

131
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION FISICO-AMBIENTAL-
FORESTAL APLICADA A LA CUENCA DEL RIO
TEMASCALTEPEC, EDO. DE MEXICO.

T E S I S

Que para obtener el Titulo de
LICENCIADO EN BIOLOGIA

presenta

ANA PATRICIA MENDEZ LINARES

México, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN 1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

Página

I.	RESUMEN.....	1
II.	INTRODUCCION.....	3
III.	ANTECEDENTES.....	5
3.1	Levantamiento fisiográfico.....	5
3.2	Metodologías del levantamiento fisiográfico.....	6
3.2.1	Concepto de tierra.....	6
3.2.2	Clasificación de la tierra.....	7
3.2.2.1	Enfoque genético.....	7
3.2.2.2	Enfoque del paisaje o morfológico.....	8
3.2.2.3	Enfoque paramétrico.....	8
3.3	Concepciones de un estudio integrado del medio natural.....	9
3.3.1	Levantamiento de tierras en Australia.....	9
3.3.2	Análisis de los paisajes.....	9
3.4	La integración dinámica.....	11
3.5	Balance morfogénesis-pedogenésis.....	13
3.6	Balance morfogenésis-morfodinámica.....	14
3.7	Levantamiento de tierras en México.....	15
IV.	OBJETIVOS.....	20

V.	MATERIAL Y METODO.....	21
VI.	CARACTERIZACION DE LA ZONA EN ESTUDIO.....	40
6.1	Localización.....	40
6.2	Clima.....	40
6.3	Vegetación.....	45
6.4	Suelo	47
6.5	Geología.....	51
VII.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	54
7.1	Análisis físico-ambiental para la cuenca del río Temascaltepec.....	54
7.2	Caracterización física de la subcuenca La Comuni- dad.....	61
7.3	Caracterización física de la subcuenca El Chile- ro.....	69
7.4	caracterización física de la subcuenca Los Sabi- nos.....	75
7.5	Evaluación físico-ambiental-forestal para la sub- cuenca La Comunidad.....	80
7.6	Evaluación físico-ambiental-forestal para la sub- cuenca El Chilero.....	87
7.4	Evaluación físico-ambiental para la subcuenca Los Sabinos.....	93
7.5	Comparación entre la cuenca alta, media y baja del río Temascaltepec.....	101

VIII.	CONCLUSIONES.....	107
IX.	CONSIDERACIONES FINALES.....	109
X.	ANEXO.....	110
XI.	BIBLIOGRAFIA.....	117

INDICE DE MAPAS FIGURAS Y CUADROS

MAPAS

Pag.

1. Morfometría de la cuenca del río Temascaltepec.....	55
2. Zonificación de pendientes de la subcuenca La Comunidad...62	
3. Zonificación forestal para la subcuenca La Comunidad.....68	
4. Zonificación de pendientes de la subcuenca El Chilero.....70	
5. Zonificación forestal para la subcuenca El Chilero.....74	
6. Zonificación de pendientes de la subcuenca Los Sabinos...76	
7. Evaluación físico-ambiental-forestal para la subcuenca La Comunidad.....	81
8. Evaluación físico-ambiental-forestal para la subcuenca El Chilero.....	88
9. Evaluación físico-ambiental de la subcuenca Los Sabinos....94	
10. Correlación morfológica y de densidad forestal de la sub- cuenca La Comunidad.....	102
11. Correlación morfológica y de densidad forestal de la sub- cuenca El Chilero.....	104

FIGURAS

pag.

1. Ubicación de la zona en estudio.....	41
2. Perfil de toposecuencia del río Temascaltepec.....	59
3. Perfiles longitudinales de los cauces La Comunidad, El Chilero y Los Sabinos.....	60
4. Perfiles de toposecuencia A-A', B-B', para la subcuena la Comunidad.....	65
5. Perfiles de toposecuencia C-C' y D-D', para la subcuena la Comunidad.....	67
6. Perfiles de toposecuencia A-A', y B-B' para la subcuena El Chilero.....	73
7. Perfiles de toposecuencia A-A', B-B', y C-C' para la subcuena Los Sabinos.....	79

CUADROS

1. Procesos morfodinámicos asociados a rangos de pendientes....	25
2. Clasificación de árboles (utilizada por PROBOSQUE).....	30
3. Clasificación de densidad forestal.....	31
4. Clasificación de altura de los árboles.....	32

5. Correlación de la densidad arborea con respecto al índice de protección hidrológica y la pendiente.....	34
6. Características para la determinación de tolerancia.....	38
7. Correlación de los ordenes de cauce.....	57
8. Parámetros físicos (geología, suelo <tipo y proceso>, proceso morfodinámico, vegetación y clima en función de la pendiente para la subcuenca La Comunidad.....	63
9. Parámetros físicos (geología, suelo <tipo y proceso>, proceso morfodinámico, vegetación y clima en función de la pendiente para la subcuenca El Chilero.....	71
10. Parámetros físicos (geología, suelo <tipo y proceso>, proceso morfodinámico, vegetación y clima en función de la pendiente para la subcuenca Los Sabinos.....	77
11. Caracterización físico-ambiental-forestal por vertiente para la subcuenca La Comunidad.....	82
12. Caracterización físico-ambiental-forestal por vertiente para la subcuenca El Chilero.....	89
13. Caracterización físico-ambiental por vertiente para la subcuenca Los Sabinos.....	95

RESUMEN

En la actualidad, el estudio de los recursos naturales se lleva a cabo a través de técnicas y métodos, cuya perspectiva es obtener un análisis integral de los componentes del medio físico. Se considera que una cuenca representa un sistema en donde todos los recursos interactúan entre sí, de tal modo que estos dependen uno del otro, es por esto que en el presente trabajo se tomó como unidad básica de estudio, a la cuenca hidrográfica del río Temascaltepec, uno de los afluentes más importantes del río Balsas.

El objetivo principal fué evaluar en forma cualitativa el grado de estabilidad de la cuenca, con el fin de realizar una comparación entre las partes alta, media y baja de la misma; utilizando como ciencia auxiliar a la geomorfología a través de los balances denominados morfogénesis-pedogénesis y morfogénesis-morfodinámica. Asimismo, se utilizó el concepto de óptimo ecológico para evaluar el índice de protección hidrológica que ejerce el bosque sobre el medio.

Como resultado final se obtuvo que la subcuenca La Comunidad es un medio ESTABLE CONDICIONADO, la subcuenca El Chilero es un medio PENESTABLE y la subcuenca Los Sabinos es INESTABLE, pues cada una de éstas, presenta ciertas condiciones de relieve, geología y clima que por un lado

ofrecen mayor o menor accesibilidad para la explotación de los recursos naturales agua, suelo y bosque; y por otro, son los principales factores físicos que controlan la dinámica evolutiva de la cuenca como unidad de paisaje.

INTRODUCCION

Con el propósito de lograr un mejor manejo de los recursos naturales, en los últimos años se ha observado la necesidad de realizar estudios que analizen la interacción que existe entre los elementos del medio físico, pues todo tipo de aprovechamiento y manejo de estos, modifican la dinámica del medio e interfieren con dicha interacción.

Por tal motivo, para el adecuado uso y conservación, de una área o región se requiere de un análisis integral, de tal forma que se considere el grado de su tolerancia a la intervención antrópica. El estudio de estas modificaciones, no pueden ser tratadas a través de una sola disciplina como serían la biología o edafología por ejemplo, por lo cual se utiliza a la geomorfología dinámica, como ciencia complementaria que permite acceder al conocimiento del medio físico, tanto en su descripción como en su dinámica, a partir del balance morfogénesis-pedogénesis establecido por Tricart (1982) a través del cual se pueden identificar medios de geodinámica y precisar el sentido de su evolución, ya que ésta expresa la estabilidad o inestabilidad del medio. "Este método de evaluación, es una primera etapa de diagnóstico que proporciona los elementos para que una intervención técnica reduzca la degradación del medio" (Tricart, 1982).

Es entonces que las características del paisaje pueden ser estudiadas a partir de la cartografía morfoedafológica cuyo fin es analizar al mismo tiempo los diversos componentes del medio (clima, relieve, material litológico, vegetación y uso del suelo) y su manera de interactuar, mismas que se definen por porciones de territorio que poseen estructura, evolución y problemas comunes.

ANTECEDENTES

La clasificación y evaluación de los recursos naturales, para planificar su uso se realiza a través de varias técnicas, que tratan todas de subdividir una región en áreas homogéneas.

Según el recurso natural considerado como parámetro principal, en la subdivisión se conocen varios tipos de zonificación: zonificación climática ó agroclimática, zonificación en base al suelo, zonificación en base a la vegetación, etc.

Para realizar estos estudios de zonificación, se han desarrollado diferentes métodos y técnicas, entre los cuales se citan a continuación algunos ejemplos:

3.1 Levantamiento fisiográfico

En los Estados Unidos de América a finales del siglo XIX y a principios del siglo XX, se inició la metodología para el levantamiento fisiográfico. Bownan (1914) citado por Diakite (1978), subdividió a los E.U.A en diferentes "tipos topográficos" y observó las relaciones entre topografía y el uso de la tierra. Posteriormente, la asociación de Geógrafos Americanos establecieron un comité para definir las regiones

fisiográficas de los E.U.A (Fernnerman, 1916; citado por Diakite, 1978). Otros autores que también han trabajado el levantamiento fisiográfico en los Estados Unidos, fueron Joerg (1924), Veatch (1933), Unstead (1933) y Heart (1956), citados por Diakite (1978).

En Inglaterra, Bourne (1931); citado por Diakite (1978) estableció un sistema de clasificación de tierras cuyas unidades fueron "sitio y redefinición como una unidad que presenta, para todos los propósitos condiciones similares de clima, relieve, geología, suelos y factores edáficos en toda su extensión, mientras que a una agrupación de sitios la llamó región. Woodridge (1932); citado por Diakite (1978) describió las planicies y laderas como últimas unidades de relieve y las denominó con el término genético de "faceta". Los trabajos de Bourne fueron la base teórica de los levantamientos fisiográficos de Australia así como la escuela Inglesa de Beckett y Webster (1969), citados por Diakite (1978).

3.2 Metodologías para el levantamiento fisiográfico.

3.2.1 Concepto de tierra.

La palabra tierra fue usada por primera vez por Christian (1967) y Stewart (1953) citados por Christian y Stewart (1968) para señalar el complejo de atributos

y cercanos a la superficie del planeta que son significativos para el hombre. Christian (1963) citado por Christian y Stewart (1968) consideró a la tierra como un perfil vertical de terreno que involucra desde el ambiente aéreo en la superficie del planeta, hasta los horizontes geológicos subyacentes, incluyendo a las poblaciones de plantas y animales además de las actividades humanas presentes.

3.2.2 Clasificación de la tierra.

En la actualidad, varios países han desarrollado sus propios sistemas de clasificación, los cuales de acuerdo con Marbutt (1968) citado por Diakite (1978), pueden dividirse en tres tipos dependiendo del enfoque de su sistema.

3.2.2.1 Enfoque genético.

El enfoque genético se originó en el siglo XIX como consecuencia del desarrollo de la geografía física. Es un método que permite diferenciar unidades terrestres, a través de subdivisiones de la tierra con base en factores ambientales o factores genéticos (geomorfología, geología y clima). Las limitantes del método genético consisten en la excesiva extensión de unidades terrestres y aún dentro de ellas, existe una complejidad ambiental muy amplia y los límites entre estas son a menudo difusos, pues se presentan áreas de transición.

3.2.2.2 Enfoque del paisaje o morfológico.

Este enfoque fue diseñado como un sistema de la geografía regional y está particularmente asociado con Unstead, aunque Beckett y Webster lo denominaron como una clasificación fisiográfica. El método fue proyectado por Bourne para hacer uso de fotografías aéreas; la clasificación de tierras, se basa en las características del paisaje. El enfoque del paisaje involucra el reconocimiento de la tierra, con base en los caracteres superficiales de sus componentes con un sólo rango de variación, limitado a los atributos importantes en el uso de la tierra (Diakite, 1978).

3.2.2.3 Enfoque paramétrico.

Este método fue diseñado debido principalmente a la disponibilidad de nuevos sensores, que permiten la observación directa de los atributos que tienen características asociadas, y a la accesibilidad del manejo electrónico de datos, que permite establecer "a priori" criterios cuantitativos. El método paramétrico se define como la subdivisión y clasificación de tierras con base en valores de atributos selectos. Este tipo de levantamiento es el más consistente en programas de evaluación de la tierra; sin embargo, existe el problema de la selección de atributos y delimitación de clases.

3.3 Concepciones de un estudio integrado del medio natural'

3.3.1 Levantamiento de tierras en Australia por el C.S.I.R.O.

Desde que se perdió de vista la unidad naturaleza, el principal intento efectuado para recuperar su estudio fue el australiano, y se debe a un organismo de investigación aplicada, la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (C.S.I.R.O), que se remota a la última Guerra Mundial. El objetivo es meramente descriptivo. Proporciona características generales de cada sistema de tierras, bajo secciones de clima, geología, geomorfología y relieve.

3.3.2 Análisis de los paisajes.

En Europa se ha desarrollado otro enfoque, pues la noción de paisaje coincide prácticamente con la unidad natural; en donde un paisaje se caracteriza por una asociación de caracteres: relieve, clima, vegetación, suelo. El concepto es de naturaleza fisonómica.

Los soviéticos analizan el paisaje como un sistema y pretenden medir los grados de correlación que existe entre sus diferentes miembros. Aplican a este sistema el instrumental matemático.

Por otro lado en Polonia y sobre todo, en la República Democrática Alemana, se desarrollan investigaciones que siguen una orientación similar. Desde 1962, las publicaciones alemanas se dedican a la ecología de los paisajes y describen minuciosas observaciones hechas a gran escala sobre perfiles. Estas corresponden a catenas o toposecuencias y relacionan las diferentes biocenosis, definidas sobre todo por sus especies, con las características del medio: posición topográfica, material, suelos y condiciones hídricas. Al igual que la catena de la mayoría de los pedólogos, la perspectiva es fisonómica y estática; es decir falta la dimensión evolutiva y dinámica.

Así, Haase (1967) citado por Tricart y Kilian (1982), aborda el problema metodológico del estudio de las relaciones entre la ecología de los paisajes y el estudio del medio natural. En su opinión la primera estudia las relaciones verticales entre los elementos de la biocenosis y su distribución en el espacio. Considera que se debe tomar en cuenta los intercambios de materia y energía (concepción ecológica) y las modificaciones en el tiempo. Según este autor se debe proceder a efectuar en primer lugar un reconocimiento fisonómico y después un análisis cualitativo de los fenómenos, el cual, a continuación, se cuantifica estableciendo unos balances. Esto lleva a corregir la clasificación fisonómica, ya que a partir de entonces, se pueden cartografiar las unidades definidas.

Para Cabaussel (1967) citado por Tricart y Kilian (1982), "el tipo de paisaje" corresponde a un modo de adaptación (fisonómico, específico o estructural) del conjunto formado por la vegetación natural (o transformada) y la acción humana (agrícola y pecuaria) al medio que se le ofrece. La cartografía procede por superposición, unos tipos de símbolos diferentes representan los datos litológicos, los regímenes hídricos y el clima.

Bertrand (1970) citado por Tricart y Kilian (1982), define el concepto "paisaje" del siguiente modo: porción de espacio caracterizado por un tipo de combinación dinámica, por consiguiente inestable, de elementos geográficos diferenciados -físicos, biológicos y antrópicos- que al reaccionar dialécticamente entre sí, hacen del "paisaje un conjunto geográfico" indisociable que evoluciona en bloques, bajo el efecto de las interacciones entre los elementos que lo constituyen así como bajo el efecto de la dinámica propia de cada uno de sus elementos considerados separadamente.

3.4 La integración dinámica.

Tricart y Kilian (1982) establecen la integración dinámica basada en dos aspectos:

- La dinámica actual, que determina algunas caracterís-

ticas del medio natural, e interfiere con determinados recursos ecológicos.

- Las dinámicas antes mencionadas, que se han ejercido en épocas anteriores a la actual durante unos periodos relativamente breves en relación a la escala geológica, y que han dejado unas herencias en el medio natural se utilizan como marco ecológico.

La evaluación de las posibilidades para incrementar la utilización de los recursos naturales de una región requiere del conocimiento de su medio físico.

A través del tiempo y espacio, el medio está en constante transformación, tanto ciclica como acumulativa. El estudio de estos procesos se enfocan en el campo de la geomorfología dinámica, lo que conduce a entender el proceso en el terreno y su intensidad de ocurrencia.

Frente a tal complejidad del medio físico, Tricart y Kilian (1982), proponen un donde enfocan un conocimiento integrado del paisaje, el cual se basa en el análisis del medio desde una perspectiva que permite definir rápidamente los diferentes problemas de ordenación y de conservación de las tierras, mediante el uso de mapas temáticos (edafológicos, geológicos, topográficos de vegetación, etc.) y además desarrolla una evaluación dinámica utilizando el balance

morfogénesis/pedogénesis, en donde se impone una perspectiva morfodinámica.

3.4.1 Balance morfogénesis/pedogénesis.

En el balance del origen del suelo denominado morfogénesis/pedogénesis, en el primer proceso el relieve es el principal factor que controla el origen, formación y caracterización del suelo, dando como resultado suelos poco desarrollados, incipientes y mal caracterizados. En el segundo proceso, el suelo se origina, forma y caracteriza en función del clima, vegetación y roca, sin importar en gran medida el relieve, y cuyos suelos resultantes son profundos y con horizontes bien desarrollados.

La pedogénesis puede considerarse como componente y resultante de la morfogénesis. Como componente, porque se inicia con la descomposición de la roca y condiciona la preparación del material que posteriormente será sometido a los procesos de erosión y como resultante, porque se desarrolla en un medio creado por la morfogénesis del paisaje.

El balance morfogénesis/pedogénesis varía en el tiempo y en el espacio. Las pendientes acusadas, clima "agresivo" (con aguaceros violentos) y suelos de deficiente estructura favorecen la morfogénesis; pero inversamente, son desfavorables para la pedogénesis. Por el contrario una cobertura

vegetal cerrada, espesa, en pendientes suaves, lenta destrucción de materia orgánica y lluvias poco intensas, son favorables a la pedogénesis, mientras que la morfogénesis es poco activa. La cobertura vegetal y la estabilidad estructural de los suelos, desempeñan también un papel importante en estos balances.

La dinámica corresponde al trabajo de los procesos morfogenéticos y se traduce en flujos de materia, donde se hallan los procesos de transporte como erosión arroyada, soliflucción, etc.

Los procesos morfodinámicos contrarrestan generalmente los procesos de la pedogénesis. Al establecer esta sucesión, es posible precisar las condiciones de su persistencia y de paso, las medidas a tomar para asegurar su conservación.

El estudio de la morfodinámica es esencial para evaluar la susceptibilidad del medio y para identificar los riesgos de degradación.

3.4.2 Balance morfogénesis/morfodinámica.

Rodríguez y García (1990) proponen el balance morfogénesis/morfodinámica para realizar la evaluación del paisaje. Cuando la morfogénesis predomina sobre la morfodinámica condiciona medios estables, ya que el segundo proceso

ocasiona medios inestables; es decir en el primero, todos los elementos contituyentes del medio (clima, vegetación, suelo, roca y relieve), se encuentran bajo sus condiciones de origen natural, desde el punto de vista evolutivo de un paisaje; y el proceso de morfodinámica genera que cualquiera de los elementos físicos del paisaje se encuentre alterado.

La morfogénesis se origina de mecanismos complejos, los cuales consisten en considerarlos como sistemas morfogenéticos. Un sistema morfogenético está constituido por un conjunto de procesos interdependientes que construyen el modelado. Este sistema asocia, generalmente, los procesos de preparación y los procesos de movilización/transporte a mayor o menor distancia. Las relaciones entre unos y otros, están influidas por diversos factores, siendo los principales la gravedad (influencia del valor de las pendientes) y la cobertura vegetal.

Los procesos morfodinámicos ó procesos de transporte que se generan en las vertientes son el resultado de la interacción de los componentes del medio físico.

3.5 Levantamiento de tierras en México.

En nuestro país, las metodologías utilizadas en la evaluación y clasificación de tierras corresponden principalmente al levantamiento fisiográfico realizado por el Colegio

de Posgraduados a partir de 1970. Diakite (1978) señala que la clasificación y evaluación de los recursos naturales en forma individual, presenta desventajas en cuanto al costo y tiempo necesario para su realización y además la información de cada uno de ellos se presenta en forma aislada, limitando el entendimiento del medio ambiente como un todo en el cual sus componentes están íntimamente relacionados.

El primer trabajo de levantamiento fisiográfico en México, fué realizado por León (1972) quien propone el levantamiento como una alternativa para la planeación del uso de la tierra a nivel regional.

Peña (1973) hizo el levantamiento fisiográfico de la región sur-oriental del Valle de México, aplicandolo a un programa de productividad.

Zuleta (1975) hizo un trabajo similar.

Cerda (1976) citado por Diakite (1978), comparó diferentes metodologías para la delimitación de sistemas terrestres en el levantamiento del plan de Zacapoaxtla, y encontró que la técnica del falso color en la interpretación de imagen de satélite proporciona mejores resultados.

León (1975) realizó un levantamiento del área de influencia del plan lago de Texcoco y de Chapingo, trato de

usar el levantamiento fisiográfico en un programa de conservación de tierra.

Aguirre (1977) citado por Diakite (1978), realizó el levantamiento fisiográfico de los valles centrales de Oaxaca y propone una metodología para fusionar las facetas con agrohabitats.

Diakite (1978). Plantea una metodología de levantamiento fisiográfico para la evaluación de aptitud de la tierra aplicada al área de influencia del plan Chiautla, Pue.

Peña, et. al. (1988) realizaron un levantamiento regional morfopedológico en una región de los altos Chiapas.

Otras metodologías utilizadas en la evaluación y clasificación de tierras en nuestro país, corresponden principalmente a los levantamientos morfopedológicos realizados por el Instituto Nacional para la Investigación de Recursos Bióticos (INIREB), en colaboración con el Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM), a partir de 1983; entre los que podemos citar los siguientes trabajos:

Rossignol (1983) citado por Rossignol y Geissert (1987), realizó un mapa morfoedafológico de Cosautlán, Veracruz, en donde muestra una visión global del paisaje, analizando al

mismo tiempo los diferentes aspectos que lo componen; dicho mapa explica la dinámica de edificación del paisaje y de su evolución actual.

También estudió las condiciones socioeconómicas de la zona cafetalera, Coatepec, Ver. definiendo las causas de inestabilidad de los sistemas de producción cafetalera.

Campos (1984) citado por Rossignol y Geissert (1987), analizó la dinámica de evolución del medio físico de Cosautlán, Ver., con base en el balance morfogénesis/pedogénesis y de esta forma definió el grado de estabilidad del medio. Determinó la susceptibilidad de la tierra a diferentes usos y planteó alternativas para su manejo y conservación en la planeación del desarrollo rural.

Gutiérrez (1985) citado por Rossignol y Geissert (1987), desarrolló el proyecto investigación "uso y manejo" tradicional de los recursos naturales. Se hizo un diagnóstico de las condiciones del medio natural con el que la etnia totonaca se relaciona a través de las actividades primarias. Este diagnóstico se realizó desde las perspectivas agroclimáticas y morfoedafológicas, dándoles énfasis geomorfológico.

Tal y como se presenta en los antecedentes, a lo largo de la historia de la geomorfología, se han generado una serie de conceptos y metodologías para la aplicación en la evaluación

de recursos naturales. Así las regiones se han subdividido de acuerdo a sus características principales y es hasta 1982 que Tricart y Kilian proponen un método de descripción y análisis basado en los conceptos anteriores, pero ahora con un enfoque dinámico.

OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la estabilidad de la cuenca a partir de la interrelación existente entre el bosque y otros parámetros físicos como clima, uso del suelo, suelo, geología, relieve e hidrología.

4.2 OBJETIVOS PARTICULARES:

1. Caracterizar el área de estudio en cuanto a sus parámetros físicos de clima, vegetación, suelo, geología, relieve e hidrología.
2. Elaborar la cartografía necesaria para la evaluación de los parámetros físicos.
3. Evaluar los recursos forestales y realizar el estudio de interacción con los otros componentes físicos de la cuenca.
4. Realizar la evaluación de la estabilidad del paisaje y del bosque, por subunidades.
5. Establecer una comparación entre la parte alta media y baja de la cuenca.

MATERIAL Y METODO.

El presente estudio se realizó tomando como unidad básica de investigación la cuenca hidrográfica del río Temascaltepec, cuya delimitación se hizo con base a 6 cartas topográficas escala 1:50 000, publicadas por INEGI (1976-1979) correspondientes a las siguientes localidades:

- E 14 A-45 TUZANTLA
- E 14 A-46 VALLE DE BRAVO
- E 14 A-47 VOLCAN NEVADO DE TOLUCA
- E 14 A-55 BEJUCOS
- E 14 A-56 TEJUPILCO DE HIDALGO
- E 14 A-57 IXTAPA

En dichas cartas se trazarón las líneas divisorias o parteaguas que delimitan la unidad, previamente definida por INEGI (1983) en cartas de aguas superficiales escala 1:250 000.

Asimismo, para llevar a cabo la descripción física general de la zona, se utilizaron las cartas temáticas correspondientes a la geología, edafología, uso del suelo y la carta de clima.

El primer parámetro considerado para el análisis fue el

hidrológico, para el cual se elaboró un mapa de ordenamiento de la cuenca en escala 1:50 000, utilizando el método morfométrico establecido por Strahler (1982) citado por Rodríguez (1985). Para ello, se procedió a trazar todas las corrientes superficiales marcadas sobre las cartas topográficas así como aquellos escurrimientos no marcados, pero que se evidenciaban mediante los cortes de erosión sobre las curvas de nivel.

Posteriormente se redujo el mapa al 50%, es decir se obtuvo una escala final 1:100 000, en donde se determinaron los cauces de primero, segundo, tercer orden y así sucesivamente.

Una vez definido el orden del cauce principal, se subdividió la cuenca, tomando como referencia los cauces de 5^o orden, mismos que a su vez, se subdividieron considerando los cauces de 4^o orden y posteriormente hasta 3^o, 2^o y 1^o; a partir de lo cual se obtuvo la relación que existe entre estos.

El siguiente parámetro de análisis fue la topografía del terreno, ya que se considera un factor importante que se relaciona con la infiltración, el escurrimiento superficial, la contribución de agua subterránea a la corriente y duración del escurrimiento, para ello se realizó un perfil de equilibrio del río principal, ya que a medida que aumenta la

pendiente de una cuenca, aumenta la capacidad de erosión, la concentración de sedimentos y la turbidez del agua e inversamente, disminuye la infiltración (Guglielmini, 1967; citado por Coque 1977).

En cuanto al parámetro vegetación, se sabe que los diferentes tipos de vegetación que cubren los rasgos terrestres superficiales, están caracterizados en función del factor climático y tiende a modificarse con las condiciones de la topografía, el suelo y la roca (Rzedowski, 1983). Por esta razón, se efectuó una primera caracterización de los factores que constituyen el medio físico, a través de un perfil de toposecuencia del cauce principal.

Una vez analizados los aspectos físicos de la cuenca, se decidió trabajar únicamente con tres subunidades, para poder deducir con mayor detalle la interdependencia que existe entre los componentes del medio. Para dicha elección, se consideró como primer criterio la dinámica fluvial y por consiguiente la tendencia a la inestabilidad, segundo que el área fuera representativa con respecto a las demás subcuencas y tercero su ubicación. Así se obtuvieron las subunidades denominadas La Comunidad, El Chilero y Los Sabinos, para la parte alta, media y baja de la cuenca respectivamente.

No obstante, para saber el comportamiento que siguen sus propios cauces principales, se realizaron los perfiles

longitudinales, los cuales representan a las pendientes como factor de gran ayuda para evaluar la susceptibilidad a la erosión. Para observar este proceso en las diferentes zonas de las unidades, se elaboró un mapa de pendientes a escala 1:50 000, a través del método de "la pendiente media", basado principalmente en el "criterio" de quien lo realice; para ello se delimitaron las zonas con pendientes parecidas, utilizando la homogénea densidad de las curvas de nivel. En cada una de las zonas obtenidas se trazaron 3 perfiles, calculándose para cada uno su pendiente en grados (por el método de la tangente), de tal forma que se obtuvo una pendiente promedio, la cual representa a cada una de las zonas. Dichas pendientes se agruparon de acuerdo a intervalos y a cada uno se le asignaron los procesos morfodinámicos que teóricamente se desarrollan en esas condiciones (Cuadro 1) tal y como lo señala Rodríguez (1985).

Considerando que la pendiente es el factor más importante que condiciona la degradación de un paisaje, el siguiente paso de análisis fue establecer la relación que existe entre ésta y los demás componentes del medio físico. Como ya se mencionó la pendiente no es el único factor que interviene en el proceso de erosión, sino además influyen la resistencia de la roca, la densidad y tipo de vegetación y el clima, de este modo se realizó una matriz de correlación para las subcuencas con los siguientes factores: litología, suelo (tipo y proceso edafogénico), proceso morfodinámico,

Cuadro 1. Procesos morfodinámicos asociados a rangos de pendientes (Rodríguez, 1985).

INTERVALO	PENDIENTE	PROCESO MORFODINAMICO
0 -1.5	Nula	Erosión laminar, acumulación solifluxión.
1.5 -5	Débil	Acumulación, erosión laminar y arroyada, solifluxión.
6 -10	Suave	Erosión arroyada, carcávas y solifluxión.
10 -15	Moderada	Carcávas y Barrancos.
15 -20	Fuerte	Barrancos, deslizamientos y reptación.
21 -30	Muy fuerte	Derrumbes y deslaves.
31 -35	Abrupta	Derrumbes.

vegetación y clima en función de los intervalos de pendientes. De tal manera que el factor litológico se señalo por el tipo de roca de acuerdo con la descripción que hacen Lett y Judson (1982); y la clasificación de resistencia a la erosión que utiliza Rodríguez (1985).

- (A) Resistente a la erosión
- (M) Media resistencia a la erosión
- (B) Baja resistencia a la erosión

El factor edafológico se definió basicamente en cuanto al tipo de suelo y el proceso pedogenético que se lleva a cabo predominantemente en cada tipo considerados por Ortiz-Villanueva (1977) y Fitz (1984). El proceso morfodinámico se valoró a partir de los rangos de pendientes, que estima Rodríguez (1985).

Los parámetros de vegetación y clima se caracterizaron en función de las cartas temáticas correspondientes.

A partir de esta interrelación se determinó parcialmente la estabilidad de las subcuencas, utilizando el balance morfogénesis-pedogénesis.

Se consideró que una representación espacial del terreno no es suficiente o significativa para caracterizar el área,

por lo que se llevó a cabo la elaboración de perfiles de toposecuencia, tomando como criterio de elección, el perfil que registrara condiciones físicas diferentes desde un punto de altitud máximo a uno mínimo; que fuera representativo de toda la zona y finalmente que caracterizara a todos los tipos de pendientes; así, para la subcuenca La Comunidad se hicieron 4 perfiles de toposecuencia.

Para continuar y obtener elementos comparativos entre las subunidades elegidas, se desarrolló el mismo método para la subcuenca de la parte media que corresponde al arroyo El Chilero, para el cual se elaboró también el mapa de pendientes.

A partir de dichas pendientes se realizó la tabla de correlación y la evaluación del origen del suelo mediante el balance morfogénesis/pedogénesis.

Para el desarrollo de la descripción física de esta unidad se elaboraron los perfiles de toposecuencia que caracterizan fundamentalmente dos grandes áreas de esta zona, debido a que una es de relieve poco pronunciado y la otra por el contrario el relieve aumenta gradualmente.

En el caso de la tercera unidad de comparación, ubicada en la parte baja de la cuenca, correspondiente al río Los Sabinos, se hizo el mapa de zonificación por intervalo de

pendientes; así como el cuadro de correlación y tres perfiles de toposecuencia, los cuales fueron de corta longitud, ya que la zona es muy homogénea.

Hasta ahora, se ha dado énfasis al factor relieve como uno de los agentes más importantes del que depende la intensidad de la erosión, pero por el lado contrario al problema, también existe el elemento bosque que la controla.

Las tierras boscosas son importantes en términos hidrológicos debido a la acción reguladora del agua y de la protección que ejercen en el medio. Gracias a la elevada permeabilidad del suelo de los bosques, el agua de lluvia se absorbe con facilidad (Urbina, 1974). Considerando lo anterior, se llevó a cabo una zonificación de la vegetación arbórea, dado que constituye la más eficaz protección del suelo, tanto por la acción amortiguadora que ejercen sus copas como por la profundidad que alcanzan sus raíces.

La zonificación fue apoyada por un estudio dasonómico proporcionado por PROBOSQUE (Protectora del Bosque), antes denominada PROTINBOS (Protectora e Industrializadora del Bosque), realizado en el periodo de 1983-1984, mismo que actualizaron en el año de 1989, bajo los siguientes criterios:

- 1) Una clasificación de asociación de géneros de los árboles

para identificar tipos de rodales (Cuadro 2).

2) Una clasificación de densidad de las masas forestales, establecidas en porcentajes (Cuadro 3).

3) Una clasificación de la altura de los árboles en metros. (Cuadro 4).

Toda la información antes citada fue proporcionada en 10 ortofotomapas escala 1:20 000, en donde se reagruparon las unidades forestales y posteriormente se redujo el mapa a escala 1:50 000. La reagrupación se hizo primero, en función de tres tipos de bosque (sin considerar especies), pues estos pueden estar formados por especies de hojas anchas, aciculares, etc., una de las características que influye en el factor de protección hidrológico.

El segundo parámetro considerado es la densidad del bosque, pues cuando la cobertura vegetal es densa, el impacto de la lluvia sobre el suelo es menor que cuando se trata de una cobertura abierta. Además los diferentes tipos de bosque presentan proporciones de cobertura diferente, por ejemplo, los bosque de coníferas, en su mayoría son de densidades moderadamente abiertas; en los bosques de latifoliadas, generalmente dominan las densidades altas y en el caso de los bosques mixtos su densidad depende de su comportamiento estacional.

Cuadro 2. Clasificación de los árboles (utilizada por PROBOSQUE).

BOSQUE DE CONIFERAS

- 01 Pino
- 02 Pino-Oyamel
- 03 Oyamel
- 04 Cedro

BOSQUE MIXTO

- 05 Bosque de pino-encino
- 06 Pino-Hojosas
- 07 Cedro-Encino
- 08 Encino-Pino
- 09 Encino-Oyamel
- 10 Encino-Cedro

BOSQUE DE LATIFOLIADAS

- 11 Hojosas
 - 12 Encino
 - 13 Encino-Hojosas
-

**Cuadro 3. Clasificación de
densidad forestal.**

DENSIDADES	
rangos	porcentaje
I	1-20
II	21-40
III	41-60
IV	61-80
V	81-100

**Cuadro 4. Clasificación de altura
los árboles.**

	ALTURA	
rango		metros
I		5-10
II		11-15
III		16-20
IV		21-25
V		26-30
VI		+ 31

El caracter de densidad se clasificó en tres rangos, a estos se les asignó un "índice de protección hidrológica", definido por Urbina (1974) como el grado de protección que ejerce la cobertura vegetal sobre el medio físico; también se asoció el rango de pendiente, para relacionar la importancia del bosque en la regulación de la erosión (Cuadro 5).

Finalmente, en lugar de interpretar la altura en metros se consideró la estructura vertical y la horizontal del bosque.

1. Estructura vertical y horizontal
 - a) regular
 - b) irregular
2. Estructura horizontal regular y vertical irregular
3. Estructura horizontal irregular y vertical regular.

A partir de los criterios antes mencionados, se realizó el mapa de zonificación forestal para la cuenca La Comunidad en donde el inventario proporcionado por PROBOSQUE fue incompleto, ya que algunas zonas son consideradas como reservas naturales. Para la subcuenca El Chilero, el mapa forestal se hizo completo y para la subcuenca Los Sabinos, no se llevó a cabo el inventario

Cuadro 5. Correlación de la densidad arbórea con respecto al índice de protección hidrológica y la pendiente.

RANGO	DENSIDAD	INDICE DE PROTECCION HIDROLOGICA	PENDIENTE
I	Dispersa	0.0-0.4	0-20
II	Abierta	0.4-0.7	21-30
III	Compacta	0.7-1.0	31-45

forestal, por lo que no fue posible realizar su respectivo mapa, pues la vegetación que caracteriza esta unidad está constituida básicamente por selva baja cadufofolia, la cual no es muy explotable en la industria.

Una vez, caracterizados los componentes del medio físico para cada una de las subcuencas, se realizó una integración final de estos, considerando los siguientes parámetros: pendiente, tipo de drenaje, el cual se clasificó de acuerdo con Guerra (1980) y López (1986); litología, suelo, tipo de ladera, según su forma ya sea cóncava, convexa o regular, motivo del que depende sean colectoras o esparcidoras del agua que capta la cuenca; y la geomorfología, así como tipo de bosque, densidad, estructura e índice de protección hidrológica. Para ello, se utilizó una matriz de correlación, en función de las vertientes como unidades de paisaje a analizar, de tal modo que se subdividieron las subcuencas en microcuencas y estas a su vez en vertientes tomando como referencia la dirección del cauce principal debido a que la humedad y temperatura no se distribuyen en forma igual para las vertientes, dada su orientación con respecto a la influencia de los vientos en la distribución de la precipitación, factor de vital importancia para el desarrollo de la vegetación.

Realizado el procedimiento anterior se evaluó el grado de estabilidad para cada vertiente, esto se determinó en base

al balance morfogénesis/morfodinámica propuesto por Rodríguez y García (1990).

La clasificación de los medios se hizo de acuerdo con Tricart y Kilian (1982) la cual se define a continuación.

• ESTABLE CONDICIONADO. Este tipo de sistemas se caracterizan porque presentan escasos procesos mecánicos por lo que se consideran medios de evolución lenta, apenas perceptible, es decir en "equilibrio" y que tienden a una situación climax. Estas condiciones se localizan en las regiones de débil actividad geodinámica interna y de débil intensidad de los procesos mecánicos de la geodinámica externa. Tales condiciones, no crean ninguna dificultad especial para la vegetación.

• PENESTABLES. Se caracterizan por una interacción morfogénesis/pedogénesis sin que ninguna de las dos domine. Cuando la pedogénesis predomina se producen medios estables; y cuando es la morfogénesis la que domina, se llega a los medios inestables. Ambos procesos evolucionan bajo condiciones de fitostasia con una alteración mínima y sin desgastes físicos por erosión (simple o en masa). La estabilidad está condicionada al mantenimiento de la cobertura vegetal.

• INESTABLES. Estos sistemas están caracterizados, de

manera general por modificaciones apreciables de la superficie topográfica, en ocasiones rápidas y en otras repetidas y frecuentes. La importancia de los flujos de material y las modificaciones apreciables experimentadas en la superficie topográfica, constituyen un factor ecológico limitante, que dificulta el desarrollo de la cobertura vegetal.

La evaluación físico-ambiental-forestal fue representada para cada subcuenca en los mapas elaborados para tal propósito bajo los siguientes rangos.

A) Estable condicionado B) Penestable C) Inestable

También se evaluó la estabilidad del bosque, con respecto al concepto de óptimo ecológico que Walter (1977) define como las condiciones en las que una especie aparece con mayor frecuencia en la naturaleza. Asimismo, se consideraron algunas de las características para la determinación de la tolerancia (Cuadro 6) que proponen Tomey (1974) y Baker (1950); citados por Spurr (1982).

Ambas evaluaciones y como complemento de la matriz final se presentan en los mapas realizados para dicho fin, bajo las siguiente clave: P.ej. I N a (b)

en donde:

I= microcuenca

Cuadro 6. Características para la determinación de tolerancia forestal.
Toney (1974) y Baker (1960); citados por Spurr (1962).

TOLERANTES	INTOLERANTES	Semitolerantes
- Viven muchos años como plantas del sotobosque bajo el dosel forestal.	- Germinan y sobreviven pocos años.	- Responden a un crecimiento rápido en zonas perturbadas.
- Siguiendo la remoción de la masa arborea, tienen capacidad para responder iniciando un crecimiento rápido e inmediato.	- Se extienden rápidamente sobre áreas perturbadas y presentan un crecimiento acelerado en los claros.	- Crecen rápido particularmente en altura, bajo condiciones comparables en espacios abiertos.
- Las ramas inferiores son más latifoliadas y de mayor extensión.	- Se adaptan tanto a localidades secas como a las que presentan extremos climáticos de localidades perturbadas.	- Controlan eficazmente la pérdida de agua.
- Tienen coronas más densas.	- Mantienen menores grados de respiración por unidad de hoja.	- Se adaptan tanto a localidades frías como a calidas.
- Mantienen mayor número de capas de hojas. Sus troncos tienden a ser más delgados, debido al desarrollo de las copas.	- Controlan más eficazmente la pérdida de agua.	- Forman localidades de densidad media.
- Persisten largos periodos en localidades mixtas.	- Forman localidades de densidades bajas.	
- Forman localidades muy densas.	- Presentan una temprana reproducción y una amplia dispersión de las semillas.	
- Crecen muy rápido, particularmente en altura.		
- Germinan y florecen típicamente más tarde e irregularmente.		
- Tienen periodos de vida más largos.		
- Ocupan y están adaptados a localidades más húmedas, protegidas y fértiles.		
- Mantienen una mayor área fotosintética en la hoja.		

- N= orientación de la vertiente
- a= estabilidad del paisaje
- (b)= estabilidad del bosque

Finalmente, para realizar la comparación entre la cuenca alta, media y baja se realizaron los mapas de la relación que existe entre la densidad del bosque y las coladas lávicas que representan de alguna manera el proceso de morfodinámica y su evolución en las unidades analizadas. Estos mapas se elaboraron utilizando fotografías aéreas a escala 1:37 000 correspondientes al periodo de vuelo de 1983-1984, en donde una vez delimitadas las subcuencas, se procedió a la interpretación de los tres tipos de densidad del bosque, así como también la interpretación de las coladas de lava. Posteriormente, se armó el fotomosaico y fue transferido a un mapa final escala 1:50 000.

Este análisis sólo se hizo para la subcuenca La Comunidad y El Chilero y para los Sabinos se tomó como referencia la geomorfología descrita para ésta.

CARACTERIZACION FISICA

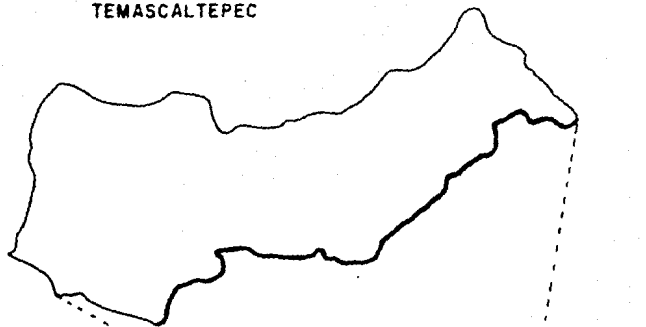
6.1 LOCALIZACION

El río Temascaltepec se origina de los escurrimientos que descienden de la ladera nor-occidental del volcán Nevado de Toluca, desde una elevación de 4500 msnm, corriendo con rumbo oeste hacia los límites con el estado de Michoacán. Forma una cuenca tributaria del río Balsas, con una extensión territorial de aproximadamente 1200 Km², y se localiza entre los 99° 45' y los 100° 27' de longitud oeste y los 18° 52' y los 19° 15' latitud norte (Figura 1). Fisiográficamente se encuentra entre las provincias del Eje Neovolcánico y la depresión del Balsas.

6.2 CLIMA

El clima en nuestro país está en función de las variaciones altitudinales ya que este comportamiento obedece a rasgos topográficos; así, considerando que la altitud de la cuenca varía desde los 740 msnm en la desembocadura del río principal, hasta los 4450 msnm en la parte más alta de la cuenca, se presentan los siguientes tipos de climas que son caracterizados de acuerdo a García (1988).

**CUENCA DEL RIO
TEMASCALTEPEC**



EDO. DE MEXICO



REPUBLICA MEXICANA



**FIG. 1. UBICACION DE LA ZONA
EN ESTUDIO**

* Grupo de climas fríos y muy fríos.

E(T)H. FRIO. Este tipo de clima se caracteriza porque la temperatura del mes más frío es menor de 0 °C. La precipitación media anual fluctúa entre 1000 y 1500 mm y la temperatura entre 0 y 4 °C. La máxima incidencia de lluvias se presenta en el mes de julio, con un valor que oscila entre 2600 mm y 2700 mm, la mínima en diciembre con un valor menor de 15 mm. En el mes de abril se registra la máxima temperatura con un valor entre 5 y 6 °C; la mínima corresponde a diciembre con un valor entre 2 y 3 °C. En la cuenca se localiza aproximadamente a la altitud de 4200 msnm.

*Grupo de climas templados.

C(E)W2(w). SEMIFRIO SUBHUMEDO. Es el más húmedos de los semifríos, con lluvias en verano, una precipitación en el mes más seco menor de 40 mm y un porcentaje de lluvias invernal menor de 5. La precipitación media anual es mayor de 800 mm, la temperatura media anual oscila entre 4 y 12 °C. La mayor incidencia de lluvias se registra en el mes de julio, con un rango que fluctúa entre 200 y 210 mm; la mínima corresponde a febrero, con un valor menor de 10 mm. La máxima temperatura se presenta en los meses de abril y mayo, con un valor entre 12 y 13 °C; los meses más fríos son enero y diciembre, ambos con una temperatura que oscila entre 8 y 9 °C. Se localiza a una altitud aproximada de 2800 msnm.

(A)C(W2)(w). SEMICALIDO SUBHUMEDO. Una de las particularidades de este tipo de clima es la de ser el más húmedo; presenta un porcentaje de lluvia invernal menor de 5. La temperatura media anual oscila entre 18 y 22 C. La máxima incidencia de lluvias se presenta en los meses de junio, julio y septiembre, todos con un rango que está entre 250 y 260 mm, y la mínima se registra en los meses de febrero, marzo y diciembre. La temperatura máxima se registra en el mes de mayo, con un valor entre 25 y 26 C, y la mínima en enero, con un valor de 16 a 17 C. Este tipo de clima esta reportado, a una altitud aproximada de 2200 msnm.

*Grupo de climas cálidos.

AWo(w). CALIDO SUBHUMEDO. Es el menos húmedo de los cálidos, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5. La precipitación media anual fluctúa entre 1000 y 1500 mm, y la temperatura media anual tiene un valor mayor de 22 C. La máxima precipitación se registra en el mes de junio, con lluvias que van de 260 a 270 mm, mientras que la mínima se presenta en marzo y febrero, con un valor menor de 5. La temperatura más alta corresponde al mes de mayo, con un rango que fluctúa entre 31 y 32 C y la mínima a enero, con un valor de 25 a 26 C. Este tipo de clima se ubica en la parte baja de la cuenca, aproximadamente a los 700 msnm.

AW1(w). CALIDO SUBHUMEDO. Es intermedio en cuanto a humedad, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5. La precipitación media anual es mayor de 1000 mm y la temperatura media anual es mayor de 22 °C. La mayor incidencia se registra en los meses de junio y septiembre, ambos con un rango que oscila entre 240 y 250 mm, en tanto que la mínima se presenta en febrero y marzo, con un valor menor de 5 mm. La máxima temperatura corresponde a los meses de abril y junio, ambos con un valor entre 26 y 27 °C; la mínima se presenta en diciembre y enero con una temperatura entre 21 y 22 °C. Este tipo de clima se registra aproximadamente a partir de los 1300 msnm.

A(C)W1(w). SEMICALIDO SUBHUMEDO. Es intermedio en cuanto a humedad, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5. El rango de regimen pluvial medio anual está entre 800 y 1200 mm y el de la temperatura media anual está entre 18 y 22 °C. El mes con máxima incidencia de lluvias es junio, con un rango que va de 190 a 200 mm, en tanto que en febrero es el mes con la mínima, ya que registra un valor menor de 5. La temperatura máxima fluctúa entre 19 y 20 °C, en el mes de abril; la mínima se presenta en julio, con un rango de 16 a 17 °C. Se localiza a una altitud de 1300 msnm. aproximadamente.

6.3 VEGETACION

La vegetación que está comprendida en la zona, al igual que las condiciones climáticas, varía en gran medida; así hay desde bosque de coníferas en las zonas frías y húmedas, hasta selva baja caducifolia y matorral xerófilo de climas cálidos.

Entre los tipos de vegetación que se han reportado para la cuenca del río Temascaltepec y que se describen de acuerdo a Rzedowski (1983) son:

BOSQUE DE PINOS. Constituyen el único tipo de bosques que alcanza el límite superior de la vegetación arbórea, encontrándose así desde los 1500 hasta los 4000 msnm.

BOSQUE DE ENCINOS. Son comunidades características de zonas montañosas. Se encuentra entre la altitud de 2200 y los 2800 msnm.

BOSQUE DE PINO-ENCINO. Los pinos y los encinos discrepan notablemente entre sí en cuanto a su forma de la planta y el follaje, difieren también en su fenología y en la manera de como influyen en la estructura del resto de la comunidad. Se localiza en el área entre los 1800 y 2800 msnm.

BOSQUE DE OYAMEL. En la mayor parte de los casos la

comunidad se presenta en forma de manchones aislados, muchas veces restringido a un terreno, una ladera o una cañada. En la cuenca se desarrolla a altitudes entre 2800 y 3600 msnm.

BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA. Corresponde al clima húmedo de altura, y dentro del conjunto de las comunidades, ocupa sitios más húmedos que los tipo de bosque de Quercus y de pino; generalmente son más cálidos que las propias de bosques de Abies. Se sitúa alrededor de los 1200 a 2700m, en la cuenca. Se desarrolla en regiones de relieve accidentado y las laderas de pendiente pronunciada. Fisonómicamente éste es un bosque denso, por lo general de 15 a 35 metros de alto.

SELVA BAJA CADUCIFOLIA. Son propias de climas cálidos y dominado por especies arborescentes que pierden sus hojas en la época seca del año, durante un periodo de 5 a 8 meses. En la cuenca se desarrolla desde los 740 hasta los 1500m.

MATORRAL XEROFILO. Se pueden observar en casi todo tipo de condiciones topográficas. La composición florística consta de las familias: compositae, leguminosae y gramineae. Se distribuye a lo largo de la zona entre los 1500 y 2000 m.

PASTIZAL. La vegetación preponderante corresponde a las gramíneas. Su presencia está determinada por el clima, por las condiciones del suelo o bien por el disturbio ocasionado por el hombre.

6.4 SUELOS

Los suelos que se han desarrollado en el área, se describen a continuación de acuerdo con Fitz (1984) e INEGI (1989).

ACRISOL. (Del latín acris: agrío, ácido, y solum: suelo ácido). Son suelos que se encuentran en zonas tropicales o templadas, muy lluviosas. En condiciones naturales tienen vegetación de selva o bosque. Se caracterizan por tener acumulación de arcilla en el suelo, por sus colores rojos, amarillos o amarillos claros con manchas rojas; y por ser generalmente ácidos o muy ácidos. En México, se usan en agricultura con rendimientos muy bajos, salvo que se cultiven en él frutales tropicales como cacao, café, piña, marañón, etc; también se utilizan para la ganadería, con pastos inducidos y cultivados; el uso en el que menos se destruyen este tipo de suelos como recurso natural es el forestal. Son moderadamente susceptibles a la erosión. Este tipo de suelo se ubica en la parte media de la cuenca.

ANDOSOL. (De las palabras japonesas an: oscuro y do: tierra (literalmente tierra negra). Son suelos que se encuentran en aquellas áreas donde ha habido actividad volcánica reciente, puesto que se originan a partir de cenizas volcánicas. En condiciones naturales tienen vegetación de bosque de pino, oyamel, encino; etc. o si los

volcanes se encuentran en zona vegetal, tienen vegetación de selva. Se caracterizan por tener una capa superficial de color negro o muy oscuro y por ser de textura esponjosa o muy sueltos. En México se usan en agricultura con rendimientos muy bajos, pues retienen mucho el fósforo, y éste no puede ser absorbido por las plantas. También se usan con pastos naturales o inducidos, principalmente pastos amacollados y con ganado ovino; el uso en el que menos se destruyen como recurso natural es el forestal. Son muy susceptibles a la erosión. Domina en la parte alta de la cuenca alta y de forma regular en la parte media.

CAMBISOL (Del latín cambiare: literalmente, suelo que cambia). Estos suelos por ser jóvenes y poco desarrollados, se presentan en cualquier clima, menos en las zonas áridas. Puede tener cualquier tipo de vegetación, ya que ésta se encuentra condicionada por el clima y no por el suelo. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa que parece más suelo de roca, ya que en ella se forman terrones, además pueden presentar acumulación de algunos materiales como arcilla, carbonato de calcio, fierro, manganeso, etc., pero sin que esta acumulación sea muy abundante. En México son muy abundantes y se destinan a muchos usos. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Domina en la parte media de la cuenca, y en algunas áreas de la cuenca alta.

FEOZEM. (Del griego phaeo: pardo y del ruso zemljá:

tierra. Literalmente, tierra parda). Son suelos que se encuentran en varias condiciones climáticas, desde zonas semiáridas hasta templadas o tropicales muy lluviosas, así como diversos tipos de terrenos, desde planos hasta montañosos. Pueden presentar cualquier tipo de vegetación en condiciones naturales. Su característica principal es una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Los feozems son suelos muy abundantes en nuestro país, y los usos que se le dan son variados, en función del clima, relieve y algunas condiciones del suelo. Muchos feozems profundos y situados en terrenos planos se utilizan en agricultura de riego o temporal de granos, legumbres u hortalizas. Otros menos profundos, son aquellos que se presentan en laderas y pendientes, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con mucha facilidad. Sin embargo pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. Este tipo de suelo se distribuye de manera regular en toda la cuenca.

LITOSOL. (Del griego piedra. Literalmente, suelo de piedra). Son suelos que se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Se caracterizan por tener una profundidad menor de 10 cm hasta la roca, tepetate o caliche duro. Tienen características muy variables, en función del material que los forma. Pueden ser arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a erosionarse depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo

suelo, y puede ser desde moderada hasta muy alta. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. Basicamente domina en la parte baja de la cuenca.

FLUVISOL. (Del latín fluvius: río. Literalmente, suelo de río). Se caracterizan por estar formados siempre por materiales acarreados por agua. Están constituidos por materiales disgregados que no presentan estructura en terrones, es decir son suelos muy poco desarrollados. Se encuentran en todos los climas, cercanos siempre a los lagos o sierras desde donde escurre el agua a los llanos, así, como en los lechos de los ríos. La vegetación que se presenta varía desde selva hasta matorrales y pastizales, y algunos tipos de vegetación son típicos de estos suelos como los ahuehuetes, ceibas o sauces. Presentan muchas veces capas alternadas de arena, arcilla o grava, que son producto de acarreo de dichos materiales por inundaciones o crecidas no muy antiguas. Se localiza muy escasamente en la parte media y baja de la cuenca.

RANKER. (Del austriaco rank: pendiente fuerte. Literalmente, de la pendiente fuerte). Son suelos de climas templados húmedos, o semifríos húmedos. Su vegetación natural es de bosque. Se caracterizan por tener una capa vegetal oscura y rica en humus pero ácida e infértil. De bajo de ella se presenta la roca, de colores claros generalmente, que nunca es roca caliza o caliche. Su principal uso en México

donde son poco abundantes es el forestal. Su susceptibilidad a la erosión es alta cuando sufren desmonte, debido a que se encuentran generalmente en laderas. Su distribución es muy escasa, pero se ubica en la cuenca alta.

REGOSOL. (del griego reghos: manto, cobija). Son suelos que se pueden encontrar en muy distintos climas y con muy diversos tipos de vegetación. Se caracterizan por no presentar capas distintas. En general son claros y no se parecen a la roca que los subyace, cuando no son profundos. Muchas veces acompañados de litosoles y de afloramientos de roca o tapate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su uso agrícola está condicionado a su profundidad y a que no presente pedregosidad. En las Sierras tienen un uso pecuario y forestal; con resultados variables, en función de la vegetación que existe. Son de susceptibilidad variable a la erosión. Este tipo de suelo es dominante en la parte media y baja de cuenca y es escaso en la cuenca alta.

6.5 GEOLOGIA

La parte litológica que forma la cuenca esta constituida por los tres tipos de rocas: igneas, sedimentarias y metamórficas, reportadas por INEGI (1989), siendo las primeras las que dominan en el terreno y entre las que se citan a continuación:

BASALTO. Su distribución en el terreno es alta, siendo las más recientes de toda el área ya que pertenecen al periodo cuaternario, la susceptibilidad a la erosión es baja. Se localiza principalmente en la parte alta y media de la cuenca.

RIOLITA Y ANDESITA. Son rocas pertenecientes al terciario, su distribución en el terreno es regular y presentan una alta resistencia a la erosión.

GRANITO. Es el tipo de roca más antigua que presenta el área, distribuyéndose en forma escasa, se localiza sólo en la parte media de la cuenca. Su resistencia a la erosión es media.

TOBA ACIDA Y BRECHA VOLCANICA. Son rocas que pertenecen al terciario, cuya distribución es baja localizándolas en la parte media y baja de la cuenca. Presentan una baja resistencia a la erosión.

Las rocas sedimentarias en general presentan de una escasa a regular distribución en el terreno, en ninguna zona llegan a ser predominantes, todas corresponden al terciario, se localizan principalmente en la parte alta de la cuenca y escasamente en la parte baja. Están representados por los siguientes tipos:

BRECHA SEDIMENTARIA. Su resistencia a la erosión es baja.

ARENISCA. Tiene una resistencia a la erosión alta.

CONGLOMERADO. Su grado de resistencia a la erosión es media.

Las rocas metamórficas sólo están representadas, en este caso por el ESQUISTO, cuya distribución predomina en la parte media de la cuenca y se extiende un poco hacia la cuenca baja, siendo de origen mesozoico, y de resistencia baja a la erosión.

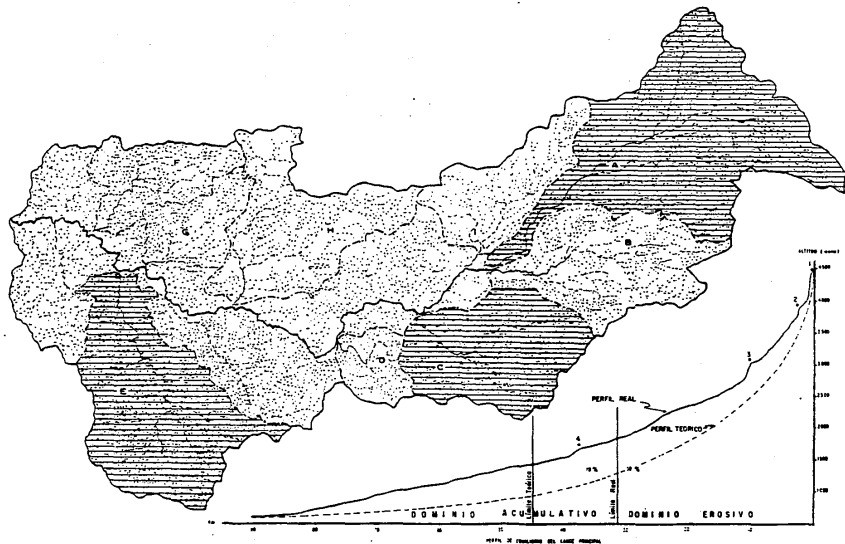
RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se presentan, en tres fases. Primero, la caracterización física de la cuenca del río Temascaltepec y de tres subcuencas. Segundo, la evaluación físico-ambiental-forestal por vertientes para las subcuencas La Comunidad, El Chilero y Los Sabinos. Tercero, la comparación entre la parte alta, media y baja de la cuenca tomando como referencia las subcuencas antes mencionadas.

7.1 Análisis físico-ambiental para la cuenca del río Temascaltepec.

A partir del ordenamiento de cauces de la cuenca (Mapa 1) se obtuvo que el índice numérico que la define es de sexto orden, el cual es considerado para señalar que se trata de un río maduro, ya que son ríos jóvenes aquellos cuyo cauce principal alcanza el 3^{er} orden y a partir del 4^o se establecen como ríos maduros (Guerra, 1980). Asimismo, del porcentaje total de los afluentes, el 0.33% corresponde a los de 5^o orden, el 1.04% a los cauces de 4^o orden, el 4.09% a los de 3^{er} orden, el 17.95% a los de 2^o y el porcentaje más alto lo ocupan los cauces de 1^{er} orden, con un valor de 76.55%; en otros términos esto indica el crecimiento alométrico de los afluentes en donde los mecanismos de convergencia se van adicionando las formas de escorrentia,

ORDENAMIENTO DE LA CUENCA DEL RIO TEMASCALTEPEC



LIMITE DE AREA

- CUENCA PRIMARIA
- - - CUENCA SECUNDARIA

TRIBUTARIOS

- - - DE PRIMER ORDEN
- - - DE SEGUNDO ORDEN
- - - DE TERCER ORDEN
- - - DE CUARTO ORDEN
- - - DE QUINTO ORDEN
- - - DE SEXTO ORDEN

SUBCUENCAS

- A LA COMUNIDAD
- B LA COLMADA
- C EL CHILERO
- D LA MINA DE FIERRO
- E LOS SAMBROS
- F AGUA SANCIA
- G ZACATEQUILMAN
- H EL AMOGADO
- I CRUZ DE PALEO

SUBCUENCAS EN ESTUDIO *

ESCALA GRÁFICA



* PUNTOS CRITICOS

ELABORO: A. PATRICIA MENDEZ LIRARES.

de las débiles y difusas, hacia las profundas y mejor definidas, a partir de lo cual se considera que la cuenca es muy susceptible a erosionarse.

A partir de la relación que existe entre los ordenes de cauce y el número de cauces aproximado que hay dentro de estos (Cuadro 7) se puede observar que las subcuencas de 5^o orden denominadas La Comunidad, El Chilero y Los Sabinos son las que presentan mayor dinámica fluvial, pues es más alto el número de afluentes con respecto a las demás subcuencas y por tanto se considera que son las que presentan más riesgo de erosión fluvial.

Asimismo, en el mapa 1 se representan los perfiles de equilibrio (real y teórico), en el primero se muestra el comportamiento que sigue el río desde su zona de origen hasta su nivel de base; a lo largo de este se observa que la cuenca se encuentra en estado de madurez, el cual, se registra a partir de la cota de los 1800 msnm; posterior a este punto se localizan 4 accidentes litológico-estructurales ó "puntos críticos", que indican el rejuvenecimiento de la misma dando la posibilidad de registrarse cambios tanto de vegetación, edafológicos y por ende geodinámicos. Al comparar este perfil con el teórico, en este último se tiene que la relación transporte/acumulación corresponde a un 50% para cada proceso; y en el perfil real se manifiesta la acumulación en un 70% y el transporte en un 30% por lo que se

Cuadro 7. Número de afluentes que presentan los diferentes ordenes de cauces.

# de orden	5o	4o	3er	2o	1er
	La Comunidad	5	17	79	354
	La Colorada	3	9	38	190
	El Chilero	4	11	50	183
TEMASCALTEPEC	La Mina de fierro	2	3	15	73
	Los Sabinos	5	24	86	352
	Agua Sarca	2	5	28	117
	Zacazonapan	1	5	20	74
	El Ahogado	2	7	33	93
	Cruz de Palo	2	4	20	71
		3	25	114	552
# total		10	110	483	2059
de cauces.					

considera que la mayor parte del relieve está conformado por pendientes ligeras y que la cuenca se encuentra en un desequilibrio dinámico.

Por otro lado en el perfil longitudinal del cauce principal (Figura 2), se representan los parámetros físicos como clima, vegetación, suelo y geología, de tal modo que se observan los cambios que estos presentan a lo largo de 92 Km, que es la longitud aproximada del río; y con una variación altitudinal de 3780 m. entre la cabecera hídrica y el nivel de base. Así también se puede observar la relación que existe entre los parámetros antes mencionados, que permiten diferenciar físicamente la parte alta, media y baja de la cuenca.

Una vez que se analizaron los aspectos más importantes de la cuenca, se continuó para cada subunidad, a través de los perfiles longitudinales de sus respectivos cauces (Figura 3). Se observa que el perfil A-A', presenta mayor dinámica o rejuvenecimiento de su cauce en relación con el perfil B-B' y C-C', pues la subcuenca La Comunidad presenta mayor número de puntos críticos y mayor número de afluentes. Además ésta, es de mayor área y su cauce de mayor longitud con respecto a las otras dos unidades, seguida por la de Los Sabinos ubicada en la parte baja y posteriormente la de El Chilero perteneciente a la parte media de la cuenca.

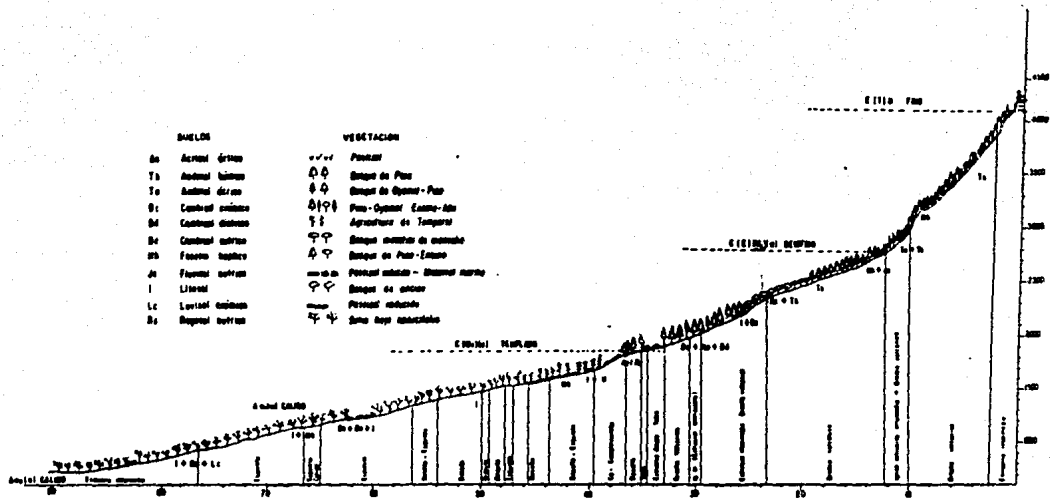


FIG. 2 Perfil esquemático de toposecuencia del cauce principal del río Temascaltepec. Se observa la correlación existente entre los parámetros físicos de la zona.

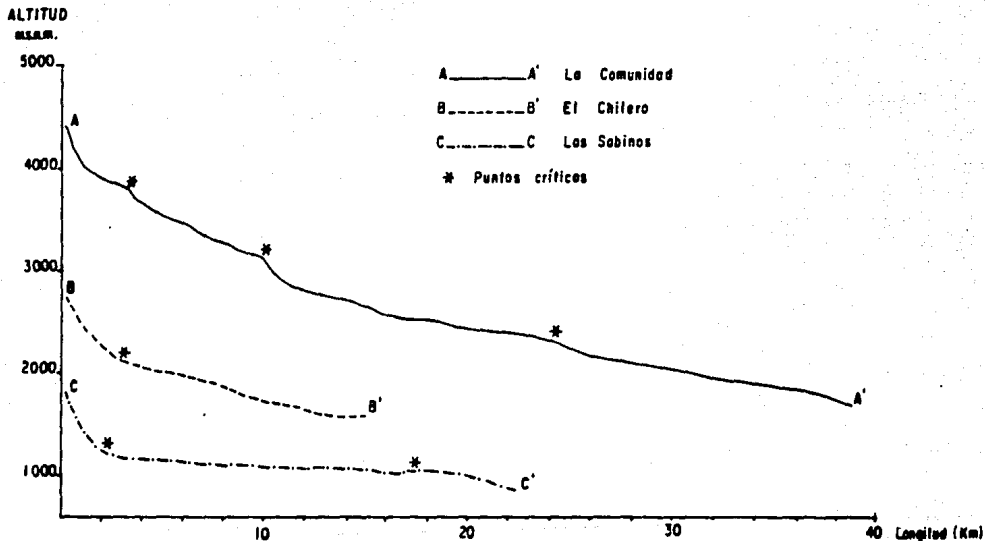


FIG. 3 Perfiles longitudinales para los cauces de las Ssubcuencas La Comunidad, El Chilero y Los Sabinos. Se puede ver que la primera unidad presenta mayor dinámica con respecto a las otras dos.

7.2 Caracterización física de la subcuenca La Comunidad

En el análisis de pendientes (Mapa 2) se observa que la mayor parte del terreno que la conforma, es de pendientes débiles y suaves seguidas por pendientes moderadas, en estas últimas domina el tipo de laderas regulares, habiendo escasas zonas de pendientes fuertes y abruptas, por lo que los procesos morfodinámicos son incipientes.

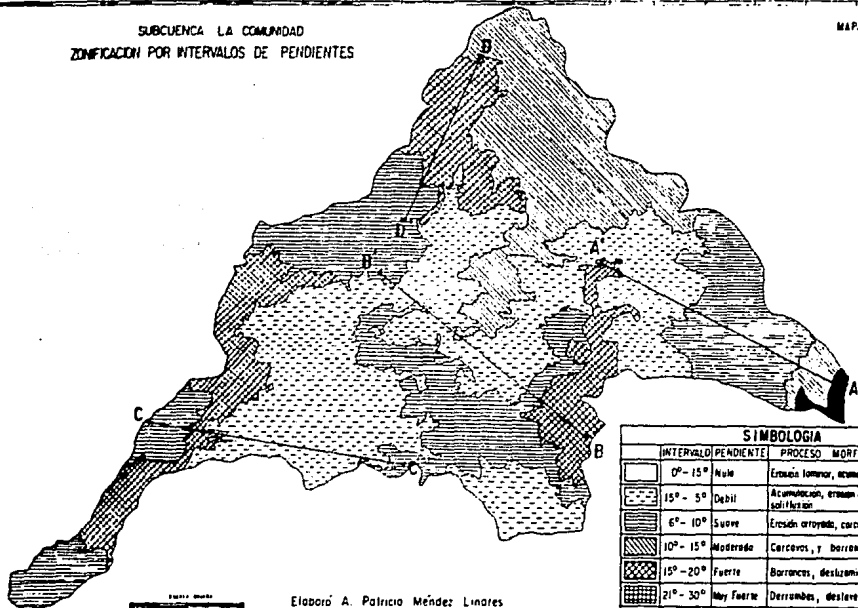
En la matriz de correlación entre los rangos de pendientes y los aspectos como geología, suelo (tipo y proceso), proceso morfodinámico, vegetación y clima, realizada para esta subcuenca (Cuadro 8), se observa que tanto el proceso morfogenético como el morfodinámico se desarrollan simultáneamente, pero debido a la dominancia de pendientes suaves y moderadas se considera en términos generales un medio ESTABLE CONDICIONADO y/o PENESTABLE, que puede variar de acuerdo a las características que presenten los parámetros antes mencionados.

Los perfiles de toposecuencia que complementan la información anterior se encuentran representados en el mapa 2.

En el perfil A-A' se observa que evoluciona tanto el proceso morfogenético como pedogenético, debido a que dominan las pendientes moderadas, es decir que esta zona se considera como PENESTABLE.

SUBCUENCA LA COMUNIDAD
ZONIFICACION POR INTERVALOS DE PENDIENTES

MAPA No. 2



Elaboró A. Patricio Méndez Linares

SIMBOLOGIA			
INTERVALO PENDIENTE			PROCESO MORTODINAMICO
0° - 15°	Nula		Erosión laminar, acumulación soliflución
15° - 5°	Debil		Acumulacion, erosión laminar y arroyado, soliflución
6° - 10°	Suave		Erosión arroyado, cárcavas y soliflución
10° - 15°	Moderada		Cárcavas, y barrancas
15° - 20°	Fuerte		Barrancos, deslizamiento y reptación
21° - 30°	Muy Fuerte		Derrumbes, deslaves
31° - 35°	Abtracto		Derrumbes

Cuadro 8. Caracterización física en función de los rangos de pendiente para la subcuenca La Comunidad.

PENDIENTE	LITOLOGÍA	SUELO TIPO	PROCESO	PROCESO MORFODINÁMICO	VEGETACIÓN	CLIMA
Débil	Brecha volcánica Estruiva Inter- media.	Feczes háplico	Humificación	Acumulación	Agricultura de temporal. Bosque de coní- feras.	Templado Subhúmedo
		Andosol húmico.	Metanización	Erosión laminar y arroyada		
		Cambisol crómico Andosol húmico.		Solifluación		
Sueve	Brecha volcánica Estruiva Inter- media.	Andosol húmico	Metanización	Erosión laminar y arroyada	Bosque de coní- feras. Bosque de pino- encino. Pastizal inabudo.	Semifrio Subhúmedo
		Andosol ótrico.	Leucinización	Carcávas		
		Andosol húmico.	Humificación	Solifluación		
Moderada	Estruiva Inter- media.	Andosol húmico	Humificación	Carcávas	Bosque de coní- feras. Matorral inerme.	Semifrio Subhúmedo
		Andosol ótrico.	Metanización	Berrancos		
			Leucinización			
Fuerte	Estruiva Inter- media.	Andosol húmico	Acumulación	Berrancos	Bosque de coní- feras. Matorral inerme Bosque de pino- encino.	Semifrio Subhúmedo
		Feczes háplico	de materia orgánica.	Deslizamientos		
		Andosol ótrico.	Brunificación	Reptación		
		Cambisol crómico				
		Andosol húmico.				
Abrupta	Estruiva Inter- media.	Litosol+Regosol eútrico.	Acumulación de materia orgánica.	Derrumbes	Pastizal	Frio Subhúmedo

La vegetación que constituye la zona pertenece a bosques de pino y de oyamel característicos de zonas altas, los cuales se desarrollan en suelos poco profundos como los andosoles y en climas fríos de alta humedad.

En el perfil B-B' se observa que el relieve es más accidentado y en donde se desarrolla favorablemente la morfogénesis en relación a la pedogénesis, por otro lado en el relieve moderado evolucionan ambos procesos y en el relieve débil predomina el segundo proceso. Al interferir ambos procesos se considera un medio PENESTABLE. Aquí al variar la altitud y con esto el clima también se presentan cambios en la vegetación, la cual se caracteriza por bosques de pino, aile y oyamel, sobre suelos someros (Figura 4).

En el perfil C-C' domina en forma absoluta la pedogénesis, pues el relieve es moderado y entonces se considera una zona ESTABLE CONDICIONADA. La vegetación no cambia mucho en cuanto a su composición con respecto a los perfiles anteriores, excepto porque ya no hay bosque de oyamel pues este requiere de zonas más frías para su desarrollo y aquí, aunque la altitud no varía mucho con respecto al perfil B-B', el clima sí se modifica a semicálido, por lo que también altera la composición de la vegetación y además, los suelos cambian ya que estos son más estables.

En el perfil D-D' que se trazó en pendientes más

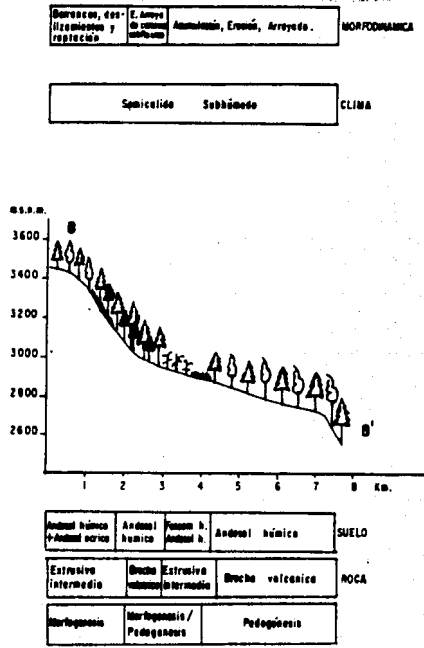
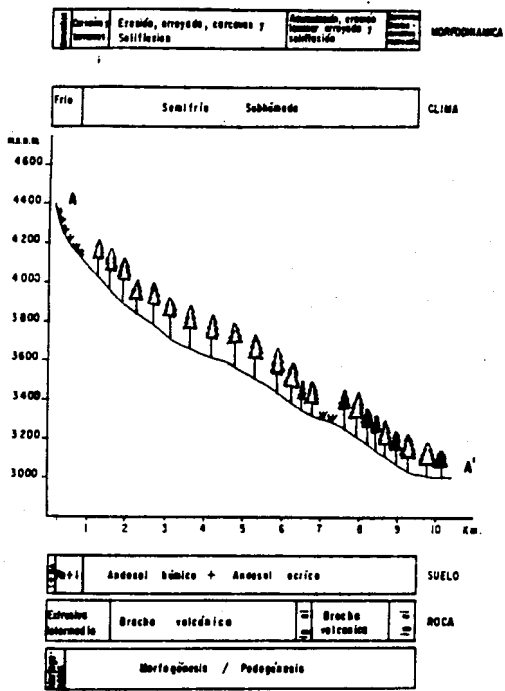
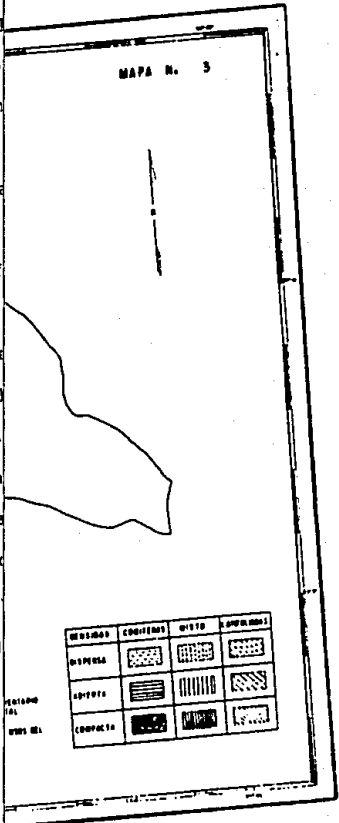


FIG. 4 Perfiles de toposecuencia A-A' y B-B' para la subcuencia La Comunidad. Aquí se muestra que en ambos dominan tanto el proceso morfogenético como pedogenético condicionando medios PENESTABLES.

tico el que e
 reflejada e
 Pinos y Oyame
 dos son andos
 io PENESTABLE

anteo en un
 serva que los
 enca La Comun

n forestal (Ma
 dominante es
 la topograf
 de clima,
 que se quiere
 rísticas no
 tos físicos s
 es el mixto a
 y en cua
 ce nulo o esc
 oníferas en s
 edias y baj
 estadas.



8.3 Caracterización física de la subcuenca El Chilero

Se basa al igual que la subcuenca anterior, en los mismos elementos de apoyo como el mapa de zonificación por intervalos de pendientes (Mapa 4), en el que se tienen 4 tipos, dominando las pendientes débiles y suaves con laderas de formas regulares seguidas por pendientes más accidentadas que presentan laderas de tipo cóncavo-convexo, desarrollandose los procesos morfodinámicos como acumulación, erosión laminar y arroyada, soliflucción y cárcavas.

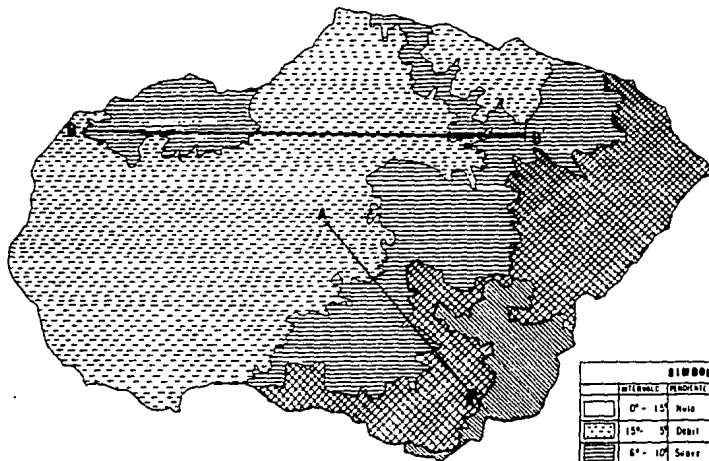
En las características físicas de esta unidad (Cuadro 9) se observan cambios de clima y geología con respecto a la subcuenca la Comunidad, por lo que el tipo de suelo y vegetación también cambian.

Se observa también que por el tipo de pendientes se desarrollan simultáneamente los procesos tanto de morfogénesis como de pedogénesis dominando ligeramente este último, por lo que previo al resultado final se considera un medio PENESTABLE.

Los perfiles de toposecuencia que se elaboraron para la subcuenca El Chilero, se representan en el mapa 4. De este modo en el perfil A-A' se observa que tanto el proceso morfogenético como pedogenético se desarrollan simultáneamente. Asimismo se puede observar en este perfil que el terreno es accidentado y por tanto el agua tiene mayor

MAPA No. 4.

SUBCUENCA EL CHILERO
ZONIFICACION POR INTERVALOS DE PENDIENTES



SIMBOLOGIA		
INTERVALO	PENDIENTE	PROCESO MORFOLÓGICO
	0° - 15°	Flujo Erosión, lumbas, maculaciones, saltos
	15° - 5°	Debil Acumulación, erosión en línea y arroyos, saltos
	5° - 10°	Suave Erosión arroyal, cárcavas y saltos
	10° - 15°	MODERADA Córcevas y barrancas
	15° - 20°	Fuerte Barrancas, desarraigos y regacion
	20° - 30°	Muy fuerte Derrumbes, deslaves
	30° - 35°	Abtupia Derrumbes

ESCALA GRAFICA



Elaboró: A. Patricio Méndez Linares

Cuadro 9. Caracterización física en función de los rangos de pendiente para la subcuenca El Chilero.

PENDIENTE	LITOLOGIA	SUELO	PROCESO	PROCESO MORFODINAMICO	VEGETACION	CLIMA	
Débil	Basálto	Cambisol eútrico	Iluvialción	Acumulación	Agricultura de temporal.	Semicálido subhúmedo	
	Esquistó	Acrisol órtico.	Enriquecimiento.	Erosión laminar y arroyada	Bosque de pino-encino.		
	Toba	Cambisol distríco	Melanización	Solifluación	Bosque de pino		
	Aluvión	Acrisol órtico	Lixiviación				
		Cambisol eútrico.	Humificación				
		Andosol húmico					
		Acrisol órtico.					
	Luvisol.						
	Cambisol distríco						
	Cambisol eútrico.						
Suave	Toba	Cambisol distríco	Lixiviación.	Erosión laminar y arroyada	Bosque de pino-encino.	Semicálido subhúmedo	
	Basálto	Regosol eútrico.	Enriquecimiento.	Carcávas	Bosque de coníferas.		
	Extrusiva ácida	Luvisol.	Humificación	Solifluación			
			Melanización				
			Iluvialción				
Moderada	Extrusiva ácida	Cambisol crónico	Humificación	Carcávas	Bosque de pino	Templado subhúmedo	
	Toba	Cambisol eútrico.		Barrancos			
Fuerte	Extrusiva ácida	Cambisol crónico.	Acumulación	Barrancos	Bosque de pino	Templado subhúmedo	
	Basálto	Andosol húmico	de materia orgánica.	Destilamientos	Bosque de pino-encino.		
		Cambisol eútrico.	Brunificación	Reptación	Agricultura de temporal.		
		Cambisol distríco					
		Feozem háptico.					

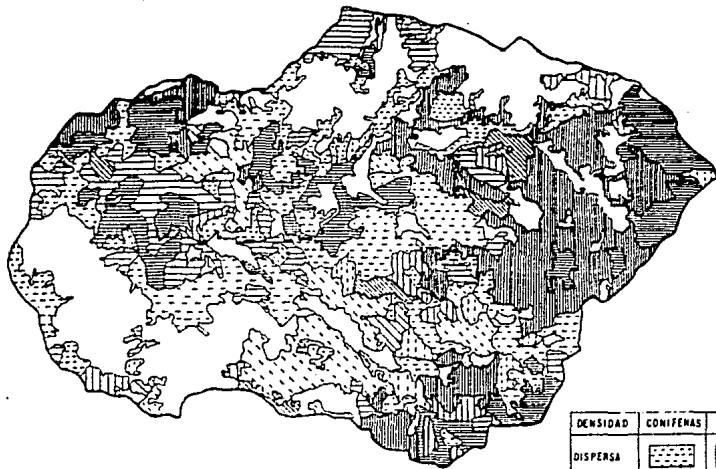
capacidad de transportar materiales, ocasionando que aumente el grado de desarrollo de los procesos morfodinámicos, resultando pocas posibilidades para la formación de suelos profundos. Debido a las condiciones altitudinales el clima de esta región presenta una transición entre el templado y el cálido lo que condiciona un tipo de vegetación constituido por pino-encino sobre suelos como los cambisoles, los cuales dominan sobre los andosoles; por otro lado, la roca que da origen a estos consta de basaltos y tobas (Figura 6).

Al comparar el perfil anterior, con el B-B' se aprecia que en este caso es el proceso pedogenético el que se desarrolla, además hay mayor posibilidad de una mejor formación de suelos, debido a la baja influencia del relieve. Asimismo la altitud disminuye, teniendo como consecuencia, un cambio en el factor climático, y por tanto en la vegetación constituida por bosque de encino, y en menor proporción por bosque de pino-encino. El tipo de roca también varía, existiendo una combinación de rocas ígneas y metamórficas.

La zonificación forestal (Mapa 5) muestra que hay una codominancia entre el bosque de coníferas y el bosque mixto. Asimismo se puede observar que las densidades altas o compactas pertenecen a los bosques mixtos (pino-encino) y en algunos casos a los bosques de coníferas (pino), siendo que este presenta en su mayoría densidades bajas o dispersas al igual que el bosque de latifoliadas.

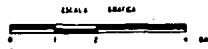
MAPA No. 5

SUBCUENCA EL CHILERO
ZONIFICACION FORESTAL



DENSIDAD	CONIFERAS	MIXTO	LATIFOLIADAS
DISPERSA			
ABIERTA			
COMPACTA			

Elaboró A. Patricia Méndez Linares



OTROS USOS DEL SUELO

Corrosión barrosos	Barrosos decolorados	E. oro negro y rojo	Asociación E. negro y rojo con barrosos
-----------------------	-------------------------	---------------------------	---

MORFODINÁMICA

* Asociación, erosión laminar y arroyado, sedimentación	# Erosión arroyado cárcavas y sedimentación
--	--

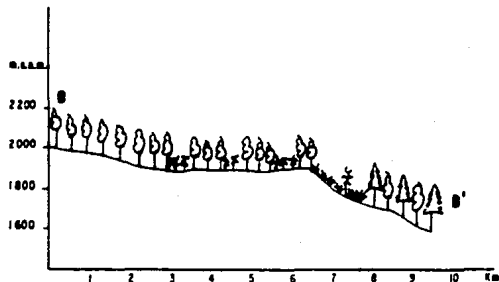
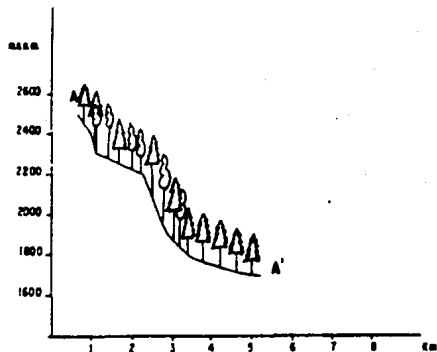
MORFODINÁMICA

Templado	Cálido	Subhúmedo
----------	--------	-----------

CLIMA

Templado	Subhúmedo	Semicálido	Subhúmedo
----------	-----------	------------	-----------

CLIMA



Comunal Reposol	Comunal Reposol	Comunal + Acristal
--------------------	--------------------	--------------------------

SUELO

Comunal estrico + Litosol	Comunal + Reposol Estrico	Comunal estrico + Comunal estrico
------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------

SUELO

Extremo Ácido	Toba
---------------	------

ROCA

Toba	Basalto	E	Basalto
------	---------	---	---------

ROCA

Morfogenésis / Pedogenésis

Pedogenésis

FIG. 6 Perfiles de toposecuencia para la subcuena El Chilero A-A' y B-B'. Existe una diferencia notable en el relieve, condicionando una zona Penestable en el primer perfil y una Estable Condicionada en el segundo.

7.4 Caracterización física de la subcuenca Los Sabinos

En la zonificación por intervalos de pendientes (Mapa 6), se observa la casi total dominancia del relieve con pendientes débiles y moderadas sobre las accidentadas; lo cual se considera que es un terreno muy accesible para el desarrollo de las actividades antrópicas y en donde dominan los procesos morfogénéticos sobre los morfodinámicos. Los procesos de erosión son prácticamente incipientes pues las condiciones del relieve así lo generan y estos son la erosión laminar, e. arroyada y la solifluxión.

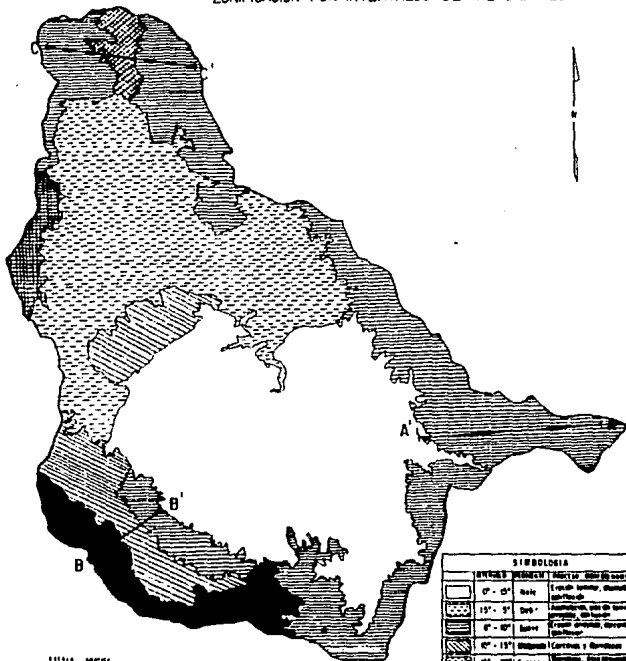
Como ya se mencionó, en esta unidad se observan todos los tipos de pendientes, es decir, desde un terreno llano hasta zonas escarpadas. Estos rangos que fueron caracterizados en cuanto a los otros parámetros físicos indican que debido a la dominancia de relieve llano los dos procesos, tanto de pedogénesis como el de morfogénesis se favorecen al mismo tiempo, lo que registraría que la mayoría de los suelos deben estar mejor caracterizados con respecto a las subcuencas anteriores. Se considera el medio es PENESTABLE y/o INESTABLE (Cuadro 10).

El clima es cálido y con ello cambia la vegetación, a selva baja caducifolia.

En los perfiles de toposecuencia que se representan en el

MAPA No. 6

SUBCUENCA LOS SABINOS
ZONIFICACION POR INTERVALOS DE PENDIENTES



SIMBOLOGIA		
INTERVALO	PENDIENTE	SUELO / VEGETACION
0° - 05°	Seke	Leñoso, arbustivo, matorral
05° - 15°	Seke	Leñoso, arbustivo, matorral
15° - 25°	Seke	Leñoso, arbustivo, matorral
25° - 35°	Seke	Leñoso, arbustivo, matorral
35° - 45°	Seke	Leñoso, arbustivo, matorral
45° - 55°	Seke	Leñoso, arbustivo, matorral
55° - 65°	Seke	Leñoso, arbustivo, matorral
65° - 75°	Seke	Leñoso, arbustivo, matorral
75° - 85°	Seke	Leñoso, arbustivo, matorral
85° - 95°	Seke	Leñoso, arbustivo, matorral

Elaboró A. Patricia Méndez Linares

Cuadro 10. Caracterización física en función de los rangos de pendiente para la subcuenca Los Sabinos.

PENDIENTE	LITOLOGÍA	TIPO DE SUELO	PROCESO PEDOGENÉTICO	PROCESO MORFOGENÉTICO	VEGETACIÓN	CLIMA
Alta	Estrusiva intermedia. Brecha volcánica.	Regosol eútrico Feozem háptico. Regosol eútrico Cambisol eútrico Feozem háptico Cambisol eútrico. Feozem háptico.	Huñificación Metalización Lixiviación Lixiviación.	Erosión laminar y arroyada Solifluación Acumulación	Selva baja caducifolia Agricultura de temporal	Cálido subhúmedo
Debil	Estrusiva intermedia. Brecha volcánica.	Regosol eútrico Cambisol eútrico. Cambisol eútrico Regosol eútrico. Regosol eútrico Feozem háptico Cambisol eútrico. Regosol eútrico.	Acumulación Huñificación Metalización Lixiviación	Acumulación Erosión laminar y arroyada Solifluación	Selva baja caducifolia. Pastizal. Agricultura de temporal.	Cálido subhúmedo
Suave	Estrusiva intermedia. Brecha volcánica	Regosol eútrico Litosol+Cambisol eútrico. Regosol eútrico. Cambisol eútrico. Regosol eútrico Feozem háptico Cambisol eútrico.	Lixiviación. Huñificación Lixiviación	Erosión arroyada y arroyada Solifluación Carcavas	Matorral inerme Pastizal inducido	Templado subhúmedo Cálido subhúmedo Semicálido subhúmedo
Moderada	Elolita Estrusiva intermedia.	Litosol+Cambisol eútrico. Regosol eútrico Litosol	Huñificación Acumulación de materia orgánica.	Carcavas Barrancos	Selva baja caducifolia Matorral inerme	Semicálido subhúmedo Cálido subhúmedo
Fuerte	Estrusiva intermedia.	Litosol+Regosol eútrico. Luvisol crónico	Huñificación Acumulación de materia orgánica.	Carcavas Barrancos	Selva baja caducifolia Matorral inerme	Cálido subhúmedo
Muy fuerte	Ignes estrusiva ácida. Ignes estrusiva intermedia.	Regosol eútrico Litosol+Feozem háptico	Huñificación Acumulación de materia orgánica.	Derrumbes Destilamientos	Selva baja caducifolia. Matorral inerme.	Cálido subhúmedo
Abrupta	Ignes estrusiva intermedia. Toba Basalto Arenisca+Conglomerado.	Litosol+Regosol eútrico.	Huñificación Acumulación de materia orgánica.	Derrumbes Destilamientos	Selva baja caducifolia. Matorral inerme.	Semicálido subhúmedo

mapa 6, se observa que el perfil A-A' (Figura 7) cuya altitud varía 200 m. y se localiza entre los 1200 y 1400 msnm., el relieve del terreno es muy débil y por lo tanto los procesos de morfogénesis-pedogénesis se desarrollan simultáneamente; los tipos de suelos que caracterizan la zona son poco profundos; la roca que da origen a estos suelos son ígneas (extrusiva intermedia) y metamórficas (esquisto), las cuales presentan baja resistencia a la erosión. El clima es cálido el cual condiciona una vegetación tipo selva baja caducifolia. El proceso morfogenético y pedogenético se desarrollan en forma simultánea por lo que esta zona es PENESTABLE.

En el perfil B-B' presenta el mismo tipo de clima, vegetación y suelo que el perfil A-A' y difiere en cuanto composición litológica, ya que solo hay rocas ígneas. Este perfil fue trazado a la altitud de 1200 a 2000 msnm, en un rango de pendientes abruptas en donde los procesos erosivos son más desarrollados que en el perfil A-A' y por tanto domina el proceso morfogenético sobre el pedogenético, desarrollándose un medio INESTABLE.

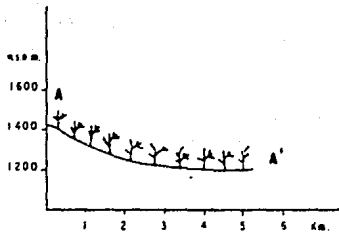
En el perfil C-C' que fue trazado aproximadamente a la misma altura que el perfil A-A', presenta condiciones físicas semejantes a este último y por tanto los procesos de morfogénesis y pedogénesis evolucionan al mismo tiempo.

Erosión arroyada, cárcavas y Salifitación

MORFODINAMICA

Cálido Subhúmedo

CLIMA



Regosol líticos + Cambisoles	Regosol estrico + Cambisoles	Regosol e + líticos + Cambisoles
------------------------------	------------------------------	----------------------------------

SUELO

Esquistos	Estratos intermedia
-----------	---------------------

ROCA

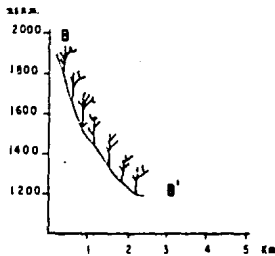
Morfogenesis / Pedogenesis

Erosión arroyada y cárcavas salifitacion

MORFODINAMICA

Cálido Subhúmedo

CLIMA



litosol líticos + Regosol + Cambisoles	litosol líticos + Cambisoles
--	------------------------------

SUELO

litosol líticos	Estratos intermedia
-----------------	---------------------

ROCA

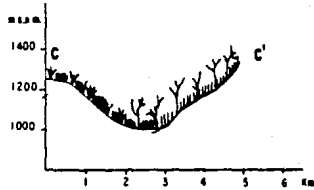
Morfogenesis / Pedogenesis

Erosión, arroyada, cárcavas y Salifitación

MORFODINAMICA

Cálido Subhúmedo

CLIMA



Regosol estrico + Litosol líticos + Cambisoles	Litosol + Regosol líticos + Litosol líticos + Cambisoles
--	--

SUELO

Esquistos	Estratos intermedia
-----------	---------------------

ROCA

Morfogenesis / Pedogenesis

FIG. 7 Perfiles de toposecuencia A-A', B-B' y C-C'; para la subcuena Los Sabinos. En estos es notable el cambio de las condiciones físicas, principalmente el de la vegetación (Selva Baja Caducifolia) a diferencia de las dos subcuenas anteriores, formadas por bosques mixtos y de coníferas.

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

7.5 Evaluación físico-ambiental-forestal para la subcuenca La Comunidad

Esta unidad se localiza en la parte noroeste de la cuenca del río Temascaltepec. Fue subdividida en 6 microcuencas y estas a su vez en vertientes formando un total de 12 subunidades, cubriendo una área de 122.3 Km².

A partir del análisis físico para cada una de las subunidades (Cuadro 11) se obtuvo como resultado el Mapa 7.

Subunidades I SE, II N, II S, III N, III S, IV NE, IV SE y V E se consideran paisajes ESTABLES CONDICIONADOS en cuyo relieve los procesos erosivos se encuentran en sus fases de inicio, es decir, que el proceso morfogenético domina sobre el proceso morfodinámico.

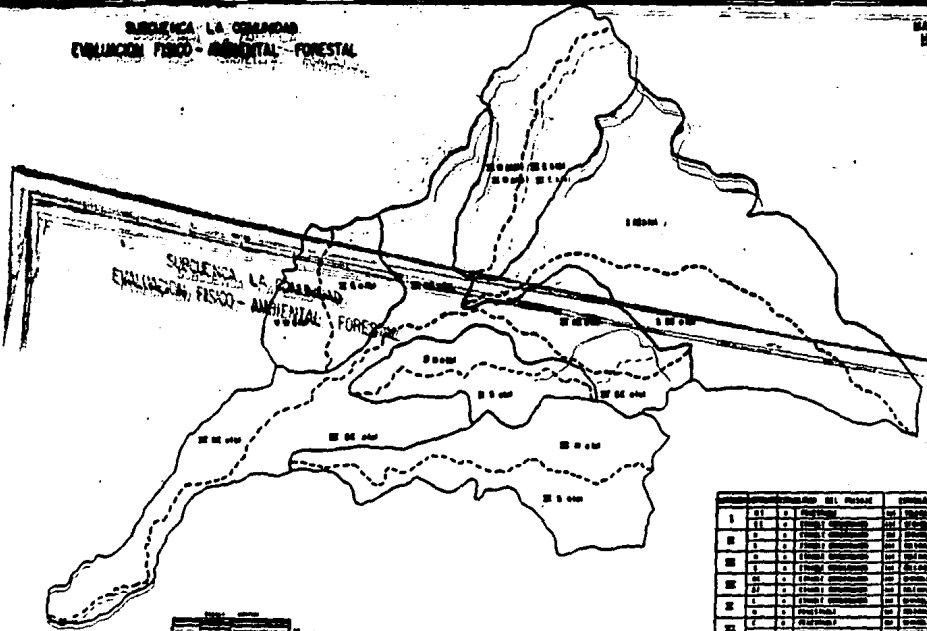
Las laderas en su mayoría de forma regular permiten una buena distribución del agua que capta la cuenca.

Los suelos que presentan estas unidades en general tienden a ser mejor caracterizados en sus horizontes, originándose a través de los procesos de iluviación y enriquecimiento, los cuales permiten la entrada y acumulación de materiales. La formación de estos suelos tienen como ventaja el factor relieve, el cual al ser de pendientes débiles disminuye el transporte de sedimentos.

TIPO DE LADERA	TIPO DE SUELO	LITOLOGIA	TIPO DE DRENAJE	MORFOLOGIA
Concava y Convexa	Andosol húmico-Andosol ótrico. Andosol húmico-Feozem háptico-Regosol eútrico-Litosol.	Ignea extrusiva intermedia. Brecha volcánica.	PARALELO	2600-4500 msnm. Conos volcánicos pequeños de pendiente media a fuerte y pequeños lomeríos de pendiente débil asociados a pequeños valles aluviales de profundidad media.
Regular	Andosol húmico-Andosol ótrico. Andosol húmico-Feozem háptico-Feozem háptico-Litosol. Litosol-Regosol eútrico.	Brecha volcánica. Ignea extrusiva intermedia.	SUBDENDRITICO	2700-4500 msnm. Laderas volcánicas de suave pendiente asociado a un volcán de pequeñas dimensiones, a valles profundos y a pequeñas mesas lávicas.
Regular	Andosol húmico-Feozem háptico-Andosol húmico.	Brecha volcánica.	SUBDENDRITICO	2600-2900 msnm. Ladera volcánica con lomeríos de pendiente media y valles aluviales poco profundos.
Regular Convexa	Andosol húmico-Feozem háptico-Andosol húmico.	Ignea extrusiva intermedia. Brecha volcánica.	SUBDENDRITICO	2600-2900 msnm. Valle aluvial con laderas volcánicas y mesas lávicas con disección media.
Regular Convexa	Andosol húmico-Andosol húmico-Andosol ótrico-Feozem háptico-Andosol húmico-Cambisol crómico-Andosol húmico.	Ignea extrusiva intermedia. Brecha volcánica.	SUBDENDRITICO	2300-3500 msnm. Laderas volcánicas de débil pendiente asociado a escasos lomeríos y a un valle aluvial.
Regular Convexa	Andosol húmico-Andosol ótrico-Cambisol crómico-Andosol húmico.	Ignea extrusiva intermedia. Brecha volcánica.	SUBDENDRITICO	2300-3500 msnm. Ladera volcánica asociada a mesas lávicas con disección media y a un valle aluvial.
Concava Convexa	Cambisol eútrico-Acrisol ótrico- Cambisol distríco- Cambisol crómico-Andosol húmico-Andosol húmico-Feozem háptico.	Basalto Toba Brecha volcánica. Ignea extrusiva intermedia.	SUBDENDRITICO	1800-3400 msnm. Ladera volcánica asociada a mesetas lávicas, con profundidad de disección de media a alta; y a un cono volcánico y a valles aluviales.
Convexa	Cambisol crómico-Andosol húmico- Cambisol eútrico- Acrisol ótrico- Cambisol distríco- Feozem háptico- Andosol húmico.	Brecha volcánica. Toba Ignea extrusiva intermedia.	SUBDENDRITICO	1800-3400 msnm. Ladera volcánica asociada a mesetas lávicas con profundidad de disección media; y a valles aluviales.
Regular	Feozem háptico-Andosol húmico-Andosol húmico.	Brecha volcánica. Ignea extrusiva intermedia.	SUBDENDRITICO	2400-2900 msnm. Lomeríos de suave pendiente, asociados a laderas volcánicas y valles aluviales con profundidad de disección media.
Convexa	Feozem háptico-Andosol húmico.	Ignea extrusiva intermedia.	SUBDENDRITICO	2500-2900 msnm. Mesas lávicas con profundidad de disección media y lomeríos de suave pendiente.
Concava	Andosol húmico-Andosol ótrico-Andosol húmico-Feozem háptico.	Ignea extrusiva intermedia. Brecha volcánica.	SUBDENDRITICO	2600-3600 msnm. Laderas montañas, con densidad de disección alta, de fuertes pendientes y un pequeño valle aluvial.
Convexa	Andosol húmico-Litosol. Andosol húmico-Feozem háptico.	Ignea extrusiva intermedia. Brecha volcánica.	SUBDENDRITICO	2600-3600 msnm. Ladera volcánica con disección alta, asociado a laderas lávicas y mesas de pendiente media.

**SURVEY - LA GRANADA
EVALUACION FISICO-AMBIENTAL FORESTAL**

MAPA N.º 7
MAPA N.º 7



CATEGORIA DEL TERRENO			CONTENIDO DEL TERRENO	
1	01	2	Terreno plano	01
1	02	2	Terreno ondulado	02
1	03	2	Terreno montañoso	03
1	04	2	Terreno muy montañoso	04
1	05	2	Terreno muy montañoso	05
1	06	2	Terreno muy montañoso	06
1	07	2	Terreno muy montañoso	07
1	08	2	Terreno muy montañoso	08
1	09	2	Terreno muy montañoso	09
1	10	2	Terreno muy montañoso	10
1	11	2	Terreno muy montañoso	11
1	12	2	Terreno muy montañoso	12
1	13	2	Terreno muy montañoso	13
1	14	2	Terreno muy montañoso	14
1	15	2	Terreno muy montañoso	15
1	16	2	Terreno muy montañoso	16
1	17	2	Terreno muy montañoso	17
1	18	2	Terreno muy montañoso	18
1	19	2	Terreno muy montañoso	19
1	20	2	Terreno muy montañoso	20

Figura 1. Plano de la zona

La litología de esta región está constituida por rocas ígneas de tipo extrusiva intermedia y brecha volcánica y son muy escasas las tobas y basaltos, en general son de baja resistencia a la erosión.

El tipo de drenaje que caracteriza a estas vertientes es subdendrítico; que se define por corrientes que fluyen desde áreas de materiales poco resistentes a otros con ligero control estructural, lo cual se verifica con el tipo de rocas que presenta la zona.

La morfología esta compuesta principalmente por laderas volcánicas de suave pendiente y valles aluviales.

La vegetación para las vertientes I SE, II N, IV NE y V E corresponde al bosque de coníferas como dominante sobre el bosque mixto, los cuales presentan un rango de densidad bajo o medio con un índice de protección hidrológica de 0.4-0.7. Estos bosques se desarrollan en vertientes en donde la humedad es relativamente baja con respecto a las vertientes de dirección noroeste y sureste, por lo que se considera que la humedad, está determinando la densidad de estos bosques.

Las vertientes II S, III N, III S y IV SE presentan condiciones óptimas para el desarrollo del bosque, esto se ve reflejado en las altas densidades que éstos presentan, además se atribuye el caracter de humedad, relativamente

mayor, dada la influencia de la dirección de los vientos con respecto a estas vertientes.

Las subunidades I NE, V W, VI E y VI W son paisajes PENESTABLES, en donde el relieve conformado de pendientes suaves a fuertes genera que se desarrollen tanto el proceso morfo genético como morfodinámico, sin que ninguno de los dos domine.

Las laderas que dominan son de tipo cóncavo y convexo, y son de carácter acumulativo y dispersoras del agua que captan estas vertientes.

Los suelos son incipientes y se erosionan con facilidad, debido a las condiciones del relieve que provocan que aumente el transporte de materiales con la escorrentía y se desarrollen procesos morfodinámicos como la reptación, barrancos, cárcavas y algunas veces deslizamientos.

La litología presenta rocas de tipo ígneo (brecha volcánica y extrusiva intermedia), con una baja resistencia a la erosión lo que permite que se desarrolle un tipo de drenaje subdendrítico, que ocasiona el lavado de materiales, sobre todo en las zonas con fuertes pendientes.

La morfología esta constituida por laderas montañosas con densidad de disección alta asociadas a laderas lávicas y

mesas de pendiente media.

El bosque para las vertientes I NE y V W se considera TOLERANTE, en donde sus altas densidades protegen con un alto indice (0.7-1.0) la zona donde se desarrolla, controlando de este modo la escorrentia y con ello la erosión.

Las vertientes VI E y VI W, presentan bosques que se consideran SEMITOLERANTES por lo que su indice de protección hidrológica es de 0.4-0.7 y que no protege al medio en forma óptima.

7.6 Evaluación Físico-Ambiental-Forestal para la subcuenca El Chilero.

Esta unidad se localiza, en la parte sur de la cuenca del río Temascaltepec. La Subcuenca del río el Chilero fue dividida en un total de 5 microcuencas y estas a sus vez en 10 vertientes con una área total de 111 Km².

La evaluación realizada para los aspectos físicos (Cuadro 12) se resumen en el Mapa 8.

Las vertientes II NE, IV E, IV W, V E, y V W presentan un relieve de pendientes suaves, en donde las condiciones o procesos morfodinámicos tienen un desarrollo evolutivo lento con respecto a los morfogenéticos, por lo cual se consideran como medios son ESTABLES CONDICIONADOS.

Las laderas en su mayoría de forma regular permiten el escurrrimiento en forma homogénea.

Los suelos son moderadamente susceptibles a erosionarse, pues el tipo de clima (semicálido y templado) así como el relieve permiten que sean más estables.

La litología constituida principalmente por rocas como basalto, esquisto, toba y extrusiva ácida presentan de baja a mediana resistencia a la erosión en donde se desarrolla el

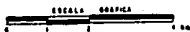
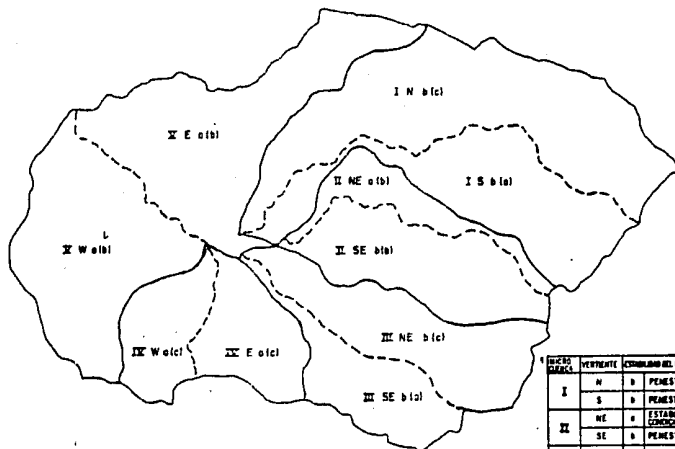
CUADRO 12. Caracterización físico-ambiental-forestal por vertiente para la subcuenca El Chilero.

SUBCUENCA	VERTIENTE	TIPO DE BOSQUE	DENSIDAD	ESTRUCTURA	INDICE DE PROTECCION HIDROLOGICA	PENDIENTE	INTERVALO DE PENDIENTE
	II	Bosque de coníferas en codominancia con bosque mixto.	Nula a Abierta	Horizontal irregular y vertical irregular	0.0-0.4	Suave a Fuerte	5 -20 °
I	S	Bosque mixto dominando a bosque de coníferas y estas a bosque de latifoliadas.	Compacta	Horizontal y vertical regular	0.7-1.0	Débil a Fuerte	5 -20 °
	NE	Bosque de coníferas en codominancia con bosque mixto.	Dispersa a Compacta	Horizontal irregular y vertical regular	0.0-0.7	Débil a Fuerte	5 -20 °
II	SE	Bosque de coníferas en codominancia con bosque mixto.	Dispersa a Compacta	Horizontal irregular y vertical regular	0.0-0.7	Débil a Moderada	5 -15 °
	NE	Bosque de coníferas en codominancia con bosque mixto.	Dispersa a Abierta	Horizontal irregular y vertical	0.0-0.4	Suave a Fuerte	5 -20 °
III	SE	Bosque de coníferas en codominancia con bosque mixto.	Dispersa a Compacta	Horizontal regular y vertical irregular	0.7-1.0	Suave a Fuerte	5 -20 °
	E	Bosque de coníferas dominando sobre bosque de latifoliadas. Terrenos desnudos.	Dispersa	Horizontal y vertical irregular	0.0-0.4	Débil a Fuerte	5 -20 °
IV	M	Bosque de coníferas Terrenos desnudos.	Dispersa	Horizontal irregular y vertical	0.0-0.4	Débil	1.5 -5°
	NE	Bosque de coníferas dominando sobre bosque mixto.	Dispersa a Compacta	Horizontal regular y vertical irregular	0.4-1.0	Débil a Suave	5 -10 °
V	SE	Bosque de coníferas dominando sobre bosque de mixto y de latifoliadas.	Dispersa a Abierta	Horizontal irregular y vertical irregular	0.0-0.7	Débil	1.5 -10°

TIPO DE LADERA	TIPO DE SUELO	LITOLOGIA	TIPO DE DRENAJE	MORFOLOGIA
Convexa	Cambisol crómico Feozem háptico. Cambisol crómico Litosol. Luvisol crómico.	Basalto Toba		1700-2800 mnm. Lomeríos de pendiente débil a suave, y mesetas lávicas de pendiente débil.
----- SUBDENDRITICO -----				
Concáva	Cambisol crómico. Cambisol crómico Feozem háptico Litosol.	Basalto Extrusiva ácida. Toba.		2000-2800 mnm. Lomeríos y montañas bajas con pendiente de suave a moderada. Valles aluviales alargados. Complejo montañoso volcánico, con cañadas profundas y laderas abruptas.
Concáva Convexa	Cambisol crómico Regosol eútrico. Andosol húmico Cambisol diátrico.	Toba Extrusiva ácida.		1900-2800 mnm. Valles aluviales alargados montañas medias y bajas de fuerte pendiente. Lomeríos volcánicos y mesetas con pendientes suaves.
----- SUBDENDRITICO -----				
Convexa	Cambisol crómico Regosol eútrico. Andosol ácrico Cambisol diátrico.	Toba Extrusiva ácida Basalto	ASIMETRICO	1700-200 mnm. Lomeríos volcánicos de suave a moderada pendiente. Montañas medias con cañadas profundas.
Concáva Convexa	Cambisol diátrico Regosol eútrico. Cambisol diátrico.	Toba Extrusiva ácida	SUBPARALELO	1700-2600 mnm. Montañas volcánicas con cañadas profundas y laderas abruptas. Lomeríos de moderada a suave pendiente.
Concáva Convexa	Cambisol diátrico. Luvisol	Toba Extrusiva ácida Basalto	SUBDENDRITICO	1700-2700 mnm. Asociación de lomeríos y mesetas lávicas. Valles aluviales angostos. Conos volcánicos erosionados.
Concáva	Cambisol eútrico. Regosol eútrico Cambisol diátrico Litosol. Cambisol diátrico Regosol eútrico.	Basalto Toba Extrusiva ácida		1700-2300 mnm. Sierra volcánica con cañadas, poco profundas y laderas de moderada pendiente. Valles aluviales regulares, asociados a mesetas lávicas de moderada pendiente.
----- SUBDENDRITICO -----				
Regular	Cambisol diátrico Acrisol órtico. Cambisol diátrico Regosol eútrico.	Basalto Esquisto		1700-1800 mnm. Lomeríos y mesetas lávicas de suave a moderada pendiente. Valles aluviales.
Regular	Cambisol eútrico. Cambisol diátrico Acrisol órtico. Acrisol órtico.	Basalto Esquisto	DENDRITICO	1600-1800 mnm. Mesetas lávicas con lomeríos de suave a moderada pendiente, conos volcánicos con campos de lava.
Regular	Cambisol eútrico. Cambisol diátrico Acrisol órtico. Cambisol diátrico Regosol eútrico.	Basalto Esquisto	ANGULAR	1600-1800 mnm. Montañas bajas con cañadas poco profundas y lomeríos alargados.

SUBCUENCA EL CHILERO
EVALUACION FISICO - AMBIENTAL FORESTAL

MAPA No. 8



Esteban A. Pareda Méndez Linares

CATEGORIA	VERTIENTE	CONDICION DEL PIVAJE	ESTABILIDAD DEL ORDRE
I	N	b PEDESTABLE	(1) INTOLERANTE
	S	b PEDESTABLE	(1) TOLERANTE
II	NE	a ESTABLE CONDICIONADO	(1) SEMITOLERANTE
	SE	b PEDESTABLE	(1) SEMITOLERANTE
III	NE	b PEDESTABLE	(1) INTOLERANTE
	SE	a PEDESTABLE	(1) TOLERANTE
IX	E	a ESTABLE CONDICIONADO	(1) INTOLERANTE
	W	a ESTABLE CONDICIONADO	(1) INTOLERANTE
X	E	a ESTABLE CONDICIONADO	(1) SEMITOLERANTE
	W	a ESTABLE CONDICIONADO	(1) SEMITOLERANTES

drenaje de tipo subdendrítico y dendrítico angular, este último es característico de rocas plegadas.

Las formas del relieve son básicamente lomeríos y mesetas lávicas de moderada pendiente y valles aluviales.

El bosque de coníferas domina sobre el bosque mixto y para las vertientes II NE, V E y IV W es SEMITOLERANTE y para la IV E y IV W es INTOLERANTE, como se puede observar este no presenta las condiciones óptimas para la protección del medio, asimismo se considera que la humedad para estas no es muy favorable o bien las condiciones del relieve permiten una mayor explotación sobre estos.

Las vertientes I N, I S, II SE, III NE y III SE, se consideran como paisajes PENESTABLES pues en las pendientes que van de débiles a fuertes se generan los diferentes tipos de erosión que implican el desarrollo tanto la morfogénesis como de la morfodinámica.

Las laderas son de tipo convexo en donde el agua se exparce.

Los suelos que se desarrollan son más susceptibles a erosionarse con respecto a los de las vertientes con pendientes débiles o suaves y además son poco profundos.

Las rocas que dominan son la toba y la extrusiva ácida que presentan baja susceptibilidad a la erosión, y en donde el drenaje es de tipo subdendrítico, controlado por las pendientes sobre todo en los tributarios de 1^{er}, 2^o y 3^{er} orden aumentando este control en las pendientes suaves sobre los cauces de 4^o y 5^o orden.

La geomorfología es de lomeríos y montañas volcánicas con cañadas profundas, mesetas lávicas y valles aluviales angostos.

Las vertientes I S y III S, presentan bosques TOLERANTES, la II SE, SEMITOLERANTE y las I N y III NE, INTOLERANTE constituidos por bosques mixtos dominando sobre los bosques de coníferas. Se observa también que los bosques con densidad alta se localizan en las vertientes de mayor humedad como lo es la sur y los bosques de densidad media en la zona sureste y los de densidades bajas en la áreas donde la humedad es relativamente menor como lo son la norte y noreste. En general se presenta un índice de protección hidrológico muy variable.

7.7 Evaluación físico-ambiental de la subcuenca Los Sabinos

Se localiza al oeste del río Temascaltepec. Se subdividió en 6 microcuencas de 5o orden y a su vez en 10 vertientes con una área total de 158.5 Km².

Los resultados se apoyan en el Cuadro 13, que integra el análisis de los parámetros físicos en el Mapa 9.

Las subunidades I NE, I SW, II E, II W y VI E; se consideran como unidades ESTABLES CONDICIONADAS, pues el relieve, en su mayoría de pendientes débiles y nulas favorece el desarrollo de los procesos morfogenéticos sobre los morfodinámicos.

Los suelos son del tipo de los regosoles, litosoles, feozems y cambisoles, de poca profundidad y cuyo uso se encuentra condicionado a esta última característica y al tipo de clima. Asimismo el clima que presentan es cálido que junto con el relieve favorecen la estabilidad de los suelos, es decir que son moderadamente susceptibles a erosionarse.

La litología está constituida por rocas ígneas y metamórficas, del primer tipo dominan las extrusivas con baja resistencia a la erosión y del segundo tipo el esquistos con mediana resistencia a erosionarse siendo el agente principal la erosión hídrica que se manifiesta por el tipo de drenaje

Cuadro 13. Caracterización físico-ambiental por vertiente para la subcuenca Los Sabinos.

SUBCUENCA	VERTIENTE	TIPO DE BOSQUE	PENDIENTE	INTERVALO DE LADERA DE PENDIENTE	TIPO DE LADERA	TIPO DE SUELO
I	NE	El tipo de vegetación que predomina en esta zona en general, pertenece a la selva baja caducifolia, con algunos manchones o vegetación de tipo relicto que	Mula a Moderada	0 - 15°	Concava Convexa Regular	Regosol eútrico Litosol+Cambisol eútrico. Regosol eútrico+Feozem háplico+Cambisol. Regosol eútrico+Cambisol eútrico.
	SE	corresponde al bosque de coníferas y al bosque mixto. Hay grandes áreas	Mula a Suave	0 - 15°	Regular	Regosol eútrico+Feozem háplico+Cambisol. Regosol eútrico+Litosol+Cambisol eútrico. Regosol eútrico+Cambisol eútrico+Litosol.
	E	desprovistas de vegetación natural y utilizadas en agricultura. Este tipo de cobertura vegetal, representa un índice de protección hidrológica de 0.0-0.4.	Mula a Abrupta	0 - 35°	Regular Convexa	Regosol eútrico. Regosol eútrico+Feozem háplico+Cambisol vértico. Litosol+Regosol eútrico. Cambisol eútrico+Litosol.
II	M	de protección hidrológica de 0.0-0.4.	Mula a Abrupta	0 - 35°	Regular Concava	Regosol eútrico. Regosol eútrico+Litosol. Litosol+Feozem+Cambisol vértico. Litosol+Regosol eútrico. Cambisol eútrico+Litosol.
	E		Mula a Abrupta	0 - 35°	Regular Convexa	Regosol eútrico. Regosol eútrico+Litosol. Feozem háplico+Cambisol vértico. Litosol+Regosol eútrico. Cambisol eútrico+Litosol.
III	U		Mula a Abrupta	0 - 35°	Regular Concava	Regosol eútrico. Regosol eútrico+Litosol. Litosol+Feozem+Cambisol vértico. Litosol+Regosol eútrico. Cambisol eútrico+Litosol.

LITOLOGIA	TIPO DE DRENAJE	MORFOLOGIA
<p>-----</p> Ignea extrusiva Esquisto		1200-1500 msnm. Laderas montañosas muy disectadas, con lomerios de suave pendiente.
SUBDENDRITICO		
<p>-----</p> Ignea extrusiva Esquisto	ASIMETRICO	1100-1500 msnm. Asociación de pequeños lomerios de débil pendiente y laderas montañosas fuertemente disectadas.
<p>-----</p> Ignea extrusiva		1100-1300 msnm. Ladera montañosa muy disectada, asociada a mesas y lomerios de poca altitud y suave pendiente.
SUBDENDRITICO		
<p>-----</p> Ignea extrusiva Brecha volcánica		1110-1800 msnm. Ladera montañosa de pendiente media y disección alta, asociada a pequeños vestigios de lomerios.
<p>-----</p> Ignea extrusiva Brecha volcánica Arenisca-Conglomerado. Basalto		1100-1800 msnm. Ladera montañosa de pendiente media a alta, asociada a pequeñas mesas y lomerios muy disectados.
SUBDENDRITICO		
<p>-----</p> Ignea extrusiva Brecha volcánica Arenisca-Conglomerado. Toba Basalto		1100-1800 msnm. Ladera montañosa de pendiente media a alta, asociada a pequeñas mesas y lomerios muy disectados.

Continuación del cuadro 13.

NE	Mula a Abrupta	0 -35°	Regular Concava	Fooson háptico Cambisol vértico. Regosol eútrico Cambisol eútrico. Litosol+Regosol eútrico. Litosol+Cambisol eútrico.
IV----- SE	Mula a Muy Fuerte	0 -30°	Regular Concava	Fooson háptico Cambisol vértico. Regosol eútrico Cambisol eútrico. Litosol+Regosol eútrico. Litosol+Cambisol eútrico.
N	Mula a Muy Fuerte	0 -30°	Regular Convexa	Regosol eútrico. Regosol eútrico. Litosol. Regosol eútrico Fooson háptico Cambisol eútrico.
V----- S	Mula a Fuerte	0 -20°	Regular Convexa	Regosol eútrico Litosol. Cambisol eútrico. Regosol eútrico Cambisol eútrico.
E	Mula a Abrupta	0 -35°	Regular Convexa	Regosol eútrico Fooson háptico Cambisol eútrico Fooson háptico Cambisol vértico. Cambisol eútrico. Litosol+Regosol eútrico.
VI----- M	Mula a Fuerte	0 -20°	Regular Concava Convexa	Regosol eútrico Fooson háptico Cambisol eútrico. Regosol eútrico Litosol. Cambisol eútrico. Regosol eútrico Cambisol eútrico Fooson háptico. Litosol+Regosol eútrico+Luvisol crómico. Litosol+Fooson háptico.

Ignea extrusiva
Brecha volcánica.

1100-2000 msnm. Ladera montañosa con fuerte disec-
ción, asociada a mesas fuertemente disectadas y es-
casos lomeríos y valles poco profundos.

SUBDENDRITICO

Ignea extrusiva
Brecha volcánica.
Toba

1100-2100 msnm. Ladera montañosa con fuerte disec-
ción, asociada a mesas fuertemente disectadas y es-
casos lomeríos y valles poco profundos.

Ignea extrusiva
Brecha volcánica

1100-1600. Ladera montañosa fuertemente disectada,
asociada a lomeríos y mesetas de suave pendiente.

SUBDENDRITICO

Ignea extrusiva
Riolita.

ASINETRICO

1200-1300 msnm. Ladera montañosa de pendiente media,
asociada a pequeños lomeríos y mesas de suave pen-
diente con lomeríos.

Ignea extrusiva
Esquisto
Basalto
Brecha volcánica
Arenisca-conglo-
merado.

1100-1700 msnm. Lomeríos fuertemente disectados, aso-
ciados a mesas y sierras muy disectadas con lomeríos
de suave pendiente.

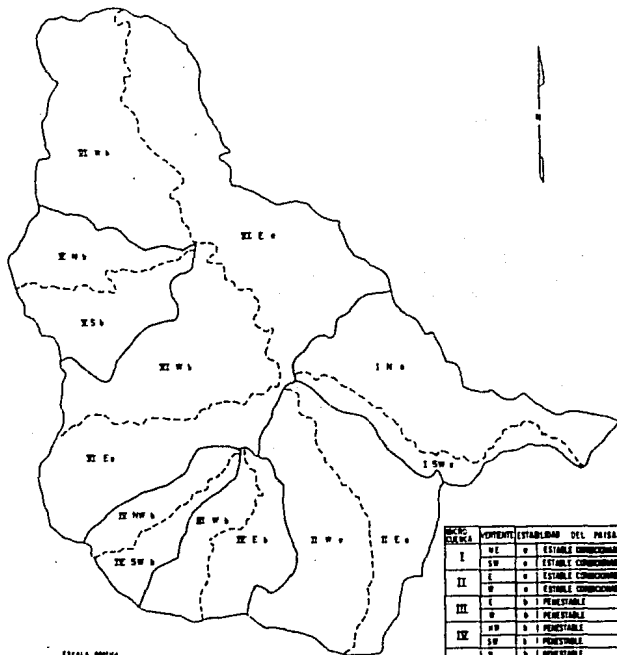
SUBDENDRITICO

Ignea extrusiva
Esquisto
Riolita
Arenisca-Conglo-
merado.

900-2000 msnm. Mesas con lomeríos de suave pendiente.
Estructuras fuertemente disectadas y un valle aluvial.

SUBCUENCA LOS SABINOS
EVALUACION FISICO - AMBIENTAL

MAPA No. 9



ROMANO CUENCA	OPORTUNIDAD	ESTABILIDAD DEL PAISAJE
I	w e	ESTABLE CONSERVADO
	sw w	ESTABLE CONSERVADO
II	e	ESTABLE CONSERVADO
	w	ESTABLE CONSERVADO
III	e	PEDESTABLE
	w	PEDESTABLE
IV	sw	PEDESTABLE
	sw	PEDESTABLE
V	w	PEDESTABLE
	s	PEDESTABLE
VII	e	ESTABLE CONSERVADO
	w	PEDESTABLE

Elabor. A. Pérez de los Ríos

sudendritico asimetrico, el cual encuentra mayor oposición de la roca a erosionarse de un lado del terreno más que de otro, ocasionando que se desarrollen mayor número de afluentes del lado en que opone menor resistencia la roca. El otro tipo de drenaje es el subdendritico, el cual es controlado en sus escurrimientos por las pendientes de éstas vertientes. El agua que captan es acumulada por las pendientes de tipo cóncavo y regular que éstas presentan.

La geomorfología esta representada por laderas montañosas muy disectadas asociadas a pequeños lomerios de pendientes suave. Las primeras formas reflejan un paisaje muy erosionado, lo cual indica que la dinámica es muy alta, por lo que se considera que al no haber una cobertura eficiente que controle estos procesos, el medio se esta degradando.

Las vertientes III E, III W, IV NE, IV SE, V N, V S y VI W son paisajes PENESTABLES en donde hay pendientes desde nulas a abruptas y asimismo donde se desarrollan tanto el proceso morfodinámico como morfogenético.

Los suelos en su mayoría son someros y en el caso del litosol aún es más. Para los feozems, regosoles y cambisoles su uso esta condicionado a las condiciones del terreno y el clima.

Las rocas como la riolita, la arenisca y el conglomerado

presentan alta resistencia a la erosión a diferencia de la ígnea extrusiva y basalto que son de baja a moderada susceptibilidad a erosionarse y que generan un drenaje de tipo subdendrítico asimétrico.

La geomorfología consta de laderas montañosas fuertemente disectadas con pendientes medias y altas, asociados a mesas y lomerios muy disectados y valles poco profundos. En estas vertientes también existen grandes problemas de erosión, debido a que las pendientes son muy pronunciadas.

7.8 COMPARACION ENTRE LA PARTE ALTA, MEDIA Y BAJA DE LA CUENCA DEL RIO TEMASCALTEPEC.

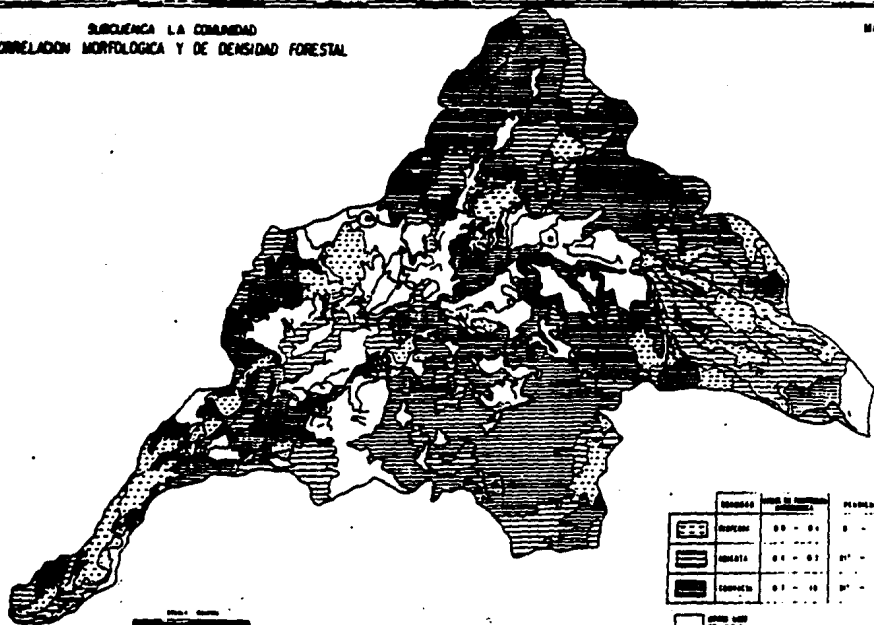
SUBCUENCA LA COMUNIDAD

De acuerdo a la correlación que existe entre la vegetación y la geomorfología (Mapa 10) se observa que dependiendo de las diferentes densidades de las masas forestales, la geomorfología es más dinámica, es decir en las zonas donde la cobertura vegetal es escasa o nula, las coladas de lava son más evidentes, porque éstas no permiten el desarrollo de la cubierta forestal ya que desde el punto de vista geológico son más recientes y por lo tanto no hay formación de suelos. Por el contrario, en las zonas donde la densidad arbórea es alta, las coladas de lava se presentan en menor proporción. Así de una manera más completa (sobreponiendo los mapas No. 7 y 10) puede decirse que las microcuencas I NE, IV NE y VI E son penestables, pero que tienden a ser inestables en un tiempo corto, a diferencia de las unidades V W y VI W que también son penestables, pero presentan un alto índice de protección hidrológica proporcionado por el factor forestal.

Las subcuencas II N, II S, III N y III S; se mantendrán como paisajes estables condicionados, si se conserva la densidad forestal de éstas.

SUCESIÓN LA COMUNIDAD
CORRELACION MORFOLOGICA Y DE DENSIDAD FORESTAL

MAPA N. 10



CONDICION	RANGO DE DENSIDAD	PERCENTAJE
COMUNIDAD	0.0 - 0.4	0 - 20%
MADURA	0.4 - 0.7	20% - 50%
COOPERATIVA	0.7 - 1.0	50% - 95%

AREA NO EN MAPA
 LINEA DE AGUA

Escala 1:100,000

Finalmente, la microcuena IV SE que es estable condicionada tiende a ser penestable, debido a las zonas desprovistas de bosques; la VI W, que conservará su penestabilidad, si se mantiene su condición arbórea; y la unidad I SE, que aunque es un paisaje estable condicionado, tiende a ser inestable en corto tiempo, debido a su escasa protección forestal.

SUBCUENA EL CHILERO

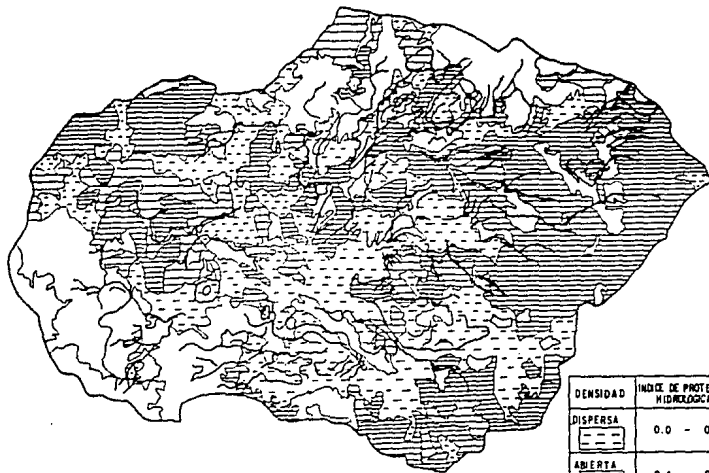
En la correlación morfológica y de densidad forestal, (Mapa 11) se tiene que las microcuenas I N, I S, II SE, III NE y III SE, tienden a ser inestables en un período de tiempo corto debido a su baja o escasa cobertura vegetal.




Las microcuenas II NE y V W son unidades consideradas como estables condicionadas, las cuales presentan cobertura forestal media, la cual si continúa disminuyendo, los paisajes tienden a ser penestables; a diferencia de las unidades IV E, IV W y V W, que también son estables condicionadas pero que han sido desprovistas de bosque, el medio tiende a ser inestable en un corto plazo, en donde el suelo como recurso natural tendrá una reducción en su productividad agrícola.


La única microcuena que se considera evolutivamente estable es la V E, lo cual esta condicionado al buen uso

SUBCUENCA EL CHILERO
CORRELACION MORFOLOGICA Y DE DENSIDAD FORESTAL

MAPA No. 11



DENSIDAD	INDICE DE PROTECCION HIDROLOGICA	PENDIENTE
DISPERSA 	0.0 - 0.4	0 - 20°
ABIERTA 	0.4 - 0.7	21° - 30°
COMPACTA 	0.7 - 1.0	31° - 45°

 OTROS USOS DEL
SUELO

 COLADAS DE LAVA

ESCALA GRAFICA



Elaboró: A. Patricia Nández Linares

y manejo del recurso forestal.

En esta unidad existe por un lado el factor relieve como el limitante para el desarrollo óptimo del bosque, pues si se considera que en las pendientes fuertes de esta unidad la cobertura forestal no es tan eficiente o presenta grados intermedios de protección hidrológica, los procesos morfodinámicos se desarrollan en mayor grado en comparación con la subcuenca La Comunidad.

Por otro lado en las pendientes débiles, el grado de erosión es incipiente debido a que se presentan los procesos de erosión laminar y arroyada, soliflujión, etc., las condiciones de la degradación de estas zonas es provocada por el factor antrópico, el cual crea un aumento de terrenos deforestados, para dedicarlos a aspectos agrícolas, ganaderos, etc; y para la utilización del bosque mismo. El otro factor que se considera como limitante en el desarrollo de los bosques es el clima, pues la dirección de los vientos interviene en la condición de humedad, provocando que en las vertientes N, NE, NW, y E; está sea relativamente baja y la temperatura alta, en las cuales predominan los bosques mixtos con alta densidad de cobertura, sobre los bosques de coníferas; a diferencia de las vertientes S, SW, SE, y W, en donde la humedad es mayor y la temperatura menor lo cual condiciona bosques de coníferas, sobre los bosques mixtos y de latifoliadas; con la desventaja de que las primeras se

localizan en pendientes suaves con densidades medias y bajas que como ya se mencionó se atribuye a la intervención del hombre, debido a la misma accesibilidad del terreno, apareciendo de este modo los primeros manchones de latifoliadas, considerando que a través del tiempo se genere una sucesión de ésta últimas por los bosques de coníferas.

SUBCUENCA LOS SABINOS

Esta unidad presenta en términos de geomorfología un medio PENESTABLE con una menor área de medios INESTABLES pero si para el uso y manejo de recursos naturales se refiere, en general es un medio INESTABLE; pues el mismo clima ha sido favorable para que se lleve a cabo la sucesión de los bosques de coníferas por los de selva baja caducifolia; por otro lado el relieve al ser accesible para el hombre ha permitido la sustitución de la vegetación natural por las áreas de cultivo y otros usos, lo cual ha provocado que el potencial productivo sea menor; pues hay que recordar que estos para su formación requieren además de un clima estable como lo es en este caso con respecto a la subcuenca alta y media; del aporte de materia orgánica que en este caso es muy bajo o nulo pues ya no hay bosques que protejan al suelo de la erosión. Además se observa que la morfología del terreno es muy disectada, esto confirma que es un medio gravemente erosionado.

CONCLUSIONES

- De acuerdo al marco teórico, dentro del balance sobre el origen del suelo denominado morfogénesis-pedogénesis el primer proceso caracteriza al suelo como incipientes y poco profundos y el segundo como suelos profundos y bien definidos en sus horizontes y las características que presentan los suelos de la cuenca en general son poco profundos por lo que entonces el proceso que domina dentro de la zona es el morfogenético, es decir que el medio tiende a ser INESTABLE.

- Al realizar el balance anterior para cada subcuenca, teóricamente se obtuvo que para La Comunidad el medio es ESTABLE CONDICIONADO y/o PENESTABLE, para El Chilero es PENESTABLE y para Los Sabinos es PENESTABLE y/o INESTABLE, esto tomando como factor limitante principalmente al relieve.

-Al analizar por otro lado el grado de estabilidad utilizando el balance morfogénesis-morfodinámica en donde se consideran todos los parámetros físicos se tiene que la subcuenca La Comunidad presenta mayor número de vertientes con un grado de ESTABLE CONDICIONADO, la subcuenca de El Chilero en su mayoría es un medio PENESTABLE, lo cual coincide con el primer balance y la de Los Sabinos es un medio INESTABLE; se considera que este grado de estabilidad esta condicionado principalmente al grado de protección que ejerce la cobertura forestal, pues al hacer la comparación

entre las subunidades tomando como referencia la correlación que existe entre densidad forestal y la morfológica por medio de las coladas lávicas se observó que hay mayor dinámica en donde hay menor densidad de bosques y de acuerdo con esto la subunidad que pertenece a la cuenca alta tiende a ser PENESTABLE, y la cuenca media INESTABLE, y la cuenca baja al estar desprovista de bosques se considera ya un paisaje INESTABLE.

- En la subcuenca Los Sabinos se puede observar el cambio tan radical con respecto a las subcuencas La Comunidad y El Chilero, pues la altitud varía considerablemente, así como su relieve.

- El grado de estabilidad del área en estudio, está dado por sus propias características pero principalmente se debe a la topografía accidentada, a la susceptibilidad de la geología, y la densidad de la cobertura forestal y todo esto aunado a la acción antrópica que acelera los procesos morfodinámicos.

- Es evidente que el elemento bosque es determinante en la conservación del medio, pues las altas densidades controlan más eficazmente la erosión en las pendientes fuertes y en las débiles proporcionan materia orgánica para la formación de suelos profundos.

CONSIDERACIONES FINALES

- El estudio de una cuenca hidrográfica fue importante para facilitar la delimitación, así como para el manejo accesible de todos sus componentes.

- Se considera que una caracterización descriptiva de los elementos físicos por separado no son de gran utilidad, sin embargo un análisis de interrelación presenta un panorama más completo sobre la dinámica evolutiva que ejercen dentro de un paisaje.

- La elaboración de una metodología multidisciplinaria (hidrología, pedología, geomorfología, ecología) permitió obtener un mejor entendimiento de la dinámica existente entre los componentes físico-ambientales del área de estudio.

ANEXO

- Acumulación. La acumulación es la depositación en la superficie de la tierra o de una cuenca, de rocas minerales o residuos orgánicos. Es el proceso contrario a la erosión y tiene lugar en función de ésta. La zona de acumulación es esencialmente una depresión con frecuencia de origen tectónico (fosas, sinclinales, cuencas); así como de origen erosivo (valles, cuencas).

- Bosque de coníferas. Se caracterizan por ser árboles cuya ramificación es escurrente (es decir con un eje central bien definido y ramas pequeñas laterales), cuyas hojas son en general muy angostas, alternadas en forma de un espiral bastante cerrado. Las coníferas producen hojas nuevas cada año pero su duración varía según el género y la especie. Las hojas de las coníferas son generalmente de pared y cutícula gruesa. Al presentar estas características y principalmente una área foliar muy reducida, la cantidad de agua retenida es menor con respecto a las que retienen las latifoliadas.

"En el caso de los bosques de coníferas (pinos), la densidad es en extremo variable, pues en algunas especies como Pinus patula, P. ayacahuite o P. strobus, que pueden formar espesuras cerradas y sombrías, pero lo más común es que sean moderadamente abiertas.

- Bosque de latifoliadas. Son árboles con hojas típicamente delgadas y aplanadas, es decir, presentan una área foliar mayor a la de las coníferas; otros caracteres de las hojas es que son duras y gruesas, por lo se considera que retienen mayor cantidad de agua.

El bosque de latifoliadas (encinos) generalmente presenta densidades altas y por lo tanto no tolera aparentemente deficiencias de drenaje.

- Bosque mixto. El bosque mixto está representado por coníferas, generalmente pinos y por latifoliadas (encinos), por lo que de esta manera la intercepción de agua y su capacidad de retención y humedad es una combinación entre los dos tipos anteriores.

En el caso de bosques mixtos, las proporciones de cobertura que guardan los componentes de éstos, dependerá en mucho de su aspecto general, y de su comportamiento estacional. Por ejemplo, muchas especies de Quercus son caducifolias y por extensión así se comporta gran parte de los bosques en que estas plantas son dominantes. Sin embargo, el período de carencia del follaje de la mayor parte de las especies de hoja decidua es breve, con frecuencia menor de un mes y además no siempre coincide entre unas y otras, de modo que en un bosque en que la dominancia se reparte entre varias especies de encino puede conservar siempre un verdor.

- Brunificación, empardecimiento del suelo por acción redox (oxidación del Fe⁺⁺) en una baja intensidad.

- Carcávas, son zanjas excavadas por las aguas superficiales en cuya etapa inicial de desarrollo puede ser un barranco.

- Control estructural. Se habla de control estructural cuando la red hidrográfica está adaptada a las estructuras (generalmente a la litología de las mismas), por plegamiento o fracturación, dando lugar a ríos subsecuentes.

- Derrumbes. Se produce desprendimiento o derrumbamiento cuando la caída de materiales rocosos, afecta simultáneamente a una masa importante de rocas de gran calibre. Ciertas circunstancias favorecen su desencadenamiento. La excavación de rocas deleznales subyacentes a cornisas escarpadas de rocas coherentes provocan así su situación. Las sacudidas sísmicas producen también dislocaciones y desequilibrios generadores de derrumbamientos. Se manifiestan por grandes cicatrices en las paredes subverticales de las zonas emisoras y por acumulaciones de bloques. Las caídas de materiales, fraccionadas o en grandes masas, pueden producirse en todas partes.

- Deslizamientos. Los deslizamientos consisten en un descenso masivo y relativamente rápido de materiales a lo

largo de una vertiente. Como todos los movimientos en masa, el desplazamiento de materia se efectúa a lo largo de una superficie de deslizamiento que facilita la actuación de la gravedad. Como es lógico estos deslizamientos se producen principalmente en vertientes fuertemente inclinadas.

- Enriquecimiento; adición de materiales a un suelo. Bajo clima templado húmedo, se enriquecen por lo común con nutrientes de plantas y carbonatos mediante el agua que se desplaza lateralmente de las zonas circundantes. En los terrenos muy lixiviados sin materiales iniciales calcáreos o fértiles, los suelos de depresiones no se suelen enriquecer, sino que son los más ácidos y lixiviados.

- Erosión arroyada. La erosión arroyada consiste en un flujo de aguas de lluvia ó de fusión más o menos duradero y rápido, en la superficie de las vertientes. Se caracteriza tanto por su desarrollo en espacios restringidos, como el carácter intermitente de su actividad.

Diferentes factores determinan la modalidad de la arroyada. La verticalidad de la pendiente favorece su concentración por la velocidad que le imprime. Inversamente los obstáculos como la vegetación la dificultan al fraccionar repetidamente el agua durante su recorrido.

La acción morfodinámica de la erosión arroyada se

traduce en fenómenos de transporte y sedimentación. Cuando la erosión arroyada concentrada se ejerce linealmente, forma cárcavas, abarrancamientos y barrancos. El desarrollo de sus agudas vertientes da lugar a un modelado de disección en cretas agudas regularmente espaciadas llamadas badlands (del inglés, malas tierras).

- Erosión laminar. Es el proceso que ejerce el agua, en forma de capa superficial sobre el suelo o sustrato rocosa, antes de llegar a ser concentrada en pequeños surcos.

- Humificación; transformación de materias orgánicas en humus.

- Iluviación, entrada de materiales a una porción del perfil de suelos.

- Lixiviación, es el análogo a la eluviación por disolución, pero implica la eliminación de todo el suelo o deslave de materiales solubles.

- Melanización, oscurecimiento de los materiales iniciales y no consolidados, de color pálido, mediante la mezcla de materia orgánica.

- Proceso edafogenético. El suelo el resultado de la interacción de varios factores del ambiente como los siguien-

tes: material parental constituido por la roca madre de la cual se originan los suelos (geología), relieve (geomorfología), clima, actividad biológica y tiempo. Como resultado de dicha interacción, se generan diferentes procesos simples o complejos; los cuales consisten básicamente en pérdidas o ganancias de elementos tales como materia orgánica, líquidos y gases.

- Reptación. La reptación (o creep, del inglés to creep, reptar), consiste en un desplazamiento y en una redistribución de las partículas, en el seno de una formación deleznable, por la acción de la gravedad. La suma de todos esos movimientos imperceptibles se traduce en definitiva, en un lento descenso del conjunto. Se expresa a lo largo de las vertientes con pendiente marcada, por la curvatura sistemática de la base de los troncos de los árboles, la inclinación de las estacas de los prados, y el deslizamiento de la parte superior de los afloramientos de rocas deleznales o de mantos de derrubios.

Por la diversidad de los agentes aptos para desencadenarla, la reptación es un proceso de transporte muy extendido. Ocurre en las regiones húmedas caracterizadas por activa degradación granular de roca que proporciona arenas muy deleznales. La reptación, contribuye así a un modelado de colinas convexas inscritas en sus macizos graníticos. Interviene en las vertientes moderadamente inclinadas.

- Solifluxión. La solifluxión es un desplazamiento que afecta a una masa de fango despegada de un basamento estable. Afecta únicamente a los materiales arcillosos susceptibles de transformarse en fango por aumento de su contenido en agua líquida.

Las solifluxiones son limitadas en los espesos mantos de alteritas arcillosas de las regiones tropicales forestales, afectadas sobre todo por solifluxiones laminares y terracillas sobre fuertes pendientes.

A pesar de que las precipitaciones son mucho menores, todos los tipos se desarrollan, por el contrario, en ciertos medios fríos, en pendientes débiles, gracias a la ausencia de vegetación.

BIBLIOGRAFIA

- Coque, R. 1977. Geomorfología. Alianza editorial. España. 475 p.

- Christian, C. S. and Steward, G.A. 1968. Methodology of integrated surveys. In aerial surveys and Integrated Studies. Proc. Toulouse Cnf. UNESCO. Paris 223-80 pp.

- Derrau, Max. 1966. Geomorfología. Ariel S.A. Barcelona 44 p.

- Diakite, L. 1978. Evaluación del área de influencia del plan Chiautla, Edo. de Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de postgraduados. Chapingo. México. 282 p.

- Fitz, P.E.A, 1984. SUELOS. Su formación, clasificación y distribución. CECSA. México. 430 p.

- García, E. 1986. Apuntes de climatología. UNAM. México. 155 p.

- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM. México. 217 p.

- Guerra, P.F. 1980. Fotogeología. UNAM. México. 337 p.

- Hann, D.W. y Bare, B.B. 1982. Manejo de bosques incoetaneos. México. Boletín número 1.

- Harward, J.A. y C.W Michell. 1985. Phytogeomorphology. John Wiley and Sons. Inc. New York. 201 p.

- INEGI. 1989. Guía para la interpretación de la cartografía edafológica. 45 p.

- Jardel, P.E.J. 1985. Una revisión crítica del método mexicano de ordenación de bosques desde el punto de vista de la ecología de las poblaciones. Ciencia forestal 10(58):3-16.

- Leet, L.D. y Judson, S. 1984. Fundamentos de geología física. LIMUSA. México. 450 p.

- León R. 1972. El levantamiento fisiográfico como una alternativa para hacer recomendaciones regionales del uso de la tierra. tesis profesional, E.N.A. Chapingo.

- López, C. y B. García. 1986. Aplicación de la fotografía aérea a los proyectos de restauración hidrológico-forestal. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid. 164 p.

- Lvovich, M. 1975. El agua en el mundo, presente y futuro. CATARGO. Buenos Aires. 190 p.

- Ortiz-Villanueva, B. 1977. Edafología. PATENA A.C. Chapingo, México. 291 p.

- Peña, H. et. al. 1988. Levantamiento regional morfológico en la región II, altos de Chiapas. Tesis profesional, Universidad Autónoma de Chapingo. México. 134 p.

- Peña, O.B.V. 1973. Evaluación de levantamiento fisiográfico de la Región Sur-Oriental del Valle de México, cuando se usa como base para desarrollar recomendaciones de productividad. Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Chapingo. México. 156 p.

- Pesson, p. 1978. Ecología forestal. El bosque: clima, suelo, árboles, fauna. MUNDI-PRENSA. Madrid. 393 p.

- Rodríguez, G. 1985. Manual de prácticas de geomorfología. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 37 p.

- Rodríguez, G. y García A. 1990. Balance Morfogénesis-Mordinámica. II reunión de Geomorfología. UNAM. Agosto de 1990.

- Rossignol y Geissert, 1987. La Morfoedafología en la ordenación de los paisajes rurales. Conceptos y primeras aplicaciones en México. INIREB Y ORSTOM. México. 83 p

- Rzedowski, J. 1983. Vegetación de México. LIMUSA. México.

- Smith, G. 1986. Rationale for concepts in soil taxonomy. T.R. Forbes, Editor. 259 p.

- Spurr, S. y Barnes, B. 1982. Ecología Forestal. AGT EDITOR, S.A. México. 690 p.

- Tricart, J. y J, Kilian. 1982. La Ecogeografía y la ordenación del medio natural. ANAGRAMA. Barcelona. 287 p.

- Urbina, C. 1974. Manejo de cuencas hidrográficas. Centro Interamericano de Fotointerpretación. Colombia. 126 p.

- Walter, H. 1977. Zonas de Vegetación y clima. OMEGA. Barcelona. 1-26 pp.

- Zuleta, L. L. 1975. Evaluación del levantamiento fisiográfico como recurso en el diseño de fórmulas de producción para orientar en estudio de México. Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Chapingo. México. 172 p.