Vaca, cubre las laderas en donde es posible observar que su frecuencia e intensidad aumentan en condiciones de mayor humedad y pendiente del terreno.

La intensidad y frecuencia de los procesos en esta unidad es alta y probablemente es debido a las características litológicas del material que en general ofrece poca resistencia.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Debido a las características topográficas de esta extensión que puede considerarse montañosa fundamentalmente, -- todas las laderas que han sido desprovistas de su vegetación natural con fines agrícolas, sufren diversos grados de erosión que van de la menos fuerte, denudación planar, hasta las formas más violentas de erosión, por lo que el desarrollo de técnicas de conservación del suelo y del agua asumen un carácter absolutamente necesario.

Las pendientes que predominan en las subcuencas sobre laderas de inclinación moderada y moderada fuerte corresponden a suelos de 2a. 3a. y 4a. categoría, por lo que son tierras con restricciones agrícolas severas y muy severas.

Uno de los recursos potenciales de gran importancia es el bosque y su cuidado y conservación es fundamental ya que es una variable importante que aporta humedad en la zona y que favorece la infiltración.

Los bosques de la faja de transición y de alta montaña de las subcuencas de los Ríos de Tlaxiaco y Ocotepc en donde los valores de isoyetas son máximas, permiten que la zona opere como captadora de la precipitación y zona de recarga del agua de escurrimiento, por lo que debe garantizarse su conservación.

Los suelos que se han desarrollado en las subcuencas del Río Yutebe, el Río Ocotepc y el Río de Tlaxiaco sobre el sistema metamórfico, son aptos solamente para uso forestal-

o pastizales en donde puede haber un rendimiento alto.

Los suelos luvisoles que se localizan principalmente en la Unidad Tlaxiaco del sistema volcánico erosivo denudatorio, son los suelos más productivos para el cultivo de frutales y pastizales, son recomendables por su rendimiento alto.

Los suelos litosoles son los más abundantes en las subcuencas del Río Yutebe, el Río Yucunicoco y el Río Ocotepec, éstos son recomendables como suelos forestales, ya que en el uso de pastizales ó matorrales su rendimiento es medio.

Deben implementarse, dadas las limitantes en cuanto a suelo y topografía, programas que favorezcan el cultivo de pastizales y frutales en donde la producción agrícola no ofrezca mejores rendimientos.

Deben construirse gaviones sobre abarrancamientos y cárcabas, aún con materiales propios de la región (ramas y rocas) que sirvan como filtro de sedimentos ó muros filtrantes que permitan el rellenamiento de superficies erosionadas, esta práctica es más urgente en la subcuenca del Río Yucunicoco y Ocotepec, ya que son las más afectadas por este tipo de erosión, en donde la frecuencia e intensidad de tales procesos ha adquirido proporciones considerables.

Es necesario generalizar prácticas de conservación del suelo y del agua, en la región, entre las que se consideran más importantes, tenemos:

PRACTICA DE REVEGETACION.

Consiste en la reconstrucción de la capa vegetal ó conservación de la ya existente, mediante la utilización de pastos arbustos y árboles que aumenten la infiltración al interceptar la lluvia evitando el impacto hidráulico y el arrastre del suelo.

Cultivo en contorno -hacer que el surcado siga las curvas de nivel, por lo que el surco sirve para contener el agua y se incrementa la infiltración.

- Riego por aspersión, por goteo y canales.
- Rotación de cultivos.
- Arrope del suelo.
- Terrazas.
- Mejorar tipos de pastos.
- Uso de abonos y fertilizantes.

Se hace necesario el trabajo interdisciplinario de diversos especialistas, (Agrónomos, Veterinarios, Geógrafos, -- etc.), en la búsqueda de alternativas a los problemas de la región, para que de manera conjunta se obtenga una visión de los problemas que aquejan a la región.

La subcuenca del Río Yucunicoco aparece como la zona más alterada, debido a prácticas económicas que implicaron la desforestación de bastas áreas, por lo que la erosión es severa y la zona opera como una importante fuente de sedimento, - ésto debe tomarse en cuenta si pretende en el futuro realizar -

algún tipo de embalce sobre el curso medio de la subcuenca alta del Río Mixteco.

Se recomienda hacer un estudio comparativo de la zona en cuestión comparando las fotografías aéreas de 1969 con -- vuelos más recientes que permitan realizar cartas de vegetación y uso del suelo para poder evaluar las modificaciones que se han operado en la zona en dicho intervalo.