



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"ZARAGOZA"
U. N. A. M.

"FISIOGRAFIA Y USO DEL SUELO EN LA PARTE
BAJA DE LA CUENCA DEL RIO TUXPAM, VER."

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A N

CASTILLO GONZALEZ JOSE LUIS MIGUEL

CORTINA VILLAR HECTOR SERGIO

México, D. F.

1984



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

INDICE

	Pag.
Resumen	VI
1. Introducción	1
2. Objetivos	4
3. Alcances	5
4. Descripción del área de estudio	8
4.1 Ubicación	8
4.2 Características geográficas generales	10
4.2.1 Clima.	10
4.2.2 Geología	14
4.2.3 Fisiografía	17
4.2.4 Hidrología	19
4.2.5 Suelos	21
4.2.6 Erosión hídrica inducida	22
4.2.7 Vegetación y uso del suelo	23
4.3 Descripción de unidades fisiográficas	25
4.4 Descripción de uso del suelo y vegetación	46
4.5 Descripción de uso potencial del suelo	60
4.5.1 Uso potencial agrícola (A)	63
4.5.2 Uso potencial ganadero (T)	66
4.5.3 Uso potencial forestal (F)	68
4.5.4 Requerimientos y aptitud para riego	71
4.5.5 Deterioro del recurso suelo por erosión hídrica inducida	71
5. Diagnóstico	76
5.1 Aspectos generales	76
5.2 Discusión de alternativas de uso y proposición de medidas de conservación	78
5.2.1 Unidades fisiográficas con pendientes mayo- res al 25% y pérdida de suelo alta	78
5.2.2 Unidades fisiográficas con pendientes del 10 al 25% y pérdida de suelo moderada	81
5.2.3 Unidades fisiográficas con pendientes meno- res al 10% y pérdida de suelo baja	83

	pag.
5.3 Ironóstico	87
6. Conclusiones	90
7. Consideraciones finales	93
8. Bibliografía	94
Anexo A. Método para estimar la degradación por erosión hídrica propuesto por la FAO/UNESCO y método de Cook para la estimación de escurrimientos	99
Anexo B Carta de unidades fisiográficas en escala 1:100,000	
Anexo C. Carta de uso del suelo y vegetación en escala 1:100,000	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio	9
Figura 2. Climas, isotermas e isoyetas del área de estudio	13
Figura 3. <u>Unidades geológicas del área de estudio</u>	15

LISTA DE TABLAS*

	pag.
Tabla 1. Información sintetizada de suelos por unidad fisiográfica	44
Tabla 2. Factores limitantes por unidad fisiográfica	45
Tabla 3. Características de los principales cultivos de la zona de estudio	57
Tabla 4. Extensión superficial de los rubros de uso del suelo por cada unidad fisiográfica	59
Tabla 5. Uso potencial agrícola, ganadero y forestal para cada unidad fisiográfica de acuerdo al Sistema de Evaluación de tierras (SEF, 1981)	69
Tabla 6. Valores de estimación de escurrimientos y pérdida de suelo para cada unidad fisiográfica	74
Tabla 7. Disminución de los valores de pérdida de suelo (A) con la aplicación de algunas medidas de conservación en diferentes unidades fisiográficas	85
Tabla 8. Disminución de los valores de pérdida de suelo (A) con la rotación de cultivos en diferentes unidades fisiográficas	86
Tabla 9. Valores para los parámetros de cobertura, drenaje y pendiente para estimar el valor de escurrimientos en el método de Cook modificado	103
Tabla 10. Cálculo para el factor de cultivo (C) para la agricultura de temporal anual	104
Tabla 11. Valores para el factor de prácticas de conservación (F) que se aplican en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo	105

* Las tablas se localizan al final de cada sección.

RESUMEN

El presente trabajo es básicamente un estudio fisiográfico y de uso actual del suelo en la parte baja de la cuenca -- del río Tuxpam, Ver., en una escala 1:100,000. El método de -- trabajo se basó en la interpretación de fotografías aéreas y en cuatro recorridos de campo, complementándose con la revi-- sión de antecedentes proporcionados por los estudios que han realizado otras instituciones en la zona.

Se presenta la descripción y cartografía de 15 unidades fisiográficas y 8 patrones de uso del suelo y vegetación de-- terminados y se señala el uso potencial de los terrenos com-- prendidos en las unidades fisiográficas, de donde se derivan las principales alternativas de uso del suelo.

Una vez generada la información básica se realizó el --- diagnóstico del recurso suelo, dando especial importancia al deterioro del mismo causado por la erosión hídrica. Se encontr-- ó que el 52.1 % de la zona de estudio se ha dedicado a la - producción agropecuaria, la cual ha sido favorecida por las - características del clima y de la mayor parte del relieve y - los suelos del área.

Sin embargo el desarrollo de la agricultura y ganadería, basado en el desmonte de la vegetación, ha propiciado el dete-- rioro del recurso suelo, principalmente por erosión hídrica y sobre todo en aquellos terrenos con pendientes mayores al 10%, que representan el 55% del área total.

Debido al deterioro se señala la necesidad de implementar medidas de conservación integradas a las labores productivas y se propone, en las partes con mayor riesgo de erosión, el - mantenimiento de una cobertura vegetal, que proteja al suelo del efecto erosivo de la lluvia y la escorrentía, proporcione

Productos aprovechables por los habitantes de la zona y sirva de refugio a la flora y fauna valiosas, que actualmente están en peligro de desaparecer.

1. INTRODUCCION.

El problema del deterioro del recurso suelo ha adquirido en México graves perspectivas. Sólomente en lo referente a la erosión inducida se reportó, en 1972, que el 80% del territorio nacional se encontraba afectado en diferentes grados (SAG, 1972). A la fecha, se han realizado pocas evaluaciones o clasificaciones de los factores que intervienen en la erosión. El área de la cuenca del río Tezocco es la única en México donde se tienen resultados experimentales de la pérdida del suelo (Aguilar, 1982).

Dentro de esta problemática es necesario resaltar la importancia que adquiere la conservación del suelo, que consiste en la optimización de su uso, dentro de los límites económicos practicables, de acuerdo a sus capacidades (propiedades que le ha conferido la naturaleza) y sus necesidades (la condición que resulta del modo de explotación por el hombre), de tal manera que se pueda mantener un estado de productividad permanente.

Para la elaboración de un programa de conservación del suelo se requiere de la información sobre las características de los suelos a estudiar, de su susceptibilidad a la erosión y su localización geográfica (Cuencas y Ortiz-Solorio, 1977a). Más aún, la planeación del uso y manejo del suelo requiere como premisa fundamental, el adecuado conocimiento de su capacidad para sostener la producción deseada. Asimismo, es necesario conocer tanto el grado de deterioro actual o velocidad de deterioro del suelo, como las actividades humanas que lo están propiciando; de otra manera no es posible generar recomendaciones de conservación bien establecidas.

Un plan de utilización del suelo debe ayudar a armoni-

zar las necesidades de la comunidad con los recursos territoriales disponibles y debe presentar alternativas de uso para tales recursos.

Bajo esta concepción, el presente trabajo es un esbozo de las posibles alternativas de uso del suelo para la parte baja de la cuenca del río Tuxpam, Ver. Tales alternativas se traducen como una diversidad de posibilidades para la explotación del recurso suelo, teniendo como base la información acerca de los siguientes aspectos: a) fisiografía y tipo de suelo, b) uso actual del suelo, c) uso potencial y d) la velocidad y grado de deterioro actual del suelo.

Los principales antecedentes con que se cuenta para la zona de estudio son.

- El proyecto Fantepec-Vinazco (SARH, 1982c), que contempla establecer un distrito de riego en 119,000 ha. en la cuenca del río Tuxpam. El trabajo contiene la evaluación de la factibilidad del proyecto, estableciendo un marco fisiográfico a nivel de gran visión y una manifestación de impactos ambientales al mismo nivel.

- El estudio preliminar del proyecto Chicontepéc (PE--MEX/ICATEC, 1979), que contiene la evaluación del marco fisiográfico y socioeconómico de una zona con posibilidades de extracción de petróleo, de la cual forma parte una porción de la cuenca del río Tuxpam.

- Las cartografías básicas en diferentes materias: clima, escala 1:500,000; geología, uso del suelo, edafología e hidrología, escala 1:250,000 y topografía en escala 1:50,000 editadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

- "Perspectivas del desarrollo agroeconómico del Estado de Veracruz" (SARH, 1977), que establece aspectos socioeconómicos y fisiográficos; incluye mapas en escala 1:2,000,000 sobre diferentes materias.

- "Ecología de la vegetación del Estado de Veracruz" (Gómez-Fompa, 1977).

- "Inventario de áreas erosionadas, rangos de pendiente y unidades de suelo para el Estado de Veracruz" (SARH, 1982a), cuya metodología básica consiste en la interpretación de imágenes de satélite LANDSAT, complementada con recorridos de campo; incluye mapas sobre suelos, clases de erosión y de pendiente en escala -- 1:250,000.

2. OBJETIVOS.

Los siguientes objetivos se establecen para el área que comprende la parte baja de la cuenca del río Tuxpam, Ver.

- Determinar las principales características fisiográficas y los patrones de uso actual del suelo a un nivel semidetallado (en escala 1:100,000).

- Proponer y discutir alternativas generales de uso del suelo, que propicien una conservación más adecuada de este recurso.

3. ALCANCES

Los alcances de este trabajo son elaborar el diagnóstico del estado actual del suelo en cuanto a su deterioro, y un pronóstico que permita predecir las posibles condiciones futuras de este recurso.

Para la consecución de estos alcances se realizaron las siguientes actividades :

I. Descripción fisiográfica y de uso actual del suelo.

Esta actividad se basa en la fotointerpretación de fotografías aéreas, verticales, blanco y negro, en escala 1:80,000 para la parte sur de la zona de estudio y 1:90,000 para la parte norte; las cuales fueron tomadas en 1976 y 1980, respectivamente.

Enseguida se verifica en campo las geoformas y patrones de uso establecidos, constando de cuatro recorridos que cubren la mayor parte de la zona de estudio. En estos recorridos se describe la topografía, relieve, microrrelieve; se determinan la pendiente, la rugosidad, los afloramientos rocosos y se estiman el tipo y grado de erosión hídrica, drenaje superficial e interno y la textura, al tacto, de la superficie del suelo; en algunos casos se toman muestras de material geológico. Asimismo se describe el uso actual del suelo y la vegetación natural que esté presente; de los habitantes de la región se obtiene información sobre los principales problemas en las actividades agropecuarias, así como del uso y manejo de los cultivos.

Finalmente se realiza la corrección y vaciado de los linderos a los mapas topográficos 1:50,000 y poste--

riormente se efectúan la planimetría de los rodales determinados y la reducción de las cartas a escala 1:200,000 para su presentación.

II. Descripción de uso potencial. Esta fase se fundamenta en la información generada en la etapa anterior y en la revisión de antecedentes para la zona de estudio. El análisis del uso actual y potencial del suelo constituye la base para la proposición de alternativas de uso.

Para cada unidad fisiográfica se establece un uso potencial que engloba a los terrenos que comprende. Se toma como base el sistema de evaluación de tierras empleado actualmente por el INEGI (SFI, 1981).

Como requisito para la discusión de alternativas de uso, se realiza una estimación del deterioro del suelo por erosión hídrica inducida, para cada unidad fisiográfica, de acuerdo a las características de la lluvia, la topografía, la erodabilidad del suelo y de la cubierta vegetal de la zona de estudio. Para esto se utiliza el método de Cook modificado (Hudson, 1981) y la fórmula de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (Wischmeier y Smith, 1965) adaptada por la FAO/UNESCO (1980) para evaluar el deterioro de los suelos del mundo.

III. Diagnóstico y pronóstico. En esta fase se discute en qué medida las características fisiográficas del área de estudio han favorecido o restringido la producción agropecuaria y forestal y el efecto que estas actividades han tenido sobre el recurso suelo. Se considera que los diferentes patrones de uso del suelo, presentes en cada unidad fisiográfica, consti

tuyen, en sí, alternativas de uso que se sancionan de acuerdo al uso potencial establecido y a criterios con servacionistas, tomando en cuenta el grado de deterioro que, cada patrón de uso, está causando al recurso.

Posteriormente, se señala la conveniencia de implementar, mantener o restringir las alternativas de uso resultantes y se recomiendan una serie de medidas de conservación aplicables a las diferentes unidades fisiográficas. Finalmente, se realiza una proyección de las posibles consecuencias, que se presentaran en el recurso suelo, en un lapso de 3 años si se mantiene el uso actual y si se realizan modificaciones a éste.

4. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

4.1 Ubicación.

La zona de estudio se localiza en el Noreste del país sobre la vertiente del Golfo de México, al Este de las estribaciones de la Sierra Madre Oriental y abarca 354, 095 ha.

Está delimitada en sus puntos extremos por los paralelos 21° 13' y 20° 29' Latitud Norte y los meridianos 97° 15' y -- 98° 11' Longitud Oeste, (ver figura 1).

La cuenca del río Tuxpam queda limitada por el parteaguas que la separa de otras cuencas de arroyos y ríos de la vertiente del Golfo: por el Norte y Noreste, de las cuencas pequeñas de los arroyos Hondo, Salado, la Palma y la Huasteca que desembocan directamente en el Golfo o en la Laguna de Tamiahua; por el Oeste y Noroeste, de la cuenca del río Pánuco; por el Sur y Sureste de la cuenca del río Cazones.

La parte baja de la cuenca, que se considera desde el nivel del mar hasta la cota de los 250 m. de altitud, queda delimitada al Norte por la Sierra de Tantima y, al Oeste y Sureste, por la Sierra Madre Oriental, las cuales alcanzan elevaciones de 1300 y 2500 m. snm., respectivamente.

La zona de estudio se localiza en el Norte del Estado de Veracruz y en el extremo Norte del Estado de Puebla. La zona cubre parcialmente los siguientes municipios: Tuxpam, Tenapahe, Teayo, Chicontepec, Tepetzintla, Cerro Azul, Ixhuatlán de Madero y Tihuatlán, en el Estado de Veracruz; Francisco Z. Mena y Pantepec, en el Estado de Puebla.

Límite del área de estudio

Límite de la parte alta de la cuenca

Cabecera municipal

Límites estatales

Carretera pavimentada

Ríos

Extensión (ha.)



354,095

Fuente : SFP, 1982, carta fisiográfica.

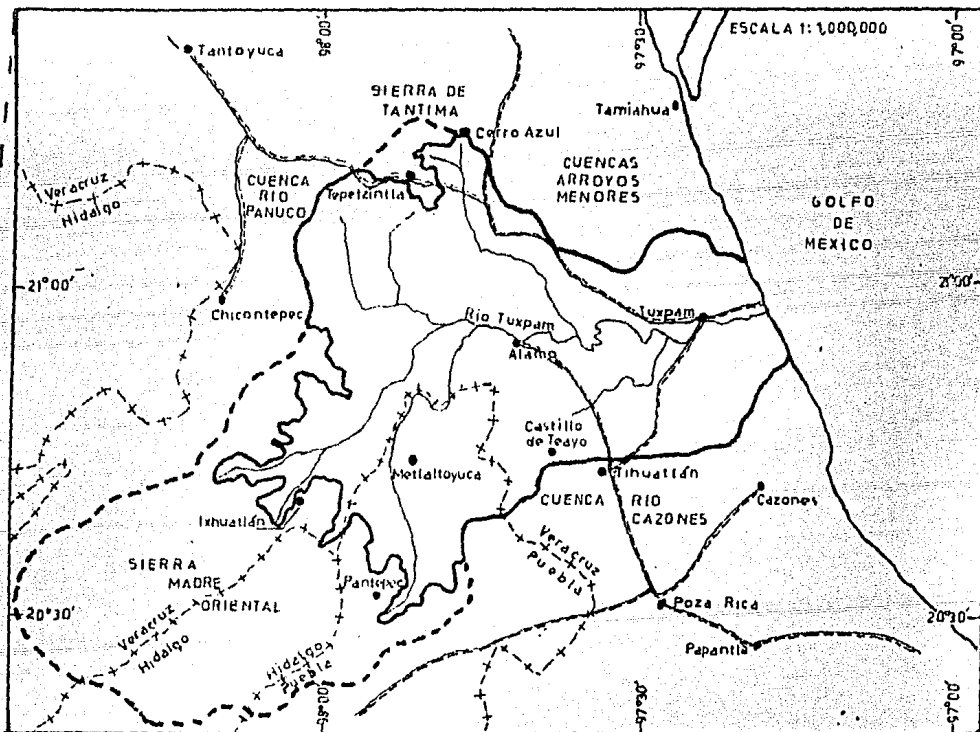
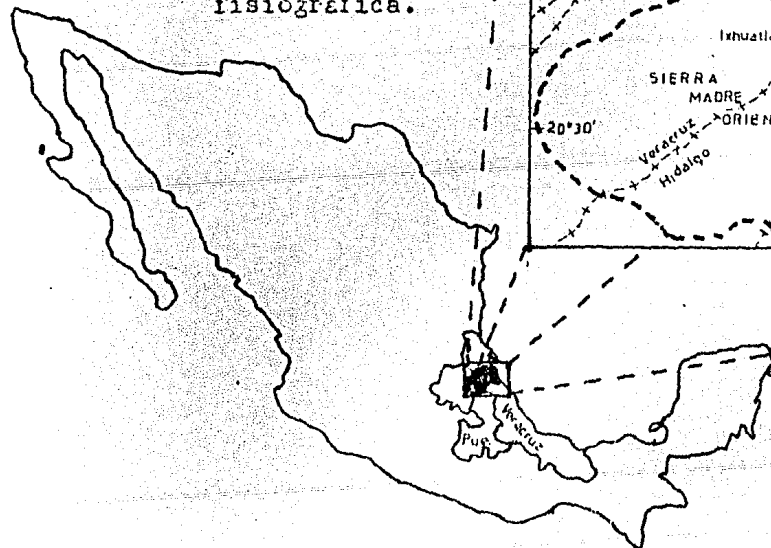


Fig. 1 Ubicación del área de estudio (parte baja de la cuenca del río Tuxpam, Ver., de 0 a 250 m.snm).

4.2 Características geográficas generales.

4.2.1 Clima.

4.2.1.1 Clasificación climática. (Ver figura 2).

De acuerdo a las modificaciones hechas por E. García -- (1973) para adaptar la clasificación de climas del mundo de Köppen a la República Mexicana, en la totalidad de la zona de estudio se encuentra el grupo climático A, cálido, y dentro de éste se hallan 3 tipos climáticos (CETENAL, 1970, carta de climas):

- a) En la mayor parte de la zona, correspondiente a la parte más baja de la cuenca y más cercana a la línea de costa, predomina el clima Aw_2 "(e). Se describe como cálido, subhúmedo con lluvias en verano, con cociente F/T mayor de 55.3 que lo ubica como el más húmedo de los subhúmedos; se presenta canícula. El porcentaje de lluvia invernal está entre 5 y 10.2, lo que denota una sequía moderada. Es extremo respecto a la oscilación térmica anual.
- b) En la parte Sureste de la zona, el clima se modifica en Aw_1 "(e). Se diferencia del anterior por un menor grado de precipitación y humedad (cociente F/T menor de 55.3), que lo ubica como intermedio entre los subhúmedos.
- c) En las zonas más altas de la cuenca, esto es, en las estribaciones de la Sierra de Tantima y de la Sierra Madre Oriental y en las mesetas, el clima se vuelve más húmedo, transformándose en un Am "(e). Se describe como cálido húmedo, con lluvias en verano con presencia de canícula y oscilación térmica extrema. -

- El porcentaje de lluvia invernal varía entre 5 y -- 10.2. En la Sierra Madre Oriental, a alturas mayores de 300 m. snm. este tipo climático colinda con el -- (A)C(fm)a(e), descrito como semicálido, húmedo con -- lluvias todo el año.

4.2.1.2 Datos climáticos.

De acuerdo con la carta de climas citada y con la SARE (1982c) en la zona de estudio se tienen los siguientes datos climáticos.

Temperatura.

La mayor parte de la zona de estudio queda comprendida -- dentro de la isoterma de 24°C de temperatura media anual. Unicamente el área comprendida dentro del tipo climático Am"(e) se ubica dentro de las isotermas de 22 y 24°C.

Precipitación.

La precipitación anual varía desde 1,100 hasta 2,000 mm. siendo en promedio de 1400mm. En las estribaciones de las Sierras de Tantima y Madre Oriental la precipitación es mayor de 1500 mm.; hacia la parte Sureste es menor de 1200 mm.

El período lluvioso abarca los meses de junio a noviem-- bre con valores de lluvia mensual mayores a 100 mm. y que acumulativamente llegan a 973 mm., en la estación climática de -- Tuxpam, lo que equivale al 73% del total anual. Se tienen de 40 a 50 días de lluvia máxima (≥ 10 mm.) entre agosto y septiem-- bre y de 100 a 120 días con lluvia apreciable (≥ 0.1 mm.) entre mayo y octubre. En este período la frecuencia de aparición de ciclones tropicales ejerce una influencia notable en el aumento de la cantidad de lluvia.

Humedad.

Durante el período de máxima precipitación la humedad relativa alcanza un porcentaje de saturación promedio entre 60 y 65 y aumenta un poco más hacia las estribaciones de las Sierras. El punto de rocío se presenta en promedio 36 días al año en Tuxpam y 82 en Ixhuatlán de Madero, estación climática ubicada en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental. Los registros de neblina son de 25 y 42 días respectivamente.

Heladas y granizo.

Estos fenómenos tienen muy baja frecuencia de aparición. Se registran algunas heladas en años muy fríos entre los meses de noviembre y febrero (máximo 3 días al año) y el granizo acompaña raramente a las lluvias de verano.

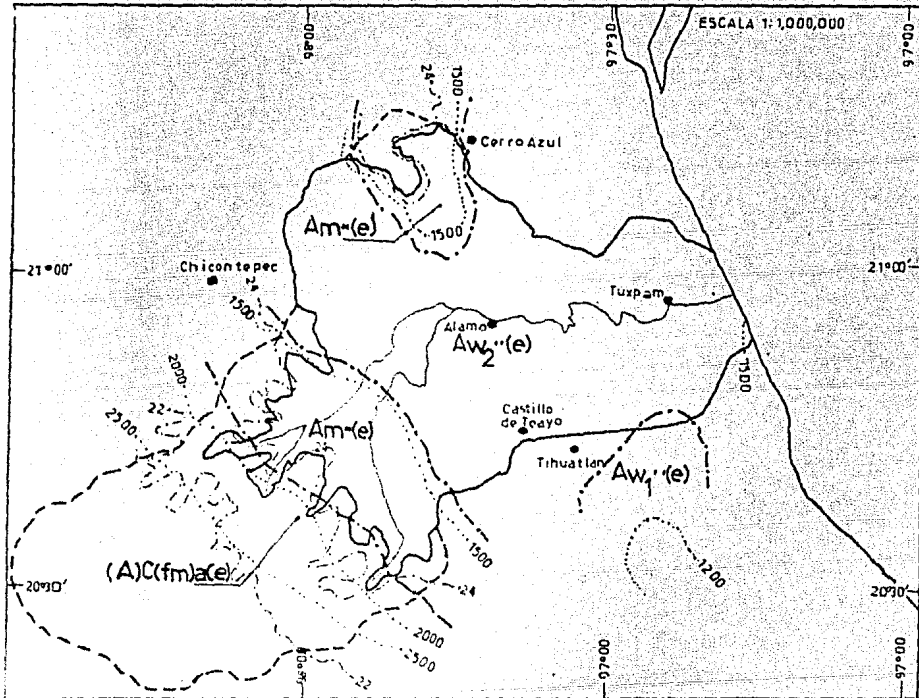
Vientos.

El régimen de vientos está muy influenciado por las masas de aire marítimo tropical de tipo monzónico en primavera y verano y por masas de aire polar en invierno. En general, predominan vientos del Este y Noreste con velocidades promedio entre 4 y 8 km/hr.

Evaporación.

La evaporación en la estación de Tuxpam es de 1,188 mm. anuales y presenta una distribución irregular en el año. Entre abril y septiembre los valores mensuales son mayores de 100 mm., con un máximo de 146 en mayo. En diciembre se presenta el mínimo con 49 mm. Se observa que en el mes de mayo la precipitación promedio es menor que la cantidad de agua evaporada, pues se presenta un déficit de 57 mm, (SIF, 1983, carta de evapotranspiración y déficit de agua).

Fig. 2 Climas, isotermas e isoyetas del área de estudio.



Límite del área de estudio	—————
Límite de la parte alta de la cuenca	- - - - -
Cabecera municipal	• Alamo
Ríos	~~~~~
Límite entre climas	- · - · -
Climas	$Aw_1^*(e)$
Isoyetas1500
Isotermas	- · - · -22

Fuente : CETENAL, 1970, Climas.

4.2.2 Geología.

La parte baja de la cuenca del río Tuxpan se encuentra ubicada en la provincia geológica del Noreste de México, formando parte de la subprovincia denominada Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla, por estar limitada por estas poblaciones al Norte y Sur respectivamente. Las estribaciones de la Sierra Madre Oriental forman el límite Oeste de la subprovincia y el Golfo de México el límite Este.

4.2.2.1 Geología histórica y estructural.

La Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla comprende una parte de las formaciones del Terciario marino de México. Fue el resultado indirecto de la última orogenia importante, llamada Revolución Laramide, que dio origen a los pliegues que forman la Sierra Madre Oriental, ya que se formó desde mediados del Eoceno en una larga y amplia depresión sumergida donde se acumularon grandes volúmenes de sedimentos (López, -- 1976).

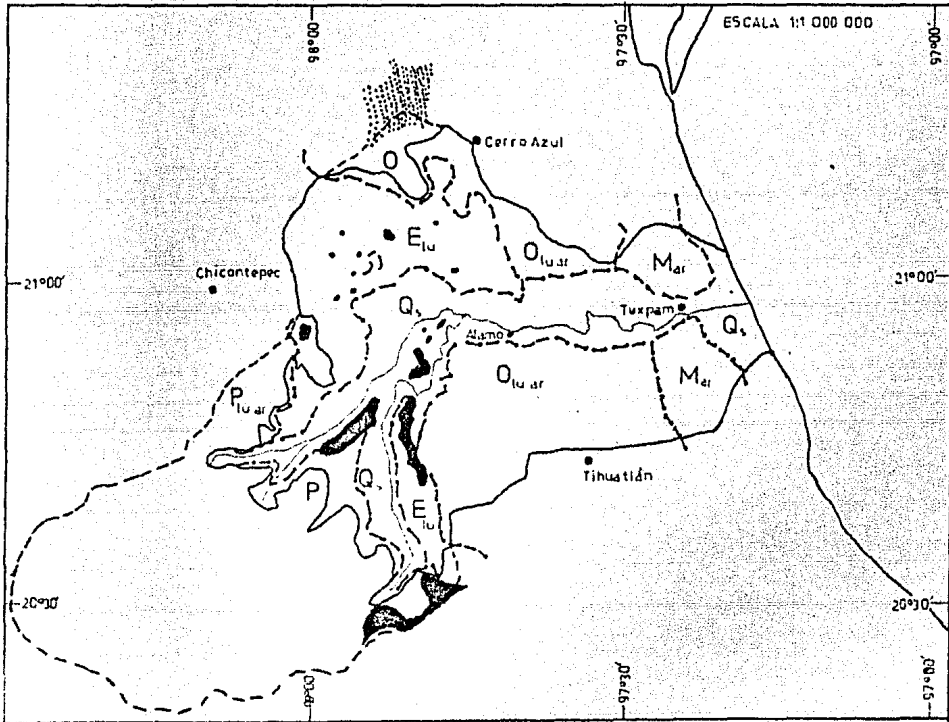
En la Cuenca Sedimentaria los depósitos del Terciario -- ocurrieron en el marco de una regresión marina general hacia el Este, que fue dejando bandas sucesivas de afloramientos paralelos a la actual línea de costa, los que forman el basemento rocoso de la zona de estudio (SIF, 1982).

La superficie de sedimentación presenta una marcada inclinación hacia el Este y los sedimentos más antiguos se encuentran aflorando hacia las partes más altas y más alejadas de la línea de costa, (ver figura 3).

Una unidad geotectónica importante es la llamada Faja -- de Oro. Se trata de una estructura arrecifal en forma de atolón, originada en el Cretácico, donde se depositaron materia

Fig. 3 Unidades geológicas del área de estudio.

Fuente : Congreso Geológico Internacional, 1957.



Límite del área de estudio	———	Paleoceno	P
Límite de la parte alta de la cuenca	- - - - -	Mantos y tapones igneos	
Cabecera municipal	● Alamo	Derrames lávicos de la Sierra de Tantima	
Ríos		Rocas acincentadas :	
Límite entre unidades geológicas	- - - - -	Depósitos no consolidados	
Cuaternario	Q	Lutitas	lu
Mioceno	M	Areniscas	ar
Oligoceno	O		
Eoceno	E		

les sedimentarios durante el Oligoceno y Mioceno. Tiene forma semicircular y atraviesa aproximadamente toda la mitad Este de la zona de estudio. Esta unidad ha contribuido con una gran cantidad de caliza activa como cementante en las rocas sedimentarias y ha influido en la naturaleza textural de éstas, lo que a su vez tiene repercusión en las propiedades de los suelos formados sobre este material, como se verá posteriormente.

4.2.2.2 Litología.

Rocas sedimentarias de origen marino. Las rápidas y constantes transgresiones y regresiones marinas que han caracterizado a la Cuenca Sedimentaria han dado lugar, en la mayor parte de la zona, a estratos alternantes, delgados, de rocas clásticas con diferente textura, que se conocen como depósitos "flysh" (López, 1976). Destacan ampliamente las lutitas y areniscas como rocas dominantes.

Las areniscas están formadas esencialmente por cuarzo y feldespatos, tienen textura variable y están cementadas principalmente por carbonatos, cuyo porcentaje dentro de la roca puede llegar a 60, constituyendo en algunos casos calizas arenosas.

Las lutitas son duras, de color azul a gris azul. Pueden contener cantidades variables de arena o caliza y constituir lutitas arenosas o calcáreas.

Otras rocas sedimentarias que se presentan con menor abundancia son margas y conglomerados que contienen cantidades considerables de calizas cretácicas y fragmentos de pedernal.

Depósitos no consolidados. Son rocas depositadas en el Cuaternario sin cementación, comprende: a) Los aluviones de

depositados por los ríos en los valles que los circundan. Este material comprende estratos mal definidos de arcillas, arenas y algunos lentes gravosos; b) Los depósitos de la zona lacustre de la laguna costera de Tampamachoco y el estero de Tumulco, en los cuales existe una intercalación de arcillas, limos y arenas; c) Los depósitos litorales con arenas de grano fino a medio.

Rocas ígneas y vulcanismo. El vulcanismo interno de la Sierra Madre Oriental ha dado origen a numerosos tapones y mantos ígneos que abundan en la mitad Oeste de la zona de estudio y se encuentran emplazados en forma de masas rocosas elevadas y mesetas. El material intrusivo es gabro y monzonita y el extrusivo, basalto.

Cabe señalar que la Sierra de Tantima tiene un origen extrusivo cuyos derrames tienen varios cientos de metros de espesor. El material rocoso es basalto andesítico. Aunque la Sierra queda fuera de la zona de estudio, tiene una influencia notable en el clima.

4.2.3 Fisiografía.

De acuerdo a la división del país en provincias fisiográficas elaborada por el INEGI (SEFP, 1982, carta fisiográfica), la zona de estudio se localiza en las provincias fisiográficas denominadas Llanura Costera del Golfo Norte y Sierra Madre Oriental. Dentro de la primera, la cuenca del río Tuxpan se ubica en la subprovincia de Llanuras y Lomeríos, que se extiende desde el Estado de Tamaulipas hasta el río Nautla y tiene su límite occidental aproximadamente a 400 m. snm.

Detallando más la subprovincia de Llanuras y Lomeríos encontramos, para la zona de estudio, las siguientes topoformas:

I) Llanuras. Topoformas con relieve plano o ligeramente ondulado, formadas por material sedimentario de poca resistencia al intemperismo.

- a) Barra. Formada por depósitos litorales; es producto de la acumulación por oleaje.
- b) Llanura costera de inundación. Formada por depósitos lacustres, sujeta a inundación permanente o temporal de aguas salinas.
- c) Llanura costera no inundable asociada con lomeríos de relieve suave. Está formada por los sedimentos más recientes del Cenozoico. Las rocas tienen una disposición casi horizontal y han sido poco intemperizadas en términos de erosión geológica. Alcanzan pendientes máximas del 10%.
- d) Llanuras interiores. Formadas por rocas sedimentarias principalmente lutitas del Eoceno, de poca resistencia al intemperismo, por lo que presentan un relieve suavemente ondulado.
- e) Valles. Formados por depósitos aluviales, se encuentran a las márgenes de ríos y arroyos. Por su extensión sobresale el valle amplio del río Tuxtlam.

II) Sistemas de lomeríos. Son topoformas con relieve ondulado y fuertemente ondulado, formadas por material sedimentario más resistente al intemperismo principalmente areniscas y lutitas interestratificadas. Según la forma e inclinación de las pendientes dominantes se agrupan en:

- a) Lomeríos suaves con relieve ligeramente ondulado y laderas tendidas.
- b) Lomeríos de laderas escarpadas con relieve fuertemente ondulado.

III) Topoformas originadas por vulcanismo.

- a) Mesetas. Originadas por la presencia de un manto lávico básico. Presentan un relieve plano en la cara superior y largas laderas.
- b) Cuellos y crestas ígneas. Son masas de roca que sobresalen notoriamente del terreno y alcanzan hasta los 700 m. snm., tienen una extensión pequeña. Cuando existen varias de éstas agrupadas, se les clasifica como sierra baja de laderas convexas, si están solas, como cerros isla (SFP, inédita, carta fisiográfica).

En la provincia de la Sierra Madre Oriental, la zona de estudio se ubica en la subprovincia denominada Carso Huasteco, donde se encuentran dos topoformas claramente diferenciadas:

- I) Sierra baja. Con altitudes que van de 200 a 1300 m. snm., formada por estratos intercalados de areniscas y lutitas. Es un conjunto de terrenos plegados con un relieve fuertemente ondulado, con pendientes mayores al 25%, laderas muy disectadas y abruptas.
- II) Valles. Se trata de valles estrechos, formados por material aluvial y coluvial. Se enclavan profundamente en la sierra y en ocasiones se convierten en cañadas.

4.2.4 Hidrología.

4.2.4.1 Aguas superficiales.

La cuenca del río Tuxpam pertenece a la región hidrológica No. 27, denominada Tuxpam-Nautla. Tiene una extensión aproximada de 434,100 ha. La cuenca está subdividida en varias subcuencas correspondientes a ríos permanentes que arro

jan gastos considerables: Buenavista, Vinazco, Fantepec, y las Cañas. La estación hidrométrica de Alamo registra un volumen medio anual de 2,575 millones de m³. (SFF, 1983, carta hidrológica de aguas superficiales).

El río Tuxpam nace en el Estado de Hidalgo con el nombre de río Fantepec, entra al área de estudio por el Suroeste -- con rumbo Noreste. Recibe por la margen izquierda las aguas del río Vinazco, su principal aportador, de aquí cambia su dirección al Este y toma el nombre de río Tuxpam; a partir de la ciudad de Alamo hace un recorrido meándrico hasta su desembocadura en el Golfo de México.

El río Tuxpam y otros arroyos alimentan a la laguna costera de Tampamachoco y al estero de Tumulco; estas depresiones se consideran parte de la cuenca.

La disponibilidad de aguas superficiales es alta, dada la cantidad de lluvias, el régimen permanente de los ríos y una relativa abundancia de manantiales. Asimismo, la frecuencia de lluvias ocasiona que el suelo se mantenga húmedo al menos seis meses del año.

La permeabilidad de la zona generalmente es baja debido a la presencia de lutitas que impermeabilizan e impiden la infiltración. Sin embargo, este factor es atenuado por la cubierta vegetal, más o menos permanente, que limita los escurremientos.

El análisis químico de muestras de manantiales y ríos indica que el agua es dulce (menos de 525 mg/l de sólidos totales disueltos) y en algunos casos tolerable (menos de --- 1,400 mg/l). Las aguas salobres se presentan en las partes -- cercanas a la desembocadura del río Tuxpam y en la laguna de Tampamachoco. La familia de iones predominante es la mixta -

carbonada-sulfatada.

Los usos más importantes del agua son el doméstico y el pecuario. El recurso es aprovechado por medio de bordos y pequeñas presas o en forma directa de manantiales y arroyos.

4.2.4.2 Aguas subterráneas.

En el área de estudio los mantos acuíferos no son de importancia y no están bien definidos (SFP, 1983, carta hidrológica de aguas subterráneas). Predomina el material consolidado con posibilidades bajas de explotación del acuífero, por la impermeabilidad de las rocas, a excepción de los valles, donde hay posibilidades medias; en éstos, existen pozos y norias con un nivel estático que varía entre 1 y 18 m. de profundidad. La calidad del agua subterránea va de dulce a tolerable, predominando las familias mixta bicarbonada y cálcica-bicarbonada. El agua se destina a uso doméstico.

4.2.5 Suelos.

El INEGI (SFP, 1982, carta edafológica) señala para la zona de estudio varias unidades de suelo en base al sistema de clasificación FAC/UNESCO, que de acuerdo con la zonación geológica y fisiográfica (secciones 4.2.2 y 4.2.3) pueden situarse de la siguiente manera (SARH, 1982b):

En la zona litoral, que comprende la barra, se encuentran suelos de textura gruesa, con débil desarrollo, pobres en materia orgánica y se clasifican como Regosoles eútricos. En la zona lacustre los suelos muestran alta salinidad, propiedades hidromórficas y textura fina, por los que dominan las unidades de Zolonchak gleyco y Gleysol vértico.

En las áreas bajas con relieve plano y ligeramente ondu-

lado que comprende valles, llanuras y lomeríos de pendiente suave, donde hay material aluvial o predominancia de lutitas y margas, los suelos dominantes son profundos, de textura fina, con predominancia de arcillas expandibles clasificados como Vertisoles pélicos. Se encuentran asociados con Cambisoles que se caracterizan por un horizonte B cámbico, interperismo in-situ y textura media y con Faeozem háplico o calcárico, según la presencia de caliza activa. En las márgenes del río --Tuxpan se encuentran intrusiones de Fluvisoles, que son suelos derivados de depósitos aluviales recientes, y de Regosoles, en este caso, suelos provenientes de material de arrastre.

En la zona de lomeríos de relieve medianamente ondulado, donde existen altos contenidos de caliza activa, la unidad dominante es Cambisol cálcico con intrusiones de Rendzina.

Donde el relieve es fuertemente ondulado, con alternancia de lutitas y areniscas e influencia de caliza activa la unidad de mayor extensión es Regosol cálcico asociado con Faeozem y Cambisol cálcicos. En las estribaciones de la sierra y en algunas laderas de topografías de origen ígneo, que tienen menor contenido de carbonatos, dominan las unidades de Faeozem háplico, Regosol eútrico y Litosol.

4.2.6 Erosión hídrica inducida.

El inventario de áreas erosionadas de la SARH (1982a) -- hace una agrupación de los terrenos en las siguientes clases de erosión:

Clase de erosión.	cuando el suelo:
A Erosión no manifiesta	Ha perdido menos del 25% de su capa superficial y admite

	hasta un 10% de su superficie total con grado de erosión B o C.
A/B Poca erosión dominante.	Ha perdido menos del 25% de su capa superficial y admite entre 10 y 25% de su superficie total con grado B o C.
B Erosión moderada.	Ha perdido del 25 al 75% de su capa superficial y admite hasta 10% con grado A o C.
E/C Erosión moderada a severa.	Ha perdido del 25 al 75% de su capa superficial y admite entre 10 y 25% con grado A o C.
C Erosión severa.	Ha perdido más del 75% de su capa superficial y admite hasta un 25% con grado A o B.

De acuerdo con este trabajo la mayor parte de la zona de estudio presenta erosión no manifiesta y el resto, que corresponde a zonas principalmente agrícolas con pendientes moderadas y fuertes, presenta poca erosión dominante. Las clases B y C no aparecen cartografiadas.

4.2.7 Vegetación y uso del suelo.

La zona de estudio tiene un uso del suelo eminentemente agropecuario, donde la mayor parte de la vegetación original ha sido sustituida por cultivos agrícolas y pastizales.

Dentro de la producción agropecuaria predominan los cultivos de maíz, tabaco, frijol y naranja, básicamente de temporal. El cultivo de maíz prácticamente se encuentra distribuido en toda la zona y la cantidad de lluvias permite efectuar

dos ciclos agrícolas al año. En cambio la naranja y el tabaco predominan en el valle del río Tuxpan, en cuya parte más baja se realiza agricultura de humedad. También se encuentran distribuidos en toda la zona cultivos de plátano, papaya, caña de azúcar, ajonjolí, chile, calabaza, piñón, sorgo y café, éste último sobre las estribaciones de la sierra. (SPF, 1982 carta de uso del suelo y vegetación).

La producción pecuaria es de tipo extensivo y cubre más del 40% de la zona de estudio. Se basa en la explotación del pastizal cultivado de "estrella de África" (Cynodon plectostachyus) y "zacate guinea" (Panicum maximum) como principales especies. La crianza es de ganado bovino de las razas Cebú, Indobrasil y Suizo, para la producción de carne y leche.

Las comunidades vegetales que aún persisten son:

a) Manglar y talar asociado con pastizal halófilo. Se encuentran en la zona lacustre al Este de la ciudad de Tuxpan.

b) Asociaciones secundarias derivadas del disturbio o destrucción de la selva alta-mediana subperennifolia, tipo de vegetación que anteriormente predominó en la zona de estudio (Pennington y Sarukhán, 1968). Las comunidades primarias están reducidas a pequeños manchones aislados en zonas con topografía muy accidentada y su extensión total probablemente no rebasa las 15 ha.

c) Otras comunidades vegetales de menor importancia y extensión son el bosque de encino, ubicado en las mesetas; la vegetación riparia, sobre los cursos de ríos y arroyos y la vegetación de dunas costeras, en la playa.

4.3 Descripción de unidades fisiográficas.

El levantamiento fisiográfico constituye una herramienta para la obtención de información básica de una región dada y su aplicación es muy importante para implementar programas de conservación (León, 1975). El método utiliza el paisaje como unidad de estudio y consiste en un sistema de clasificación de tierras con un enfoque morfológico y, desde un punto de vista práctico, en una subdivisión del paisaje que se apoya en criterios geomorfológicos, geológicos, de suelos e hidrológicos (Cuanalo y Ortiz-Soltero, 1977b).

El resultado del estudio fisiográfico son las porciones del paisaje más o menos homogéneas, con una forma simple, sobre una roca o suelo uniformes o que varían consistentemente, denominadas Facetas y los Sistemas Terrestres, que son un conjunto de Facetas, que pueden estar en un patrón recurrente.

Para este trabajo cada unidad fisiográfica está constituida por una topoforma o asociación de topoformas y ha sido definida no sólo por el relieve, sino por los demás criterios arriba mencionados.

La delimitación de las unidades se basa en tres criterios:

- a) El relieve, topoforma o sistema de topoformas.
- b) La magnitud de las pendientes. De acuerdo a los siguientes rangos: i. pendientes suaves, de 2 a 10%; - ii. pendientes moderadas, de 10 a 25%; iii. pendientes fuertes, de 25 a 40% y iv. pendientes muy fuertes, mayores a 40%.
- c) La edad del material geológico subyacente: formaciones geológicas del Eoceno, Oligoceno y Mioceno, entre

las cuales las principales diferencias son el relieve la litología, la permeabilidad de la roca y suelos y las características fisicoquímicas de éstos últimos.

Las 13 unidades fisiográficas determinadas se encuentran al nivel de sistemas terrestres. La descripción se realiza en base al formato sugerido por Cuanaio y Cortiz-Sclorio (1977b), al que se añaden la superficie relativa de cada unidad en relación al área total y los principales factores que restringen o limitan la producción agropecuaria y forestal.

La fotointerpretación e interpretación geomorfológica se apoya en los trabajos del Centro Interamericano de Fotointerpretación (1976), de Forero (1977), Guerra (1980) y Meritenc (1977). La información geológica se basa en el trabajo de -- López (1976), la memoria del Congreso Geológico Internacional (1957) y en las cartas del INEGI (SFP, 1982, carta geológica).

La información de hidrología y suelos se obtuvo de las cartas del INEGI (SPP, 1983, cartashidrológicas de aguas superficiales y subterráneas), (SFP, 1982, carta edafológica). Además ésta última se complementó con la carta de suelos publicada por la SARH (1982a), contándose con los datos de campo de 38 perfiles de suelo, de los cuales 7 fueron realizados por los autores de este trabajo. En la tabla 1 se presentan en forma sintética los resultados.

La información de uso del suelo proviene de la descripción hecha en la sección 4.4; por último, la información de los factores limitantes se obtuvo de las observaciones de campo, de la información proporcionada por los habitantes de la zona y del análisis de la parte de suelos (ver tabla 2).

Unidad I Barra, (B)

Topografía. Barra y playa. Relieve plano a ligeramente ondulado. Microrrelieve de dunas costeras en la playa. Pendiente 0-6%.

Ubicación. Sobre la línea costera. Delimitada al Este -- por el Golfo de México y al Oeste por la llanura costera de inundación. Orientación NNO-SSE.

Altitud. 0-5 m.snm.

Area. 1,020 ha. (0.29%)

Geología. La unidad fue y está siendo acumulada por deposición del oleaje, el cual transporta y modela a -- los sedimentos litorales. Estos tienen alta permeabilidad y se constituyen por arenas de grano fino a medio y fragmentos de conchas. En ocasiones hay una débil cementación por carbonatos.

Hidrología. No existen corrientes superficiales. Coeficiente de escurrimiento entre el 5 y 10%. Hay una rápida infiltración hacia el mar o a la zona lacustre. El nivel del manto freático varía de 1 a 11 m.

Suelos. Formados a partir del material inconsolidado. -- Textura gruesa. Profundidad mayor de 1 m. Salinidad -- relativamente baja. Son de color claro y poca cantidad de materia orgánica (entre 0.8 y 1.2%), pH ligeramente ácido (6-6.5). Unidad representativa Re/1.

Vegetación y uso del suelo. Predomina el pastizal cultivado en el 80% de la unidad. También se siembra maíz y papaya. En la playa se siembran árboles, principalmente Casuarina sp., para fijar el suelo y evitar la

inestabilidad de las dunas de arena y como rompevientos. Existe vegetación de cunas costeras.

Factores limitantes. Infiltración rápida del agua y por tanto su baja disponibilidad.

Inestabilidad del suelo en la playa, donde se presenta erosión eólica en bajo grado.

Observaciones. Al hacer un transecto recto de la playa a la zona de inundación, perpendicular a la orientación de la barra, se nota que la textura en el suelo se vuelve más fina y la infiltración de agua es menor. Por tanto existe una zona de transición entre ambas unidades que no es cartografiable.

Unidad II Llanura costera inundable. (Fci)

Topoforma. Zona baja de inundación. Relieve plano, pendiente 0-2%.

Fase. Salina.

Ubicación. Al Oeste de la barra y a ambos márgenes del río Tuxpam. Comprende el litoral de la laguna de Tampamachoco y el estero de Tumilco. Orientación NNO-SSE.

Altitud. 0-2 m. snm.

Area. 9,515 ha., de las cuales 1520 ha. corresponden a la laguna de Tampamachoco como zona de inundación permanente. (2.65%).

Geología. Material no consolidado del reciente, formado por depositación lacustre. Está constituido por inter

inestabilidad de las dunas de arena y como rompevientos. Existe vegetación de cunús costeras.

Factores limitantes. Infiltración rápida del agua y por tanto su baja disponibilidad.

Inestabilidad del suelo en la playa, donde se presenta erosión eólica en bajo grado.

Observaciones. Al hacer un transecto recto de la playa a la zona de inundación, perpendicular a la orientación de la barra, se nota que la textura en el suelo se vuelve más fina y la infiltración de agua es menor. Por tanto existe una zona de transición entre ambas unidades que no es cartografiable.

Unidad II Llanura costera inundable. (Fci)

Topografía. Zona baja de inundación. Relieve plano, pendiente 0-2%.

Fase. Salina.

Ubicación. Al Oeste de la barra y a ambos márgenes del río Tuxpam. Comprende el litoral de la laguna de Tampamachoco y el estero de Tumilco. Orientación NNO-SSE.

Altitud. 0-2 m. snm.

Área. 9,515 ha., de las cuales 1520 ha. corresponden a la laguna de Tampamachoco como zona de inundación permanente. (2.69%).

Geología. Material no consolidado del reciente, formado por depositación lacustre. Está constituido por inter

calación de arcillas, limos y arenas de grano fino. - En ocasiones se presentan lentes de sal.

Hidrología. Se considera a esta área como una depresión receptora de aguas provenientes de arroyos y directamente del río Tuxpan, del cual, cerca de su desembocadura, existen dos canales que lo comunican con las zonas de inundación. El suelo lacustre tiene una permeabilidad baja y se fija un porcentaje de acumulación del agua precipitada entre 20 y 30. El agua es salobre por la influencia de las aguas del Golfo de México.

Suelos. Los suelos están formados a partir del material lacustre inconsolidado. Son de textura fina a media, que van de arcillosos a francos, predominando los primeros. Color moderadamente oscuro a oscuro. Tienen alto contenido de materia orgánica en los horizontes superiores, llegando a 4.5%. La materia orgánica sufre descomposición anaeróbica parcial, lo cual proporciona un olor fétido al suelo. La profundidad de los suelos es variable, va desde más de 1 m. hasta menos de 25 cm.

Las características más sobresalientes de estos suelos son la alta salinidad, moderada sodicidad y las propiedades hidromórficas que se muestran en el perfil. La primera se observa con conductividades entre 15 y 35 mmhos/cm; la segunda en un porcentaje de saturación de sodio entre 15 y 40 y la última con la presencia de un horizonte A o C gleyco. El pH es ligeramente alcalino (7.4 a 7.8).

Unidad representativa Zg+Ge+Vp. Los vertisoles pélicos se presentan en zonas con inundaciones cortas y por tanto no presentan gleyzación. A medida que el grado y tiempo de hidromorfía aumenta los vertisoles

son sustituidos por gleysoles vérticos o eútricos, y a medida que aumenta la salinidad por solonchaks --- gleycos.

Vegetación y uso del suelo. El manglar cubre el 25% de la unidad; la asociación tular y pastizal helófilo el 57%. El resto, corresponde a zonas menos salinas, con pastizal cultivado.

Factores limitantes. Inundación temporal y permanente.
 Profundidad del suelo limitada por el nivel del manto freático.
 Salinidad y sodicidad.
 Drenaje interno deficiente.

Unidad III Lomeríos suaves y llanura costera. (Is + Fc)

Topografía. Lomeríos de pendientes suaves (2-10%). Relieve ligeramente ondulado. Asociado con pequeñas llanuras de relieve plano y pendiente de 0 a 2%.

Ubicación. Franja paralela a la llanura costera inundable, a ambos márgenes del río Tuxpam.

Altitud. 5-40 m.snm.

Area. 13,420 ha. (3.79%).

Geología. Areniscas del Mioceno y depósitos aluviales -- del Reciente. Existen capas de caliza arenosa y lutita arenosa.

Hidrología. La unidad es cruzada por pequeños arroyos intermitentes. Presenta una permeabilidad media con un

coeficiente de escurrimiento entre 10 y 20% . Red de drenaje dendrítico.

Suelos. De textura fina, profundos, de color gris a moderadamente oscuro. Hay la presencia de caliza activa - en forma de cal pulvulenta en el perfil, pH ligeramente básico (7.5-8.0), moderado contenido de materia orgánica, alrededor del 2%.

Vegetación y uso del suelo. Predomina el pastizal cultivado, que cubre el 77% de la unidad. El 10% lo ocupa la asociación de agricultura anual y permanente y el 6% los naranjales. Existen pequeñas extensiones de vegetación secundaria arborea. 615 ha. corresponden a la ciudad de Tuxpam.

Factores limitantes. Drenaje interno deficiente.

Ligera salinidad en la zona colindante con la llanura costera inundable.

Observaciones. Esta formación parece representar una --- transición entre el área de inundación y los lomeríos moderados del Mioceno, ya que su relieve va siendo -- más ondulado a medida que nos acercamos a éstos.

Unidad IV Lomeríos moderados del Mioceno. (Lm(K))

Topografía. Lomeríos de pendientes moderadas (10-25%). Relieve ondulado. Están asociados con valles estrechos. La longitud de las laderas llega hasta 50 m.

Ubicación. Se encuentran al Oeste de los lomeríos suaves y llanura costera. Al Norte y Sur de la ciudad de Tuxpam.

Altitud. 10-80 m.snm.

Area. 17,460 ha. (5.04%).

Geología. Depósitos sedimentarios del Mioceno. Areniscas de grano fino a medio, con gran cantidad de carbonatos como agente cementante. Tienen permeabilidad media. En algunos sitios hay estratos de lutitas arenosas.

Hidrología. La unidad es recorrida por arroyos y ríos pequeños, algunos de carácter permanente. Coeficiente de escurrimiento entre 10 y 20 %. Red de drenaje dendrítico.

Suelos. De clase textural media con contenidos moderados de materia orgánica. Presencia de cal pulverenta muy activa, pH ligeramente básico (7.5-8.0). Son suelos someros y moderadamente profundos. Son suelos drenados, especialmente los que se encuentran sobre las laderas y partes altas de los lomeríos. Al pie de las laderas y en los valles los suelos se vuelven más profundos, con textura más fina, formados a partir de material coluvial.

Unidad representativa Bk+E+Vp/2. Las rendzinas y cambisoles se encuentran asociados intimamente en las partes altas y laderas, mientras que los vertisoles se encuentran en los valles.

Vegetación y uso del suelo. Predomina el pastizal cultivado que cubre el 74% de la unidad, el resto corresponde a cultivos de maíz y naranja principalmente.

Factores limitantes. Pendiente.

Profundidad del suelo, limitada por la capa de regoli

ta o material calcareo consolidado.
Erodabilidad media.

Unidad V Valles interiores. (V_1)

Topografía. Valle. Relieve plano, pendiente de 0-6%.

Ubicación. En toda la zona de estudio a lo largo de los principales afluentes del río Tuxpam.

Altura. 20-250 m. snm.

Area. 73,200 ha. (20.67%).

Geología. Material inconsolidado proveniente de depósitos aluviales y coluviales del Reciente. Permeabilidad baja y media.

Hidrología. A través de los valles existen corrientes superficiales, generalmente permanentes, que reciben aportes de las zonas altas. Coeficiente de escurrimiento entre 5 y 20%.

Suelos. De clase textural fina, con influencia del material aportado. Son suelos profundos, pH ligeramente básico y moderado contenido de materia orgánica.

Unidad representativa $Vp+Eh/3$ o $Vp+Hc/3$. Existe también algunas intrusiones de fluvisoles en pequeñas terrazas aluviales y a lo largo de los límites entre valles y lomeríos fuertes, se presentan regosoles eútricos o calcáricos, provenientes del material coluvial. En la mayoría de los valles se presenta caliza activa que proviene del arrastre fluvial de carbonatos desde las partes altas.

Vegetación y uso del suelo. El pastizal cultivado ocupa el 56% de la unidad; la asociación de agricultura --- anual y permanente el 21%. En los valles cercanos a --- la sierra se siembran maíz y frijol asociados (17%). El 3% restante corresponde a huertos de naranja y el resto a vegetación secundaria arbustiva y vegetación riparia.

Factores limitantes. Inundaciones por desborde de ríos y arroyos en la época de lluvias, con una periodicidad de dos a tres veces cada diez años y duración máxima de cuatro meses.

Drenaje interno deficiente.

Obstrucciones por la presencia de cantos rodados depositados en las partes cercanas a las corrientes.

Unidad VI Valle amplio del Río Tuxpam. (V₂)

Topografía. Valle extenso, relieve plano, pendiente 0-4%. Se encuentra asociado con terrazas aluviales.

Ubicación. Desde la confluencia de los ríos Pantepec y --- Vinazco hasta poco antes de la ciudad de Tuxpam. Forma una amplia franja a ambos márgenes del río con --- orientación C-E.

Altitud. 10-50 m.snm.

Área. 30,610 ha., de las cuales 2,005 corresponden a terrazas aluviales, (8.64%).

Geología. Depósitos aluviales recientes consistentes en estratos mal definidos de arcillas, arenas y algunos lentes gravosos. Permeabilidad media y alta.

Hidrología. El valle es atravesado por el río Tuxpam y sus afluentes de régimen permanente. Red de drenaje trenzado e irregular, con huellas de meandros abandonados. Coeficiente de escurrimiento entre 5 y 10%.

Suelos. Existen dos unidades de suelo representativas :

- a) Bk+Je+Bv/2. Se ubica en una franja que sigue el curso del río Tuxpam a ambos márgenes, con una extensión de 12,160 ha. Son suelos profundos de textura media, contenidos moderados de materia orgánica, pH ligeramente alcalino y presencia de caliza activa. Esta unidad comprende las terrazas aluviales donde dominan los fluvisoles.
- b) Vp+Bv+Bk/3. Esta unidad se ubica entre la unidad anterior y los límites del valle. Son suelos de textura fina, profundos, pH ligeramente alcalino, contenidos moderados de materia orgánica.

Vegetación y uso del suelo. Predomina la asociación de agricultura anual y permanente, principalmente cítricos, tabaco y maíz (89%). El pastizal cultivado ocupa el 10% y la vegetación riparia el 1%.

Factores limitantes. Inundaciones con mayor amplitud que en valles interiores.

Drenaje interno deficiente en la zona dominada por vertisoles.

Hedregosidad en las zonas adyacentes al río Tuxpam por la presencia de cantos rodados y grava.

Unidad VII Lomeríos moderados del Oligoceno. (Im(C))

Topografía. Lomeríos moderados con relieve ondulado, pendientes entre 10 y 25% y laderas más tendidas que los

lomeríos moderados del Mioceno. Están asociados con lomeríos suaves y valles.

Ubicación. Generalmente en la mitad Este del área de estudio entre valles y lomeríos fuertes.

Altitud. 30-150 m.snm.

Area. 18,445 ha. (5.51%).

Geología. Estratos alternantes de lutitas y areniscas, con baja permeabilidad.

Hidrología. Corrientes intermitentes con red de drenaje dendrítico. Coeficiente de escurrimiento entre 20 y 30%.

Suelos. Textura media a fina, profundos y moderadamente profundos. Presentan un pH ligeramente básico, con altas concentraciones de cal pulverenta y moderado contenido de materia orgánica.

Unidad representativa Hc+Rc/3

Vegetación y uso del suelo. El pastizal cultivado ocupa el 56% de la unidad; las áreas de agricultura anual y permanente el 38% y el resto corresponde a vegetación secundaria.

Factores limitantes. Pendiente.

Erodabilidad media.

Observaciones. Estos lomeríos pertenecen a la misma unidad geológica que los lomeríos fuertes y muy fuertes; sin embargo su menor relieve puede deberse a la predominancia de materiales menos resistentes.

Unidad VIII Lomeríos fuertes y muy fuertes del Oligoceno.
(Lf+Iff)

Topoforma. Lomeríos fuertes y muy fuertes de relieve muy ondulado. Pendientes mayores del 25%. Se encuentran asociados con valles estrechos.

Ubicación. Se encuentran principalmente en la porción sur del río Tuxpam, colindando directamente con el valle amplio y hasta el límite de la zona de estudio. Asimismo se encuentran en el límite Norte de la zona.

Altitud. 40-350m. snm.

Area. 69825 ha. (19.72%).

Geología. Interestratificaciones de areniscas, a veces calcáreas, lutitas arenosas y calcáreas, margas arenosas y en ocasiones, se presentan con conglomerados con calizas cretácicas. Las areniscas se encuentran cementadas por carbonatos.

Hidrología. Corrientes rápidas, intermitentes, que descienden hacia los valles. Coeficiente de escurrimiento entre 20 y 30%.

Suelos. Presentan textura media, son someros y moderadamente profundos. Moderado contenido de materia orgánica. Altas concentraciones de cal pulverulenta en el perfil y un pH ligeramente básico.

Unidad representativa: Rc+Mc+Bk/2. Son suelos provenientes de material de arrastre coluvial y en algunos casos formados in-situ, presentan afloramientos rocosos y una fase lítica profunda. En zonas con pendientes mayores al 40% se presenta la unidad Rc+I, suelos someros y esqueléticos con fase lítica y roca aflorante.

Vegetación y uso del suelo. El pastizal cultivado ocupa el 47% de la unidad y la asociación de agricultura -- anual y permanente el 46%; el resto corresponde a vegetación secundaria.

Factores limitantes. Pendiente.

Erosabilidad alta.

Profundidad del suelo limitada por la fase lítica.

Obstrucciones. Pedregosidad moderada (10 a 20%) y pocos afloramientos rocosos (menos del 5%).

Disponibilidad de agua baja debido a la topografía y baja infiltración.

Unidad IX Llanuras intericres. (P₁)

Topografía. Llanura. Relieve suavemente ondulado y plano con pendiente de 0 a 6%. Se encuentran asociadas con valles.

Ubicación. En la margen Norte del río Tuxpam y al NE de la zona de estudio.

Altitud. 40-160m. snm.

Area. 23,645 ha, (6.68%).

Geología. Predominan lutitas. Hay intercalaciones de mar gas con arena fina. Esta unidad pertenece al Eoceno, se presenta un material arcilloso fácilmente intemperizable que propicia la formación de un suave relieve.

Hidrología. Corrientes superficiales permanentes y tempo rales. Red de drenaje subparalela. Coeficiente de escu rrimiento entre 20 y 30%, por la baja permeabilidad de la roca.

Suelos. Profundos, de textura fina, ligeramente ácidos (6.0-7.0), lo que indica bajo contenido de carbonatos. Contenido moderado de materia orgánica.

Unidad representativa Vp+Eh/3.

Vegetación y uso del suelo. Predomina el pastizal cultivado y cubre el 76% de la unidad; la asociación de -- cultivos anuales y permanentes el 14% y la asociación maíz y frijol 9%. El resto es vegetación secundaria,

Factores limitantes. Drenaje interno deficiente.

Unidad X Lomeríos moderados del Eoceno. (Lm(E))

Topografía. Lomeríos moderados con relieve ondulado y pendientes del 10 al 25%. Asociado con lomeríos suaves.

Ubicación. Al Norte de la zona de estudio, en ambas márgenes del río Buenavista y en los límites del parte--- aguas en la porción Noroeste.

Altitud. 60-250 m.snm.

Area. 38,070 ha. (10.75%).

Geología. Se caracteriza por margas de color claro y en algunas partes se encuentran areniscas en capas delgadas y conglomerados. Baja permeabilidad de la roca.

Hidrología. La unidad es cruzada por arroyos intermitentes y permanentes que descienden hacia los valles.

Coefficiente de escurrimiento entre 20 y 30 %.

Suelos. Profundos, de textura fina, neutros a ligeramente ácidos, bajo contenido de carbonatos. Contenido

moderado de materia orgánica.
Unidad representativa Vp+Hh/3.

Vegetación y uso del suelo. Predominan los cultivos anuales y permanentes que cubren el 66% de la unidad; el pastizal cultivado cubre el 32% y el resto es vegetación secundaria.

Factores limitantes. Pendiente.
Erodabilidad media.
Drenaje interno deficiente.

Unidad XI Mesetas. (M)

Topografía. Meseta, con relieve plano a ligeramente ondulado. Pendiente de 0 a 6%. Asociado con lomeríos suaves.

Ubicación. Se encuentran al Suroeste de la zona de estudio y existen tres unidades.

Altura. 260-340 m.snm.

Area. 5,080 ha. (1.43%).

Geología. Manto ígneo con basamento extrusivo básico. Roca basáltica.

Hidrología. Pequeñas corrientes superficiales intermitentes. Red de drenaje irregular. Coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%.

Suelos. Textura fina a media, moderadamente profundos a someros, presentan una fase lítica. Contenido modera-

do de materia orgánica, neutros a muy ligeramente básicos (7.0-7.5).

Unidad representativa Vp+I+Re/3.

Vegetación y uso del suelo. Predomina el pastizal cultivado que cubre el 66% de la unidad. La vegetación secundaria arbustiva cubre el 18%, bosque de encino 14% y el resto es agricultura.

Factores limitantes. Profundidad limitada por la fase lí tica.

Drenaje interno deficiente.

Obstrucciones. Pedregosidad del 5 al 10% y afloramientos rocosos del 2 al 5%.

Unidad XII Laderas. (La)

Topografía. Ladera con pendientes dominantes entre 10 y 25%. Están asociadas con crestas y tapones ígneos.

Ubicación. En la mitad Oeste de la zona de estudio, rodeando a las mesetas, tapones y crestas ígneas y lomeríos fuertes.

Altitud. 50-700 m. snm.

Area. 38,775 ha. (10.95%)

Geología. Son el resultado del vulcanismo interno de la Sierra Madre Oriental y de la erosión diferencial de rocas sedimentarias. Las crestas y tapones ígneos es tán formados por gabro.

Hidrología. Corrientes superficiales intermitentes. Red

de drenaje centrífugo y paralelo. Coeficiente de escurrimiento de 20 a 30%.

Suelos. Someros y moderadamente profundos, textura media, con fase lítica. Ligeramente básicos a ligeramente -- ácidos, contenido moderado de materia orgánica.

Unidad representativa $Rc+Hc+I/2$ o $Re+Hh+I/2$. Los tapones ígneos presentan suelos esqueléticos caracterizados por litsoles.

Vegetación y uso del suelo. Pastizal cultivado en un 41% de la unidad; los cultivos anuales cubren el 36% y la vegetación secundaria el 23%.

Factores limitantes. Pendiente.

Erodabilidad media y alta.

Profundidad limitada por la fase lítica y pedregosa.

Obstrucciones. Pedregosidad del 50 al 70% y afloramientos rocosos de 10 a 20%.

Unidad XIII Estribaciones de la Sierra Madre Oriental..(S)

Topoforma. Formación cerril con relieve fuertemente ondulado y escarpado. Laderas convexas. Pendientes mayores de 25%. Asociada con valles estrechos o cañadas.

Ubicación. En el límite Oeste y Suroeste de la zona de estudio.

Altitud. 160 a 250m. snm.

Area. 14,650 ha. (4.14%).

Geología. Estratos muy plegados de areniscas calcáreas,

lutitas y marges. En algunas partes hay conglomerados.

Hidrología. Corrientes superficiales intermitentes y permanentes que descienden hacia los valles. Coeficiente de escurrimiento mayor al 30%. Baja permeabilidad de la roca.

Suelos. Suelos de textura fina, moderadamente profundos, presentan una fase lítica profunda. Son ligeramente ácidos con pH entre 6.0 y 6.5. moderado contenido de materia orgánica.

Unidad representativa: Hh+Re+I/3.

Vegetación y uso del suelo. Predomina la agricultura anual, que cubre el 64% de la unidad. El pastizal cultivado cubre el 31% y el resto corresponde a vegetación secundaria y cultivo de café.

Factores limitantes. Pendiente.

Erodabilidad alta.

Profundidad menor de 90 cm., limitada por la capa rocosa.

Obstrucciones. Pedregosidad del 5 al 15%.

Tabla No. 1 Información sintetizada de suelos por unidad fisiográfica.

Unidad fisiográfica	Material geológico	Permeabilidad	Suelos (1)	Profundidad (cm.)	Materia (2) orgánica	pH
Berra	Arenas inconsolidadas.	Alta	Re/1	>100	Bajo	6.0-6.5
Llanura costera inundable	Depósitos lacustres inconsolidados.	Baja	Zg+Ge+Vp/3	10 a 100	Moderado y alto	7.4-7.8
Lomeríos suaves y llanura costera	Areniscas calcareas	Baja a media	Vp+Hc+Bv/3	>100	Moderado	7.5-8.0
Lomeríos moderados del Mioceno	Areniscas calcareas	Media a alta	Bk+E.Vp/2	50 a 100	Moderado	7.5-8.0
Valles interiores	Depósitos aluviales	Baja	Vp+Hc/3 o Vp+Hh/3	>100	Moderado	6.5-8.0
Valle amplio del río Tuxpam	Depósitos aluviales	Baja a media	Bk+Je+Bv/2 Vp+Bv+Bk/3	>100	Moderado	7.0-8.0
Lomeríos moderados del Oligoceno	Lutitas y areniscas interestratificadas	Baja	Hc+Rc/3	>50	Moderado	7.5-8.0
Lomeríos fuertes del Oligoceno	Lutitas y areniscas interestratificadas	Baja a media	Rc+Hc+Bk/2	10 a 100	Moderado	7.5-8.0
Llanuras interiores	Lutitas y margas	Baja	Vp+Hc+Hh/3	>100	Moderado y bajo	6.5-7.0
Lomeríos moderados del Eoceno	Lutitas y margas	Baja	Vp+Hh/3	>100	Moderado	7.5-8.0
Mesetas	Manto igneo basáltico	Media	Vp+I+Re/3	<100	Moderado	7.0-7.5
Laderas	Rocas igneas y sedimentarias	Baja a media	Rc+Hc+I/2	10 a 100	Moderado	6.5-7.5
Estribaciones de la Sierra	Lutitas y areniscas interestratificadas	Baja a media	Hh+Rc+I/3	10 a 100	Moderado	6.0-6.5

(1) Unidad representativa de acuerdo a la clasificación FAO/UNESCO.

Textura : 1-gruesa; 2-media; 3-fina.

(2) Materia orgánica : Alto >4%; Moderado 2-4%; Bajo <2%.

Tabla No.2 Factores limitantes por unidad fisiográfica

Unidad fisiográfica	Inundaciones cada 10 años	Drenaje interno	Profundidad del suelo y obstrucciones	Salinidad (S) y Sodicidad (N)	Pendiente y Erodabilidad
Barra		Excesivo			
Llanura costera inundable	Temporal y permanente	Deficiente	Profundidad limitada por manto freático	S:15-35 mmhos/cm N:15-40% PSI	
Lomeríos suaves y llanura costera		Deficiente			
Lomeríos moderados del Mioceno			Profundidad limitada por regolite		10-25%; media
Valles interiores	2 a 3 veces	Deficiente			
Valle amplio del río Tuxpam	2 a 3 veces	Deficiente			
Lomeríos moderados del Oligoceno					10-25%; media
Lomeríos fuertes del Oligoceno			Profundidad limitada por roca; pedregosidad 10-20%		> 25%; alta
Llanuras interiores		Deficiente			
Lomeríos moderados del Eoceno		Deficiente			10-25%; media
Mesetas		Deficiente	Profundidad limitada por roca; pedregosidad 5-10%		
Laderas			Profundidad limitada por roca; pedregosidad 20-30%		10-50% media y alta
Estribaciones de la Sierra			Profundidad limitada por roca; pedregosidad 5-10%		> 25%; alta

4.4 Descripción de uso del suelo y vegetación.

El conocimiento del uso actual del suelo y vegetación nos da información acerca de la forma y grado en que el hombre utiliza estos recursos, así como los elementos para estimar en que medida está induciendo el deterioro de éstos, ya que la degradación de la tierra depende en buena medida del factor de uso y manejo de la tierra.

Un patrón de uso es el arreglo temporal y espacial que guarda un determinado cultivo; ya sea por su ciclo anual, semipermanente o permanente, o por su cobertura, si es un cultivo de escarda o un cultivo cerrado.

En esta sección se presenta la descripción de 8 rubros de uso del suelo y vegetación, cuya delimitación se realizó con la fotointerpretación e información recopilada en recorridos de campo, tomando como base la metodología empleada por el INEGI (SPF, 1977).

Respecto al uso del suelo la primera división se establece entre áreas pecuarias y agrícolas. Posteriormente las áreas agrícolas se dividen en cultivos anuales (maíz, tabaco y frijol) y cultivos permanentes (naranja, otros frutales y café). Sin embargo, donde no es posible separar cartográficamente los cultivos anuales de los permanentes, el rubro se presenta como una asociación, si los dos tipos de cultivo representan más del 20% del área delimitada.

Los rubros se señalan como "de temporal", ya que el 93% de las zonas agrícolas es de este tipo. El resto comprende agricultura de humedad y una fracción muy pequeña de riego, (0.3%). La información sobre rendimiento, variedades, ciclos anuales, uso de fertilizantes y plagas proviene principalmente de los habitantes de la zona.

Las características más importantes de los cultivos se -
 presentan en la tabla 3. En la tabla 4 se presenta la exten-
 sión superficial de los diferentes rubros de uso del suelo y
 vegetación por cada unidad fisiográfica.

Rubro I Pastizal cultivado. (Pc)

Ubicación y unidades fisiográficas donde predomina. Prácti-
 camente el cultivo de pastos se extiende en toda la zona
 de estudio. Este es el uso del suelo más amplio, pues --
 ocupa el 47.3% del área total. Predomina en los lomeríos
 suaves y llanura costera, en lomeríos moderados del Mio-
 cenio y en llanuras interiores.

Area. 167,600 ha.

Principales especies cultivadas.

Cynodon plectostachyus. "Estrella de Africa".

Panicum maximum. "Zacate guinea o privilegio".

Digitaria decumbens. "Pasto pangola".

Sorghum halepense. "Zacate Johnson".

Características de los pastos. (Mc Ilroy, 1980), (SAFE, 1982d).

Panicum maximum. Planta perenne, amacollada. Alcanza al-
 turas hasta de 3m. Resistente a la sequía, tiene gran va-
 lor cuando es joven. Es un pasto apetitoso, muere rápida-
 mente bajo pastoreo continuo y no tolera inundaciones -
 prolongadas. Se establece por medio de semillas e vásta-
 gos, se adapta bien en suelos de textura fina y media.

Cynodon plectostachyus. Planta perenne, con estolones de
 crecimiento rápido, que cubren profundamente el suelo --
 formando un cesped denso. Alcanza 1.20m. de altura. So-
 porta bien el pastoreo e incluso lo necesita para des-
 rrollarse bien a fertilizantes. Es apetitoso y agresivo.

Se propaga por semillas y estolones.

Existen en la zona 2 variedades, criolla y mejorada. Aunque la producción de la segunda es mayor, la primera es más palatable y mejor aceptada por el ganado.

Digitaria decumbens. Planta perenne, de largos estolones. Forma un césped abierto. Crece mejor en suelos húmedos y con buen drenaje, pero sobrevive a inundaciones y sequías. Persiste bajo pastoreo intenso y continuo. Este pasto ha demostrado ser propenso a los ataques de insectos y enfermedades víricas.

Sorghum halepense. Planta perenne, crece por estolones. Tolerante a sequías e inundaciones y pastoreo. Se adapta a suelos con diferente drenaje. Se propaga por estolones.

Características de manejo. Los pastos se utilizan para pastoreo directo, dejando a los animales libres en el terreno para alimentarse. En la mayoría de los pastizales de la zona se da una rotación de potreros, dejándolos descansar de 2 a 3 meses.

En algunos sitios se realizan prácticas de chapcleo que consisten en quemar periódicas cada año o seis meses con el fin de favorecer el retoño de partes tiernas de los pastos y así aumentar su palatabilidad. Para eliminar hierbas se hacen limpiezas o se usan herbicidas. Al mismo tiempo se favorece la presencia de algunas especies arbóreas para dar sombra al ganado.

El coeficiente de agostadero es de una cabeza por ha. en zacate pangola, guinea y Johnson y de aproximadamente 2 cabezas/ha. en estrella mejorada. Por sus características el pasto estrella de Africa es el que tiene una amplia aceptación entre los ganaderos. Las otras variedades se restringen a algunos potreros donde generalmente se asocian al pasto estrella. En ocasiones se encuentra al zacate guinea predominando en potreros semiabandonados, sobre todo en laderas. Al parecer este pasto requiere

re de menos cuidados y puede competir con la vegetación secundaria arbustiva.

Rubro II Agricultura de temporal permanente. (Ap)

Ubicación y unidades fisiográficas donde predomina. Se desarrolla primordialmente en la parte central de la zona de estudio. Predomina en el valle amplio del río Tuxpam, donde ocupa el 22% de esa unidad. También se encuentra en valles interiores y en lomeríos fuertes.

Area. 11455 ha., representa el 3.25% del área total.

Principales especies cultivadas. Cítricos, principalmente la naranja (Citrus aurantium) de las variedades Valencia y tardía. En menor proporción se cultivan plátano, papaya y café. Existen huertos familiares de mango.

Características de uso y manejo. Después de la preparación del terreno, se hace el trasplante del almácigo de naranja. La distancia entre cada naranjo es de 6 a 8 m., alcanzando una densidad de siembra de 250 a 270 árboles por ha. Generalmente durante los dos primeros años se encuentra asociado con maíz, al término de los cuales se elimina éste último, ya que ocasiona un retraso en el desarrollo del frutal. Las labores de cultivo consisten en un control de malezas que se ejecuta arando la tierra con tractor o yunta aproximadamente cada 2 meses. La fertilización se realiza 2 veces al año con sulfato de amonio y superfosfato triple. Se realiza una poda de formación y de mantenimiento para eliminar ramas viejas y enfermas.

La floración y fructificación se realizan en el segundo y tercer año, pero el primer corte comercial se ejecuta

a cuarto o quinto año. El naranjal puede ser cortado 2 - veces al año, aunque en todo tiempo hay frutos. La naranja tiene un rendimiento de 12 a 30 ton/ha./año y puede alcanzar hasta 40 años en producción, lo cual depende de los cuidados y manejo que se tenga, así como del tipo de suelo y la madurez de los árboles.

Rubro III Agricultura de temporal anual. (Aa)

Ubicación y unidades fisiográficas donde predomina. Se desarrolla principalmente en la mitad Oeste de la zona de estudio. Predomina en lomeríos moderados del Eoceno, donde ocupa el 45% de la unidad; en las estribaciones de la sierra, 64% y en laderas, el 30%.

Area. 59,360 ha., representa el 15.77% del área total.

Principales especies cultivadas. Maíz (Zea mays), de las variedades Nayarit y Tuxpeño.

Características de uso y manejo. En la zona se ejecutan 2 ciclos agrícolas al año: en los meses de junio a septiembre, en época de lluvias y de diciembre a abril en invierno.

En el cultivo de maíz se distinguen varias etapas que se pueden resumir como sigue:

a) Preparación de la tierra o barbecho y surcado. Este laboreo se hace con tractor o yunta trazando los surcos para la siembra.

b) Siembra. Se realiza con coa, depositando 4 granos de maíz por golpe. Cada punto de siembra esté separado a 70 cm. y la distancia entre surcos es de 80 cm., lo cual da una densidad de siembra de 60,000 a 70,000 matas por ha.

c) Labores de cultivo. Después de la siembra se realiza, a los 20 días, un deshierbe con yunta o tractor y se fertiliza el cultivo con sulfato de amonio. En algunos terrenos se aplican los plaguicidas Foley y Folidol para combatir el gusano cogollero, la principal plaga.

d) Cosecha. Se realiza generalmente cuando la mazorca ha madurado. Esta operación es manual. La planta de maíz se corta poco tiempo después y tallos y hojas se usan como forraje para los animales.

e) Período de descanso. Este período suele durar de 1 a 2 meses entre cada ciclo de cultivo, tiempo en que la tierra permanece en parte con las plantas de maíz secas y en parte descubierta.

El rendimiento de maíz es de 3 a 4 ton/ha/año. En ocasiones el maíz se siembra junto con frijol, el cual produce un rendimiento de 500 kg/ha/año, aproximadamente.

Rubro IV Asociación de agricultura de temporal anual y permanente. (Aap)

Ubicación y unidades fisiográficas donde predomina. Se desarrolla principalmente en el valle amplio del río Tuxpam, en los lomeríos fuertes y muy fuertes y en valles interiores, donde ocupa el 67, 36 y 21% respectivamente.

Area. 87,580 ha., representa el 24.73% del área total.

Principales especies cultivadas. Maíz (Zea mays), variedades Mayarit y Tuxpeño. Tabaco (Nicotiana tabacum), variedades Habano y Vena Amarilla y Naranja (Citrus aurantium), variedades Valencia y Tardía.

Características de uso y manejo. Bajo este rubro se engloba la asociación de las principales especies de agricul-

tura anual y permanente, por tanto las características de maíz y naranja son las ya mencionadas en los dos rubros anteriores.

El tabaco es un cultivo de escarda en que se presentan 2 ciclos agrícolas al año. La siembra se realiza después del barbecho y surcado; las semillas son seleccionadas y distribuidas por la compañía Tabamex, la cual proporciona asesoramiento técnico. La fertilización se realiza con sulfato de amonio. La plaga más común es un hongo conocido como "moho azul", que se controla con el fungicida Redomil. El rendimiento es de 1.8 a 2.5 ton/ha/año de hoja verde. Cabe señalar que el cultivo de tabaco no fue observado fuera del valle amplio del río Tuxpam.

En las partes más altas de la zona de estudio se cultiva café de las variedades Caturra y Borbón. Asimismo se encuentran dispersos en la zona cultivos de caña de azúcar, ajonjolí, pipian, sorgo, cacahuate y aguacate que se incluyen en este rubro.

Rubro V Vegetación secundaria arbustiva y arborea. (Vs)

Ubicación y unidades fisiográficas donde predomina. Se observa principalmente en lomeríos fuertes y muy fuertes y en laderas, donde ocupa el 7 y el 23%, respectivamente.

Area. 18,545 ha., representa el 5.24% del área total.

Características. La selva alta-mediana superennifolia (Pennigton y Sarukhan, 1968), es el tipo de vegetación que predominó en la zona de estudio. Se le conoce desde el SE de San Luis Potosí y el extremo Norte de Veracruz en una franja que va a lo largo de la llanura costera del Golfo Norte y Golfo Sur (SEPP, 1982, carta fisiográfica), con un límite altitudinal de 600m. snm. en la Sierra Mu-

dre Oriental.

En la actualidad, las comunidades primarias de este tipo de vegetación casi han desaparecido de toda la zona, quedando únicamente pequeñas extensiones de vegetación que conservan, en parte, las características de la selva primaria y que se ubican en los sitios de relieve más abrupto, donde no son posibles las actividades agropecuarias. Cuando la selva tiene poco disturbio los árboles presentan fustes desarrollados y alcanzan alturas hasta de 35 m. Estos entrelazan sus copas y alcanzan una cobertura total mayor al 70%, con lo cual evitan el establecimiento de arbustos y plantas que necesitan bastante luz. Lo anterior da lugar a que los estratos herbáceo y arbustivo sean poco desarrollados.

La especie de mayor importancia es el Brosimum alicastrum, "ramon" u "ojite", cuya presencia proporciona una fisonomía característica a las comunidades vegetales, de tal forma que han sido llamadas selvas de Brosimum alicastrum u ojitales. Esta especie tiene una amplia distribución y una gran tolerancia ecológica. En aquellas comunidades donde no es la dominante absoluta, forma asociaciones con Mirandacectis monnina, "pipin", Manilkara zapota, "chicozapote" y Pursera simaruba, "chaca". Varias de las especies arbóreas, aproximadamente el 40%, pierden su follaje en la época seca del año (Gómez-Pompa, -- 1977).

La vegetación secundaria arborea tiene la fisonomía de un bosque abierto con una cobertura menor al 70% y una estratificación aparenta, donde los árboles no alcanzan los 30 m. Se encuentra gran cantidad de vegetación arbustiva y herbácea. Esta comunidad generalmente es el resultado de las actividades forestales, donde se hizo una extracción selectiva de madera.

La vegetación secundaria arbustiva presenta el aspecto de un matorral cerrado, con alturas de 2 a 5 m. escasos

individuos arbóreos, un sólo estrato aparente o sin estratificación definida. Esta comunidad es producto de terrenos abandonados, que anteriormente fueron sometidos a actividades agropecuarias.

La composición florística de las comunidades secundarias es muy compleja. Dentro de la vegetación secundaria arborea destacan Byrsonima crassifolia, "nanche"; Farmentiera eludis, "xiote"; Fiscidia communis, "chijol" y Guazuma ulmifolia, "guacima", especies adaptadas a condiciones secundarias o de disturbio y que además reciben protección por parte del hombre ya sea por sus frutos o propiedades curativas. El estado de matorral, que es una etapa intermedia en la sucesión de selvas (Rzedowski, 1978), se caracteriza con especies como Pseudomelia oxifilaria, elemento de selva primaria cuya presencia se explica en función de un rápido crecimiento y marcada capacidad de regeneración. Otra especie característica de matorral es Chisosculus multilobus "ortiga", la cual se considera pionera en los primeros estadios sucesionales de una selva.

Rubro VI. Bosque de encino. (Be)

Ubicación. Se localiza en las mesetas únicamente.

Area. 710 ha., representa el 0.2% del área total.

Principales especies. Quercus oleoides, "encino".

Características. El bosque presenta una cobertura del 40 - al 60%, con dos estratos bien definidos que corresponden a individuos de diferentes edades. El estrato más alto - presenta una altura de 10 a 20 m., y el más bajo de 2 a

3 m. Asimismo se encuentra un estrato herbáceo dominado por pasto.

Se considera que la presencia de esta comunidad en tipos de vegetación francamente tropicales, está relacionada con los rasgos edafológicos. Pennington y Sarukhan (1968) relacionan la presencia de esta comunidad en suelos negros, muy arcillosos y someros, sobre planchas de roca basáltica, que corresponden a los encontrados en esta zona.

Rubro VII Tular y pastizal halófilo. (T)

Ubicación. Se localiza en la llanura costera inundable, al Este de la zona de estudio y en ambos márgenes del río - Tuxpam, predominando en la porción sur.

Area. 4,535 ha., representa el 1.28% del área total.

Principales especies. Typha latifolia, "tule".

Características. Es una comunidad de plantas acuáticas, de hojas angostas; presenta un estrato de 1 a 2 m. de altura, desarrollándose en suelos con drenaje interno deficiente o en zonas de inundación permanente, con corrientes lentas y estacionarias.

El tular se encuentra asociado con pastizal halófilo.

Rubro VIII Manglar. (M)

Ubicación. Se localiza en la zona de inundación adyacente a la laguna de Tampamachoco y al Sur del río Tuxpam, en el estero de Tumilco.

Area. 2,085 ha., representa el 0.59% del área total.

Principales especies. Rhizophora mangle, mangle tinto; --
Avicennia germinans, mangle prieto; Laguncularia race-
mosa, mangle blanco y Conocarpus erectus, botoncillo.

Características. Aparece como una comunidad perennifolia den-
sa que se desarrolla en suelos profundos, de textura fi-
na con corrientes de agua salina lentas o estacionarias;
presenta un estrato de 8 a 15 m. de altura.

La especie dominante es Rhizophora mangle, que es la más
resistente a cambios en el nivel de salinidad y de inun-
dación; por otra parte, la especie menos abundante es --
Conocarpus erectus, que se restringe a aquellas porcio-
nes con un menor nivel de inundación.

Tabla No. 3 Características de los principales cultivos.

Cultivo	Requerimientos edáficos	Requerimientos hídricos	Aspectos ecológicos	Prácticas agrícolas
Frijol	Suelos profundos, franco arcilloso limoso a ligeramente arenoso; pH óptimo de 5.5 a 6.5. Sin alto contenido de materia orgánica.	Cantidad de lluvia óptima entre 1,000 y 1,500 mm anuales.	Tolera climas tropicales y templados. Baja tolerancia a sales. Plagas: gallina ciega, gusanos trozadores, conchuela, chicharrita y trips.	Barbecho. Siembra. Labores de control de malezas y plagas. Estacado para frijol de guía. Cosecha.
Naranja	Suelos no alcalinos, con buen drenaje y textura ligera, arenó-arcillosa. Algo húmidos y profundos.	Régimen pluvial 500 y 1,500 mm. Suministro de riego o humedad satisfactorio.	Temperatura media óptima entre 21 y 24°C; baja tolerancia a sales. Plagas: mosca mexicana de la fruta, mosca prieta de los cítricos y negrilla o arador.	Preparación del terreno. Transplante. Fertilización. Labores de cultivo deshierbo y poda. Cosecha.
Plátano	Suelo bien aireado, de estructura gruesa, profundos, ricos en materia orgánica y potasio. Buena capacidad de retención de humedad; pH ligeramente ácido 6.0 y 7.0.	Régimen pluvial entre 1,800 y 2,800 mm. Lluvia mensual mínima de 100 a 150 mm.	Temperatura media óptima entre 20 y 28°C; alta luminosidad; zonas sin vientos fuertes. Plagas: gusano barrenador de la cepa, picudo negro. Hongos y bacterias.	Preparación del terreno. Selección y siembra de hijuelos. Poda o deshije. Deshierbo. Cosecha y corte de la planta.
Maíz	Suelos profundos, textura franca, estructura granular. Alto contenido de materia orgánica, pH entre 6.0 y 7.0.	Cantidad de lluvia óptima entre 550 y 1,100 mm. No menor de 300 mm en la época de crecimiento.	Clima relativamente cálido; temperatura óptima entre 20 y 30°C. Tolerancia media a sales. Plagas: trozador, gallina ciega, gusano cogollero, diabrotica, pulgón y gusano soldado.	Barbecho. Siembra y fertilización. Escardas. Labores de cultivo. Cosecha.

Tabla No. 3 (continuación)

Cultivo	Requerimientos edáficos	Requerimientos hídricos	Aspectos ecológicos	Prácticas agrícolas
Tabaco	Suelos con estructura granular o suelta, permeables, francos y franco arcillosos. Sin mucha materia orgánica, no muy fértiles. Alto contenido de potasio, - pH de 5.5 a 6.5. Topografía plana, de 1 a 3% de pendiente; moderadamente profundos.	Climas secos, pero con adecuada distribución de lluvias. Durante la maduración de la hoja se requiere baja humedad.	Baja tolerancia a sales, sufre ataque de varias plagas: gusano cachón, gusano cogollero, áfidos, nemátodos y enfermedades por hongos y virus. Temperatura media mensual óptima de 24 a 27°C.	Preparación del almácigo. Transplante del almácigo. Replante. Fertilización. Labores agrícolas de aperque y deshierbe. Capado. Deshojado. Corte. Secado y curado.

Fuente : Gajón, 1963

SARH, 1978

SEP, 1981a

SEP, 1981b

SEP, 1981c

Zamora de la Fuente, 1959

Tabla 4. Extensión superficial de los rubros de uso del suelo por cada unidad fisiográfica.
(Ha., -% respecto al área total).

Unidad fisiográfica	Pc	Aa	Ap	Aap	M	T	Vs	Be	Zu	Zi	Totales
Barra.	815 -0.23	205 -0.06									1,020 -0.29
Llanura costera inundable.	1,395 -0.4				2,065 -0.58	4,535 -1.28				1,520 -0.43	9,515 -2.69
Lomeríos suaves y llanura costera.	10,435 -2.95		805 -0.23	1,430 -0.4	20 -0.01		115 -0.03	615 -0.17			13,420 -3.79
Lomeríos moderados del Mioceno.	13,225 -3.74		125 -0.03	4,445 -1.25			35 -0.01	110 -0.01			17,840 -5.04
Valles interiores	41,545 -11.73	13,000 -3.67	1,900 -0.54	15,525 -4.38			1,230 -0.35				73,200 -20.67
Valle amplio del río Tuxpam	3,145 -0.88		6,870 -1.94	20,595 -5.82							30,610 -8.64
Lomeríos moderados del Oligoceno	10,340 -2.92	105 -0.03	140 -0.05	6,755 -1.91			1,055 -0.3				18,445 -5.21
Lomeríos fuertes del Oligoceno.	32,840 -9.28	5,285 -1.49	1,645 -0.46	25,365 -7.16			4,690 -1.33				64,825 -19.72
Llanuras interiores.	17,645 -5.07	2,245 -0.64		3,265 -0.92			190 -0.05				23,645 -6.68
Lomeríos moderados del Eoceno	12,235 -3.45	17,270 -4.88		7,955 -2.25			610 -0.17				38,070 -10.75
Mesetas	3,335 -0.94	100 -0.03					935 -0.26	710 -0.2			5,080 -1.43
Laderas	15,735 -4.44	11,760 -3.32		2,245 -0.64			9,035 -2.55				38,775 -10.95
Estribaciones de la sierra	4,610 -1.3	9,390 -2.65					650 -0.19				14,650 -4.14
Totales	167,600 -47.33	59,360 -16.77	11,535 -3.25	27,580 -7.73	2,085 -0.59	4,535 -1.28	18,545 -5.24	710 0.2	625 -0.18	1,520 -0.43	354,095 -100.00

Clevo: Pc, Pastizal cultivado; Aa, agricultura de temporal anual; Ap, agricultura permanente; Aap, asociación agricultura anual y permanente; M, manglar; T, tular; Vs, vegetación secundaria; Be, bos que de encino; Zu, zona urbana; Zi, zona de inundación.

4.5 Descripción de uso potencial del suelo.

La descripción de uso potencial está referida únicamente a la producción agropecuaria y forestal. Para esta descripción se toma como base el sistema de evaluación de tierras -- adoptado por DETERNAL en 1979 (SFP, 1981) y (SFP, 1982, cartas de uso potencial agrícola, ganadero y forestal), que sustituyó al Sistema de Clasificación de Capacidad de Uso de la Tierra de Klingebiel y Montgomery (1977).

De acuerdo con Duch (1980) este sistema de evaluación -- tiene el siguiente marco conceptual :

- 1.- Un terreno es una porción de superficie que abarca -- atributos del paisaje predecibles e estables que --- muestran alguna relación con el tipo de uso presente y futuro de tal superficie. Un tipo de uso de la tierra es una forma concreta de llevar a cabo el proceso de producción.
- 2.- Un área determinada de terreno puede ser destinada -- en diferentes momentos para el establecimiento de -- uno o varios tipos de uso, constituyendo cada tipo -- de uso una alternativa para emplear el terreno. En -- el esquema global de este sistema las alternativas -- de uso se formulan sobre una serie de modelos representativos de los diversos tipos de producción agrícola, pecuaria y forestal de México; es decir, las -- alternativas de uso se establecen a un amplio nivel de generalización.
- 3.- Un terreno no posee por sí mismo un valor absoluto -- que sea de aplicación general para todo propósito de utilización.
- 4.- El uso potencial de la tierra no expresa una condi--

ción de uso óptimo, máximo rendimiento o alto nivel de producción. El concepto se define como la relación entre la capacidad de uso de la tierra y la aptitud que ésta presenta frente a cada alternativa de uso.

- 5.- La capacidad de uso de la tierra es la cualidad que presenta un área de terreno para permitir el establecimiento de un cierto número de alternativas de uso, cuanto mayor sea la gama de éstas mayor será la capacidad de uso. Hasta aquí basta saber si el establecimiento de una alternativa es posible o no.

- 6.- La aptitud de la tierra es el valor relativo que ésta presenta frente a cada alternativa de uso; esto se refiere al grado de intensidad o eficiencia con que puede ser efectuada dicha alternativa tomando en cuenta las restricciones o dificultades que imponen las condiciones del área. Los rangos de aptitud son los siguientes :
 - a) Aptitud alta. Cuando las condiciones ambientales satisfacen los requerimientos de un tipo de utilización.
 - b) Aptitud media. Cuando no hay satisfacción completa de los requerimientos y por tanto disminuyen los rendimientos, hay más dificultades y aumentan los costos en las prácticas productivas.
 - c) Aptitud baja. Cuando las condiciones satisfacen el mínimo permisible.
 - d) Aptitud nula. No se satisfacen los requerimientos. En este aspecto se entiende por condiciones ambientales a los componentes y atributos del medio que muestran relación con el establecimiento de los procesos de producción.

- 7.- El uso potencial considera además las posibilidades

de aumentar el valor relativo de un terreno si se --
modifican una o varias de las características del --
área. También se prevee el riesgo de deterioro que
se tiene al implementar la producción.

Para la descripción de uso potencial las unidades físico-
gráficas se agrupan, primero, en las distintas clases de capa-
cidad de uso definidas en el sistema mencionado y, después, -
se discute la aptitud del terreno para las alternativas de --
uso que resulten. Cabe señalar que dentro de cada unidad físico-
gráfica existen terrenos con diferente uso potencial, pero
por la escala de este trabajo no es posible contemplar toda -
la variación; de este modo, sólo se señala el uso potencial -
predominante.

En la tabla 5 se señala el uso potencial agrícola, gana-
dero y forestal por unidad fisiográfica. En la sección 4.5.4
se indica la aptitud para riego de los terrenos de la zona y,
en la 4.5.5., el deterioro del suelo que por erosión hídrica
se produce tomando en cuenta las características generales de
las unidades fisiográficas y de la vegetación cultivada y na-
tural según las diferentes alternativas de uso.

4.5.1 Uso potencial agrícola (A).

Para separar las clases de capacidad agrícola se toma como criterio, una vez vista la posibilidad en el terreno de -- sustituir la vegetación natural por especies domesticadas, la forma de labranza y la medida en que el régimen de humedad -- permite el desarrollo de los ciclos agrícolas. En el caso de la zona de estudio el régimen es de temporal, húmedo estacional y, a excepción de la barra, permite obtener dos ciclos -- agrícolas al año, a pesar de que el ciclo invierno-primavera es ligeramente afectado.

A.1 Terrenos aptos para la agricultura continua mecanizada.

A.1.1 Terrenos con aptitud alta para el desarrollo del procedimiento de labranza. Se encuentran en los valles de los ríos Tuxpan, Buenavista, Fantepec y Vinazco, -- donde la textura de los suelos es media, existe un dre naje adecuado y dominan los cambisoles. La extensión -- de estos terrenos es de 14,095 ha. y representan el 4% del área de la zona de estudio.

Los terrenos de esta clase tienen aptitud para una --- agricultura muy intensiva, con pocas limitaciones. La deficiencia estacional de agua se ve disminuida porque la mayoría de los terrenos son de humedad (SFF, 1982, carta de uso del suelo).

A.1.2 Terrenos con aptitud media y baja para el desarrollo del procedimiento de labranza. Comprende el resto del área de los valles no incluida en la clase ante rrior, a excepción de las áreas pedregosas con inundaciones frecuentes. Además comprende las unidades fisio gráficas de lomeríos suaves y llanura costera, mesetas y llanuras interiores. La extensión de esta clase es -- de 130,860 ha. y representa el 37% del área total.

El drenaje interno deficiente y la textura arcillosa -- son el principal factor limitante, ya que los vertiscales son la unidad de suelos dominante. La falta de drenaje provoca encharcamientos en las áreas bajas y la textura da al suelo una consistencia extrema según la humedad que en él exista. Esta situación limita el desarrollo de los cultivos y dificulta el procedimiento de labranza, ya que en la época de sequía el suelo se endurece y cuando llueve, se torna plástico y adhesivo.

Ya que el contenido de humedad óptimo para trabajar -- los vertiscales se encuentra entre límites muy reducidos es inevitable que algunas prácticas se lleven a niveles de humedad diferentes del óptimo. Por ejemplo, durante el período de crecimiento de los cultivos es difícil el control mecánico de malezas y debe hacerse a mano o con tracción animal, por la humedad del suelo no permite el uso de implementos.

En los valles se presenta el problema adicional de --- inundaciones por el desborde de ríos y arroyos, lo que afecta el desarrollo de los cultivos. En las mesetas -- el problema de drenaje interno es menos severo, ya que su posición topográfica favorece el escurrimiento; pero la profundidad del suelo y las obstrucciones llegan a dificultar el laboreo. En lomeríos suaves algunos terrenos alcanzan pendientes hasta del 10%, aunque esto favorece los escurrimientos, la erodabilidad del suelo es una limitante.

Debido a estas características el uso potencial es la agricultura intensiva y no, la muy intensiva, a menos que se efectúen una serie de prácticas que corrijan -- las limitaciones existentes.

A.2 Terrenos aptos para la agricultura estacional mecanizada.

Comprende la barra, cuya limitación por drenaje excesi

vo impide el ciclo agrícola invierno-primavera.

A.3 Terrenos aptos para la agricultura continua de tracción animal.

Este uso se propone para terrenos con restricciones -- acentuadas, que impiden el uso de maquinaria y la agricultura intensiva. La clase comprende a las unidades - fisiográficas de lomeríos moderados del Mioceno, Oligoceno y Eoceno y aproximadamente el 75% de las laderas, que en conjunto suman 104,157 ha. y representan el --- 29.4% del área total.

Las principales limitaciones son la pendiente, la erodabilidad, la profundidad y las obstrucciones. Los lomeríos moderados del Oligoceno y Eoceno tienen menor permeabilidad, lo cual favorece los escurrimientos y, por tanto, la pérdida de suelo (ver sección 4.5.5); -- sin embargo, tienen relieve más suave y menos limitaciones por pedregosidad y profundidad del suelo. En -- cambio, los lomeríos moderados del Mioceno tienen mejor permeabilidad, pero la profundidad y obstrucciones limitan el establecimiento de los frutales y en mayor grado el procedimiento de labranza.

A.4 Terrenos aptos para la agricultura continua manual.

Esta clase comprende las unidades de lomeríos fuertes y muy fuertes del Oligoceno, las estribaciones de la - sierra y el 25% de las laderas. En conjunto la extensión de esta clase es de 93,768 ha. y representan el - 26.5% del área total.

En estas unidades la pendiente (mayor de 25%), las obstrucciones, la profundidad del suelo y el riesgo de erosión hídrica son factores limitantes severos, que impiden el laboreo con tracción animal y restringen el desarrollo de los cultivos. Por tanto la agricultura que se puede llevar a cabo en estos terrenos es muy limitada y en algunos resulta imposible, además de que es --

riesgosa en términos de conservación del recurso.

A.5 Terrenos no aptos para la agricultura.

Pertencen a esta clase la llanura costera inundable, aproximadamente 400 ha. de terrenos escarpados con pendientes mayores al 50%, donde dominan los litosoles, - 300 ha. de playas arenosas y 1,000 ha. de los cauces pedregosos de los ríos, que en conjunto suman 11,315 ha. y representan el 3.1% del área total.

Los factores limitantes de estos terrenos, como la alta salinidad y sodicidad y el manto freático elevado - en la zona inundable, y la topografía, obstrucciones y profundidad del suelo, impiden el desarrollo de los cultivos y el procedimiento de labranza.

4.5.2. Uso potencial ganadero (P).

Para separar las clases de capacidad ganadera y la aptitud de la tierra se juzgan las posibilidades de usar la vegetación cultivada o silvestre tomando en cuenta la naturaleza y condición de la vegetación y la medida en que las condiciones ambientales permiten el desarrollo de especies forrajeras, el establecimiento y mantenimiento de la pradera y el movimiento del ganado en el área de pastoreo.

P.1 Terrenos que permiten el pastoreo de ganado bovino - en praderas cultivadas.

P.1.1 Terrenos con aptitud alta y media para la instalación del pastizal cultivado. Esta clase comprende -- las unidades de valles (a excepción de los cauces pedregosos), lomeríos suaves y llanura costera, llanuras interiores, barra, lomeríos moderados, el 75% de las praderas y la parte menos salina de la llanura costera -- inundable, que en conjunto suman 250,507 ha. y repre--

sentan el 70.8% del área total.

En estos terrenos existen pocas limitaciones para el desarrollo de las especies forrajeras y para la movilidad del ganado. Las restricciones principales son el drenaje interno, las inundaciones y la falta de agua en algunos meses del año; sin embargo, los pastos utilizados actualmente presentan resistencia a estos factores. Por tanto es posible desarrollar un tipo de pastoreo intensivo, pero con las limitaciones para usar implementos agrícolas que fueren señaladas en la sección 4.5.1.

F.1.2. Terrenos con aptitud baja para la instalación del pastizal cultivado. Esta clase abarca las unidades de lomeríos fuertes y muy fuertes, las estribaciones de la sierra y el 25% de las laderas (93,768 ha., 26.5 por ciento del área total).

En este caso las condiciones de topografía y obstrucciones son las principales limitantes para mantener y establecer la pradera, aunque en sí, las especies forrajeras puedan desarrollarse. Sin embargo, en una porción de estos terrenos, básicamente donde existe vegetación secundaria (aproximadamente 14,400 ha.), los factores limitantes llegan a impedir la instalación del pastizal, por lo que estos terrenos se consideran aptos para el aprovechamiento moderado de la vegetación natural.

F.2 Terrenos que permiten el pastoreo de ganado bovino en pastizal natural.

Esta clase comprende a la llanura costera inundable, aproximadamente 4,535 ha., donde es posible el aprovechamiento del pastizal halófilo. Sin embargo, este uso es limitado ya que los pastos son poco palatables para el ganado y, la movilidad de éste, está restringida por las inundaciones.

F.3 Terrenos no aptos para el uso pecuario:

Comprende el área que ocupa el manglar, las playas arenosas, terrenos escarpados con pendientes mayores al 50% y los cauces pedregosos de los ríos, lo que suma 3,785 ha. y representa el 1.1% del área total. En estos casos las características de la vegetación y el terreno impiden el aprovechamiento para el ganado bovino.

4.5.3 Uso potencial forestal.(F).

Para determinar el uso potencial forestal se considera la aptitud y naturaleza de la vegetación para ser aprovechable y las condiciones del terreno para extraer los productos.

F.1 Terrenos aptos para uso forestal doméstico.

Comprende las áreas con vegetación secundaria de laderas, lomeríos fuertes y muy fuertes, lomeríos moderados del Oligoceno y Eoceno, estribaciones de la sierra, las áreas con vegetación riparia de valles interiores, el manglar y el bosque de encino. Esto suma 20,065 ha. que representa 5.6% del área total. Sin embargo es necesario señalar que la vegetación arborea solo abarca aproximadamente 5,000 ha. y la densidad de especies maderables es muy baja. En todos los casos el terreno tiene una aptitud alta y media para la extracción de los productos, excepto en el manglar donde hay restricciones por la inundación.

F.2 Terrenos no aptos para uso forestal.

Comprende los terrenos no considerados en la clase F.1 donde la cobertura vegetal aprovechable es prácticamente nula.

Tabla No. 5 Uso potencial agrícola, ganadero y forestal para cada unidad fisiográfica, de acuerdo al Sistema de Evaluación de Tierras (SER, 1981).

Unidad fisiográfica	Uso agrícola			Uso ganadero			Uso forestal									
	Capacidad		Aptitud	Capacidad		Aptitud	Capacidad		Aptitud							
	Continuo	Estacional Mecanizada	Tracción animal Manual	Procedimiento de labranza	Desarrollo de los cultivos	Suministro de agua	Praderas cultivadas	Vegetación natural	No aptos	Desarrollo de especies forra- jeras	Establecimiento del pastizal	Movilidad del ganado	Doméstico	No apto	Cubierta vegetal	Extracción
I	+	+		1	2	3	+			2	1	1		+	0	0
II			no apto	0	0	0			+	+	3,0	3,0	3,0	+	2	3
III	+	+		2,3	1,2	2	+			1,2	1	1		+	0	0
IV	+		+	3	2	3	+			1,2	2	2		+	0	0
V	+	+		1-3	1,2	1,2	+			1,2	1	1	+		3	1
VI	+	+		1-3	1,2	1,2	+			1,2	1	1		+	0	0
VII	+		+	2	2	3	+			1,2	2	1,2	+		2	1
VIII	+		+	0	2,3	0	+			2	3	3	+		2	2
IX	+	+		2,3	1,2	1,2	+			1,2	1	1		+	0	0
X	+		+	2	2	3	+			1,2	2	1,2	+		3	1
XI	+	+		2,3	1,2	0	+			1,2	1	1	+		2	1
XII	+		+	3	2,3	0	+	+		2	2,3	2,3	+		2	1
XIII	+		+	0	2,3	0	+	+		2	3	3	+		2	2

Tabla No. 5 (continuación)

Claves utilizadas :

<u>Unidades fisiográficas</u>	<u>Aptitud</u>
I - Barra	0 - Nula
II - Llanura costera inundable	1 - Alta
III - Lomeríos suaves y llanura costera	2 - Media
IV - Lomeríos moderados del Mioceno	3 - Baja
V - Valles interiores	
VI - Valle amplio del río Tuxpam	
VII - Lomeríos moderados del Oligoceno	
VIII - Lomeríos fuertes y muy fuertes del Oligoceno	
IX - Llanuras interiores	
X - Lomeríos moderados del Eoceno	
XI - Mesetas	
XII - Laderas	
XIII - Estribaciones de la sierra	

4.5.4 Requerimientos y aptitud para riego.

De acuerdo con las cartas de uso potencial ya citadas -- los requerimientos de riego para la zona de estudio son bajos, ya que la precipitación pluvial es suficiente para obtener 2 ciclos agrícolas al año. Sin embargo el proyecto Pantepec-Vinazco (SARH, 1982c) indica que un total de 119,000 ha. (33.7 por ciento del área total), que abarca parte de los valles de los ríos Tuxpam, Pantepec, Buenavista, Las Cañas y de llanuras interiores tienen aptitud para riego.

4.5.5 Deterioro del recurso suelo por erosión hídrica inducida.

Las alternativas de uso que se generan del análisis de uso actual y potencial inducen en forma diferente la pérdida de suelo, lo cual se debe en última instancia, al manejo de los cultivos y bosques y a la forma en que éstos protegen al recurso del efecto erosivo de la lluvia y los escurrimientos.

Para estimar el deterioro por erosión hídrica se determina primero cuales son las unidades fisiográficas que son más propensas a tener mayor volumen de escurrimientos, de acuerdo a su relieve, drenaje y vegetación, para lo cual se utiliza el método de Cook modificado (ver anexo A). Enseguida se hace uso de la fórmula simplificada de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo establecida por la FAO/UNESCO, que indica la tasa anual de suelo perdido por unidad de superficie. Los resultados se presentan en la tabla 6.

De los resultados obtenidos se observa que la agricultura de cultivos anuales es la actividad productiva que propicia el mayor deterioro del recurso. Esto es consecuencia de la baja protección que dan los cultivos de escarda, pues además de la poca cobertura vegetal de éstos, en los períodos de

descanso de la tierra, barbecho y crecimiento del cultivo, el suelo queda expuesto a los agentes de la erosión.

Los frutales cuando ya han madurado, ofrecen mejor protección al suelo que los cultivos anuales, ya que tienen mayor cobertura y ésta es permanente. Los pastizales por ser un cultivo tupido y la vegetación natural resguardan mejor al recurso.

Tomando en base las pérdidas provocadas por la agricultura anual se puede clasificar a las unidades fisiográficas dentro de los siguientes rangos de pérdida de suelo :

1. Unidades fisiográficas con alta pérdida de suelo.

(Entre 250 y 50 ton/ha./año)

Se ubican aquí a las estribaciones de la sierra, lomeríos fuertes y muy fuertes y laderas. Estas unidades presentan los mayores valores de escurrimiento, 85, - 60 y 75, respectivamente; las estimaciones de pérdida de suelo son de 222.1, 192.3 y 108.7 ton/ha./año, de acuerdo al orden anterior. Los dos primeros valores se deben, principalmente, al fuerte relieve que presentan las unidades señaladas y, en el caso de las laderas, a la longitud de las pendientes, que en ocasiones llega a ser hasta tres veces mayor que en lomeríos moderados.

2. Unidades fisiográficas con moderada pérdida de suelo.

(Entre 50 y 10 ton/ha./año)

En esta clase se encuentran los lomeríos moderados cuyos valores de escurrimiento varían de 60 a 70 y con pérdidas de suelo de 56.5, 47.7 y 43.7 ton/ha./año, - que corresponden a los lomeríos del Eoceno, Mioceno y Oligoceno, respectivamente. Estas diferencias se deben a la combinación entre el tipo de relieve y el grado de erodabilidad predominante. De esta forma se encuen

tra que los lomeríos moderados del Eoceno presentan - la menor resistencia a la erosión, es decir, la mayor erodabilidad; los lomeríos moderados del Mioceno tienen un relieve más acentuado pero mayor resistencia a la erosión. Por último, los lomeríos moderados del -- Oligoceno presentan el valor más bajo de pérdida de - suelo, debido a la combinación de un relieve menos --- acentuado que los lomeríos del Mioceno y una erodabilidad más baja que los del Eoceno.

3. Unidades fisiográficas con baja pérdida de suelo.
(Menor a 10 ton/ha./año)

Esta clase comprende a las unidades de llanura, valles, mesetas, barra y lomeríos suaves. Se observa que los valores de escurrimiento oscilan entre 25 y 45 y las pérdidas de suelo entre 2.6 y 9.8 ton/ha./año.

Cabe destacar por separado a la llanura costera inundable, la que presenta el valor más bajo de pérdida - de suelo, de 0.14 ton/ha./año para terrenos con pastizal cultivado.

Tabla No. 6 Valores de la estimación de escurrimientos y de pérdidas de suelo

Unidad Fisiográfica	E	R	K	LS	C	Pérdida de suelo anual (ton/ha)	Area total (ha)	Pérdida de suelo total (ton/año)
Barra	25	186.85	0.2	0.2	0.02	0.15	815	122.2
					0.36	2.69	205	551.4
Llanura costera inundable	30	186.85	0.26	0.15	0.006	0.04	7,600	304.0
					0.02	0.14	1,395	195.3
Lomeríos suaves y llanura costera	45	186.85	0.39	0.4	0.006	0.17	135	23.0
					0.02	0.58	10,435	6,052.3
					0.12	3.49	805	2,809.5
					0.25	7.28	1,430	10,410.4
Lomeríos moderados del Mioceno	60	186.85	0.2	3.5	0.006	0.78	35	27.0
					0.02	2.61	13,225	34,517.3
					0.12	15.69	125	1,961.3
					0.25	32.69	4,445	145,262.6
Valles interiores	35	186.85	0.39	0.2	0.006	0.08	1,230	98.4
					0.02	0.29	41,545	12,048.0
					0.12	1.74	1,900	3,306.0
					0.25	3.64	15,525	56,515.0
					0.36	5.24	13,000	68,120.0
Valle amplio del río Tuxpam	45	186.85	0.38	0.2	0.02	0.28	3,145	880.6
					0.12	1.7	6,870	11,679.0
					0.25	3.55	20,595	73,112.3
Lomeríos moderados del Oligoceno	65	186.85	0.26	2.5	0.006	0.72	1,055	759.6
					0.02	2.43	10,340	25,126.2
					0.12	14.57	190	2,768.3
					0.25	30.36	6,755	205,081.2
					0.36	43.72	105	4,590.6
Lomeríos fuertes del Oligoceno	90	186.85	0.26	11.0	0.006	3.2	4,640	15,308.0
					0.02	10.68	32,840	350,730.2
					0.12	64.0	1,645	105,208.0
					0.25	133.59	25,365	3,386,510.4
					0.36	192.38	5,285	1,016,728.3

Tabla No. 6 (continuación)

Unidad fisiográfica	E	R	K	LS	C	Pérdida de suelo anual (ton/ha)	Area total (ha)	Pérdida de suelo total (ton/año)
Llanuras interiores	45	201.32	0.39	0.35	0.006	0.16	190	30.4
					0.02	0.55	17,945	9,865.1
					0.25	6.87	3,265	22,430.0
					0.36	5.89	2,245	22,232.0
Lomeríos moderados del Eoceno	70	201.32	0.39	2.0	0.006	0.94	610	573.0
					0.02	3.14	12,235	38,417.9
					0.25	35.25	7,955	312,233.8
					0.36	56.53	17,270	976,273.1
Mesetas	45	201.32	0.39	0.3	0.006	0.14	1,645	261.3
					0.02	0.47	3,335	1,567.5
					0.36	8.47	100	847.4
Laderas	75	201.32	0.3	5.0	0.006	1.81	9,035	16,355.4
					0.02	6.04	15,735	95,039.4
					0.25	75.49	2,245	169,475.0
					0.36	108.71	11,760	1,278,429.6
Estribaciones de la Sierra	85	201.32	0.26	12.0	0.006	3.76	650	2,244.0
					0.02	12.56	4,610	57,901.6
					0.36	226.12	9,390	2,123,256.3

E : Valor de escurrimiento, por el Método de Cook.

Valores del factor C : 0.006 para vegetación natural

0.02 para pastizal cultivado

0.12 para agricultura de temporal permanente

0.25 para asociación de agricultura permanente y anual

0.36 para agricultura de temporal anual

R : factor de erosividad de la lluvia

K : factor de erodabilidad del suelo

LS: factor topográfico

C : Factor de cultivo y cobertura del suelo

Cálculo de pérdida de suelo anual (t) = R·K·L·S·C

Cálculo de pérdida de suelo total = A·Area total

5. DIAGNOSTICO.

5.1 Aspectos generales.

La explotación agrícola y pecuaria tiene gran importancia en la zona de estudio, ya que estos usos ocupan el 44.75 y el 47.33%, respectivamente, del área total (92.18%, en conjunto). Estos usos del suelo se han extendido a costa de una producción forestal que ha decaído y que se basó en el desmonte de la vegetación.

La vegetación secundaria que ahora existe indica que la producción agropecuaria se ha extendido aún más (aproximadamente el 95% del área total), pues la mayor parte de las comunidades secundarias son el resultado de terrenos antes en explotación y que actualmente no se utilizan.

El clima es una de las condiciones ambientales que más ha favorecido el desarrollo agropecuario. La temperatura media anual, mayor a 22°C, y la frecuencia baja de temperaturas mínimas extremas, heladas y granizo resulta favorable para las especies cultivadas. La precipitación, en promedio de 1,400 mm., con un porcentaje de lluvia invernal apreciable (entre 5 y 10.2), provoca que el suelo se mantenga húmedo en promedio 9 meses del año, de junio a julio y de septiembre a marzo (SFF, 1981, carta de humedad en el suelo), lo que permite obtener dos ciclos agrícolas al año y mantener los cultivos permanentes y pestizales en producción continua.

El 29.5% del área de estudio, que comprende lomeríos fuertes y muy fuertes, estribaciones de la sierra, la cuarta parte de las laderas y la llanura costera inundable, presenta inconvenientes serios para la producción, por la topografía y características de los suelos de estas unidades. En el resto del área (70.5%) el valor agrícola y pecuario de los terrenos

es aceptable. El material parental que ha dado origen a los suelos, principalmente de las formaciones del Cligcceno y -- Mioceno, aporta una cantidad de bases muy elevada y mantiene una alta concentración de las mismas en los suelos. De acuerdo con Duchaurour (1978) y con las observaciones realizadas en este trabajo, la riqueza de cationes alcalinoterreos y -- las acentuadas alternancias del edafoclima provocan una fuerte neoformación de arcilla hinchable del tipo 2:1 en las partes topográficamente bajas de la cuenca, a partir de materiales acarreados de las partes altas. Este proceso junto con la abundancia de lutitas, se relaciona con la predominancia de suelos de textura fina, principalmente vertisoles, en los valles, llanuras, lomeríos suaves y lomeríos moderados.

Estos suelos poseen alta capacidad de intercambio catiónico (de 25 a 40 meq/100 gr., SFP, 1982, carta edafológica y SARH, 1982c) y elevada retención de humedad, lo que sumado a un contenido moderado de materia orgánica (de 1 a 3%) y pH cercano a la neutralidad (6 a 8) da al suelo una fertilidad potencial adecuada.

Esta situación se refleja en los rendimientos de maíz, que van de 3 a 4 ton/ha/año, los cuales pueden considerarse altos si se les compara con otras zonas del país donde se obtiene, en promedio, de 1 a 1.5 ton/ha/año. (SARH, 1978).

5.2 Discusión de alternativas de uso y proposición de medidas de conservación.

Como consecuencia del desarrollo de la producción agropecuaria el recurso suelo está sufriendo un deterioro en diferentes grados, que se debe inicialmente a la destrucción de la vegetación original, la cual, como ya se mencionó, --- ofrecía la mejor protección al suelo en contra de los agentes de la erosión. El deterioro se ha incrementado al desmontar y usar aquellos terrenos con pendientes fuertes sin respetar el uso potencial ni implementar medidas de conservación en los mismos.

5.2.1 Unidades fisiográficas con pendientes mayores al 25% y pérdida de suelo al'a.

En las unidades fisiográficas de lomeríos fuertes y muy fuertes, estribaciones de la sierra y aproximadamente el 25% de las laderas, la actividad agrícola ha ocasionado el deterioro más grave al recurso, pues los terrenos con cultivos anuales inducen pérdidas de suelo de más de 100 ton/ha/año - y, aún aquellos con cultivos permanentes tienen pérdidas estimadas en 64 ton/ha/año, que rebasan con mucho el límite permisible de erosión que es de 4 ton/ha/año para suelos someros (Bennett, 1965). Incluso en estas unidades se observaron algunos terrenos, donde después de levantada la cosecha, presentaban surcos formados por el agua hasta de 30 cm. de profundidad.

Esta erosión del suelo viene acompañada de un empobrecimiento químico y biológico del recurso por pérdida de bases y disminución de la capa de humus, lo que se traduce en un descenso en la fertilidad y productividad de los suelos. De acuerdo con ésto los campesinos de la zona manifestaron que es limitado el número de cosechas de maíz que pueden obtener

se en estos terrenos, ya que si se siembran durante cinco -- años los rendimientos son cada vez más bajos, por lo que después de ese tiempo o incluso antes, los terrenos deben dejarse descansar, ser utilizados como pastizales o abandonarse.

Los cultivos permanentes también son afectados, pues su producción es menor y se detiene antes del tiempo normal. - Además la producción se ve afectada por la dificultad de controlar la invasión de plantas arvenses a los cultivos, dadas las condiciones de topografía y pedregosidad de los terrenos.

El descenso en los rendimientos obliga al campesino a - desmontar otras áreas, incluso utilizando la quema, con lo - cual se continúa propiciando la erosión. De esta forma el -- uso agrícola ha ido extendiéndose, dejando a su paso un verdadero mosaico de vegetación secundaria y de suelos con diferente grado de deterioro.

La alternativa de uso agrícola en estas unidades está < sujeta a fuerte discusión. Por un lado, como se señaló en la sección 4.5.1, estos terrenos son aptos para una agricultura manual continua, la cual de hecho se lleva a cabo aún con la branza, donde las condiciones del terreno lo permiten. Por - otro lado, el riesgo de pérdida de suelo que esta actividad conlleva y los criterios empleados por la SARH (1982d), indican que la agricultura debe restringirse en estos terrenos, eliminando, al menos, toda práctica de laboreo que mantenga al suelo sin cobertura vegetal, buscando canalizar la producción hacia cultivos tupidos y permanentes y tomando medidas urgentes para controlar la erosión donde se requiera. .

En estas unidades el uso agrícola abarca 55,690 ha. y - representa el 45.2% de las mismas y el 15.7% del área total, lo que aunado a las 14,300 ha. de vegetación secundaria da - idea de la magnitud del problema.

El uso pecuario provoca pérdidas de suelo menores de 13 ton/ha/año que aún rebasan el límite permisible. Sin embargo, este uso, que ocupa 53,185 ha. de estas unidades y representa el 43.2% de las mismas, es una alternativa aceptable, siempre y cuando se sigan una serie de medidas para reducir al mínimo los efectos del deterioro, entre las que destacan las siguientes (McIlroy, 1980) :

- a) Establecer un equilibrio entre el número de animales y el pastizal.
- b) Evitar el sobrepastoreo, sobre todo al inicio del -- crecimiento del pastizal y en la época de sequía.
- c) Efectuar la rotación de potreros y distribuir uniformemente al ganado en los mismos.
- d) Rehabilitar la vegetación desaparecida y sustituir -- las especies poco productivas.
- e) Evitar la instalación de praderas en terrenos con pendientes mayores al 40%.

En estas unidades la alternativa que resulta más adecuada es el mantenimiento y conservación de la vegetación secundaria, ya que con ésta las pérdidas de suelo se reducen a menos de 4 ton/ha/año, lo que ya es aceptable. Las comunidades secundarias ocupan actualmente el 11.6% de estas unidades y -- su extensión puede crecer o mantenerse creando áreas de reforestación y protegiéndolas hasta que un número aceptable de -- árboles se haya establecido, asimismo implementando zonas de veda de explotación de especies maderables y no maderables y restringiendo los desmontes, sobrepastoreo e incendios.

Las especies recomendables para la reforestación, por -- su adaptación a las condiciones climáticas y edáficas de la zona, son entre otras : el "ramón" u "ojite" (Prosimum ali--castrum), el "cedro" (Cedrela odorata), el "chicozapote" (Ma--nilkara zapota), la "gucuma" (Guzuma uluifolia), la "ceiba"

(Ceiba pentandra), la "chaca" (Bursera simaruba) y la "parota" (Enterolobium cyclocarpum). Estas especies en un tiempo de 3 a 5 años presentan un follaje adecuado y permanente, pudiendo extraerse de ellas varios productos; por ejemplo, sus hojas pueden servir como forraje, los frutos y semillas como alimento, la corteza para tela, frazadas o con fines curativos y el tronco y ramas gruesas como combustible y para la construcción. Estas posibilidades señalan que la conservación de la vegetación secundaria es una alternativa que debe explorarse; además con esta medida se propicia la existencia de áreas de refugio para flora y fauna valiosas.

5.2.2 Unidades fisiográficas con pendientes de 10 a 25% y pérdida de suelo moderada.

En las unidades de lomeríos moderados y parte de las laderas se presenta un deterioro del suelo menos drástico. Sin embargo, en los terrenos donde se siembran cultivos anuales la cantidad de suelo perdido es aún considerable (de 40 a 56 ton/ha/año). Únicamente aquellos terrenos agrícolas con rancales bien desarrollados, con valores de pérdida de suelo entre 14.5 y 15.6 ton/ha/año, están dentro de los límites aceptables de 18 ton/ha/año para suelos profundos (Bennett, 1965).

El uso agrícola ocupa actualmente el 49.5% de estas unidades (36,845 ha., 10.5% del área total). Estos terrenos tienen aptitud para la agricultura, pero si ésta se efectúa en forma intensiva y sin medidas de conservación se propicia una erosión considerable. Por tanto el uso agrícola constituye una alternativa en la que necesariamente se debe disminuir la pérdida de suelo con la aplicación de medidas de conservación integradas a las labores agrícolas, entre las que se proponen las siguientes :

- a) Surcado en contorno. Tiene una efectividad del 10 al 20% para reducir la pérdida de suelo (factor de con--

servación en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, P, ver anexo A). Los resultados estimados con la aplicación de esta medida, para estas unidades, se presentan en la tabla 7.

- b) Construcción de terrazas. De acuerdo con Ruiz (1979) su implementación reduce de 10 a 50% la cantidad de suelo perdido dependiendo del tipo de terraza. Ya que la elección de ésta depende de precisiones de ingeniería, su discusión queda fuera de los alcances de este trabajo.
- c) Cultivos en fajas. Incluyen cultivos de escarda y tupidos, que se trazan en contorno. La eficiencia de esta medida es de un 20% (ver anexo A), los resultados de su aplicación se señalan en la tabla 7.
- d) Rotación de cultivos. La SARH (1982d) sugiere que en una rotación de 6 años al menos se tenga un año de cultivo tupido y dos años con pastos o leguminosas. En este caso la eficiencia de esta práctica se indica por el factor de cultivo (ver anexo A), según el tipo de rotación. En la tabla 8 se indica la disminución en la pérdida de suelo para estas unidades con dos rotaciones diferentes.
 En la rotación de cultivos el agricultor puede probar la introducción o reintroducción de especies adaptadas al clima cálido como : ajonjolí, sorgo, cacahuate, camote o plátano, además de intercalar frijol cuando el cultivo de maíz está madurando (SEP, 1981c).
- e) Aplicación de abonos verdes, preferentemente leguminosas, las cuales pueden sembrarse en la época de descauso de la tierra e incorporarse cuando el maíz ha comenzado a crecer.
- f) Cultivos de cobertura, preferentemente pastos, que se pueden utilizar en terrenos donde ha desaparecido la cubierta vegetal y entre cultivos frutales para proteger el área desnuda entre ellos.

- g) Evitar dejar descubierto el suelo en la época de descanso.
- h) Adición de estiércol, para favorecer la permeabilidad del suelo.

Todas estas medidas ayudan a disipar la energía erosiva de la lluvia, limitan los escurrimientos y favorecen la estabilidad de los agregados del suelo. La selección e implementación de cada tipo de medida depende de las características del terreno y grado de deterioro; frecuentemente será necesario una combinación de varias medidas para abatir la pérdida de suelo, pues la eficiencia de tales prácticas disminuye conforme se incrementa la pendiente y el mal drenaje del suelo.

Por otro lado el uso pecuario es también una alternativa viable en lomeríos moderados y puede establecerse en forma intensiva con las recomendaciones ya señaladas para lomeríos fuertes.

Sin embargo, el uso forestal tiene menos posibilidades por la aptitud que presenten estos terrenos para la agricultura y ganadería y porque la vegetación secundaria ocupa una extensión mínima (2,2%) en estas unidades.

5.2.3 Unidades fisiográficas con pendientes menores al 10% y pérdida de suelo baja.

Las unidades fisiográficas de valles, mesetas, llanuras interiores, lomeríos suaves y barra, que en conjunto abarcan el 41% del área total, son terrenos con alta potencialidad agrícola y pecuaria y presentan una pérdida de suelo menor a 10 ton/ha/año. La agricultura y ganadería pueden llevarse a cabo en forma intensiva pero se requiere la implementación de algunas de las medidas de conservación ya mencionadas, principalmente el sarcado en contorno, rotación de cultivos y potrero

ros, aplicación de abonos verdes y adición de estiércol, lo cual reducirá aún más la pérdida de suelo y ayudará a resolver los problemas ocasionados por drenaje interno. Respecto a este último punto, el problema que originan estos terrenos para el laboreo agrícola se ha tratado de resolver preparando la tierra cuando el suelo se encuentra a capacidad de campo, lo cual obliga al productor a adaptarse a las condiciones climáticas, ya que no se dispone de sistemas de riego y drenaje. Si el laboreo se efectúa insistentemente cuando el suelo está saturado de humedad se corre el riesgo de provocar una compactación al mismo, lo que sería muy perjudicial para el desarrollo de las plantas. Por tanto, para estas unidades se recomienda la implementación de sistemas de drenaje para desaljar el volumen de agua recibida en exceso y también, la construcción de bordos sobre el cauce del río Tuxpám y otros arroyos donde son frecuentes las inundaciones por desbordamiento, para evitar disminución y pérdida de las cosechas.

En estas unidades la alternativa de uso forestal está -- también muy restringida y se recomienda un aprovechamiento -- muy limitado del bosque de encino y la vegetación riparia.

Por otro lado, la llanura costera inundable, por sus características de alta salinidad y sodicidad, apenas permite la alternativa de uso pecuario en forma limitada, por lo que el uso más adecuado es el aprovechamiento del tular y manglar, lo que al mismo tiempo permite contar con un refugio para la fauna.

Tabla No. 7 Disminución de los valores de "pérdida de suelo" (A) con la aplicación de algunas medidas de conservación en diferentes unidades fisiográficas.

Unidad fisiográfica	Valor de A sin medidas de conservación (ton/ha/año)	Surcado en contorno		Cultivo en fajas (con bandas alternas de pradera)	
		Valor de P aplicado.	Valor de A estimado (ton/ha/año)	Valor de P aplicado	Valor de A estimado (ton/ha/año)
Valles interiores	5.24	0.50	2.62	0.25	1.31
Llanuras interiores	9.89	0.50	4.94	0.25	2.47
Mesetas	8.49	0.50	4.24	0.25	2.12
Lomeríos suaves y llanura costera	10.48	0.50	5.24	0.25	2.62
Lomeríos moderados:					
del Mioceno	47.07	0.80	37.65	0.40	18.83
del Oligoceno	43.72	0.80	34.97	0.40	17.49
del Mioceno	56.53	0.80	45.22	0.40	22.61
Laderas	108.71	0.50	97.84	0.45	48.92

Tabla No. 8 Disminución de los valores de "pérdida de suelo" (A) con la rotación de cultivos en diferentes unidades fisiográficas.

Unidad fisiográfica	Valor de A sin rotación (ton/ha/año)	Valor de A con C = 0.2 (ton/ha/año)	Valor de A con C = 0.043 (ton/ha/año)
Valles interiores	5.24	2.91	0.62
Lomeríos suaves y llanura costera	10.48	5.82	1.25
Llanuras interiores	9.89	5.49	1.18
Lomeríos moderados			
del Mioceno	47.07	26.15	5.62
del Oligoceno	43.72	24.29	5.22
del Eoceno	56.53	31.41	6.72
Laderas	108.71	60.39	12.98

C = 0.2, cuando la rotación de cultivos consta de tres años de cultivo de escarda, un año de cultivo tupido y dos años de pastos o leguminosas, para un ciclo de 6 años.

C = 0.043, cuando la rotación de cultivos consta de no más de un año de cultivo de escarda, un año de cultivo tupido y cuatro años de pastos o leguminosas, para un ciclo de 6 años.

Fuente : Los valores para el "factor de cultivo" (C) se obtuvieron de Thompson y Troeh (1980).

5.3 Pronóstico.

En esta sección se hace una estimación del deterioro que puede sufrir el recurso suelo en un plazo de tres años, dado el uso actual de los terrenos y la velocidad de pérdida de suelo estimada.

Como ya se mencionó en la sección 5.1, la zona de estudio presenta una aptitud aceptable para la producción agropecuaria y esta actividad se ha incrementado en los últimos años hasta ocupar más del 50% del área de estudio. Por la política de producción para el sector primario vertida en el Plan de Desarrollo Agropecuario para el Estado de Veracruz (SARN, 1979) y la presión de los habitantes de la zona hacia el recurso suelo, es indudable que el ritmo de uso actual de éste se mantenga, al menos, en los siguientes cinco años, lo cual tiene consecuencias directas en el avance de los procesos generales de deterioro del suelo.

El primer aspecto grave se presenta en las unidades fisiográficas con pérdida de suelo alta, del orden de 100 a 200 ton/ha/año. Si se calcula que 1.66 ton/ha de suelo perdido equivalen a una capa de 0.1 mm, una pérdida de 600 ton/ha en un lapso de tres años, sería igual a la desaparición de 39.6 mm de suelo, aproximadamente un 15% de la capa arable. Esta degradación vendría aparejada de un fuerte descenso en la fertilidad y la acidificación del suelo, lo que a su vez repercutiría en una baja en la producción.

Aún en loteríos moderados, donde los cultivos anuales pueden provocar pérdidas hasta de 170 ton/ha en tres años, el daño sería bastante grave, 11.2 mm desaparecidos de capa arable. Por esta situación se hace necesario que la aplicación de medidas de conservación lleve a reducir la pérdida de suelo a menos de 12.5 ton/ha/año, equivalentes a 0.5 mm de suelo en tres años, que es un valor tolerable.

También en valles, llanuras interiores, mesetas y lomeríos suaves, un uso exhaustivo del suelo con cultivos anuales y en pendientes ligeras puede provocar pérdidas significativas, hasta de 30 ton/ha en tres años, aproximadamente 1.5 mm de capa arable, pues se debe considerar que los suelos de estas unidades son muy erodables. Por tanto resulta muy conveniente la aplicación de medidas de conservación para disminuir la pérdida de suelo a menos de 1.5 ton/ha en tres años, equivalente a 0.1 mm de suelo, lo que representa un límite aceptable.

Todo este deterioro que se ha señalado implica daños secundarios bastante graves, ya que la pérdida de suelo provoca la depositación de sedimentos en las partes bajas de la cuenca, lo que puede tener como consecuencia cambios hidrológicos y contaminación de cuerpos de agua y suelos, a causa del contenido de fertilizantes, plaguicidas y materia orgánica de los sedimentos. Además el desmonte excesivo puede llevar a la desaparición definitiva de varias especies valiosas de la flora y la fauna, principalmente grupos de reptiles, aves y mamíferos.

Ahora bien, actualmente el Estado busca intensificar la producción proyectando un distrito de riego en 119,000 ha. de los terrenos con alto potencial agropecuario (Proyecto Pantepec-Vinazco, SARH, 1982c). Si bien es posible que los rendimientos de los cultivos se incrementen al aplicarse el riego, ya que se ha señalado que los vertisoles y otros suelos de textura fina son muy productivos bajo irrigación, por su alta fertilidad potencial (SARH, 1981), la irrigación misma tiene consecuencias negativas en la calidad del recurso suelo, además de la pérdida de 6,922 ha. que se destinarían a la creación de 6 presas almacenadoras, según el proyecto citado.

El uso del agua de riego, en láminas excesivas, aunado -

a un laboreo agrícola intenso, provoca un deterioro de la estructura del suelo y la formación de una capa impermeable de partículas finas provenientes de la desestabilización de los agregados. Ya que se trata de suelos pesados, el riego excesivo provoca un mayor aumento en la escorrentía, erosión, elevación del manto freático y la concentración de sales en la superficie por la alta evaporación.

Respecto a este último punto, las pruebas de la calidad de agua de riego (SFF, 1963, carta hidrológica de aguas superficiales y SARH, 1982c) indican que la mayoría de los afluentes del río Tuxpam tienen salinidad media y sodicidad baja -- (clase C2-S1, según la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 1977). Esto señala que las aguas pueden usarse para riego, siempre y cuando haya un grado moderado de lavado, pues los suelos pesados son muy susceptibles a ensalitrarse y los principales cultivos de la zona, naranja, tabaco, maíz y frijol, son moderada y altamente sensitivos a las sales y pueden sufrir daños a consecuencia de la acumulación de sodio en sus tejidos, aún cuando los valores de sodio intercambiable sean más bajos que los necesarios para deteriorar la estructura física del suelo.

Por estas razones, es recomendable que el uso del agua de riego se haga en forma limitada y se concrete a riegos de apoyo, pues los requerimientos de riego son bajos. Además es necesario implementar, sobre todo, un sistema de drenaje, ya que la clave para evitar el ensalitramiento está en el lavado de las sales del suelo. Aquí es importante recalcar que el programa de riego debe incluir el control de la erosión del suelo, pues de lo contrario, se corre el riesgo de que los embalses se inutilicen rápidamente por azolvamiento.

6. CONCLUSIONES.

1) El uso agrícola y pecuario se ha extendido ampliamente en la zona de estudio, ya que actualmente ocupa el 92.18% del área de estudio. Esta situación se debe, en parte, a las características favorables del clima, y a que el relieve y los suelos del 70.4% del área total presentan condiciones aceptables para la producción, que permiten altos rendimientos, en comparación con otras zonas del país.

2) La extensión de la producción agropecuaria se ha efectuado sin respetar el uso potencial de los terrenos ni establecer medidas de conservación. Esto tiene como consecuencia directa una alta erosión hídrica del suelo que va de 10 a 50 ton/ha/año en lomeríos moderados y de 50 a 250 ton/ha/año en lomeríos fuertes y muy fuertes, laderas y estribaciones de la sierra, afectando el 55.8% del área de estudio. El deterioro más alto se presenta en terrenos con un uso agrícola, cuya extensión, en las unidades arriba mencionadas, representa el 26.1 por ciento del área total.

La erosión trae como consecuencia el empobrecimiento químico y biológico del suelo, lo que causa una baja en los rendimientos de la producción. Más aún, la erosión implica un fuerte riesgo de perder el recurso definitivamente, pues una pérdida de 600 ton/ha en tres años, conllevaría a la desaparición del 15% de la capa arable, que es la más rica en humus.

Asimismo, la producción agropecuaria ha impactado otros recursos, como las especies arbóreas maderables y la flora y fauna silvestre de la zona, que hoy se encuentran en peligro de desaparecer de la región.

3) En lomeríos fuertes y muy fuertes, estribaciones de la sierra y laderas con pendientes mayores al 25%, se hace necesario una restricción de las actividades agrícolas, por el alto impacto que éstas causan al recurso, eliminando todo ti-

po de laboreo que implique la pérdida de la cobertura vegetal, principalmente en la época de lluvias. En estos terrenos se debe aplicar un control inmediato en las áreas que carecen de vegetación, implantando cultivos de cobertura. Por tanto, con viene canalizarlos hacia la producción pecuaria y forestal, dado el menor riesgo de deterioro que implican; además, se de be impulsar la reforestación y creación de zonas de veda que sirvan, entre otras cosas, para la conservación de la vida -- silvestre.

4) En lomeríos moderados y laderas con pendiente menor al 25%, el uso agrícola constituye una alternativa viable, pero se debe realizar necesariamente con medidas de conservación, principalmente surcado en contorno, terraceo, cultivos en fa- jas, rotación de cultivos y aplicación de abonos verdes, has- ta disminuir la pérdida de suelo a menos de 12.5 ton/ha/año.

El uso pecuario también es una alternativa adecuada y se puede llevar a cabo en forma intensiva, evitando el sobre- pastoreo. La posibilidad de un uso forestal es baja, dada la poca extensión de la vegetación secundaria aprovechable.

5) Las unidades fisiográficas de valles, llanuras inte- riores, mesetas y lomeríos suaves, que representan el 41.2% - del área total, tienen aptitud para un uso agrícola y pecua- rio intensivo y el deterioro que en ellas se presenta es bajo, pero se requiere de medidas de conservación y de prácticas de mejoramiento de la permeabilidad del suelo, como la adición - de estiércol y la aplicación de abonos verdes.

Aunque estos terrenos son aptos para riego, los requé- rimientos de éste son bajos y se limitan a un suministro de - apoyo. Además, por las características de los suelos, la apli- cación del riego tiene el riesgo de erosionar y ensalitrar el suelo; por lo cual se recomienda, con prioridad al riego, la implementación de un sistema de drenaje.

La llanura costera abundante debe destinarse al apro- vechamiento de la vegetación natural que ahí se desarrolla y

permitir que sirva como refugio a la flora del lugar y a la fauna local y migratoria.

7. CONSIDERACIONES FINALES.

La apropiación de los recursos naturales se basa fundamentalmente en las condiciones sociales y económicas de la sociedad y es indudable que éstas son los factores determinantes en la determinación del uso del suelo

Desde esta perspectiva resulta indispensable entender -- las necesidades e intereses de la población, el conflicto que se vive en torno a la tenencia de la tierra y todos aquellos aspectos que tienen que ver con la producción agropecuaria y forestal, para así comprender, por ejemplo, que ha orillado a muchos campesinos a utilizar terrenos con serias limitantes.

Con este conocimiento se podrá tener un cuadro más completo para poder ofrecer alternativas de uso de los recursos más concretas, que serán aceptadas por los habitantes si éstas satisfacen sus necesidades principales, sin que esto obstaculice para tener la consideración y cuidados necesarios para conservar tales recursos a largo plazo, teniendo en ello la participación de todos los productores.

Se requiere por tanto de una planificación del uso del suelo donde se evite el deterioro de este recurso y a la vez pueda ser utilizado eficientemente de acuerdo a sus capacidades y, teniendo en cuenta el interés social, se pueda determinar cual es el uso más conveniente y adecuado. El presente trabajo sólo es una contribución pequeña a tal fin.

8. BIBLIOGRAFIA.

- AGUILAR SANCHEZ, G. 1982. Metodología para obtener y aplicar factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo - para las condiciones de México. Tesis. México, UACH, -- 77 h.
- ARIAS ROJCO, H. 1980. El factor R de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo en la cuenca del río Tezcoco. Tesis. México, UACH. 115 h.
- BENNETT, H. 1965. Elementos de conservación del suelo. México, F.C.E. 403 pp.
- CENTRO INTERAMERICANO DE FOTOINTERPRETACION. 1976. Interpretación de fotografías aéreas para el reconocimiento de suelos. Bogotá, C I.F.
- CONGRESO GEOLOGICO INTERNACIONAL. 1957. Excursión C-16, visitas a las localidades tipo de las formaciones de la cuenca sedimentaria Tampico-Misantla, en la llanura costera del Golfo de México. México, Congreso Geológico Internacional. 78 pp.
- GUANALCO DE LA CERDA, H. y C. Ortiz-Solorio. 1977a. Levantamiento fisiográfico del área de influencia de Chapingo. México, UACH, Colegio de Postgraduados. 83 pp.
- GUANALCO DE LA CERDA, H. y C. Ortiz-Solorio. 1977b. Metodología para el levantamiento fisiográfico. México, UACH, Colegio de Postgraduados. 72 pp.
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS. 1977. --- Suelos salinos y sódicos. 6ª ed. México, Limusa, 172 pp.
- DUCH GARY, J. 1980. Proposiciones metodológicas para la determinación del potencial de uso agrícola de las tierras. En : "Seminario sobre la producción agrícola en Yucatán". Ed. Efraim Hernández X. y Rafael Padilla y Ortega. p. 175 - 238.

- BUCHAUFOUR, F. 1978. Manual de edafología. Barcelona, Toray-Masson. 476 pp.
- FAC/UNESCO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos del mundo. Roma, FAC. 86 pp.
- FORBES, C. 1977. Elementos para la interpretación de geofor-
mas. Bogotá, C.I.F. 58 pp.
- GAJON SANCHEZ, C. 1963. El cultivo del naranjo y otras auranti-
cáceas. 3ª ed. México, Ed. Trucco, 260 pp.
- GARCIA MIRANDA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasi-
ficación climática de Köppen. 2ª ed. México, UNAM. 246
pp.
- GOMEZ-POMPA, A. 1977. La ecología de la vegetación en el Es-
tado de Veracruz. México, CROSA. 41 pp.
- GUERRA ROSA, F. 1980. Fotogeología. México, UNAM. 337 pp.
- HOLZKEY, C. y M. Maubach. 1977. Using soil taxonomy to esti-
mate K values in the Universal Soil Loss Equation. En :
"Proceedings of the National Conference of Soil Erosion.
Soil erosion : prediction and control". Iowa. Soil Con-
servation Society of America. p 115 - 125.
- HUDSON, N. 1981. Soil conservation. 2ª ed. Londres, Batsford.
320 pp.
- KLINGBIEL, A. y P. Montgomery. 1977. Clasificación de capa-
cidad de uso de la tierra. 2ª ed. México, SARH, (tr.
personal técnico). 42 pp.
- LEON ARTETA, R. 1975. El levantamiento fisiográfico y la con-
servación de suelos. Tesis. México, UACH. s/h.
- LOPEZ RAMOS, E. 1976. Geología de México. 3ª ed. México, Ed.
Escolar, tomo II. 402 pp.
- McILROY, R. 1980. Introducción al cultivo de los pastos tro-
picales. México, Limusa. 168 pp.

- MERITANO ARENAS, J. 1977. Geomorfología básica. México, UACH. 109 pp.
- FEMEX/ICATEC. 1979. Estudio preliminar del proyecto Chicontepec. México, FEMEX, inédito.
- FENNINGTON, J. y J. Serukhán. 1968. Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México. México, IMIF. 411 pp.
- RUIZ, F. 1979. Evaluación de 5 tipos de terrazas en los suelos de ladera de la cuenca del río Tezoco. Tesis. México, UACH. 97 h.
- RZEDCWSKY, J. 1978. Vegetación de México. 2ª ed. México, Limusa. 451 pp.
- SAG, DGCSA. 1972. Estimación de las superficies erosionadas del país, México, SAG. 158 pp.
- SARH. 1977. Perspectivas del desarrollo-agroeconómico del Estado de Veracruz. México, SARH. 116 pp.
- SARH. 1978. Agenda técnica agrícola de Veracruz. México, UACH. 243 pp.
- SARH. 1979. Plan Nacional de Producción Agropecuaria y Forestal para el Estado de Veracruz, 1980 - 1982. México, SARH, tomos I y III. 308 pp.
- SARH. 1981. Vertisoles en los trópicos y subtropicos: uso y manejo. México, SARH, (tr. R. Appel). 26 pp.
- SARH. 1982a. Inventario de áreas erosionadas, rangos de pendiente y unidades de suelo en el Estado de Veracruz. México, UACH, Colegio de Postgraduados. 247 pp.
- SARH. 1982b. Leyenda del mapa de suelos del mundo FAO/UNESCO. México, SARH, (tr. R. Appel). 125 pp.
- SARH. 1982c. Manifestación de impactos ambientales derivados de la implementación del proyecto Pantepac-Vinazco, Ver. México, SARH, Desarrollo Agroindustrial, Comercial y Forestal. s. . .

- SARH. 1982d. Manual de conservación de suelo y agua. 2ª ed. México, UACH, Colegio de Postgraduados. 248 pp.
- SEP. 1981a. Cultivos de plantación. México, Trillas, (Manuales para la educación agropecuaria, No. 8). 112 pp.
- SEP. 1981b. Frijol y chicharo. México, Trillas, (Manuales -- para la educación agropecuaria, No. 12). 58 pp.
- SEP. 1981c. Maíz. México, Trillas, (Manuales para la educa-- ción agropecuaria, No. 10). 56 pp.
- SFP. 1977. Instructivo para la elaboración de la carta de -- uso del suelo, escala 1:1,000,000. México, SFP. 10 pp.
- SFP. 1981. Guía para la interpretación de la cartografía de uso potencial del suelo. México, SFP. 50 pp.
- SFP. 1982. Geología de la República Mexicana. México, SFP. 82 pp.
- THOMPSON, L. y F. Troeh. 1980. Los suelos y su fertilidad. 4ª ed. Barcelona, Reverté. 649 pp.
- WISCHEMEIER, W. y D. Smith. 1965. Predicting rainfall-erotion losses from cropland East of the Rocky Mountsins. USDA, Agr. Handbook. 47 pp.
- ZAMORA DE LA FUENTE, A. 1959. El tabaco y su cultivo. México, Ed. Suma Agris. 318 pp.

Lista de cartas consultadas y su escala

- CENAL, 1970. Climas. 1:500,000
 SFF, 1981. Humedad en el suelo. 1:1,000,000
 SFF, 1982. Edafológica. 1:250,000
 SFF, 1982. Fisicográfica. 1:1,000,000
 SFF, 1982. Geológica. 1:250,000
 SFF, 1982. Uso del suelo y vegetación. 1:250,000
 SFF, 1982. Uso potencial agrícola, ganadero y forestal.
 1:1,000,000
 SFF, 1983. Evapotranspiración y déficit de agua. 1:1,000,000
 SFF, 1983. Hidroclógica de aguas subterráneas. 1:250,000
 SFF, 1983. Hidroclógica de aguas superficiales. 1:250,000
 SFF, 1983. Topográfica. 1:50,000
 SFF, inédita. Fisiográfica. 1:250,000

Hojas consultadas

En escala	Hoja
1:1,000,000	México
1:500,000	Pachuca
1:250,000	F14-8, F14-9, F14-11 y F14-12
1:50,000	F14-D43, D44, D45, D46 D53, D54, D55, D56 D64, D65 D74

Anexo A. Método para estimar la degradación del suelo por erosión hídrica propuesto por la FAO/UNESCO y método de Cook.

La FAO/UNESCO (1980) establece seis procesos generales de deterioro del suelo :

- 1.- Erosión hídrica.
- 2.- Erosión eólica.
- 3.- Exceso de sales (salinización y sodicación).
- 4.- Degradación química por lavado de bases (acidificación) y por contaminantes tóxicos.
- 5.- Degradación física por aumento en la densidad aparente y disminución de la permeabilidad.
- 6.- Degradación biológica por pérdida de materia orgánica.

La erosión hídrica inducida es una de las formas más graves de deterioro, ya que implica la pérdida, prácticamente irreparable, del suelo. Para el deterioro por erosión hídrica se utilizan dos métodos, que se basan en la información de las descripciones de fisiografía y uso del suelo, presentando la limitante de no poder contar con medidas experimentales de campo que permitan calibrar las ecuaciones paramétricas que se usan en ambos métodos.

El primer método es una estimación semicuantitativa de los escurrimientos y se conoce como método de Cook modificado (Hudson, 1981). La estimación es una suma de tres valores, cada uno de los cuales representa el grado en que los escurrimientos son determinados por las características de relieve, tipo de suelo y drenaje y cobertura vegetal. Para cada unidad fisiográfica se asigna un valor de acuerdo a la tabla 9 y se obtiene un resultado adimensional que oscila entre 25 y 100, señalando la magnitud de los escurrimientos conforme aumenta este valor y, por tanto, donde existe mayor posibilidad de erosión hídrica.

El segundo método es una fórmula simplificada de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (EUPS), (Wischmeier y Smith, 1965), diseñada por la FAO/UNESCO para elaborar el mapa mundial en escala 1:5,000,000 de degradación del suelo, -- donde se utilizan valores aproximados para áreas extensas. -- Los resultados que se obtienen son más inexactos, pero tienen validez de acuerdo con la escala que se usa. Por lo tanto, el método es susceptible de mejorarse de acuerdo con la información de que se disponga.

La EUPS se simboliza como : $A=R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot F$, donde

A= cantidad de suelo perdido en ton/ha/año; este valor se establece para cada unidad fisiográfica por cada patrón de uso.

R= factor de precipitación. Evalúa el potencial erosivo de la lluvia en términos de unidades de índice de erosividad (u.i.e.). La estimación se hace aplicando el índice de Fournier modificado :

$$R = \frac{F_i^2}{P}$$

, donde F_i = precipitación mensual.

P = precipitación total anual.

Arias (1980) menciona que existe buena correlación entre el índice de Fournier y el índice I_{30} utilizado en la EUPS, y establece para la cuenca del río Tezco un factor de correlación $r = 0.76$. Concluye que, en regiones donde no se cuente con pluviógrafo, el índice de Fournier puede ser utilizado con buenos resultados. En la zona de estudio el valor de R se ha obtenido para dos estaciones climáticas, Tuxpan $R = 186.85$ y Chilcotepec $R = 201.32$. La segunda estación se encuentra ubicada en un régimen más lluvioso y su valor se asigna a aquellas unidades fisiográficas que están cerca de las estribaciones de la Sierra Madre Oriental y de la Sierra de Tantima.

K= factor de erodabilidad del suelo. Se expresa como la tasa de erosión por unidad de índice de erosividad --

(ton/ha./u.i.e.). Los valores obtenidos se basan en el trabajo de Holzkey y Maubach (1977) que agruparon los valores de K de varias miles de series de suelos en -- los Estados Unidos en cinco grupos que se definen por una clase textural, asignando en unidades internacionales los los valores siguientes :

<u>Textura</u>	<u>Valor de K</u>
Arenosa	0.20
Limos finos y gruesos	0.42
Migajones finos	0.38
Migajones gruesos	0.26
Arcillosa	0.39

Para asignar el valor correspondiente a cada unidad fisiográfica se utilizan los datos de los perfiles y la unidad de suelos dominante, haciendo su equivalencia con la clasificación americana (7ª aproximación).
 L·S= factor topográfico. Es adimensional y se obtiene de una gráfica (Hudson, 1981), donde se entra con el valor de S (inclinación promedio de las pendientes, en %) y el valor de L (longitud promedio de las laderas, en m.). La pérdida de suelo se incrementa exponencialmente conforme aumenta S y logarítmicamente conforme aumenta L. Los valores de L y S provienen de los datos del mapa topográfico escala 1:50,000 y de las determinaciones de campo.

C= factor de cultivo y de cobertura del suelo. Es adimensional y se obtiene de acuerdo al rango de valores -- que establece la FAO/UNESCO (1980), Thompson y Troeh (1980) y Wischmeier y Smith (1965).

Para calcular el valor de C en la agricultura anual, el ciclo se divide en 5 etapas : barbecho, siembra, establecimiento de la planta, madurez y descanso de la tierra. Cada etapa tiene un valor de C que se le asigna a cada mes del año de acuerdo con la etapa predomi

nante. Este valor se multiplica por el valor de erosión del mismo mes ($\frac{Fi}{F}$) y se obtiene el valor del producto anual al efectuar la suma de los valores mensuales (ver tabla 10). Esta operación queda señalada como :

$$C_{\text{anual}} \cdot R_{\text{anual}} = \sum_{i=1}^{12} C_{\text{mensual}} \cdot R_{\text{mensual}}$$

El valor obtenido para la agricultura anual es 0.36, que indica que existe baja protección del suelo. Para la agricultura permanente el valor es de $C = 0.12$, ya que presenta una cobertura más amplia y continua. En la asociación de cultivos anuales y permanentes se asigna un valor intermedio, $C = 0.25$

Al pastizal cultivado, si no existe sobrepastoreo, se le asigna un valor de $C = 0.02$, ya que ofrece una protección continua y permanente. Por último, a la vegetación natural se le asigna un valor de $C = 0.0006$.

F = factor de conservación. Es adimensional y se parte de la premisa de que cuando no se efectúan prácticas de conservación F tiene un valor de 1.0. Si se establece una práctica de conservación el valor de F es menor de 1.0 y señala la eficiencia que tiene para disminuir la erosión. En la tabla 11 se establecen los valores de P para las prácticas de surcado en contorno y cultivos en fajas, según Wischmeier y Smith (1965).

Tabla No. 9. Valores para los parámetros de cobertura, drenaje y pendiente para estimar el valor de escurrimientos en el método de Cook modificado.

Cobertura		Tipo de suelo y drenaje		Pendiente	
Pasto denso	10	Profundo, bien drenado	10	Plana o suave	5
Matorral o pasto abierto.	15	Profundo, drenaje moderado.	20	Ligeramente ondulada	10
Tierras cultivadas.	20	Profundo, drenaje regular.	25	Ondulada	15
Tierra desnuda o erosionada.	25	Superficiales, - drenaje deficiente.	30	Muy ondulada	20
		Superficiales, impermeables y saturados de agua.	50	Montañosa	25

Para obtener el valor de escurrimiento se suma cobertura + tipo de suelo y drenaje + pendiente.

Fuente: Hudson, 1981.

Tabla No. 10 Cálculo del factor de cultivo (C) para la Agricultura de temporal anual

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Laboreo efectuado durante el mes (1)	AD	D	C	E	E	BS	AD	D	C	E	E	BS
Valor de C mensual	0.4	0.2	0.1	0.6	0.6	0.6	0.4	0.2	0.1	0.6	0.6	0.6
Valor de R mensual para la estación de Tuxpam	1.66	0.67	0.41	0.38	7.34	28.21	27.16	13.51	65.58	37.94	3.14	0.85
Valor de R·C para la estación Tuxpam	0.66	0.13	0.04	0.23	4.4	16.93	10.86	2.7	6.56	22.76	1.88	0.51
Valor de R mensual para la estación de Chicontepec	1.94	2.07	2.46	3.34	8.45	34.13	40.01	13.98	60.91	26.10	5.67	2.26
Valor de R·C para la estación Chicontepec.	0.77	0.41	0.25	2.0	5.07	20.47	16.00	2.8	6.09	15.66	3.4	1.36

(1) Clave :

- B - Barbecho
- S - Surcado
- A - Siembra
- D - Deshierbe
- C - Cosecha
- E - Descanso

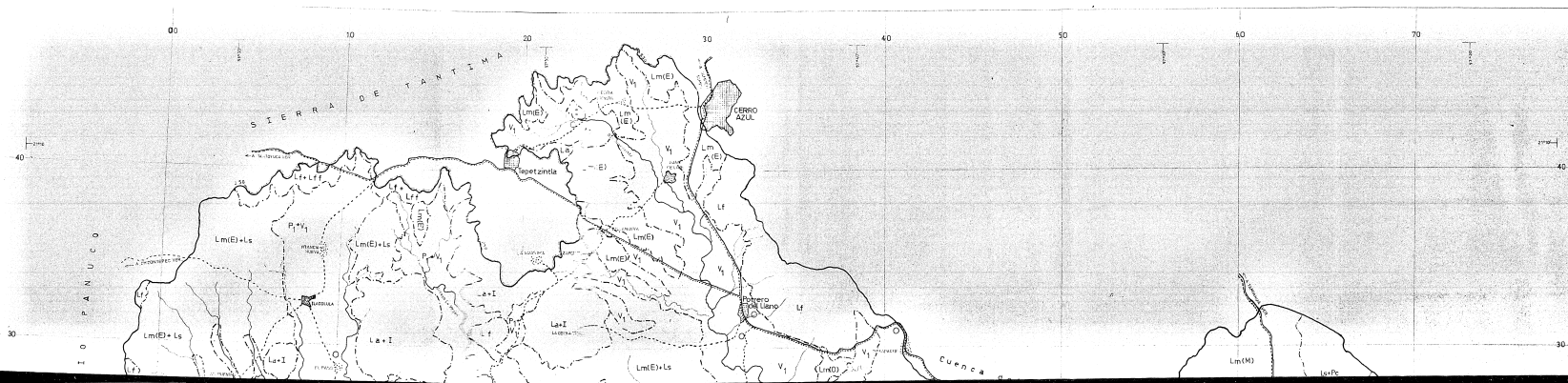
R·C estación Tuxpam = 67.26
 R = 186.85
 C = 0.36

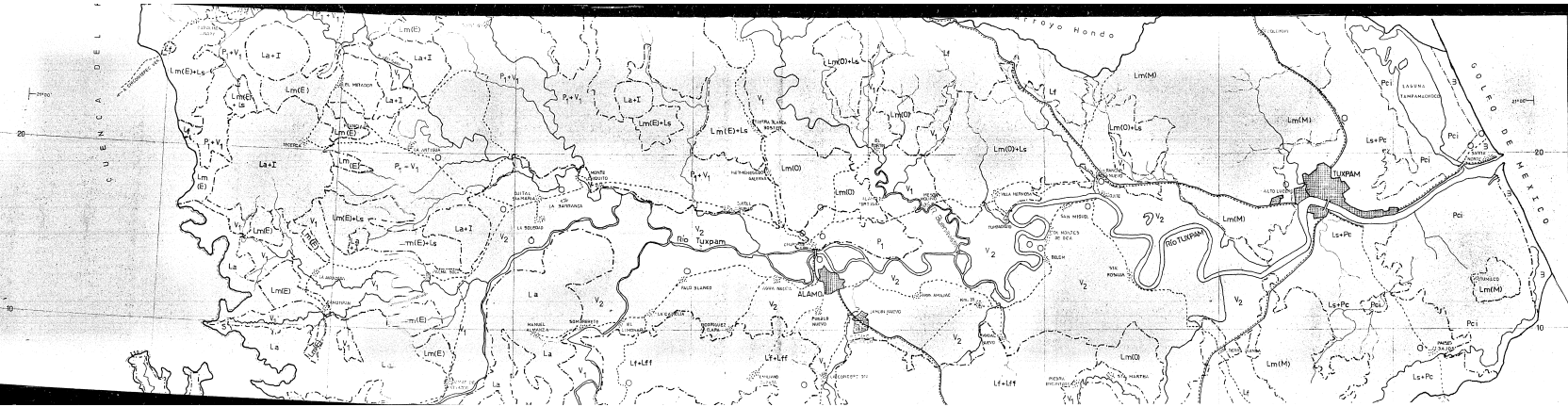
R·C estación Chicontepec = 74.28
 R = 201.32
 C = 0.36

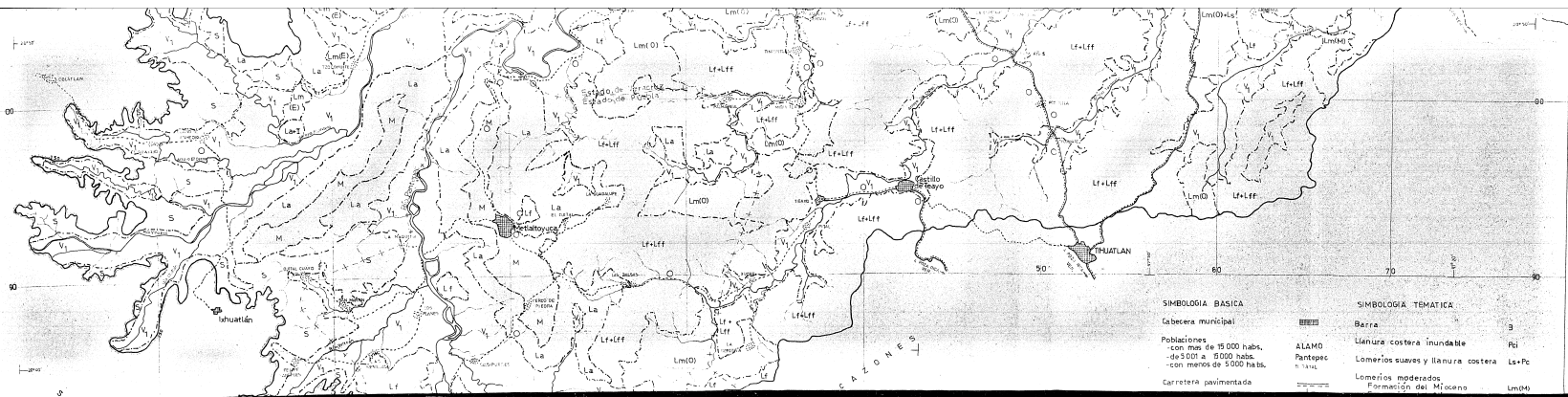
Tabla No. 11 Valores del factor "prácticas de conservación" (P) que se aplican en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.

Porcentaje de pendiente	Valores del factor "prácticas de conservación" (P)		
	Surcado en contorno	Cultivo en fajas (con bandas alternas de pradera)	Cultivo en fajas (con bandas alternas de cereales)
1.1 - 2.0	0.60	0.30	0.45
2.1 - 7.0	0.50	0.25	0.40
7.1 - 12.0	0.60	0.30	0.45
12.1 - 18.0	0.80	0.40	0.60
18.1 - 24.0	0.90	0.45	0.70

Fuente: Wischmeier y Smith, 1965.







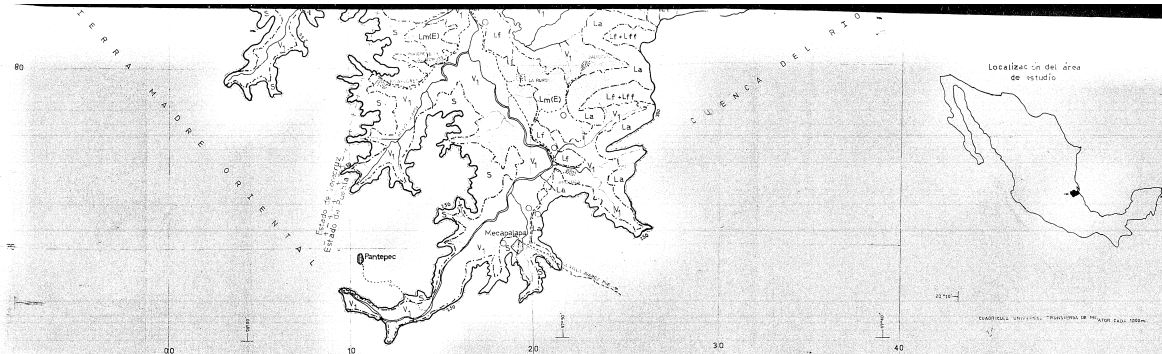
SIMBOLOGÍA BÁSICA

Cabecera municipal
 Poblaciones
 - con más de 15 000 hab.
 - de 5 001 a 15 000 hab.
 - con menos de 5 000 hab.
 Carretera pavimentada

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

Barra
 Llanura costera inundable
 Lomeríos suaves y llanura costera
 Lomeríos moderados
 Formación del Mioceno


3
 Ri
 Ls+Pc
 Lm(O)

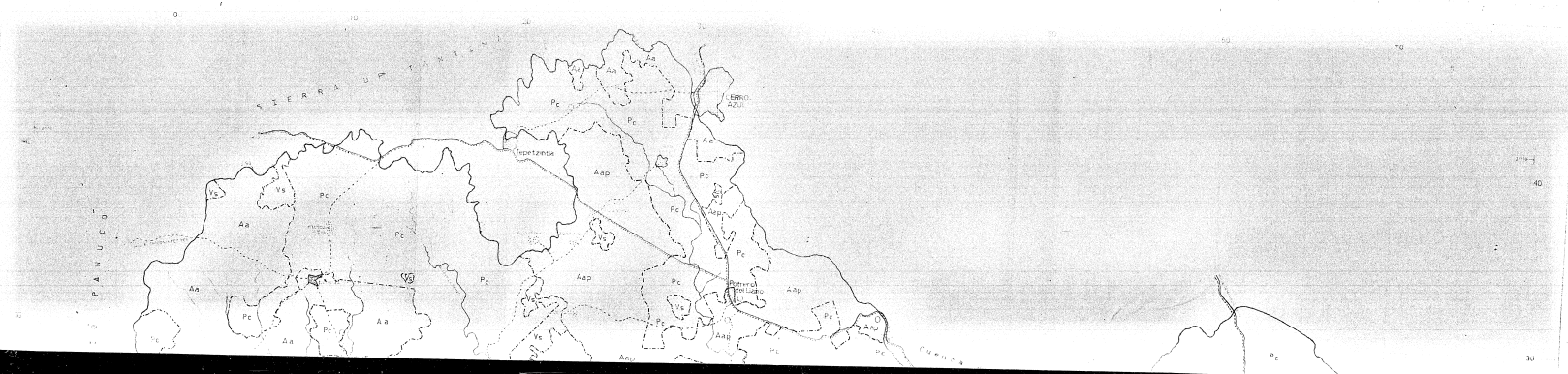


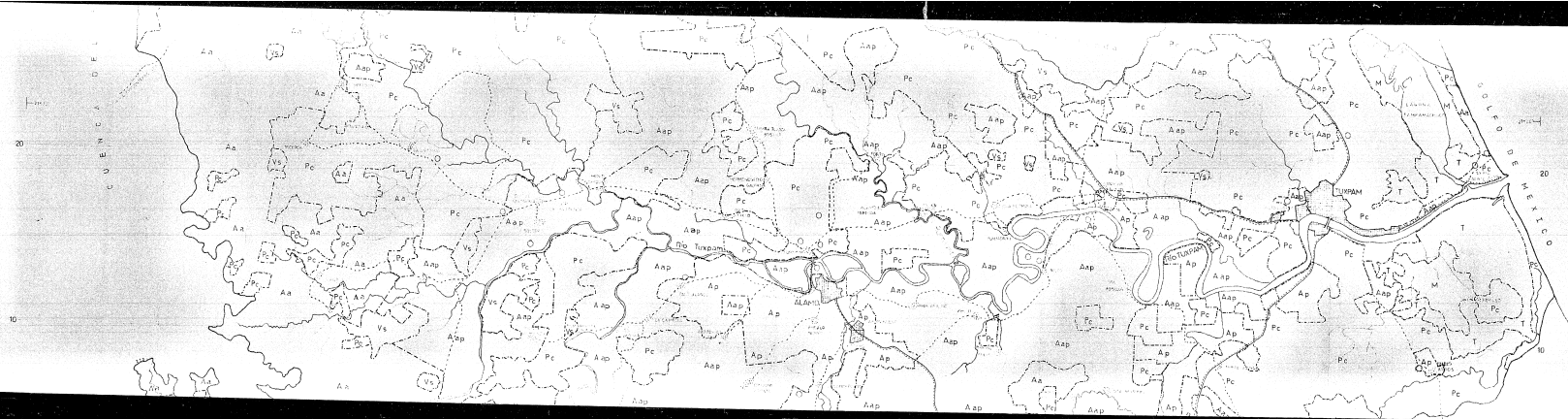
Límite estatal del Oligoceno	—	Lomeríos fuertes y muy fuertes	LI-4ff
Río	—	Valles interiores	V1
Arroyo	—	Valle amplio del río Tuxpam	V2
Límite del área de estudio -parqueque de la cuenca -cota de 250 m.s.n.m.	—	Llanuras interiores	P1
Punto de verificación	○	Mesetas	M
Puente	—	Laderas	LA
Límite de unidades fisiográficas	—	Estribaciones de la Sierra	S
		Tapones y Crestas Igneas	Z

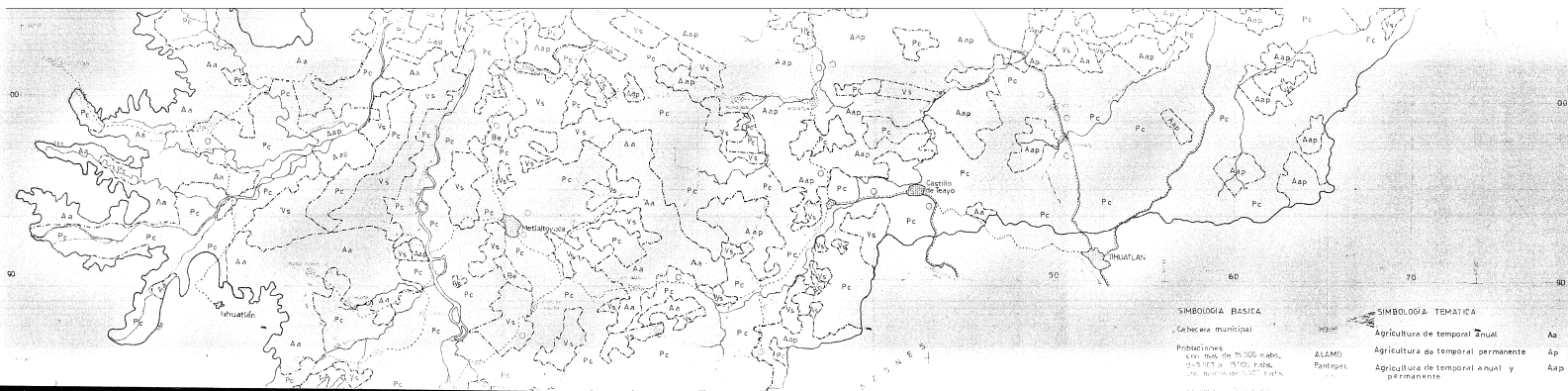
Escala 1:100 000

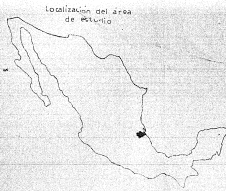
PARTE DE LA ESCALA ORIGINAL DE LA ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES DE ZARAGOZA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ZARAGOZA		
		
UNIDADES FISIOGRAFICAS DE LA PARTE BAJA DE LA CUENCA DEL RIO TUXPAM, VER.		
Elaborado por: Castillo González José Luis M. Cortina Villar Hector Sergio	SALIDA TERMINAL DE EDAFOLOGIA	MEXICO, D.F. JULIO DE 1984









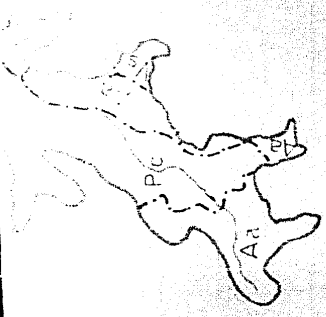
- Camino
 - Río
 - Arroyo
 - Límite del área de estudio del estudio de la zona de 200 metros
 - Punto de verificación
 - Puente
 - Límite de patrones de uso del suelo y vegetación
- Vegetación secundaria Pc
 - Bosque de encino Vs
 - Manglar Be
 - Tulas M
 - T I



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ZARAGOZA		
USO DEL SUELO Y VEGETACION DE LA PARTE BAJA DE LA CUENCA DEL RIO TUXPAM, VER.		
Elaborado por: Ing. Enrique del Lago M. Corina Villar, Mestr. Sergio	SALIDA TERMINAL DE EDIFICIOS	MEXICO, D.F. JULIO DE 1984

Handwritten scribbles

Handwritten scribbles



C
R
A
M
A
D
R
E

O
R
I
E
N
T
A
L

80

70

00