

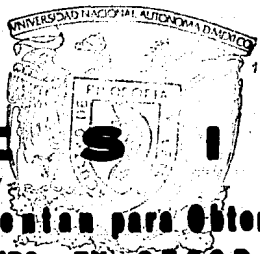
13
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

**CORRELACION ENTRE LA CUBIERTA FORESTAL
Y LA DINAMICA GEOMORFOLOGICA EN
VERTIENTES REPRESENTATIVAS DE DAÑOS
AMBIENTALES EN LA SIERRA DE LAS CRUCES**

T E S I S



Que Presentan para Obtener la
LICENCIATURA EN GEOGRAFIA

**Resalva Martínez Aguilera y
Octavio Joel Valenzuela Hernández**

MAR. 20 1991

SECRETARIA DE
ASUNTOS ESCOLARES

México _____ 1991

FALLA DE ORIGEN



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.

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION.....	1
1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	4
2. ASPECTOS FISICOS	7
2.1 Geología y Geomorfología	
2.2 Clima	
2.3 Suelos	
2.4 Vegetación	
3. ASPECTOS AMBIENTALES (Antecedentes).....	19
3.1 Análisis de las Causas que Provocan la Muerte de la Vegetación Arbórea en la Cuenca del Valle de México	
3.1.1 El Desmonte para Asentamientos Humanos	
3.1.2 El Pastoreo en los Bosques de las Serranías	
3.1.3 Incendios	
3.1.4 Las Plagas	
3.1.5 Sequías y Carencias de Agua	
3.2 Problemática Actual	37
3.2.1 Daños Contemporáneos "La Lluvia Acida"	
3.2.2 Historia de los Daños Forestales Causados por la "Lluvia Acida"	
3.2.3 Mecanismos de Formación de "Lluvia Acida" en la Cuenca del Valle de México	
3.3 Metodologías Utilizadas para los Análisis de Gabinete y Campo	
3.3.1 Intensidad de la Precipitación	

4. ANALISIS Y EVALUACION DE LAS CONDICIONES VEGETATIVAS Y GEOMORFOLOGICAS DE LAS VERTIENTES	66
---	----

- 4.1 CUARTO DINAMO
- 4.2 CERRO SAN MIGUEL Y CRUZ DE COLICA
- 4.3 CAÑADA "AGUA DE LEONES"
- 4.4 CAÑADA "LAS PALOMAS Y AGUA AZUL"

CONCLUSIONES	103
SUGERENCIAS	108
BIBLIOGRAFIA	110

ANEXOS

INTRODUCCION

La investigación se ha enfocado a la dinámica de los aspectos ambientales " entendiéndose por éstos a los de tipo natural como a los antrópicos ", que influyen en la alteración degradativa de las áreas forestales en la Sierra de las Cruces, haciendo énfasis en el análisis de la dinámica de los procesos erosivos del suelo en su estrecha relación con la modificación y alteración de la cubierta vegetal.

Como punto de partida se procedió a delimitar la zona de estudio dentro de un contexto global o espacial (la Cuenca de México) y posteriormente en su contexto local (la Sierra de las Cruces) con la finalidad de enmarcar los elementos de estudio locales en un contexto regional , para de esa manera mantener una visión válida de causa y efecto; identificación de los problemas reales, el reconocimiento de influencias que tuvieron un lejano origen y la atribución de los problemas a múltiples causas.

La descripción de los aspectos físicos desempeñan un rol importante para el conocimiento de los elementos constitutivos del medio natural que tienen primordial importancia en el análisis posterior del problema.

Los aspectos medioambientales tomados en consideración fueron los relacionados con el hombre, las áreas forestales y las alteraciones recíprocas que se han generado; siendo los aspectos de importancia los problemas históricos como

son los asentamientos humanos, el pastoreo, los incendios, las plagas, extracción de agua etc., y un problema actual la "lluvia ácida".

Posteriormente se procedió a determinar las metodologías utilizadas para evaluar el impacto pluvial, daños a la vegetación (principalmente arbórea) y los procesos geomorfológicos.

En el análisis del impacto pluvial la metodología fue modificada en función a una realidad concreta que fue la carencia de datos actualizados y al retraso con que son publicados los boletines hidrológicos. Por ello para este estudio fue necesario utilizar datos básicos para realizar gráficas de sólo tres años, ya que nos interesó conocer de manera general como se presentaba la intensidad, duración y tipo de lluvia en lapsos cortos de tiempo.

Para el inventario de la vegetación forestal se analizaron características de identificación de especies, cobertura, fisonomía, daños naturales y antrópicos; para ello nos sustentamos en una metodología propuesta para evaluar los daños a la vegetación realizada y utilizada por los servicios forestales de Alemania.

En el estudio de los procesos geomorfológicos llevó implícito un análisis morfográfico y uno morfométrico sobre distintas laderas (en una superficie no mayor de dos ha.), para ello fue necesario la realización de perfiles longitudinales a escalas convenientes, representándose los procesos geomorfológicos (erosión, caída libre,

sedimentación etc.).

También fue necesario e interesante cuantificar dos tipos de erosión: la laminar y la de cárcavas, utilizando la metodología propuesta por Chapingo para el caso de erosión laminar; para la erosión en cárcavas la metodología fue modificada en su totalidad ya que nuestro interés radicó en conocer la dinámica de los procesos de erosión manifestada en diversos tipos. Siendo para ello necesario evaluar más que la cantidad de suelo perdido en una cárcava, la forma en que el proceso avanza cuantificando parámetros como la longitud, amplitud y profundización, siendo muy importante conocer el desarrollo de cada proceso en función de las características vegetativas y morfológicas.

Se elaboró un mapa de características vegetativas y de procesos geomorfológicos en el que representamos los procesos degradativos del suelo.

Por último se señalan dos tipos de conclusiones unas de carácter global y otras de carácter puntual, señalando para ello los factores que tienen una influencia lejana y extensible y otros que se desarrollan localmente y de carácter acelerado.

Esperamos que de algún modo hayamos planteado una problemática ambiental que influye en la degradación del bosque, desde una perspectiva geográfica, vinculando a ella algunos acercamientos particulares interdisciplinarios entre la ciencia forestal y la geomorfología.

1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

La Sierra de las Cruces se localiza al suroeste de la Ciudad de México, quedando ubicada dentro del dominio geográfico de la Cuenca de México.

Límites topográficos de la cuenca :

Norte - Sierra de Tepoztlán, de Tezontlalpan y Pachuca

Sur - Sierra del Ajusco y Chichinautzin

Suroeste - Sierra de las Cruces

Oeste - Sierra de Monte Alto

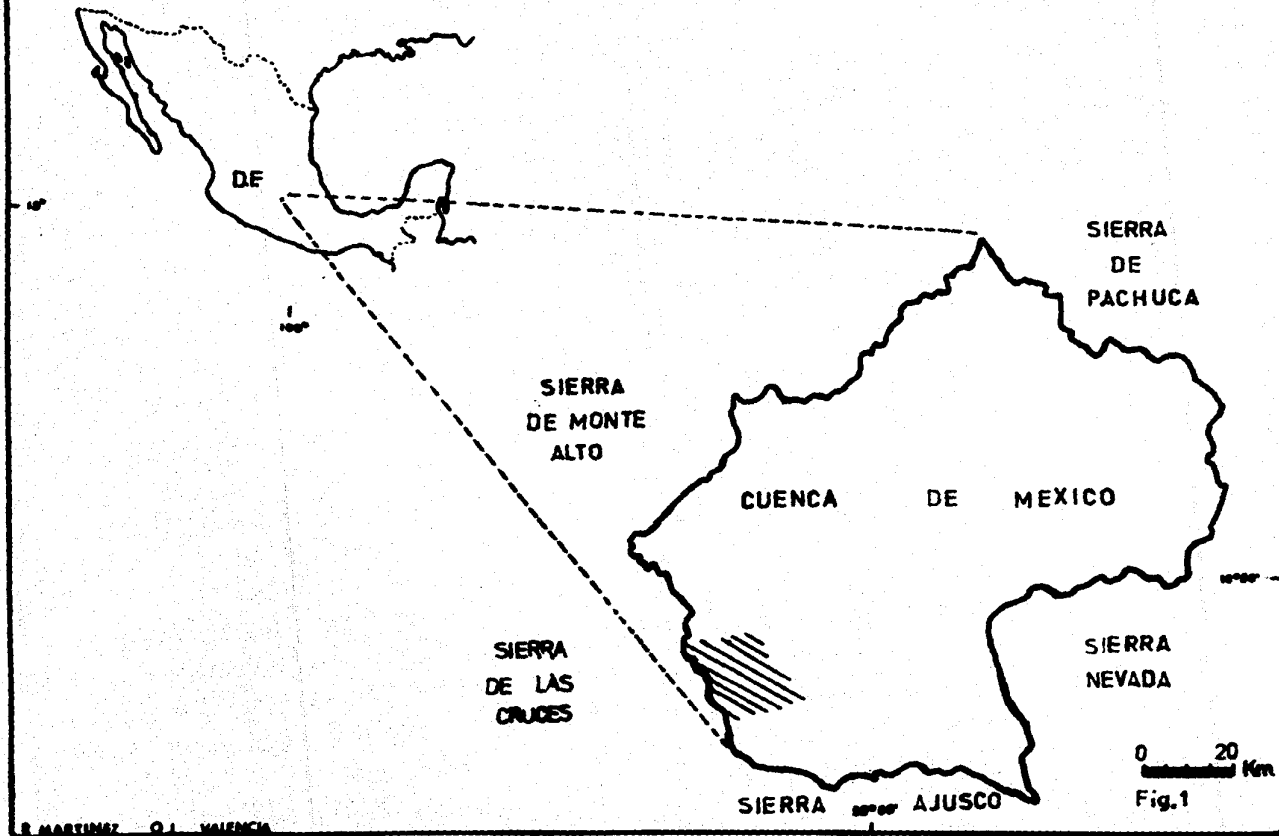
Este - Sierra Nevada (Fig. 1).

La zona de estudio se ubica dentro de la región natural de la Sierra de las Cruces, localizándose dentro de las siguientes coordenadas extremas:

Latitud: 19° 15' 50" - 19° 19' 00" N

Longitud: 99° 20' 00" - 99° 17' 30" W .

LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO



LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

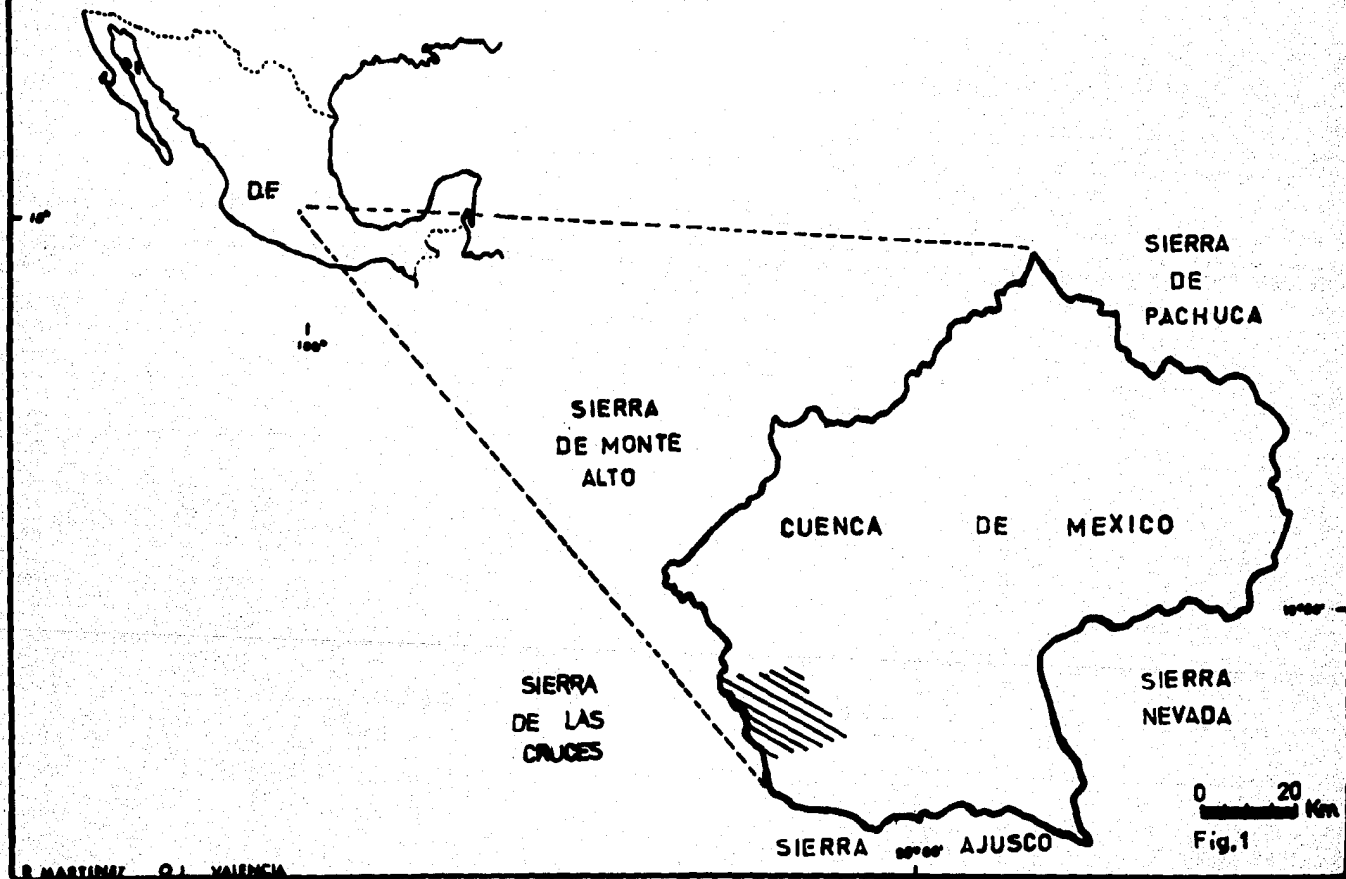


Fig.1

Administrativamente, en el Distrito Federal, se ubica dentro de las delegaciones: Magdalena Contreras, Alvaro Obregón y Cuajimalpa.

Localización Física de las Vertientes

Cuarto Dinamo

Se ubica dentro de las vertientes que drenan sus escurrimientos hacia la subcuenca del río Magdalena; encontrándose a altitudes que van de los 3 000 a los 3 500 msnm. La zona de muestreo queda comprendida desde donde termina la carretera asfaltada (camino a los Dinamos), a 100 metros aproximadamente abajo del Cerro Coconetla y hasta concluir con el río Cieneguilla.(Fig. 2).

Cerro Cruz de Colica y Cerro San Miguel

Se localiza en la línea divisoria (cimas interfluviales) que divide las subcuencas de los ríos Magdalena, al sureste y Agua Azul al norte. Parte de sus escurrimientos drenan a las mencionadas subcuencas. Esta zona se encuentra a altitudes de los 3 600 a 3 800 msnm. Las zonas de muestreo se localizan a unos 100 m de los caminos forestales con dirección a Xometla y Cruz de Coloxtitla, para el caso del Cerro San Miguel se extiende en dirección

al Cerro Cochinito y el Cerro la Palma. (Fig. 2).

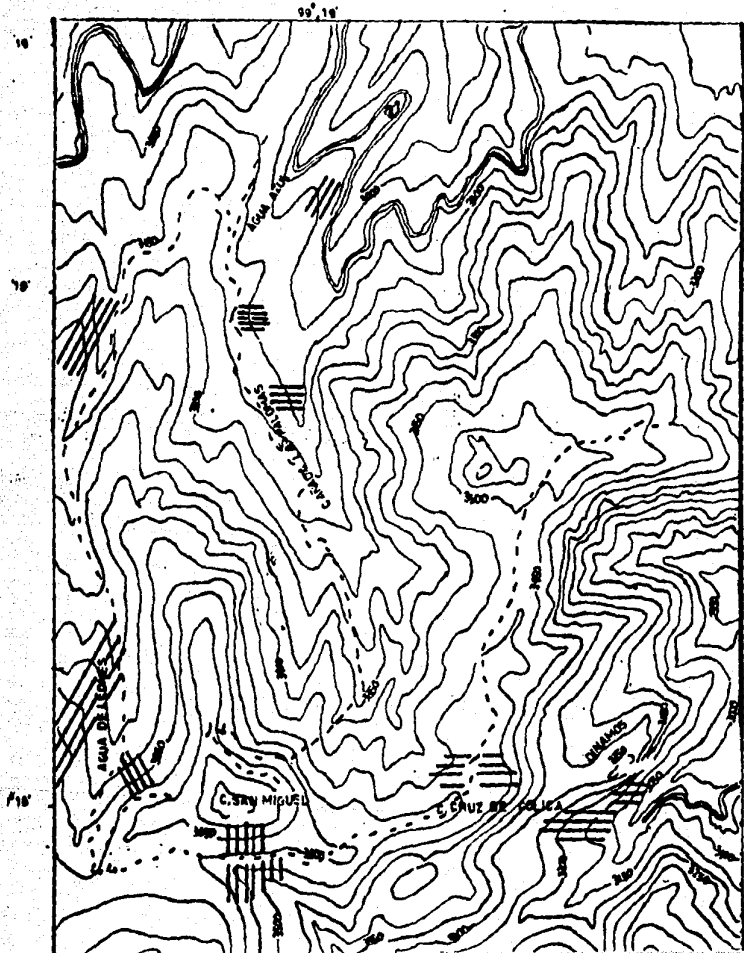
Cañada Agua de Leones

Se ubica dentro de la subcuena conocida con el mismo nombre. Donde los puntos de muestreo se distribuyen en 3 zonas de esta vertiente, la primera a una altitud de 3 900 m la segunda a los 3 500 m a la altura de Loma Vaquera y la tercera a los 3 300 m cercana a la caseta forestal y al vivero. (Fig. 2).

Cañada las Palomas y Agua Azul

Se ubican en la subcuena del río Santo Desierto, donde la zona de muestreo se localiza a los 3 150 m cerca de la zona conocida como Potrero.

Agua Azul se encuentra a altitudes de los 2 950 m a un costado del Convento del Desierto de los Leones y aproximadamente a 200 m de la carretera del mismo nombre. (Fig. 2).



LOCALIZACION DE LAS ZONAS MUESTRA

- I.. CUARTO DINAMO
- II.. SAN MIGUEL - CRUZ DE COLICA
- III.. AGUA DE LEONES
- IV.. PALOMAS - AGUA AZUL

ESCALA 1:20 000

200 400 600 800 1000
Mts.

2. ASPECTOS FISICOS

2.1 Geología y Geomorfología

Para comprender la geología y geomorfología de la Sierra de las Cruces, es necesario considerarla a partir de un sistema geológico más vasto, al cual pertenece, que es el Sistema Volcánico Transversal.

El Sistema Volcánico Transversal mexicano es una franja de 50 a 250 Km. de amplitud y de aproximadamente 900 Km de longitud que cruza transversalmente a la República Mexicana desde las costas de Nayarit hasta el estado de Veracruz, caracterizándose por una gran actividad volcánica que ha tenido lugar durante todo el cuaternario (de 16×10^6 años hasta la fecha); creando una morfología de planicies de distintas alturas que son separadas por volcanes aislados y por grandes cadenas montañosas. Donde las rocas volcánicas que la constituyen fueron emitidas a través de un importante número de aparatos volcánicos.¹

Las primeras manifestaciones volcánicas en el área del Valle de México, tuvieron lugar en el Oligoceno Superior (25 a 40 millones de años), encontrándose asociadas a fracturas de orientación W - NW y E - SE, con influencia de las fracturas de orientación NE -SW. Donde los últimos episodios volcánicos del Pleistoceno y del Cuaternario, parecen estar

1. S.P.P. - UNAM "Geología de la República Mexicana"

Facultad de Ingeniería. México, D.F. 1984.

relacionados con el sistema de fracturas de orientación E - W, como en la Sierra de Chichinautzin. En la Cuenca del Valle de México, en la porción central del Sistema Volcánico Transversal, se han reconocido siete fases de volcanismo ocurridas a partir del oligoceno; siendo la más importante la ocurrida a fines del Mioceno y que dio origen a la Sierra de las Cruces, Rio Frio y Nevada, con una edad de 2 a 25 millones de años. (Mooser F.1963).

La composición litológica es muy variable, ya que son muy abundantes los derrames y productos piroclásticos de composición andesítica como la brecha y toba volcánica, así como la riolita y basalto.

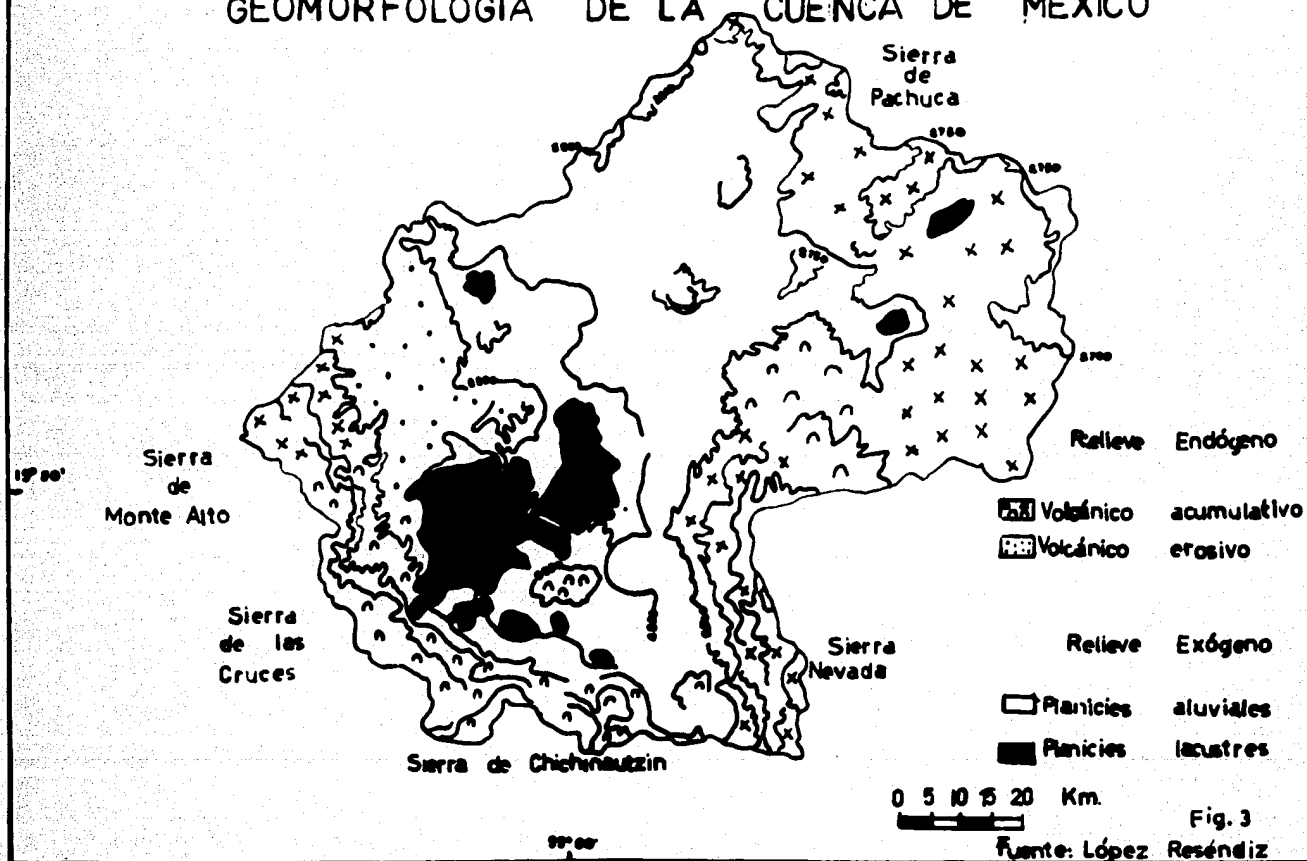
La Cuenca del Valle de México presenta cinco unidades morfoestructurales que son:

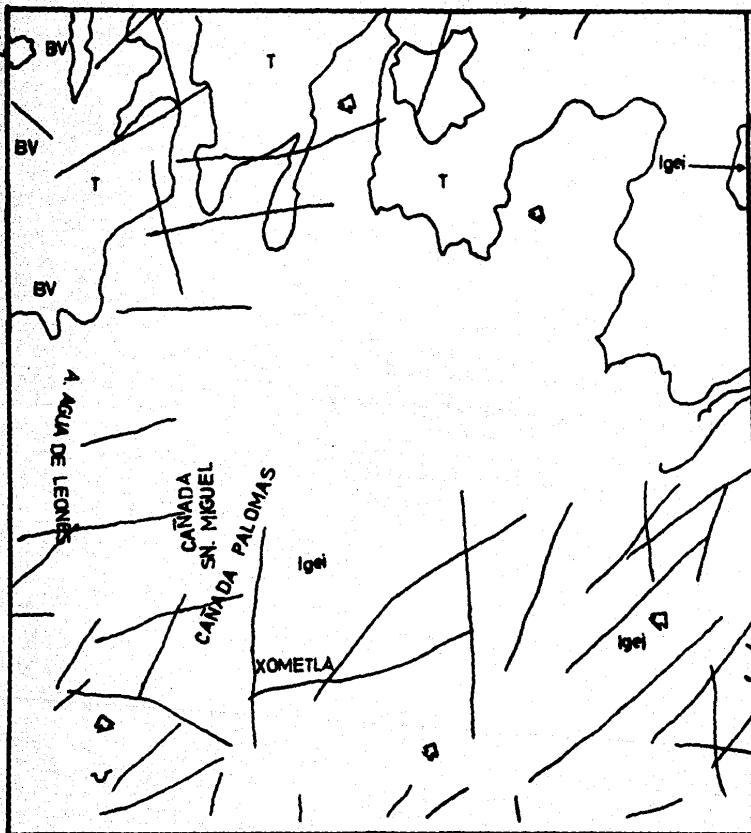
- 1) Planicies bajas
- 2) Planicies elevadas
- 3) Talud transicional
- 4) Estructuras tectovolcánicas
- 5) Elevaciones volcánicas menores

La Sierra de las Cruces está delimitada por dos unidades: los taludes transicionales y las estructuras tectovolcánicas. ²

2 López Reséndis, R. "Cambios y Permanencias de un Paisaje (D.F.)" Revista Geografía Universal.

GEOMORFOLOGIA DE LA CUENCA DE MEXICO





GEOLOGIA

ROCAS IGNEAS

(ZONA DE ESTUDIO)

- A Andesitas
 - T Toba
 - BV Brecha Volcánica
 - △ Rumbo y echado de flujos de rocas igneas
 - Fracturas
 - V Volcán
 - ~ Contacto
- ESC. 1: 50 000

Km.



Fuente: I.N.E.G.I. 1982

Taludes transicionales.- Son elementos topográficos que separan a las depresiones de las elevaciones menores; los taludes se forman a partir de residuos no definitivamente compactados y consolidados y que por lo tanto son delesnables, donde los desplazamientos y hundimientos son inminentes. (Lugo H.1984).

Estructuras tectovolcánicas.- Destacan los sistemas montañosos que ocupan las porciones más elevadas de la cuenca, actuando como divisorias de las aguas de lagos y ríos.

2.2 Clima

La Cuenca del Valle de México por estar localizada dentro de la latitud de 19° 30' norte, le correspondería pertenecer a un clima propio de una región tropical. Sin embargo por la altitud a la que se encuentra (superior a los 2000 msnm.) el clima es modificado a ambientes más atemperados o templados.³

La Cuenca del Valle de México se encuentra al oeste del anticiclón Bermudas-Azores cuyo desplazamientos estacionales determinan el clima del país y especialmente el de la Cuenca de México.

La época húmeda se inicia cuando, debido al desplazamiento de la zona intertropical de convergencia hacia el norte del ecuador geográfico, se restablece, en la mayor parte del país el flujo de vientos alisios, que procedentes del Golfo de México introducen humedad, sucediendo comúnmente en el mes de junio; aunque en la mayoría de las veces las lluvias se inician desde el mes de abril, siendo sólo continuas a partir de junio, intensificándose en julio, agosto y septiembre, prolongándose algunas veces hasta el mes de octubre, aunque ya no por los vientos alisios sino por la influencia de las ondas del este y de los ciclones tropicales.³

En época de secas prevalece una circulación de tipo anticiclónica, ocurriendo principalmente en invierno donde al correrse la zona intertropical de convergencia hacia el hemisferio sur, en México imperan condiciones de sequía y estiaje; sin embargo, por el predominio de los vientos del oeste, el territorio mexicano queda expuesto al influjo de perturbaciones propias de latitudes medias, así como a la invasión de la masa de aire polar, dando lugar algunas veces a las precipitaciones de tipo frontal, donde no obstante no llegan a constituir el 5 % del total anual.³

La misma presencia de este anticiclón sobre la cuenca hace que hasta un 60 % de los registros de vientos reporten calma. Dándose a partir de enero, febrero y marzo.

3 Jauregui Ostos E. "Zonas climáticas de la Ciudad de México". Revista Recursos Hidráulicos 1974.

Las serranías localizadas en las porciones sur, sureste, este y noroeste (Chichinautzin, Sierra de las Cruces, Sierra Nevada, Monte Alto, etc.) de la planicie lacustre poseen un clima característico de zonas templadas y frías, ya que están ubicadas en altitudes que van de los 2400 a los 5 000 msnm. .

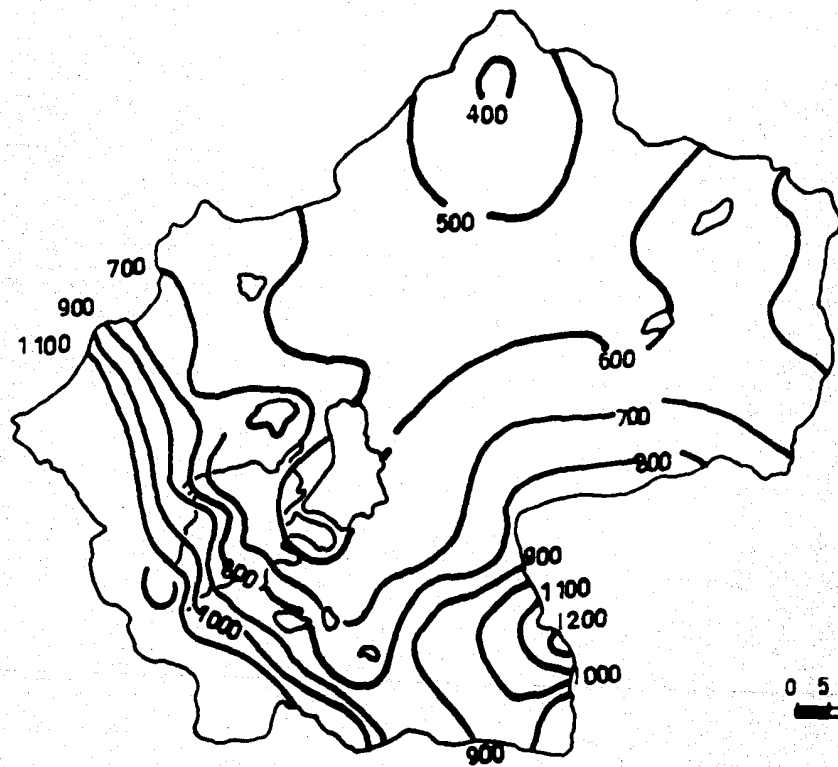
La Sierra de las Cruces que tiene altitudes que van de los 2 400 a los 3 860 msnm., ocupa un piso climático característico de los climas templados subhúmedos, que de acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García, posee el clima siguiente:

C (W2) (b) gi.- Clima templado subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos con lluvias en verano y otoño, teniendo un índice de precipitación variable que va de los 700 a los 1400 mm donde la precipitación invernal es menor al 5 % con respecto al total, semifrío con verano fresco; isotermal, donde las diferencias de temperatura medias mensuales entre el mes más frío y el mes más caliente es menor de 5° C; el mes más cálido del año se presenta antes del solsticio de verano por lo que tiene una marcha tipo ganges. (García E.1975).

De acuerdo a los datos registrados en 1985 por la Comisión Coordinadora de Desarrollo Rural del Departamento del Distrito Federal (C.O.C.O.D.A.), sobre los ambientes climáticos del Desiertos de los Leones, se advierte que el clima va siendo más frío en las zonas ubicadas hacia el sur

CUENCA DE MEXICO

Precipitación Media Anual en m m.



19° 30'

99° 00'

0 5 10 15 20 Km.

Fig. 4

Fuente: Jauregui Ostos

a medida que las altitudes van aumentando. Al norte se tiene un clima fresco - subhúmedo con precipitaciones que varían entre los 1 200 y 1 400 mm anuales, con las temperaturas más altas de la zona de 9° a 12° C. De este a oeste se presenta un clima semifrío con precipitaciones de 1 333 mm, y temperatura de 9° a 11° C Paralelamente a esta zona y en la vertiente este se advierte un clima frío húmedo, con una precipitación entre 1 200 y 1 300 mm, disminuyendo la temperatura la cual se presenta entre 6° y 9°C. Ya en altitudes mayores a los 3 800 m el clima es muy frío y subhúmedo con una precipitación poco variable, 1 200 mm, presentando temperaturas de 6°C.

2.3 Suelos

Atendiendo a la clasificación taxonómica de los suelos realizada en 1970 por la F.A.O. - U.N.E.S.C.O., la zona de estudio comprendida dentro de la Sierra de las Cruces, posee dos unidades de suelo que son los andosoles y los feozem, de donde se desprenden algunas subunidades. se describen las características genéticas de cada unidad y posteriormente las de sus subunidades.

Andosoles

Son suelos que poseen un horizonte A - mólico o úmbrico que puede recubrir un horizonte B - cámbico o puede tener un

horizonte A - ótrico sobre un horizonte B - cámbico. No deben poseer otros horizontes diagnósticos.

Los andosoles dependen de dos factores para su formación:

1) Climático

2) Estacional

1) Climático.- Con un clima húmedo o subhúmedo que a través de elementos como la temperatura y la precipitación actúa sobre un factor estacional.

2) Estacional.- Material litológico y la vegetación de coníferas. El material debe ser de naturaleza volcánica, con 60 % o más de cenizas volcánicas, escoria u otro material piroclástico en la fracción de limo, arena o grava.

Sobre la vegetación de coníferas, la lluvia actúa como agente lixivante de los ácidos de las hojas y cortezas de los árboles que son depositadas en el suelo "Por lo que los suelos de los bosques de coníferas presentan un P.H. normal de 5.5 a 6.5 " (Schwanck J. 1987 Mención personal)

Los andosoles no deben poseer características hidromorfas en los primeros 50 cm del suelo, ni con características en cuanto a contenidos de sales.

Feozem

Poseen algunas características semejantes a los andosoles, teniendo también un horizonte A - mólico presentando una capa superficial blanda. Se presenta en climas idénticos a los de los andosoles pero su origen es a partir de material aluvial y residual.⁴

La formación de estos suelos a partir de material aluvial se da sobre material fragmentario no consolidado, transportado por corrientes de agua y formando una especie de cono, estando comprendido por texturas limo - arcillosas.

La formación a partir de suelo residuales es a partir de material " insitu", desarrollados en el mismo lugar, a partir de la roca madre, sin sufrir transporte.

Subunidades de suelo

Andosoles

1.- Andosoles húmicos (Th)

El intemperismo químico que actúa a través del agua de origen pluvial, se efectúa en forma de una alteración " insitu" de los feldespatos volcánicos, siendo más intensa en las cenizas de mayor edad. Una parte de los productos

⁴ CETENAL "Manual para la aplicación de las Cartas Edafológicas de CETENAL para fines de Ingeniería Civil"

alterados es arrastrado con el agua y de los restos de minerales secundarios, sobre todo alofán (Si(Na)/ Al (Na). Son suelos extremadamente sueltos que poseen un horizonte A de color oscuro y altos contenidos de sustancias orgánica.

2.- Andosoles ócricos (To)

Cuando los andosoles mólicos han estado sujetos a procesos erosivos, y a la pérdida por lo tanto, de humus, y se les da un uso de suelo agrícola, éstos pasan a convertirse en andosoles ócricos, con un suelo superior ócrico que posee un horizonte A - de color claro y un horizonte B - cámbico. "Según el grado de erosión el horizonte B - cámbico es formado por un horizonte B del antiguo andosol mólico o de un horizonte B fósil de una capa de toba que se ubica a una mayor profundidad".⁴

FEZEM

1.- Feozem lúvico (H1)

Se caracteriza por presentarse en las partes bajas, teniendo un origen residual, con alto contenido de arcilla.

⁴ Op. cit.

EDAFOLOGIA

(ZONA DE ESTUDIO)

ANDOSOLES

Tm MOLICO

Th HUMICO

To OCRICO

FEOZEM

Hi LUVICO

Hh HAPLICO

HISTOSOL

I HISTOSOL

CLASE TEXTURAL

(1) gruesa (2) media (3) fina

∴∴∴ Lecho rocoso entre 10 y 50 cm.

♦ ♦ ♦ entre 50 y 100 cm.

ESC. 1 50:000

Km.

0

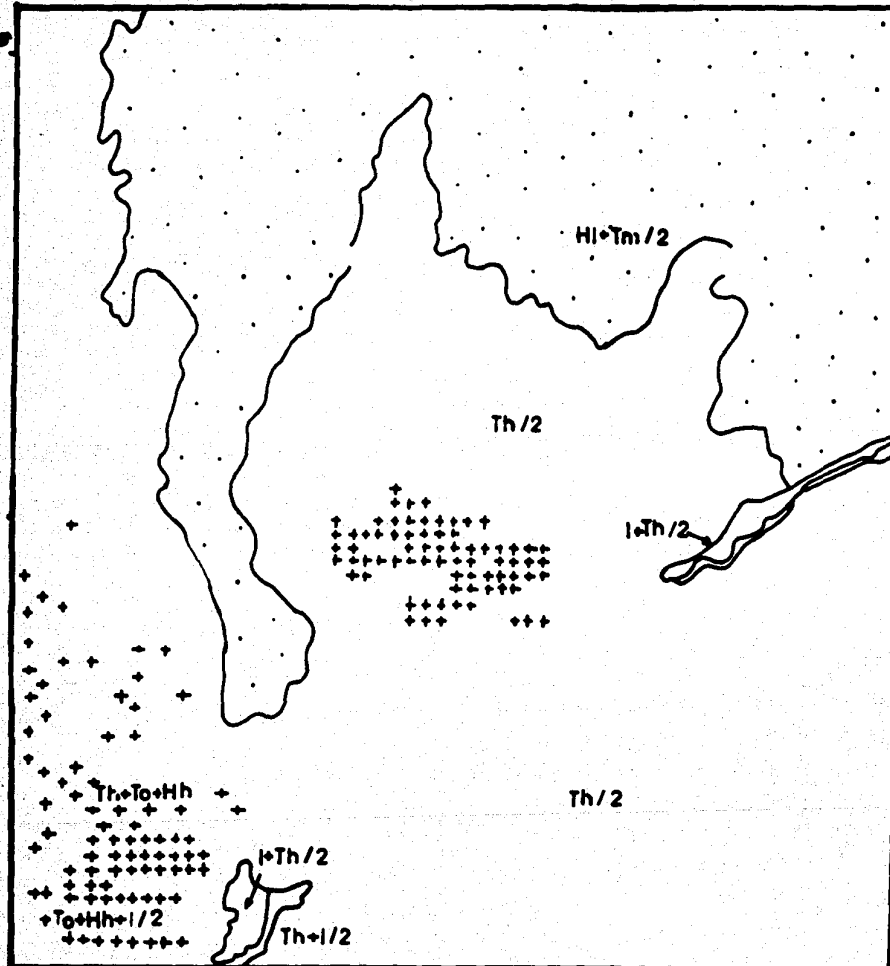
1

2

3

4

Fuente: I.N.E.G.I. 1979.



2.- Feozem háplico (Hh)

Presenta un horizonte cámbico, agregándose a su origen uno de material coluvial, originado por la caída libre de material. En cuanto a las demás características geológicas, son idénticas a los suelos de ando. (Schwanck1987).

2.4 Vegetación

De acuerdo a la jeraquización de las divisiones florísticas de México, realizada por Jerzy Rzedowski, la Sierra de las Cruces, al igual que las serranías que se encuentran al sur y este de la planicie lacustre, no se les puede clasificar en ninguno de los dos reinos que son el Holártico y Neotropical, ya que no corresponden a ninguno de los dos. Más bien se clasifica en una región denominada Mesoamericana de montaña y específicamente dentro de la provincia de las serranías meridionales.⁵

Serranías Meridionales

Estas sirven de parteaguas a la Cuenca de México y son principalmente la Sierra de Pachuca, al norte; la Sierra del Ajusco y Chichinautzin, al sur; Sierra de las Cruces, al

suroeste; Sierra de Monte Alto, al oeste; Sierra Nevada, al este, etc.

La flora es rica en general en especies herbáceas como los Quercus, Salvia, Senecio, Stevia; al igual que en especies arbóreas como Quercus (encino), Alnus, Liquidambar, Pinus, Abies. En la Sierra de las Cruces predominan los bosques latifoliados y de coníferas, además en la zona se desarrollan numerosos endemismos siendo un ejemplo la Achaenipodium, Hintonella, Microsperman, etc.⁵

Como se mencionó anteriormente, en la Sierra de las Cruces se tiene dos tipos de bosques:

1.- Bosque latifoliado templado

2.- Bosque de coníferas

1.- Bosque latifoliado templado

Se localiza en altitudes que van de los 2 300 a los 2800 msnm donde en las altitudes más bajas se dan en forma predominante, desarrollándose los encinos, liquidambar, alnus y al ir aumentando la altitud, después de los 2 950 msnm. se empiezan a presentar en combinación de bosque latifoliado y de coníferas (oyamel); en altitudes superiores

5. Rzedowski, J. "Vegetación de México". Limusa, México.
D.F., 1986.

a los 2 800 msnm disminuye su presencia, encontrándose en casos aislados.

Los árboles de este tipo de bosque, son irregulares y abiertos, de copa baja y muchas ramas; con hojas pequeñas, simples, duras o coriáceas, lustrosas por el haz, siendo caducifolias, propician abundante hojarasca y materia orgánica en el horizonte superior, poseen alturas que van de los 2 a los 15 m.

2.- Bosque de coníferas

El bosque de coníferas se constituye por formaciones vegetales que poseen características distintivas con respecto a otros tipos de bosques; ya que constan de agrupaciones de árboles altos y rectos compuestos por copas relativamente pequeñas cuya altura máxima es de aproximadamente 25 y 35 m donde el dosel es denso y uniforme, por lo general en un solo nivel, " las acículas son generalmente gruesas y oscuras formando una sombra en sí continua dentro del bosque, siendo de hojas perenifolias". (Rzedowski, J. 1986).

El bosque de coníferas se ubica en la franja altitudinal que va de los 2 500 m a los 4 000 msnm presentándose la siguiente secuencia:

2 500 - 3000 msnm Predominan los oyameles, encontrándose en combinación con algunas latifoliadas principalmente encinos

y cupresus. Principalmente en las cañadas se desarrolla el Pinus pátula.

3 000 - 4 000 msnm Disminuye la presencia de oyamel a los 3 500 m.s.n.m. y empieza a dominar la presencia de pinos de los géneros ayacahuite, montezumae y el Pinus hartwegii que se desarrolla a máximas altitudes.

A altitudes superiores a los 3 500 msnm empiezan a predominar los pastizales de especies como el Quercus, Salvia y Senecio siendo su cobertura muy densa y amplia. En muchos casos se dan en las partes bajas menores a los 3 000 m donde se han presentado perturbaciones como los incendios, sólo que aquí se dan por manchones (donde ocurrió la perturbación).

3. ASPECTOS AMBIENTALES (Antecedentes)

3.1. Análisis de las causas que provocan la muerte de la vegetación arbórea en la Cuenca del Valle de México.

3.1.1. El Desmonte para Asentamientos Humanos

El área urbana de la Ciudad de México ha tenido una dinámica de crecimiento muy variable en cuanto al aumento de superficie y población desde los últimos 3 siglos.

Para comprender y apreciar estos cambios, presentamos algunas cifras de superficie y población de la Ciudad de México.

A Ñ O S	SUPERFICIE km ²	POBLACION	DENSIDAD DE POBLACION Hab/Km ²
*1524	2.7	30 000	11 111.1
*1600	5.4	58 500	10 833.3
*1845	14.0	240 000	17 142.8
*1900	27.0	541 000	20 037.0
*1930	86.0	1 230 000	14 302.3
*1940	117.0	1 760 080	15 043.4
**1980	800.0	7 840 915	9 801.1
***1987	1 000.0	20 000 000	20 000.0

Como puede apreciarse en el cuadro anterior, la superficie y la población han ido incrementándose sustancialmente a partir de los años de 1940 a la fecha, siendo la metropolización un fenómeno reciente en el país.

En 1524, 30 000 individuos, entre indígenas y españoles abarcaban una superficie de 2.7 Km², con una densidad de población de 11 111.1 Hab. /Km² a fines del siglo XVI el asentamiento ocupaba 5.4 Km² de superficie, en ese tiempo sólo existían asentamientos muy irregulares en las porciones noroeste (Tacuba).

Para el año de 1700 la zona urbana tenía alrededor de 105 mil habitantes en 6.6 Km² es a partir de 1824 - 1900 cuando la Ciudad de México había adquirido el carácter de Distrito Federal teniendo una población superior a los 137 mil habitantes. Para entonces las aguas del Lago de Texcoco habían sido desalojadas hacia el este, en esta época las primeras decisiones en cuanto a la expansión de la ciudad comenzaron a tomarse, ya que 240 mil habitantes la poblaban. A principios de 1900 ya habitaban la ciudad 541 mil personas ocupando una superficie de 27.0 Km² en "1898 se fijaron los límites del Distrito federal que se conservan hasta el día de hoy" donde quedó dividida en la municipalidad de México y 6 prefecturas, los cuales a su vez contenían 2 ó más municipalidades . En 1903 se tenía a México, Guadalupe Hidalgo (Gustavo A. Madero actualmente), Azcapotzalco, Tacuba, Tacubaya, Mixcoac, Cuajimalpa, San Angel, Coyoacán, Tlalpan, Xochimilco, Milpa Alta e Iztapalapa.⁶

En 1910 la población ascendía ya a 721 mil habitantes ocupando una superficie de 40 Km² y es a partir de este siglo, cuando el avance urbano comenzó a incrementarse hacia el este y el sur, en donde al parecer había un estancamiento relativo, llegando hacia el Este, hasta la avenida Circunvalación y en el sur alcanzó a el río

6. Hernández Beatriz y Calderón, Enríquez. "Crecimiento actual de la población en México", Revista Ciencia y Desarrollo Núm. 76, año XIII, 1987.

Magdalena, por el suroeste llegó a Chapultepec y Tacubaya quedó definitivamente conurbada. En este periodo se empiezan a dar las primeras presiones hacia la vegetación forestal en el sureste en los taludes transicionales, aunque cabe mencionar que éstos aún no representaban una presión determinante. (Soms G.1986).

El Distrito Federal comenzaba ya desde entonces su carrera ascendente, en donde la configuración urbana abarcaba ya desde Vallejo en el norte y Obrero Mundial en el sur, hasta donde abarca la delegación Benito Juárez; hacia el este siguió limitada hasta el río San Joaquín en el límite con el Estado de México. Es notorio que el crecimiento se va extendiendo con más frecuencia hacia el norte.

En el año de 1930, el crecimiento era muy notorio, ya que se contaba con un millón 200 mil habitantes, donde la Zona Metropolitana de la Cuenca de México, avanzó sobre Azcapotzalco y llegó al límite con el Estado de México, al suroeste se extendió por el camino de Toluca y San Pedro de los Pinos, para incorporar Mixcoac y San Angel.

La zona oriente (Lago de Texcoco) permanecía poco poblada, el motivo fue el suelo salitroso expuesto a grandes inundaciones; hacia 1940, los espacios urbanos abarcaban hasta Coyoacán, donde la población alcanzaba entonces la cifra de un millón 760 mil habitantes sobre una superficie

de 117.0 Km², teniendo a su vez una densidad de población de 15043.4 Hab/Km².

En esta época surgieron cambios en la política de industrialización y hacia la apertura de zonas de riego en la parte noroeste del país que dañaron las regiones agrícolas del centro de la república provocando fuertes corrientes hacia la ciudad, como consecuencia se duplicó la población y la superficie ocupada, donde el desarrollo urbano llegó a delegaciones del oriente, como Iztacala y al sur Coyoacán y Magdalena Contreras. Al mismo tiempo, Naucalpan y Ecatepec, en el Estado de México, comenzaron a poblarse incipientemente, siguiéndole Tlanepantla y Nezahualcóyotl. (COCODER 1986).

Para 1970 Xochimilco se incorporaba al área urbana, Tláhuac, que comenzaba a crecer aceleradamente, al igual que Alvaro Obregón y Magdalena Contreras. A esta población se sumó la de los establecimientos de fraccionamientos en el Distrito Federal.

Es a partir de 1970 cuando las áreas forestales del sur y suroeste de la Cuenca del Valle de México empiezan a ser desmontadas para ser empleadas para fines urbanos, claro ejemplo de ésto es el aumento de la población en Contreras, Tlalpan y Cuajimalpa.⁶

6 Op. Cit.

3.1.2. El Pastoreo en los Bosques de las Serranías

Los pobladores de Santa Marta Xochiac, Acopilco, Cruz Blanca, etc. desarrollan actividades pecuarias para lo cual desmontan áreas forestales ocasionando la destrucción de tierras, siendo uno de los casos más representativos el que se tiene en la ladera oeste de la Cañada Agua de Leones, la cual se haya totalmente destruida por la erosión.

El pastoreo, si bien no afecta a los árboles mayores, si tiene repercusiones sobre el renuevo y las plantaciones jóvenes, además de deteriorar y erosionar los suelos constituyéndose como una presión ambiental para el desarrollo de los renuevos.

3.1.3. Incendios a) Naturales b) Inducidos

Las áreas forestales que se encuentran dentro de la Cuenca del Valle de México han estado sujetas a diversos tipos de incendios forestales tanto de tipo natural como inducido. Para comprender el origen y dinámica de éstos, es necesario considerar los mecanismos que los producen.

a) Naturales

Son originados por fenómenos naturales como los rayos, el vulcanismo y la combustión espontánea de pastizales en días de intenso calor.

- Incendios provocados por rayos.- En la Cuenca del Valle de México son poco comunes por lo menos en los climas fríos y templados. Aunque en otras partes del mundo como en Francia se quemaron 50 000 has. de bosques, pastos y cultivos en 1921, de los cuales sólo 4 casos se debió a rayos, aunque en Finlandia en el periodo comprendido entre 1911 y 1912, de 610 incendios 254 (41.6 %) fueron provocados por rayos.⁷

- Incendios provocados por vulcanismo.- Son menos frecuentes, en México se ha registrado este fenómeno en Michoacán con la erupción del volcán Parícutín en 1943 y en 1982 con la erupción del volcán Chichonal donde la vegetación forestal quedó devastada en un extenso radio (100 Km).

7 Repopot et. al. "Aportes a la Ecología Urbana de la Ciudad de México" 1986.

- Los incendios provocados por combustión espontánea de pastizales en días de intenso calor no son totalmente de carácter natural, ya que para su origen requieren de ciertas condiciones preexistentes, como la falta de humedad en el suelo y la captación de manantiales provocando un alto grado de sequía en el bosque condicionándolo para el desarrollo de incendios. (Muñiz 1987 mención personal).

b) Inducidos

Estos se clasifican en 3 según la vegetación que afectan:

- 1.- Los de copa
- 2.- Los superficiales
- 3.- Los del subsuelo

1.- Los de copa.- Se desarrollan en las copas de los árboles y avanzan rápidamente, ya que con la fuerza del viento se propagan de árbol en árbol, consumiendo la totalidad del follaje. Siendo difíciles de controlar, provocando una total destrucción en las áreas forestales.

2.- Los superficiales.- Estos afectan principalmente a la cubierta forestal constituida por pastos, hierbas y arbustos.

3.- Los del subsuelo.- Denominados también subterráneos, se propagan por debajo de la superficie forestal, siendo alimentados por materia orgánica en descomposición, raíces,

hojas, donde su desarrollo es lento por la falta de oxígeno.

Tanto los incendios superficiales como los de subsuelo son los que más afectan a las áreas forestales de México y especialmente de la Cuenca del Valle de México.

**INCENDIOS FORESTALES REGISTRADOS EN EL D.F.
Y SUS COLINDANCIAS (ZONAS SUR)**

AÑOS	No.de Incendios Registrados	has Afectadas
1974	674	2 967
1975	946	4 027
1976	650	2 885
1977	733	3 386
1978	688	3 309
1979	691	3 920
1980	636	2 588
1981	345	1 550
1982	708	3 750
1983	1 125	17 574
1984	528	1 984
1985	103	716
SUMA	7 827	48 656

* Hasta abril 29 de 1985

Fuente: Comisión Coordinadora para el desarrollo Rural del Distrito Federal (COCODER) Dirección Técnica Estadística de Incendios Forestales en el Distrito Federal y sus Colindancias (Zona Sur). 1974 - 1985. Informe interno.

Como puede apreciarse en la tabla de incendios forestales de 1974 a 1985 se registraron 7827 incendios forestales que afectaron una superficie de 48656 ha " cifras casi igual al total que debe protegerse, que es de 48800 ha" (COCODER 1985)

Según la COCODER., a pesar de los esfuerzos y acciones forestales, durante 1983 las cifras reportadas son muy superiores a las de cada uno de los 9 años anteriores, obedeciendo a la fuerte y prolongada sequía que afectó al Distrito Federal ese año.

En 1984 y 1985 se presentó un descenso en número y superficie de incendios y afectación, esto por haberse presentado un año lluvioso. En los últimos dos años, en la Sierra de las Cruces, donde especialmente se encuentran los Parques Nacionales y Recreativos Desierto de los Leones y Dinamos, se han intensificado varios incendios del tipo natural inducido subterráneos y los superficiales. Los superficiales son de tendencia controlada ya que son originados por los habitantes de las comunidades aledañas a las áreas forestales de la Sierra de las Cruces, por ejemplo Santa Rosa Xochiac, Cruz Blanca, Tantoco, Pila, Acopilco, Xometla, etc., en donde la realizan en la propiedad comunal, con el fin de producir forrajes para ganado bovino de la zona.

Los incendios inducidos de tipo subterráneo, se han presentado generalmente en las partes medias y altas; produciéndose por los estados de sequedad evolutiva del bosque, y que en época de estiaje (octubre-mayo) al presentar gran cantidad de hojarasca seca en el suelo, el sol actúa como una lente de aumento que hace que el calentamiento de las hojas y ramas se vayan incendiando subsuperficialmente para posteriormente avanzar a la superficie.

Casos recientes de este tipo de incendios se han presentado en el Parque Nacional y Recreativo Desierto de los Leones y Dinamos. Los casos más drásticos fueron los de Cruz Blanca, Agua de Leones, San Miguel, Xometla, Cruz de Colica, a principios de 1987, atacando principalmente a la zona de pastizal.

Los dos tipos de incendios tienen las siguientes implicaciones en la Sierra de las Cruces:

a.- Junto con la vegetación herbácea y arbustiva se quema el renuevo, lo cual deja sin garantía de continuidad al bosque.

b.- Al quemarse la vegetación superficial, queda desnudo el suelo, con lo que se facilita el proceso denudativo dentro de las áreas forestales, evitando también la recarga de acuífero.

c.- La presencia de estos incendios, si bien no mata estrato arbóreo, si lo debilita, favoreciendo con ello la propagación de plagas y otras enfermedades.

d.- El bosque de oyamel está disminuyendo y aumentando la franja de pináceas, herbáceas y arbustivas, esto se observa por la presencia de bioindicadores de perturbación por incendio en la Sierra de las Cruces, como lo es la planta de Senecio y festuca touleicensis, que se da en grandes manchones dentro del bosque de Pino y Oyamel (Abies Religiosa).

3.1.4. Las Plagas

Las infestaciones por descortezadores en los bosques de pinos y abetos en México, empezaron a ser conocidos en las décadas de 1950 - 1960. Aunque sus daños no fueron debidamente valorados porque aún no existían grandes masas de árboles plagados. No es si no hasta la década de 1961 - 1970, que empiezan a manifestarse focos de infestación de descortezadores que arrasaron grandes masas de árboles (Bol. Tec. INIF. No. 66; 1980.)

En la Sierra de las Cruces a partir de 1968 se empiezan a detectar los daños por plagas (defoliadores y descortezadores), intensificándose en 1978 y 1981. Es sin embargo a finales de 1983 cuando empezó a ser más aparente la muerte acelerada de amplias zonas de oyamel, sobre todo

en las cañadas (Corral Atlaco) del Desierto de los Leones.
(Sanidad Vegetal 1988, mención personal).

Los Descortezadores

Muestran una gran potencia biológica, como lo indican las devastaciones forestales causadas en América del Norte, Central en 1962; México 1969; E.U.A. 1976 etc. (Bol. Tec. INIF. No. 66; 1980.)

En las áreas forestales que se encuentran en la Sierra de las Cruces muy comúnmente las ataca el descortezador de las alturas, dañando principalmente a los oyameles y pinos. Este descortezador es conocido como *Dendroctonus adjuntos*, que está considerada como especie típica de los lugares altos, que van de los 2700 a los 3800 m.s.n.m. Siendo las especies vegetales hospederas el *Pinus hartwegii* lindl., *Pinus rudis* Endl., *Pinus montezumae* Lamb. Donde el descortezador menor parasita especialmente al *Pinus leiopylla* Sch. et Cham., *Pinus ayacahuite* Ehr., *Abies religiosa*. y a casi todas las especies que se encuentran en altitudes de los 2600 m hacia abajo.

Desde 1983 el INIF (SARH) lleva a cabo el primer inventario del arbolado dañado y derribado encontrando lo siguiente.

En ese mismo año el Pinos de las alturas, el *Pinus hartwegii* localizado después de los 3000 m de altitud presentaba el 19 % dañado. El Oyamel (*Abies Religiosa*) está

dañado el 28 % donde el 20% se encuentra muerto en pie.

Estos daños en el año de 1987 han aumentado hasta en un 90 % en toda el área, abarcando zonas como Cruz de Coloxtitla:del sgo. hasta el cuarto Dinamo; Cruz Blanca; San Miguel etc. (Sanidad Vegetal mención personal 1988.)

3.1.5 Sequía y carencia de agua

Los bosques dependen de cierta cantidades de humedad que tienen que encontrar dentro de la geósfera, siendo.

1.- La atmósfera.- Más particularmente en la tropósfera.

2.- La hidrósfera.- A través de los escurrimientos.

3.- Corteza terrestre.- Mantos subterráneos

1.- Tropósfera.

La humedad que se gesta en esta capa atmosférica, es aprovechada por los árboles a través de la precipitación pluvial, ya sea en forma de nieve, rocío o niebla.

2.- Escurrimientos

Estos son aprovechados por el suelo y vegetación a través de la infiltración, humedecimiento del suelo y del sistema radicular de la vegetación.

Mantos subterráneos

Cuando los acuíferos se encuentran a poca profundidad (a 12 m) pueden ser fuentes de humedad importantes para los árboles, cuando carecen de las fuentes anteriores.

Los daños más o menos graves, ocasionados por estas causas, pueden presentarse cuando éstos ocurren en forma anormal y con una distribución anual completamente irregular. (Wentzel, 1985).

En la Sierra de las Cruces y Chichinautzin, en la época de primavera - verano, estos daños se manifiestan generalmente por marchites de las hojas; desecación de las ramas, sobre todo de las puntas; defoliación temprana y detención temporal de crecimiento.

Durante la primavera, las carencias de agua pueden conducir a la formación de hojas más pequeñas que las usuales. (Wentzel, 1986).

A continuación daremos a conocer algunos supuestos que se han trabajado en la zona de estudio:

En la época de estiaje los árboles efectivamente han tenido coloraciones rojizas que representan un síntoma de falta de humedad en el ambiente, siendo estas coloraciones más visibles en el Pino- abeto y menos en el encino, alnus, etc., siendo que una vez iniciadas las lluvias, estas coloraciones desaparecen.

Parece ser que la captación de manantiales como los de San Miguel, Agua de Leones, El Rosal, Casa Manero, localizados dentro del Desierto de Los Leones, representa una zona muestra de estos daños, ya que al entubar dichos manantiales y al captar los escurrimientos desde las porciones altas, no dejan en la época de estiaje que aprovechen la poca humedad que pudiese escurrir, por lo que los suelos se encuentran en una constante etapa de sequedad.

Tal parece que la humedad del suelo tiene fluctuaciones muy intensas en periodos de humedad y sequía. En un estudio realizado por el INIF en la Cañada "Palomas", "San Miguel", "Rosal", etc., encontraron las siguientes fluctuaciones.

A ñ o	Porcentaje de humedad	
	verano-otoño	invierno-primavera
1985	25 %	2 %
1986	20 %	0 %
1987	12 %	0 %

Según Muñiz Raúl. CIFREC (Mención personal)

En este cuadro se puede apreciar como en sólo 2 años, se tuvo una baja de un 13 % de humedad en verano - otoño, siendo en primavera - invierno nula, ésto se cree se debe a la captación de los manantiales.

Por otra parte se dice que existen variaciones de humedad de áreas trabajadas actualmente y anteriormente, ya que ésta varió entre 26 y 60 % en áreas antes trabajadas y en sitios actualmente trabajados varió de 35 a 49 %, notándose una tendencia a la disminución en lugares con arbolado dañado. (INIF 1985)

A ésto hay que añadir que existe otro factor que desempeña un papel importante que es la falta de retención de humedad por una disminución del sistema radicular arbóreo.

3.2. PROBLEMÁTICA ACTUAL.

3.2.1. Daños contemporáneos " La lluvia ácida"

Definición de lluvia ácida.

La presente definición, corresponde a la del Servicio Forestal Canadiense que es similar a la alemana, por lo tanto las englobaremos dentro de una sola. " La lluvia ácida abarca no sólo la lluvia con pH inferior a la normal" (5.5), sino también a todo tipo de precipitaciones ácidas tanto húmedas como secas. Se aplica a los agentes contaminantes de todo tipo que flotan en el aire, sin tomar en cuenta la distancia a la que están las fuentes de donde proceden los mismos, cuando dichos contaminantes, por si mismos o en combinación, puedan afectar, directa o indirectamente, a los bosques con respecto a su salud, desarrollo normal, fisionomía, morfología, etc. (Ritter 1988 mención personal).

Origen de la Lluvia Ácida.

Esta tiene su origen en espacios geográficos donde se ubican las centrales eléctricas, calderas industriales y los vehículos de motor. "Donde en la combustión de carbón, petróleo y gas se producen diferentes óxidos de azufre y de

nitrógeno.⁸

Se admite al término de "lluvia ácida" como sinónimo para toda contaminación, tomando en cuenta otras sustancias que actúan en la deposición ácida como son los óxidos azoicos, fluoros, cloros, foto-oxidantes, metales pesados y polvos. Aunque se utiliza al dióxido de azufre como indicador de deposición ácida.

Elementos que intervienen en la deposición ácida.

Dióxido de Azufre.

"El SO^2 es una de las sustancias con efectos más dañinos para las plantas, el cual se forma en todos los procesamientos industriales, siendo el más distribuido en la atmósfera de todos los países industrializados".

El SO^2 tiene su principal origen en la combustión de carbón petróleo y derivados, donde la gran mayoría de éste, es transportado a largas distancias hasta más de 500 km.

El dióxido de azufre se oxida en la atmósfera en un 25- 50 % resultando en ácidos o iones sulfáticos. Pudiendo permanecer en el aire durante lapsos de 3 días, acelerándose su transformación bajo condiciones de alta concentración, como los que se encuentran en el smog de las ciudades, poseyendo un carácter muy ácido.

⁸ Wentzel F.K., Zundel R.. Hilfe für den Wald. Falken Verlag. Alemania Federal. 1984.

Oxidos Azoicos (NOx)

Son considerados desde hace varias décadas, como sustancias contaminantes, causando daños a la vegetación ubicada en las cercanías a fábricas de fertilizantes y otras industrias químicas, ocasionando daños considerables cuando se presenta en altas concentraciones.

Los óxidos azoicos se originan por las nuevas tecnologías de combustión en las centrales eléctricas y por el tráfico masivo tanto aéreo como terrestre (automóviles). Cuando las temperaturas de combustión superan los 100°, el nitrógeno y oxígeno se combinan en el aire para dar lugar al óxido azoico (NOx) el cual se oxida para formar NO², permaneciendo en el aire entre 2 y 20 días, por lo que puede ser transportado a largas distancias participando además como fertilizante en los bosques, como formador de ácidos. Estos óxidos se transforman muy rápido en NO³ y HNO³, siendo su reacción igualmente ácida diluyéndose en una forma muy lenta contribuyendo a la sedimentación local y a formación de smog.

Fotooxidantes

Bajo la influencia de la luz solar se producen los fotooxidantes que son emitidos por las refineries y vehiculos motorizados.

Entre los fotooxidantes figuran el ozono (O^3) y diversos peroxiacetilnitratos (PAN). Siendo la substancia de dióxido de nitrógeno el punto de partida del cual se sintetizan y desintegran continuamente las substancias mencionadas dependiendo de la intensidad de la radiación solar dependen las concentraciones de ozono. Teniéndose a mayor cantidad de NO^2 y a una alta intensidad de radiación solar mayor producción de ozono.

"Los fotooxidantes se forman únicamente en condiciones climáticas donde la intensidad solar es intensa, principalmente a medio día, en los meses de verano. Dado que se trata de un proceso tardado, las mediciones realizadas en las zonas muy industrializadas o pobladas, donde se sitúan las fuentes de NOx , normalmente presentan menores concentraciones de O^3 que las áreas más alejadas a donde los movimientos de aire han llevado las substancias de partida". (Neugebauer B.1986).

Metales Pesados

Estos son una serie de elementos menores conformados por el hierro, plomo, cobre, cromo, níquel, cadmio, etc. Los

metales pesados se disuelven cuando el pH está por debajo de 2.8, en forma de sales disueltas en agua, penetrando en las hojas y las raíces, produciéndose también acumulación en el suelo.

La Lluvia Acida y el Bosque.

La precipitación ácida es depositada de 2 maneras a través de la lluvia y de partículas secas.

En bosques lejanos de las industrias y del tránsito vehicular motorizado, las partículas secas se acumulan en el follaje de los árboles y al caer la lluvia se transforma en gotas de ácido.

Los árboles absorben el dióxido de azufre por las hojas a través de los estomas, reaccionando con el agua de las células formando bisulfito (HSO^{+3}) causando de esa manera la destrucción de la clorofila, inhibiéndose por consiguiente la fotosíntesis.

Las coníferas son las especies vegetales más dañadas, ya que son de hojas perenes que con la presencia de la deposición ácida, se secan poniéndose amarillas por el haz para posteriormente pasar a color café, desde las ramas de la base hasta la punta del árbol y desde el tronco hacia los extremos. (Alvarado D.1987 mención personal).

La defoliación y la retención de hojas ha sido un síntoma visible, donde se ha observado que la capacidad de retención de hojas en los oyameles en condiciones normales

es de hasta 5 ó 6 años, donde actualmente sólo retienen un máximo de 3 años. (Schwanck 1987).

La defoliación en coníferas es intensa, alcanzando ritmos acelerados, apreciándose en la fisionomía del árbol ya que no produce el follaje tanto en calidad como en cantidades anteriores como hace 20 años. Advirtiéndose que sólo posee el follaje en la copa o a los lados.⁹

3.2.2 Historia de los Daños Forestales Causados por la "Lluvia Ácida"

Durante los últimos 25 años aproximadamente, empezaron los daños modernos a larga distancia denominados "lluvia ácidas o deposiciones ácidas" en el oriente de Alemania Federal, Checoslovaquia, Polonia, Austria, Suiza, Francia, Benelux, Noruega, Suecia, Dinamarca, etc. (Zehender M. 1989 mención personal).

Los daños modernos son conocidos en Alemania con el nombre de "Waldsterben" que significa o se refiera al proceso de muerte como la misma muerte del bosque, según la énfasis puede ser agonía o desfunción".

En La República Federal Alemana, donde el 29% de la extensión del país está cubierta de bosques, en 1983 el 34 % de todos árboles de los bosques habían sufrido daño a mayor o menor grado. Siendo, para 1985, la cantidad de árboles

⁹ DAV. Der Bergwald stirbt. Eine information des Deutschen Alpenvereins. Alemania Federal. 1985.

danmificados la correspondiente al 53%.

En Baviera y en la Selva Negra, los Abies comenzaron a morir en los bosques montañosos mixtos. Todo comenzó con esta especie en 1972, primeramente en Fichtelgebirge, los Montes de Franconia y el noreste de Baviera, en la región colindante con Checoslovaquia donde se aceleró en 1976. Aquí se reporta la muerte del 40 % de Abies; los árboles restantes se encontraron totalmente enfermos.

Desde 1978 la administración forestal reporta una propagación de la enfermedad hacia la Picea primero en los mismos bosques donde se habían enfermado los Abies, ésto ocurrió en el este de Baviera, en altitudes por encima de 800 metros.

Mediante un análisis minucioso en los Picea, se revelaba una considerable pérdida de hojas, donde se reconoció que las hojas más antiguas cayeron prematuramente después de haberse decolorado, adquiriendo primero un color verde pálido, después amarillo y finalmente café y rojo, las copas de los árboles se volvieron aclareadas, y áreas boscosas compactas quedaron escasas y transparentes, donde

en algunos lugares, algunos árboles comenzaron a secarse, evidentemente los más sensibles. (Schwanck J. 1987. Mención personal).

Lo mismo fue observado también en árboles latifoliados en 1982 y 1983, sobre todo en fagus de mayor edad.

En 1982 se evaluó el estado de salud de los bosques, donde 560 000 ha. estaban enfermos, lo que corresponde al 7 % del total de áreas boscosas en Alemania Federal. Un año después en agosto de 1983, se reportó que 2.5 millones de hectáreas estaban enfermas, el 34 %. De éstos, el 25% fue considerado como enfermizo (daños de 1er. grado); el 3.5 % como enfermo (daños de 2o. grado) y el 0.9% como muy enfermo o en proceso de muerte. Para resumir este desarrollo pueden distinguirse tres fases históricas.

Fase I (1830-1890)

"Daños por emisiones de fundiciones se presentaron únicamente en los valles forestales de serranías ricas en minerales. Aún no existían chimeneas. Era la época de enfermedades agudas por inmisión que causaron graves daños por contaminación atmosférica en áreas limitadas; éstos daños eran tan extremos que los efectos complementarios de los daños naturales no fueron notados. Siendo las plantas industriales responsables, ya que existía una estrecha relación espacial entre la fuente de emisión y el área dañada.

FASE II (1890 - 1960)

Los daños locales fueron aumentados por daños de inmisión con distribución regional alrededor de las áreas de explotación siderúrgica e industrial, causadas por grandes cantidades de emisión y polvo atmosférico, que fueron expulsados por chimeneas que alcanzaron hasta 50 m. de altura. Resultado de ello eran principalmente daños crónicos en bosques ubicados en un radio de hasta 50 Km de distancia.

FASE III (desde 1960)

Se comenzaron a observar daños de origen lejano que se manifestaron sobre todo en las mayores altitudes de las montañas, alejadas de las grandes áreas industriales. Debido a la adopción de enormes instalaciones de combustión con tecnología moderna, substancias contaminantes (sobre todo el SO^2 y el NOx), fueron arrojadas en grandes cantidades. Este cambio ha iniciado la época de la intoxicación oculta y paulatina de los bosques a distancias de 200 Km y más.

La evaluación de gran número de resultados obtenidos mediante estudios que se realizaron en el ámbito nacional e internacional de Europa Central, muestra que no es posible distinguir claramente entre daños cercanos y lejanos. Donde éstos se sobreponen también en la actualidad, sobre todo en un radio de 50 a 100 Km de las áreas industriales.

Internacionalización de la Problemática

Los daños ocurridos en Alemania no pueden considerarse en forma aislada, ya que los daños a bosques de otras partes de Europa Central son los mismos aunque con variaciones temporales e intensidad y volumen distinto.

Checoslovaquia y Polonia

Estas enfermedades se han extendido en los últimos 30 años. En Checoslovaquia es probablemente el más afectado a nivel mundial por la contaminación atmosférica, abarcando en la parte del Erzgebirge en una franja de 10 a 25 Km de ancho en donde se ven actualmente estepas degradadas y esqueletos arbóreos. Aproximadamente 40 000 Ha de bosque de Picea han muerto, en 1969 tenían de 250 mil a 300 mil ha dañadas.

Francia.

En 1977, 100 000 m³ de Abies alba estaban enfermos, donde los franceses relacionaban estos daños con la sequía de 1976. Nuevas investigaciones muestran que los Vosges están enfermos: el 30% de los Abies alba restantes, 8% de los Picea y 16% de los Pinus. La industria pesada se encuentra en el N del país y en Lothringen, de modo que la contaminación atmosférica es llevada a través de las fronteras por los vientos del suroeste ahí predominantes.

Bélgica

Se dice que aproximadamente el 70 % de los bosques que cubren la parte oriental del país están enfermos. (Dr. Richter 1988 mención personal).

Países Alpinos

En Austria y Suiza los daños por inmisión causados por la industria propia en los valles alpinos, Austria presentó en 1983 120 000 ha de bosques dañados según informes de 1983.

Países Escandinavos

En 1970 en Noruega, Dinamarca y Suecia la acidez de los lagos continentales provocaron la carencia de vida en ellos. Según investigaciones intensas, no existen evidencias de que los daños en los bosques hayan sido causados por la lluvia ácida, por lo menos hasta 1983, los últimos informes de 1984 reportan el inicio de enfermedades de los bosques por ejemplo en el sur de Suecia.¹⁰

10 Ciesla W.M. and Hildebrandt. Forest Decline Inventory Methods in West Germany. USA. 1985.

En esto se puede resumir que las especies que van afectándose por los daños en forma separada y sucesiva son el Abies quien es afectado primeramente, siguiendo la Picea, Pinus y finalmente los árboles latifoliados, Fagus, Quercus, etc. (Neugebauer 1986).

Tabla de las especies dañadas en Alemania.

Especie	% en bosque	% dañado
Picea	40%	9%
Abies	2%	60%
Pinus	26%	5%
Fagus	18%	4%
Quercus	8%	4%
Otros	5%	4%

Este proceso se ha presentado en América del Norte según P. Rennie, Bayer etc. donde el daño avanza por especie y en árboles de mayor edad.

3.2.3 MECANISMOS DE FORMACION DE LLUVIA ACIDA EN LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

La formación de la deposición ácida está determinada por una serie de factores ya mencionados. Pero tomando en cuenta las características particulares que se dan en la Cuenca del Valle de México.

- 1) Las Fuentes Móviles
- 2) Las Fuentes Fijas
- 3) Las Fuentes Naturales
- 4) Condiciones fisiográficas y climáticas

1) Fuentes Móviles

Los vehículos automotores de los cuales existen aproximadamente, en la actualidad en la Ciudad de México, 2.9 millones en circulación, contribuyendo en un 75% del total de la contaminación atmosférica. Emitiendo a la atmósfera 4.5 millones de toneladas de partículas al año, "De las cuales 10 000 tn con SO_2 , 48 000 tn de NO_x ; 3 800 000 tn de CO_x ; 375 000 tn de Hidrocarburos y 233 000 tn de otros tóxicos"

2) Fuentes Fijas

En el Valle de México, según estimaciones realizadas por el "MEM" existen 130 000 establecimientos industriales, de los cuales 30 000 se ubican en el Distrito Federal, principalmente en las porciones norte y noroeste, emitiendo aproximadamente 728 000 tns de partículas tóxicas anuales, contribuyendo en un 20 % de la contaminación atmosférica. De las cuales 393 000 tn son de SO^2 , 91 000 tn de NOx , 114 000 tns de CO y 130 000 tns de hidrocarburos a finales de 1982 (MEM).

3) Fuentes Naturales

Teniéndose a las tolvaneras producidas durante los meses de febrero a abril, siendo el mecanismo el transporte de polvo sobre las áreas desprovistas de vegetación (exlago de Texcoco, Zumpango, Tláhuac, Xochimilco), etc. Donde se estima que existen 22 000 ha erosionadas que aportan 308 mil tn anuales de partículas de polvo, contribuyendo en un 5 % a la contaminación atmosférica. (Jauregui 1971).

4) Condiciones Fisiográficas y Climáticas

La localización geográfica de la Cuenca del Valle de México, localizada en una cuenca endorreica entre los paralelos 19°

35' de latitud norte y 99°40' de longitud oeste, con una altitud de 2 240 m, hace de esta cuenca, una zona susceptible a la contaminación atmosférica fotoquímica.

Los vientos prevalecientes en la Cuenca del Valle de México se dan del noroeste y noreste. Donde se presenta una alta incidencia de calmas e inversiones térmicas durante todo el año (Bravo y Torres 1985). La incidencia de radiación solar recibida se observa entre 450 y 475 cal/cm²/día (SAHOP 1981).

Cuando los vientos son de relativa calma, junto con los contaminantes se estancan en la conformación de los sistemas montañosos, un ejemplo se tiene en la Sierra de las Cruces, donde existe una gran cantidad de barrancas con una orientación suroeste-noreste, lo cual influye en la permanencia de los contaminantes en una área.

Como puede confirmarse en estudios de vientos realizados por Jauregui, en 1980; Bravo, en 1987; Claire Van Raymbeke, además de los vientos alisios que drenan en el verano a la Cuenca del Valle de México con dirección sur, se dan los vientos de noroeste y con dirección al suroeste; y vientos locales de norte a sur en el día y de sur a norte en la noche. Lo cual crea una dinámica bien establecida de los vientos regionales donde los vientos del noroeste sufren una desviación al suroeste acumulando los contaminantes, smog niebla en las cañadas que poseen una orientación suroeste-noreste en el Desierto de los Leones.

TIPO DE CONTAMINANTES EMITIDOS

GRUPO DE ACTIVIDAD	INDUSTRIA	UBICACION	SO2	HC	CO	NOx	Humo	Part.
Refinación de Petróleo	Ref.18 de marzo	NW	X	X	X	X		X
Plantas Termoeléct.	Del Valle de México	N	X		X		X	X
Plantas Cementeras	"	NW	X				X	X
Fundiciones	"	N	X				X	X
Ind. de Jabón y Detergentes	"	N	X	X				X
Ind. Químicas		S		X			X	X
Ind. de la Celulosa y Papel	Lorenzo y Peña Po-bre	S		X		X	X	X
Ind. de Asfalto		S	X			X		X
Minerales no Metálicos		E						X
Ind. del Vidrio		E	X	X				X
Ind.Hulera		NW	X	X				X
Prod.Fibra de Vidrio		N						X
Ind. Automotriz		N						X

3.3 Metodologías Utilizadas para los Análisis de Gabinete y Campo

Metodología para el Análisis de la Intensidad de la Precipitación.

- 1.- Se procede a identificar las estaciones hidrológicas que se localizan en la zona de estudio o bien en sus alrededores.
- 2.- Recopilación de datos para cada tormenta y para diversos tiempos de duración: 5,10,15,20,30,45 y 60 min. Para los años de 1977 a 1979.
- 3.- Cuando se proceda a la recopilación y vaciado de datos anotar el año en que fue hecho el muestreo y la altitud a la que se encuentra la estación hidrológica.
- 4.- Se obtienen las medias aritméticas para cada tiempo de duración durante los años ya mencionados por ej., para los primeros cinco minutos de duración se obtiene un valor promedio standard para los tres años y así sucesivamente se continua con los otros tiempos de duración.
- 5.- Se grafican las medias aritméticas para cada tiempo de duración. Las unidades estarán dadas en mm / hr. .

Metodología para Evaluar las Condiciones Ambientales de la Vegetación Forestal.

El método para inventariar las condiciones ambientales de la cobertura y cubierta forestal, se basará en inventarios que se realizan para determinar daños naturales e inducidos a bosques que son llevados a cabo en las direcciones forestales y de ecología del paisaje en la RFA. Este inventario consta de los siguientes apartados:

1a. Mapa altimétrico escala 1:10 000 : marcando los puntos donde fueron seleccionados las poblaciones muestra.

1b. Factor fisiográfico (barranca, ladera, cima, etc.)

1c. Factor exposición (N, S, E, W, etc.)

1d. Tipo de cubierta forestal (arbórea, arbustiva, herbácea y las mezclas).

1e. Factor género (abies, pino, encino y las mezclas)

1f. Densidad de espesura dada en porcentaje.

1g. Inventario de daños de la mortandad de los árboles (únicamente de 1-3).

0 sin síntomas de daños visibles

1 leves daños

2 daños regulares

3 fuertes daños

4 muerta**1h. Determinación de la clase Kraft.**

- a.- Arboles dominantes, cuyas copas muestran un desarrollo especialmente fuerte.**
 - b.- Arboles codominantes ,generalmente forman la principal parte de la población con copas relativamente bien desarrolladas.**
 - c.- Arboles intermedios, cuyas copas aún se consideran relativamente normales pero poco desarrolladas y estrechas.**
 - d.- Arboles suprimidos , con copas más o menos atrofiadas de desarrollo unilateral o copas comprimidas de uno o más lados.**
 - e.- Arboles totalmente suprimidos.**
- 1i. Inventario de daños ambientales (asentamientos humanos, tala, pastoreo, etc.)**

SIMBOLOGIA

CUBIERTA FORESTAL



Arbustos



Pastizal (zacatón)



Oyamel



Pinus hartwegii



Pinus radiata



Quercus



Cedro

Metodología para el Levantamiento de los Procesos Geomorfológicos.

Para el levantamiento mencionado se desarrollarán y emplearán varias técnicas de gabinete y campo.

1a. Etapa

a.- Consiste en determinar la litología de la zona.

Se obtendrá de las cartas geológicas 1:50 000 y 1:250 000. En el copiado de la zona de estudio se mantendrá la misma escala, por la razón de que la litología y edad están en condiciones muy homogéneas, por lo que no se considera necesario ampliarlo a una escala más amplia.

b.- Determinar en el mapa topográfico de escala 1:10 000 la morfografía y microgeometría de las cimas e interfluvios (mediante la realización de perfiles geomorfológicos). Esto es importante para estudios de detalle al nivel de geótopos, ya que permite identificar las anomalías del relieve y de posibles claves para correlacionarlos con los procesos geomorfológicos. Conjuntamente se elaboraron perfiles de pendiente sobre las mismas áreas.

2a. Etapa (Trabajo de campo)

a.- Reconocimiento del área de estudio.

b.- Evaluación y cuantificación preliminar de los procesos

geomorfológicos, particularmente la erosión laminar, surcos, cárcavas. Los movimientos en masa no se cuantifican pero se señala su dinámica.

Técnica para Evaluar la Erosión Laminar.

- a.-La erosión laminar se mide volumétricamente en puntos seleccionados y representativos, ya que cada una de las laderas muestra varian en el porcentaje de daños, densidad, tipo de vegetación, etc.
- b.-Se utilizan clavos de 20cm con fichas.
- c.-En una ha se trazan transectos de dimensiones variables en cada una de las laderas (de distinto daño ambiental).
- d.-A lo largo del transecto a intervalos regulares de cada 10 m, se colocaron clavos con fichas, de tal forma que éstos descansaran sobre la superficie del suelo y la cabeza del clavo la toque ligeramente.

Técnica pra Evaluar la Cuantificación en Cárcavas.

- a.-Se colocan clavos con rondanas a 20cm en los extremos de las cárcavas (principalmente en sus cabeceras) tomándose en cuenta varios objetos como troncos de árboles y rocas como puntos de referencia.
- b.-Antes del periodo de lluvias se realiza una medición de las cárcavas y al final del periodo de las mismas.

SIMBOLOGIA

PROCESOS GEOMORFOLOGICOS



Huellas de ganado



Erosión difusa



Compactación del suelo



Erosión en interarroyuelos



Cárcavas



Erosión remontante



Camino erosionado



Alud de rocas



Deslizamiento de rocas

Los elementos a evaluar son los incrementos en longitud, ampliación y profundización.

A continuación analizaremos de una manera muy general la dinámica del comportamiento la intensidad de la precipitación.

3.3.1 Intensidad de la Precipitación.

La intensidad de la precipitación desempeña un papel importante dentro del contexto climático, ya que nos permite tener un punto de apoyo para el posterior análisis de los procesos degradatorios del relieve y suelo en relación a la cobertura forestal.

Los datos que se analizan corresponden a las estaciones Desierto de los Leones, Contreras-Desv. Alta, Huixquilucan y Tacubaya para los años de 1977 a 1979.

**Promedios Mensuales de Intensidades de Lluvia en mm / hr.
para Diversos Tiempos de Duración.**

Estación:Desierto de los Leones

Año:1977

Altitud:3048msnm

TIEMPOS DE DURACION MIN.

MES	DIAS CON LLUV.	MIN.	\bar{X} LLUV. ACUM. mm.	5	10	15	20	30	45	60
Feb.	3	116	2.5	10.4	6.5	5.2	4.6	3.3	2.7	2.2
Abr.	7	221	5.2	10.4	7.0	5.5	4.7	3.7	2.9	2.5
May.	12	153	9.0	19.0	13.0	10.5	9.1	7.6	6.5	5.7
Jun.	19	159	10.8	22.5	16.2	13.5	12.2	10.8	9.0	7.7
Jul.	24	243	8.5	17.8	11.7	9.9	8.7	6.9	5.4	4.6
Ago.	15	235	14.3	32.3	21.5	17.9	15.9	13.8	12.0	10.7
Sep.	20	212	8.2	24.1	21.2	13.4	11.1	8.6	6.7	5.6
Oct.	10	169	4.1	8.2	5.5	5.3	3.8	3.2	2.7	2.3
Nov.	5	141	3.5	12.5	9.3	7.5	6.1	4.6	3.3	2.7

Año: 1978

MES	DIAS CON LLUV.	MIN.	\bar{X} LLUV. ACUM. mm	5	10	15	20	30	45	60
Ene.	1	128	3.3	3.6	2.5	2.2	2.1	1.7	1.3	1.2
Feb.	3	157	3.1	4.8	3.5	3.3	2.7	2.2	1.8	1.5
Mar.	3	248	6.5	10.0	7.3	6.4	5.5	4.4	3.4	2.8
Abr.	3	70	2.6	6.4	4.7	4.1	3.8	3.3	2.5	2.2
May.	9	121	3.7	8.9	6.3	5.5	4.8	3.7	2.8	2.3
Jun.	18	259	11.5	16.9	11.7	9.9	8.7	7.4	6.3	5.4
Jul.	25	213	8.2	19.4	13.8	11.5	10.0	8.2	6.6	5.6
Ago.	10	272	10.2	19.8	16.0	14.9	12.7	10.1	7.8	6.3
Sep.	17	249	6.8	12.3	8.6	7.5	6.4	5.1	4.1	3.6
Oct.	15	219	10.3	14.1	10.0	8.4	7.4	6.3	5.3	4.7
Nov.	5	64	1.7	5.7	3.6	2.9	2.6	2.1	1.7	1.4

Año: 1979

MES	DIAS CON LLUV.	MIN.	\bar{X} LLUV. ACUM. mm	5	10	15	20	30	45	60
Feb.	6	119	2.5	7.0	5.0	4.3	3.6	2.8	2.1	1.9
Abr.	7	142	6.8	14.4	11.7	9.8	8.4	7.1	6.4	5.3
May.	9	160	7.6	21.6	15.1	12.5	11.1	9.9	7.9	6.4
Jun.	11	218	10.2	32.0	22.1	19.1	16.2	12.6	10.3	8.7
Jul.	25	161	5.2	14.2	10.1	8.1	6.9	5.4	4.2	3.6
Ago.	24	323	15.0	21.1	14.2	11.8	10.6	8.9	7.2	6.4
Sep.	19	319	10.4	16.3	10.9	9.0	7.8	6.4	5.2	4.4
Oct.	3	58	1.3	6.4	4.2	3.2	2.6	1.9	1.4	1.2
Nov.	2	47	1.5	8.4	6.1	4.4	3.4	2.5	2.0	1.5
Dic.	6	182	4.2	9.4	6.4	5.4	4.9	4.2	3.3	2.8

Estación: Contreras - Desv. Alta Pedregal

Año: 1977

Altitud: 2450msnm.

TIEMPOS DE DURACION MIN.

MES	DIAS CON LLUV.	MIN.	\bar{X} LLUV. ACUM. mm	5	10	15	20	30	45	60
Ene.	1	190	1.4	2.4	1.3	1.0	0.8	0.6	0.6	0.6
Feb.	2	82	0.8	3.6	2.0	1.4	1.2	1.0	1.0	0.5
Abr.	8	127	1.4	6.7	3.9	2.9	2.4	1.8	1.3	1.0
May.	16	109	5.3	19.2	13.0	10.6	9.0	6.9	4.9	3.9
Jun.	17	201	8.8	18.7	13.2	10.5	8.9	7.3	6.0	5.0
Jul.	24	128	6.5	21.0	16.8	13.5	11.1	8.4	6.1	4.8
Ago.	20	150	5.0	22.8	13.4	10.0	8.0	6.5	4.6	3.6
Sep.	19	166	7.9	24.1	15.4	12.3	11.2	8.6	6.5	5.4
Oct.	8	149	7.7	26.3	17.8	14.8	13.0	10.4	7.8	6.3
Nov.	5	55	1.0	7.8	4.2	3.1	2.5	1.8	1.3	1.0
Dic.	1	340	2.8	7.2	4.8	3.3	2.5	1.7	1.2	1.0

Año: 1978

MES	DIAS CON LLUV.	MIN.	\bar{X} LLUV. ACUM. mm.	5	10	15	20	30	45	60
Ene.	1	287	2.7	3.6	2.3	1.8	1.6	1.4	1.1	1.0
Feb.	3	275	2.9	4.8	2.9	2.3	2.0	1.6	1.3	1.0
Mar.	38	319	5.8	9.6	5.6	4.3	3.6	2.8	2.1	1.7
Abr.	2	30	1.0	7.2	4.3	3.3	2.9	2.0	1.4	1.0
May.	8	149	4.7	18.5	11.2	8.7	7.3	5.4	3.9	3.1
Jun.	27	138	4.0	13.4	8.5	6.8	5.6	4.3	3.2	2.6
Jul.	27	123	5.7	22.6	14.1	11.3	9.6	7.6	5.6	4.6
Ago.	20	108	4.9	18.6	11.7	9.4	7.7	6.0	4.6	3.8
Sep.	24	98	3.2	11.4	7.0	5.6	4.8	3.9	3.0	2.5
Oct.	14	155	4.6	14.7	9.3	7.2	6.2	4.9	3.8	3.0
Nov.	1	275	14.6	48.0	30.9	25.2	20.4	15.2	11.1	8.5
Dic.	1	10	0.1	0.6	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1

Año: 1979

MES	DIAS CON LLUV.	MIN.	\bar{X} LLUV. ACUM. mm.	5	10	15	20	30	45	60
Feb.	4	95	3.4	17.2	10.2	7.8	6.5	5.8	3.7	3.0
Mar.	1	122	0.4	2.4	1.2	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2
Abr.	7	128	3.6	10.9	6.5	5.1	4.4	3.4	2.9	2.5
May.	9	95	5.1	24.9	15.9	12.3	10.0	7.5	5.6	4.4
Jun.	14	101	6.9	27.3	17.3	14.0	11.8	9.4	7.1	6.1
Jul.	21	134	3.2	13.1	8.1	6.3	5.3	4.0	3.2	2.5
Ago.	21	199	8.1	28.5	18.1	14.5	12.2	9.6	7.2	3.2
Sep.	17	163	4.3	11.7	7.7	6.3	5.5	4.4	3.4	2.7
Oct.	1	23	2.0	12.2	8.2	7.0	5.7	4.0	2.7	2.0
Nov.	1	165	3.3	6.0	3.9	3.2	2.9	2.5	2.2	2.1
Dic.	5	224	2.8	7.0	4.2	3.3	2.8	2.3	1.9	1.6

Estación:Huixquilucan

Año:1977

Altitud:2700msnm

TIEMPOS DE DURACION MIN.

MES	DIAS CON LLUV.	MIN.	\bar{X} LLUV. ACUM. mm	5	10	15	20	30	45	60
Ene.	4	75	1.7	8.4	5.1	4.0	3.5	2.5	1.8	1.4
Feb.	4	112	3.5	4.5	3.3	2.9	2.6	2.4	1.6	1.6
Abr.	9	94	1.9	8.1	5.1	3.7	3.0	2.1	1.5	1.3
May.	12	139	6.5	14.1	11.8	10.0	8.7	7.3	5.6	4.7
Jun.	20	150	11.5	28.5	22.6	18.9	16.3	13.0	9.9	8.1
Jul.	27	140	5.3	17.1	12.3	10.0	8.7	6.7	4.8	3.8
Ago.	21	137	6.7	19.9	14.4	11.6	9.8	7.8	6.1	5.0
Sep.	23	169	6.3	17.7	13.1	10.7	8.9	6.9	4.7	4.3
Oct.	12	108	3.6	12.4	8.3	6.4	5.1	3.8	2.7	2.4
Nov.	7	71	1.9	6.0	4.3	3.8	3.4	2.8	2.1	1.7
Dic.	3	96	1.8	6.3	5.1	4.0	3.4	2.5	1.8	1.4

Año:1978

MES	DIAS CON LLUV.	MIN.	\bar{X} LLUV. ACUM. mm	5	10	15	20	30	45	60
Ene.	1	265	3.6	3.6	2.5	2.1	1.9	1.8	1.6	1.4
Feb.	5	381	3.1	4.2	2.6	2.0	1.7	1.4	1.0	0.9
Mar.	5	274	6.3	10.0	7.2	5.8	4.9	3.5	2.7	2.2
Abr.	5	42	1.1	4.4	2.8	2.3	2.0	1.5	1.1	1.0
May.	10	93	3.4	9.3	6.2	5.1	4.4	3.4	2.6	2.1
Jun.	25	153	8.5	21.9	15.3	12.5	11.0	8.9	6.8	5.5
Jul.	26	131	7.2	21.8	15.2	12.1	10.4	8.5	6.5	5.3
Ago.	21	124	5.6	18.1	13.0	10.4	8.7	6.7	5.0	4.1
Sep.	23	158	7.3	19.9	13.5	10.9	9.7	8.1	5.8	5.0
Oct.	18	118	8.5	30.8	17.9	15.1	13.1	10.2	7.8	6.5
Nov.	6	52	1.7	6.0	3.9	3.1	2.6	2.0	1.4	1.1

Año: 1979

MES	DIAS CON LLUV.	MIN.	\bar{X} LLUV. ACUM. mm	5	10	15	20	30	45	60
Feb.	7	77	1.8	7.2	4.2	3.4	2.9	2.2	1.7	1.4
Abr.	1	10	0.1	0.6	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
Ago.	16	204	9.8	20.2	12.8	10.3	9.0	7.2	6.1	5.4
Sep.	14	283	9.4	20.9	19.2	11.5	10.1	8.2	6.6	5.4
Oct.	1	40	2.0	9.6	5.8	4.5	3.9	3.3	2.7	2.0
Nov.	2	25	2.0	10.8	7.6	6.6	5.5	4.0	2.6	2.0
Dic.	6	163	4.9	8.6	5.9	4.8	4.3	3.5	2.9	2.5

Estación: Tacubaya

Año: 1977

Altitud: 2309msnm.

TIEMPOS DE DURACION MIN.

MES	DIAS CON LLUV.	MIN.	\bar{X} LLUV. ACUM. mm	5	10	15	20	30	45	60
Ene.	2	147	3.0	13.2	7.9	6.2	5.3	4.2	3.2	2.5
Feb.	6	65	1.9	5.6	4.1	2.9	2.3	1.7	1.3	1.2
Mar.	2	7	0.1	0.9	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
Abr.	11	59	1.0	3.6	2.4	2.0	1.7	1.3	1.0	0.8
May.	21	79	2.5	10.0	6.2	4.7	3.8	2.8	2.2	1.9
Jun.	17	103	3.7	11.5	7.7	6.2	5.4	4.3	3.3	2.4
Jul.	29	115	4.9	20.2	13.1	8.4	7.7	6.2	4.6	3.5
Ago.	23	77	2.4	10.0	6.4	5.0	4.1	3.4	2.6	2.1
Sep.	23	120	8.7	22.9	17.2	14.6	12.6	10.1	7.8	6.4
Oct.	14	83	3.6	8.5	6.9	6.9	5.3	4.1	3.1	2.4
Nov.	7	52	0.9	4.7	2.8	2.2	1.8	1.6	1.1	0.8
Dic.	6	31	0.4	1.4	1.0	0.8	0.7	0.5	0.3	0.3

Año: 1978

MES	DIAS CON LLUV.	MIN.	\bar{X} LLUV. ACUM. mm.	5	10	15	20	30	45	60
Ene.	3	103	1.2	2.0	1.2	0.9	0.8	0.7	0.5	0.5
Feb.	3	325	3.3	3.6	2.2	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9
Mar.	10	173	4.2	10.2	6.7	5.5	4.4	3.2	2.2	0.9
Abr.	13	9	1.7	1.0	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1
May.	17	53	3.6	9.7	7.0	6.0	5.1	4.5	3.5	2.9
Jun.	26	109	6.8	27.3	19.0	15.8	13.3	9.7	7.1	5.5
Jul.	27	75	4.8	19.1	13.1	10.7	9.1	7.1	5.4	4.2
Ago.	22	72	4.2	17.1	11.1	8.7	7.0	5.2	3.6	3.0
Sep.	24	114	4.8	13.4	13.4	10.5	8.5	6.4	4.8	3.8
Oct.	14	136	9.8	29.3	19.5	16.8	13.6	10.7	9.2	6.4
Nov.	1	60	3.3	8.4	6.8	6.3	6.0	4.8	3.9	3.3
Dic.	3	78	1.8	8.4	5.6	4.5	3.8	3.1	2.2	1.7

Año: 1979

MES	DIAS CON LLUV.	MIN.	\bar{X} LLUV. ACUM. mm.	5	10	15	20	30	45	60
Feb.	9	101	1.5	5.9	3.6	2.7	2.3	1.8	1.3	1.0
Mar.	4	34	0.8	5.1	3.1	2.4	1.9	1.4	1.0	0.9
Abr.	8	45	0.9	4.8	3.1	2.5	2.0	1.5	1.0	0.8
May.	10	79	3.2	12.5	8.6	6.9	5.6	5.3	3.3	2.6
Jun.	13	125	7.2	32.5	20.4	15.9	13.3	10.1	7.6	5.2
Jul.	19	263	5.3	19.9	12.8	11.1	9.4	7.5	5.0	4.0
Ago.	25	141	8.5	23.1	14.8	11.3	9.3	7.7	5.5	4.4
Sep.	15	174	8.0	16.8	12.1	10.6	9.3	7.1	5.4	4.3
Nov.	1	30	0.9	3.6	2.7	2.4	2.1	1.8	1.2	0.9
Dic.	5	107	2.4	6.0	3.6	2.8	2.4	1.9	1.6	1.4

Análisis de Datos y Gráficas

1.-La media máxima de lluvia acumulada se presenta en verano, siendo de 14.3 mm y en otoño con 7.0 mm; para las épocas de primavera e invierno la lámina de precipitación no alcanza una media superior a 3.5 mm.

2.-Los tiempos de duración en minutos por época tienen su máxima en verano, variando de una media de 109 min. a 260 min. y para el otoño de 90 min. a 140 min. Para las época de primavera se tiene alrededor de los 40 min. y para el invierno de 115 min.

3.-Los días de precipitación por mes alcanzan la media de 20 en verano y en otoño de 10; para la primavera es de 5 y en el invierno de 2 .

4.-Las intensidades de lluvias máximas no varían demasiado, encontrándose ligeros aumentos en la intensidad a mayores altitudes;siendo el caso por ej. del Desierto de los Leones, localizada a 3048 msnm y que presenta durante la primavera, verano y otoño intensidades que varían de 8.1 mm a 18.8 mm para los primeros 15 minutos de duración. En Contreras localizada a 2450 msnm la intensidad varía para los mismos periodos de 3.9 mm / 15 min a 17.3 mm/ 15 min. de duración.

En Hixquilucan con una altitud a 2700 msnm. La intensidad varía de 3.0 mm / 15. a 15.4 mm / 15 min.

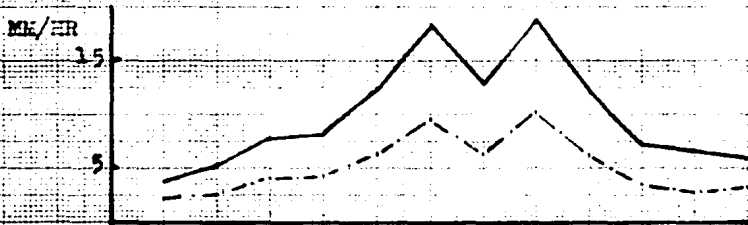
En Tacubaya a 2309 msnm. varía se 2.3 mm / 15 min. a 17.3 mm / 15 min.

5.-Para los tiempos de 20 a 60 minutos de duración se nota una disminución en todo el patrón de la intensidad ya que

PROMEDIOS DE INTENSIDAD DE LLUVIA EN MM/HR

DE LOS AÑOS 1977 - 1978 - 1979

DESIERTO DE LOS LEONES



E P M A M J J A S O N D

CONTRERAS - DESV. ALTA PEDREGAL



E P M A M J J A S O N D

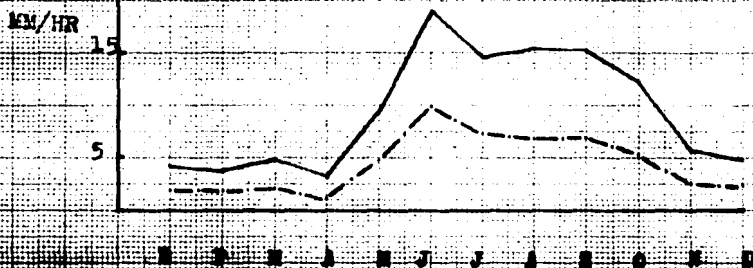
— intervalos de tiempo de 5 - 10 - 15 Min.

- - - intervalos de tiempo de 20 - 30 - 45 - 60 Min.

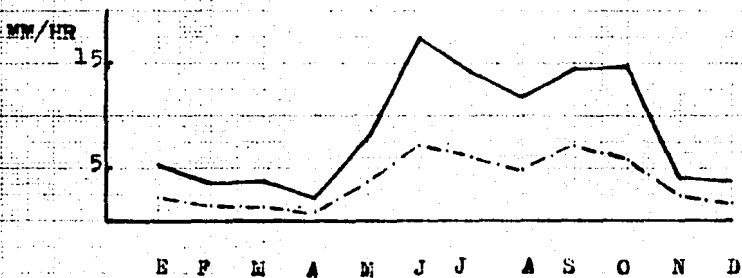
PROMEDIOS DE INTENSIDAD DE LLUVIA EN MM/HR

DE LOS AÑOS 1977 - 1978 - 1979

H U I X Q U I L U C A N



T A C U B A Y A



— intervalos de tiempo de 5 - 10 - 15 Min.

- - - intervalos de tiempo de 20 - 30 - 45 - 60 Min.

como se puede observar ésta no va más allá de los 3.5 mm.

6.-De lo anterior se deduce que en los primeros 15 minutos de precipitación se producen las altas intensidades, que pueden desempeñar un factor importante en la correlación cubierta forestal procesos geomorfológicos. La intensidad que se presenta en los minutos restantes desempeña un rol menos importante en el contexto de la degradación del suelo.

4. ANALISIS Y EVALUACION DE LAS CONDICIONES VEGETATIVAS Y GEOMORFOLOGICAS DE LAS VERTIENTES

4.1 CUARTO DINAMO

Análisis Ambiental de la Vegetación Forestal

Enmarcada dentro de una fisiografía de valle, encontrándose a una altitud de 2950msnm., con una orientación S 60° W a partir del río la Cieneguilla.

Cubierta y Cobertura Forestal

El estrato arbóreo está delimitado únicamente por el Abies religiosa (Oyamel); donde dentro del total de la cubierta vegetativa abarca un 40%, el herbáceo (féstuca Touleensis) constituye un 25% ; el estrato arbustivo representado por el Quercus (Encino) abarca un 10%, el resto de la superficie carece de vegetación.

En esta superficie se delimitaron 3 zonas, las cuales presentan constantes variables en su distribución .

En la parte alta y baja predomina el estrato herbáceo en un 15% y 10% siendo su cobertura por grupos; la cubierta arbórea sólo constituye un 5% del 80% del total en la cima interfluvial; en la parte media el estrato arbóreo alcanza su máxima representatividad en un 35% donde su cobertura es de semiabierta a muy abierta.

En la parte baja predomina el estrato arbustivo (encino), abarcando un 10% y el arboreo constituye un 5%. Su cobertura es muy irregular ya que éstos se encuentran muy separados. (apreciar perfil).

Características Fisionómicas y Daños

Los Oyameles presentan follaje sólo en las copas, y algunos brotes adventicios a lo largo del tronco; observándose un total aclaramiento de las copas y clorosis de las mismas que varían de verdes a amarillas.

La retención de hojas como se apreció es de 2 a 3 años solamente, y en su mayoría las hojas del segundo y tercer año se encuentran en estado de necrosis. Por otra parte se advierte el secamiento de troncos y de ramas en un estado avanzado.

Los daños forestales directos comúnmente son el pastoreo de tipo extensivo y los incendios naturales.

Análisis de Algunas Características Geomorfológicas

(Cuarto Dinamo).

- Litología

Atendiendo a la edad la composición litológica es la siguiente.

a.-Brechas piroclásticas brechoides del terciario Superior. Es la unidad más antigua, datando del plioceno inferior y distribuida en toda el área, predominando los fragmentos andesíticos poco consolidados con horizontes de cenizas.

b.-Andesitas del terciario superior.

Localizadas por encima de las brechas piroclásticas, descansan en forma discordante, pudiéndose apreciar en las salientes rocosas y vertientes escarpadas, un caso típico es el Cerro la Coconetla. Por la disposición estratigráfica que guardan se le asigna una edad del plioceno superior.

c.-Aluvión del cuaternario

Se encuentra superficialmente, su espesor varía de acuerdo a la topografía. En las vertientes rocosas su espesor es de 15 cm, aumentando en las partes bajas con un espesor de 10 a 15 m.

El material está representado por gravas que han sido transportadas por corrientes fluviales, presentándose un

material selectivo de conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas todas de composición andesítica.

- Edafología

La zona muestra al igual que toda la vertiente posee un suelo Andosol húmico con una textura arcillo - arenosa, su composición granulométrica es: arena un 26% ; limo 15% y arcilla 59% . (SARH.- Normatividad Forestal).

El pH. es de 5.0.

La humedad del suelo varía de 10 a 15 % en el verano.

Los porcentajes de materia orgánica son muy bajos tan sólo de un 5 %, ya que la materia vegetal y animal en descomposición es baja.

Análisis de la Pendiente

Tanto en gabinete como en el terreno se analizaron algunas características de la pendiente como son el ángulo, longitud y la forma o geometría , a través de la realización de perfiles longitudinales escala 1:5000 y en el terreno mediante el clinómetro.

Estas características de la pendiente son muy importantes de determinar ya que influyen en el desarrollo y severidad de los procesos degradatorios del relieve y suelo.

Angulo

En la parte más alta de la zona muestreada, aproximadamente de los 3250 a los 3350 msnm, las pendientes son superiores a los 40° , llegando a disminuir cuesta abajo a 25° ; prosiguiendo a inclinaciones no mayores de 15° , hasta alcanzar porciones semiplanas y planas no superiores a 5° .

Una característica muy apreciable tanto en los perfiles como en el terreno es la abundancia de los cambios bruscos de pendiente o mejor conocidos como rupturas de pendiente, por ej. se dan los casos que al tener laderas convexas de 20° , hay rupturas de 30° a 35° y de 25° a 30° ; ésto se da al igual que las cóncavas a rectas aunque en menor proporción.

Longitud

En las mayores inclinaciones del terreno alcanzan valores de 50 a 150 m, encontrándose intercalaciones entre pendientes intensas y poco intensas, no habiendo algún orden particular.

Las rupturas de pendiente alcanzan longitudes de 15 a 25 m, las pendientes planas llegan a alcanzar longitudes de hasta 100 m.

Geometría

La geometría convexo - recto predomina en las pendientes intensas y poco intensas. Las cóncavas se dan por grupos y son las que desempeñan un papel importante en la

rupturas de pendiente, pero presentan pocas intercalaciones con las microgeometrías rectas.

En pocos casos hay trayectorias de microgeometrías convexas en la parte alta , cóncava - recta en las partes intermedias y bajas. Aunque ésta secuencia se da también irregularmente, desarrolla un importante papel, ya que es precisamente aquí donde las rupturas de pendiente están más generalizadas.

Cuantificación de los Procesos de erosión (Laminar y en Cárcavas).

El análisis y muestreo de la erosión mencionada se realizó a lo largo de toda la geoforma y aunque estos procesos se generalizan a otras laderas de la misma zona sólo se determinó el área ya descrita.

Cuarto Dinamo

Entidad: Parque Nacional Dinamos.

Fecha de Muestreo: 23 Mayo 1988 a 30 de Septiembre 1989

Geometria: Convexo-cóncavo-convexo.

Resultados de la cuantificación de erosión laminar en mm / ha

Pérdida de suelo por erosión laminar		\bar{x} Lámina anual perdida por eros. lam.
1988	1989	
8.0	11.0	
5.0	8.5	
3.0	3.0	
8.0	10.0	52.7mm
3.0	3.0	
10.0	12.0	
4.0	6.0	
2.0	4.0	
2.0	3.0	
Total=45.0	Total=60.5	

Para el año de 1988 los datos obtenidos en el muestreo de erosión laminar se sitúan en un intervalo de 0 - 6 mm de suelo perdido por láminas, el intervalo de los

8 - 10 mm no se presenta de una manera importante; dándose más frecuentemente los valores bajos para este año.

Para el año de 1989 los valores para este tipo de erosión se incrementaron aproximadamente en un 10% , donde para los dos años la media del suelo perdida fue de 52.7 mm / ha.

Concentración de Datos para la Erosión en Cárcavas.

	Medida inicial 1988	Final del periodo de lluvias Oct. 1988	Segunda medida Abr.- Sep. 1989	Resultados
Medida	Inicial	Intermedia	Final	Crec.relat.
	m	m	m	m
Longitud	1.0	0.0	0.0	0.0
Amplitud	6.80	7.20	7.90	1.10
Profundidad	1.0	1.40	1.60	0.60

Los datos muestran que de los tres parámetros tomados en cuenta, la amplitud destaca por el incremento lateral de las cárcavas, presentándose un crecimiento relativo en 1988 de 0.40 m y en 1989 de 0.70 m, produciéndose un incremento relativo de 1.10 m.

Prosigue en importancia la profundización de la erosión, en 1988 las cárcavas profundizaron en 0.40 m, y en 1989 sólo 0.20 m, con un incremento relativo para los dos años de 0.60 m.

En esta zona el alargamiento de las cárcavas carece de significado, ya que en dos años durante la época lluviosa no se presentó un incremento en su longitud. Aunque queremos aclarar que este proceso puede ocurrir en un periodo de tiempo más largo.

Correlación Cubierta Forestal - Procesos Geomorfológicos

En los perfiles de vegetación y procesos geomorfológicos, se puede apreciar que los estratos herbáceos y arbustivos desempeñan una función estabilizadora del relieve y suelo en las partes altas de las cimas. Aunque esta función estabilizadora sólo actúa en extensiones pequeñas, debido a que la cobertura es muy densa en superficies de 100 a 150 m².

Este tipo de estratos impiden la erosión de cualquier tipo independientemente de la intensidad de la pendiente y geometría, aunque el pastoreo localizado es un factor que desencadena daños como la compactación del suelo e influye en el inicio de los procesos de erosión.

El estrato arbóreo sólo en una menor proporción coadyuva a la estabilización, siempre y cuando la densidad de follaje sea cerrada y abundante, dándose en zonas localizadas (apreciar perfil). Por otra parte aunque la cobertura sea densa, no desempeña ningún papel estabilizador por el follaje raquitico que poseen, por lo tanto no tiene la capacidad de retener el agua de lluvia.

Cuando la cubierta herbácea y arbustiva es raquitica o nula en su cobertura entonces es cuando la intensidad de la pendiente, longitud y geometría desempeñan papeles inestabilizadores de las laderas, es el caso de esta zona donde las cárcavas profundizan sin pasar por otras etapas de erosión primarias, ya que las rupturas de pendiente de 16° a 25° promueven el desarrollo directo de encajonamiento y

profundización, ocurriendo muy particularmente en laderas convexo -rectas.

La erosión difusa es un tipo de erosión en sus fases primarias presentándose sobre pendientes de 10° a 20° y sobre geometrías convexo -rectas. Esta fase erosiva se da sobre terrenos desnudos y por debajo del dosel arbóreo siendo la erosión primaria con una secuencia progresiva que continua con los regueros, interarroyuelos y cárcavas o bien de erosión difusa a interarroyuelos.

Cuando la pendiente aumenta y hay presencia de rupturas hay un cambio del inicio al proceso final de erosión en cárcavas.

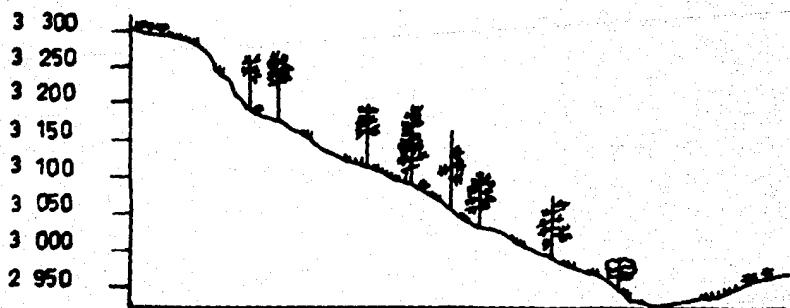
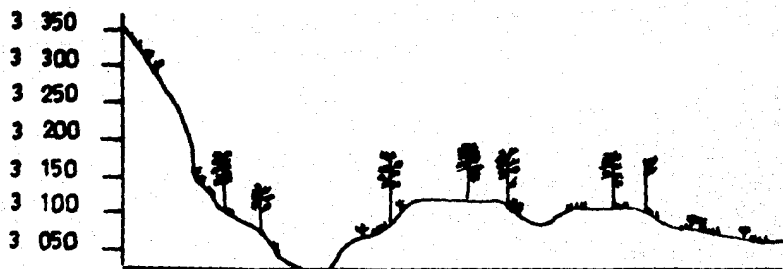
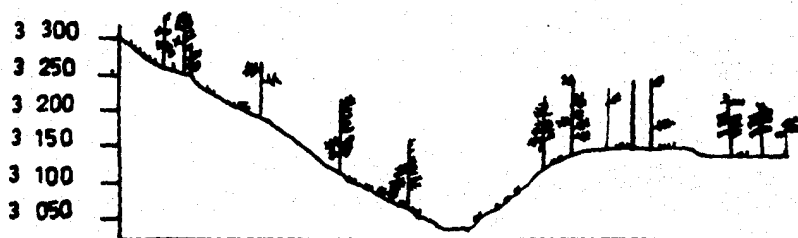
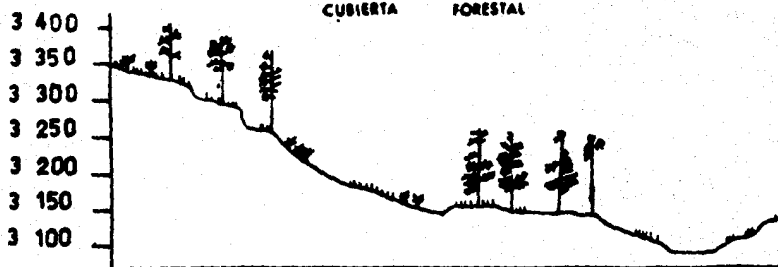
La compactación y glaseado del suelo también es más generalizado en las riveras de los cauces, observándose en épocas de lluvias un glaseado intenso por la gran humedad a la que están expuestas los suelos y a una intensa desecación, donde por consiguiente la compactación se efectúa. Aunque se quiere hacer mención que este proceso no influye en una degradación acelerada.

Las que si tienen un carácter destructivo son las "pisadas de vaca" dadas sobre laderas convexas en pendientes superiores a 15° y carentes de vegetación.

En pendientes superiores de 25° hasta 54° se desarrollan procesos gravitacionales de origen natural como la caída libre y arrastre de rocas y suelo, el arrastre conlleva desde rocas superiores a los 10 m de diámetro hasta partículas de 1 mm. Parece ser que el factor que fomenta

CUARTO DINAMO

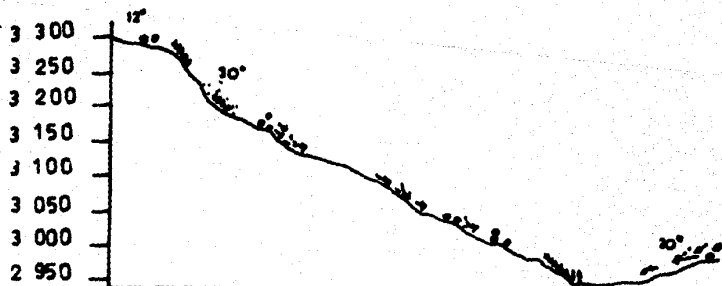
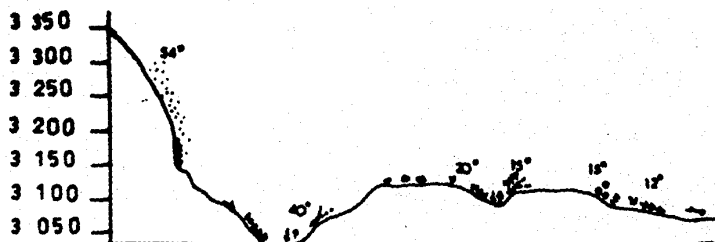
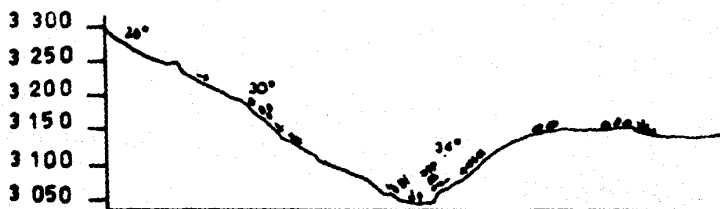
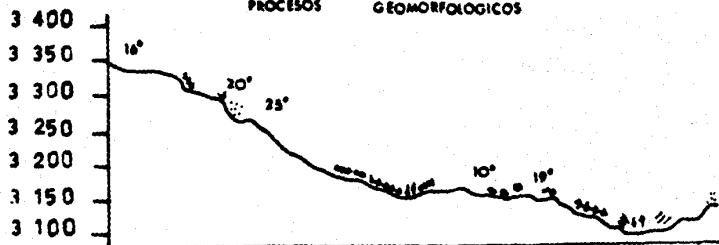
CUBIERTA FORESTAL



ESCALA HORIZONTAL 1: 10 000
 ESCALA VERTICAL 1: 5 000

CUARTO DINAMO

PROCESOS GEOMORFOLOGICOS



ESCALA HORIZONTAL 1: 10 000

ESCALA VERTICAL 1: 5 000

E. MARTINEZ OJ. VALENCIA

dicho proceso es la carencia de vegetación, especialmente de la herbácea y arbustiva, la intensidad de la pendiente y la geometría convexa, donde la depositación y captación ocurren en las laderas cóncavas y rectas. Independientemente de la pendiente en dichas laderas cóncavas, hay una acumulación temporal de sedimentos, para posteriormente producirse otros desplazamientos hasta que logran alcanzar su grado de reposo o bien que la vegetación de tipo herbáceo-arbustiva impida un mayor desplazamiento.

En algunos casos, sobre este material redepositado y que por lo tanto es inestable, se vuelven a desarrollar cárcavas que profundizan notoriamente sobre ladera cóncavas con pendientes de 30°. (apreciar perfiles).

4.2. CERRO DE SAN MIGUEL Y CRUZ COLICA

Cerro San Miguel

La zona muestra está delimitada en una ladera, encontrándose a una altitud de 3800msnm orientada a 70°NE a partir del cerro el "Cochinito".

Cubierta y Cobertura Forestal.

Se encuentran los tres estratos de vegetación distribuidos de la siguiente manera:

El estrato arbóreo está delimitado sólo por el Pinus hartwegii (pinus de las alturas) ocupando una densidad de cobertura del 15% catalogándose de abierta.

El estrato herbáceo representado por el zacatón (féstuca Toulescensis) constituye un 80%, localizándose por toda la ladera siendo su densidad de cobertura muy cerrada, observándose algunos claros muy pequeños de 5 a 10 m².

El estrato arbustivo compuesto por el senecio, ocupa un 5% y se encuentra distribuido en pequeños grupos de 5 a 10m², siendo su densidad de cobertura muy abierta, ya que sólo se aprecian individuos muy aislados.

Características Fisionómicas y Daños.

El Pinus hartwegii presenta coloraciones amarillentas en el follaje en un 6-60%. Siendo estos bandeamientos muy intensos en las hojas más jóvenes. Encontrándose a la vez una pérdida foliar intensa, que comienza con la necrosis de las hojas para posteriormente perderlas en periodos de 2 a 3 años.

Poseyendo sólo un tercio del total de la copa. Los daños descritos anteriormente para los árboles quedan delimitados según la clase Kraft en daños de la clase 3.

Los daños forestales directos son los incendios naturales que se ven reflejados en la sequedad del bosque y por la presencia del senecio indicador de perturbación por incendios.

El pastoreo intensivo es otro de los daños encontrados, ya que las comunidades aledañas traen a sus animales de tipo vacuno a pastorear, donde a estas alturas se desarrollan

comunmente los pastizales. Aquí el ganado vacuno ocasiona el desarrollo de pequeños islotes .

Cruz de Colica

La zona muestra está localizada sobre una cima interfluvial a una altitud de 3600 m orientada a 90°SW a partir del Cerro Coconetla.

Cubierta y Cobertura Forestal

Sólo está delimitada por el estrato arbóreo y el herbáceo. El estrato arbóreo constituido por el Pinus hartwegii, con una densidad de espesura del 5% siendo su cobertura muy abierta.

El estrato herbáceo constituido por el zacatón, posee una densidad de espesura del 95%, siendo su cobertura muy cerrada, observándose algunos manchones en el área.

Características Fisionómicas y Daños

El daño al Pinus hartwegii es absolutamente similar en intensidad que en el Cerro San Miguel del 26 al 60% y con las mismas características en daños al follaje, sólo variando en el desarrollo de su copa que es más significativo poseyendo la mitad del total del árbol.

Los daños antrópicos son los incendios y el pastoreo de tipo extensivo, observándose ya claros donde se promueven diversos tipos de erosión.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Análisis de Algunas Características Geomorfológicas

Litología

Brechas piroclásticas del terciario superior, presentando las mismas características del Cerro Coconetla. Sigue en la secuencia las andesitas del terciario superior y en la parte superior se encuentra el aluvión del cuaternario hasta con 15 m de espesor.

Edafología

Para la zona de análisis se tiene una textura franco-arenosa y franco-arcillosa; siendo su composición granulométrica de arena 54% y limo 24%.

El pH. es de 5.8 a 6.0.

La humedad del suelo varía del 26 al 60%.

Los porcentajes de materia orgánica son del 11 al 22%.

Análisis de la Pendiente

Angulo

La intensidad es muy variable, en las partes altas que van del Cerro " Cochinillo" al Cerro San Miguel, se tienen inclinaciones de 15' a 26' observándose pocas rupturas de pendiente que se aprecian en la dirección del Cerro San Miguel, Cruz de Colica. En la rivera del cauce se aprecia una importante ruptura de 22' a 38' ésto a altitudes de 3500 a 3550 m. Posteriormente de los 3400 a 3450 msnm. hay pendientes menores de 10' a 16' sin ningún tipo de rupturas.

En la zona de Cruz de Colica la pendiente máxima es de 25° y representa una ruptura que comienza en 15° y pasa a 25° terminando en una ladera de 8°.

Las laderas interfluviales poseen dos vertientes asimétricas en la intensidad. La ladera W tiene 9° y la E 21°. En las partes más bajas que van de los 3540 a los 3500 msnm hay una gran continuidad en la pendiente que es de 8° a 13° no observándose ningún cambio brusco de ella.

Longitud

Las pendientes más intensas en San Miguel poseen longitudes del orden de los 100 a los 250 metros y sólo hay una parte donde éstas aminoran su longitud a sólo 25 m que representa la ruptura más agresiva para esta zona. Las pendientes menos intensas poseen longitudes mucho más amplias del orden de los 300 a 450 m de longitud.

Para Cruz de Colica la situación es más regular, con longitudes que van de los 300 a 400 m, 90 a 150 m y de los 50 a 150 m para intensidades bajas. Las pendientes más intensas alcanzan en la parte baja longitudes de 25 m.

Geometría

Del Cerro "Cochinillo" al Cerro San Miguel predominan las geometrías cóncavas que de hecho poseen las pendientes más intensas y es en esta geometría donde se producen las rupturas del terreno.

La secuencia en la parte alta es cóncava prosigue en cóncava para pasar a recta o plana y posteriormente a

convexo y en alguna otra ocasión a cóncavo.

Del Cerro San Miguel a Cruz de Colica toda la ladera W es cóncava, teniendo en su parte terminal concavidades intensas, que provocan irregularidades en el terreno.

En las partes bajas predominan laderas de tipo convexo presentándose, en una porción amplia cóncava en parte W.

Cuantificación de los Procesos de Erosión (Laminar y en Cárcavas).

San Miguel

Entidad: Parque Nacional Desierto de los Leones

Fecha de muestreo: 23 de mayo de 1988 a 30 de Sep.de 1989

Geometría: Convexo - cóncavo -convexo

Resultados de la Cuantificación de Erosión Laminar en mm/ha.

Pérdida de suelo por erosión laminar		\bar{X} Lámina anual perdida por eros.lam.
1988	1989	
5.0	7.0	
5.0	8.5	31.2mm
8.0	12.0	
7.0	10.0	
-----	-----	Gerrumbe en masa de los restantes puntos muestras.
-----	-----	
-----	-----	
-----	-----	
-----	-----	
-----	-----	
Total=25.0	Total= 37.5	

La erosión laminar tiene un desarrollo importante por dos razones, las cuales son la desnudez del suelo y el material textural compuesto de arenas y arcillas.El material

se encuentra en constante movimiento, siendo por lo tanto un suelo poco evolucionado donde los movimientos en masa son constantes, tal es el caso, que la mitad de los puntos muestra en esta zona se derrumbaron.

Crus de Colica

Entidad: Parque Nacional Desierto de los Leones

Fecha de muestreo: 23 de May. 1988 al 30 de Sept.1989

Geometria: Convexo - recto- convexo -cóncavo.

Resultados de la Cuantificación de Erosión Laminar en mm/ha.

Pérdida de suelo por erosión laminar		\bar{X} Lámina anual perdida por eros. lam.
1988	1989	
2.0	2.0	
2.0	1.0	
4.0	4.0	
3.0	3.0	
2.0	0.0	26.0 mm
4.0	5.0	
3.0	5.0	
2.0	0.0	
3.0	1.0	
2.0	2.0	
Total= 27.0	Total= 23.0	

Como puede apreciarse la erosión laminar fue más efectiva en el año de 1988 con 27.0 mm que en el año de 1989 con 23.0mm. Los intervalos medidos no sobrepasaron los 6mm lo que demuestra que la erosión estuvo aproximadamente en situaciones semejantes en este par de años.

Concentración de Datos para la Erosión en Cárcavas

Medida inicial 1988	Final del periodo de lluvias Oct.1988	Segunda medida Abril-Sept. 1989	Resultado	
Medida	Inicial m.	Intermedia m.	Final m	Crec. Relat. m.
Longitud	2.40	3.95	4.50	2.1
Amplitud	6.10	6.50	7.10	1.4
Profundidad	0.70	0.70	0.70	0.0

La longitud fue el mayor incremento que se produjo con aproximadamente dos metros, prosiguiendo la amplitud con un metro y en lo que respecta a la profundidad no se presentó incremento alguno.

Cruz de Colica

Longitud	58.40	58.40	59.0	0.60
Amplitud	1.20	1.55	2.15	0.95
Profundidad	0.95	1.0	1.4	0.45

La amplitud tuvo un desarrollo mayor al de la longitud y profundidad aproximadamente de 95cm. siguiendo en importancia la longitud en 60cm y la profundización con 45cm. La longitud y amplitud se ven incrementados por los surcos y caminos para excursionistas.

Correlación Cobertura Forestal - Procesos Geomorgológicos San Miguel.

Del Cerro "Cochinito" hasta la parte que confluye a la ladera inferior del Cerro San Miguel, se perciben estratos herbáceos muy abundantes. Los cuales determinan la estabilidad con respecto de los procesos erosivos fluviales a excepción de una pequeña porción que carece de vegetación herbácea y donde comienza a desarrollarse la erosión lineal dada sobre una geometría convexa -cóncava con una intensidad de la pendiente de 9'.

Los movimientos en masa como es la caída de rocas, caída libre, son los procesos más generalizados en esta ladera aunque éstos se encuentran muy localizados. Este proceso en masa es muy común en una pendiente de 26' y que presenta una ruptura de pendiente; el material de grava de origen andesítico sufre un arrastre periódico sobre una ladera cóncava, donde todo el material granulométrico que va desde gravas hasta arcillas -limos se acumula secuencialmente en las partes terminales de la misma.

En el extremo opuesto se encuentra un plano de deslizamiento de 13' por donde se desarrolló otro arrastre de suelo, cabe mencionar que donde evoluciona dicho proceso se carece de estrato herbáceo y aunque el estrato arbóreo está presente no impide el proceso. Los estratos arbustivo y

arbóreo por su densidad muy abierta no desempeñan un importante papel estabilizador del suelo.

En el Cerro San Miguel se desarrolla una mayor diversidad de procesos como en la parte alta con una pendiente de 22' a 26' desarrollándose movimientos en masa donde su material es redepositado en laderas convexo-rectas con estratos arbustivos y arbóreos. En las laderas inferiores, donde ha ocurrido la depositación, comienzan a desarrollarse cárcavas en combinación con regueros donde este proceso se intensifica en rupturas de terreno de 22' a 39', dicho proceso tiene un desarrollo importante sobre textura arcillo - arenoso.

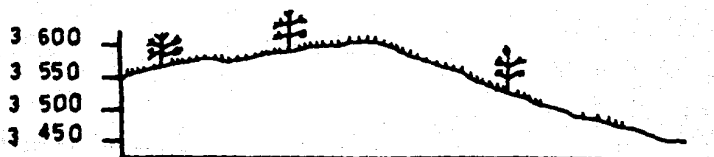
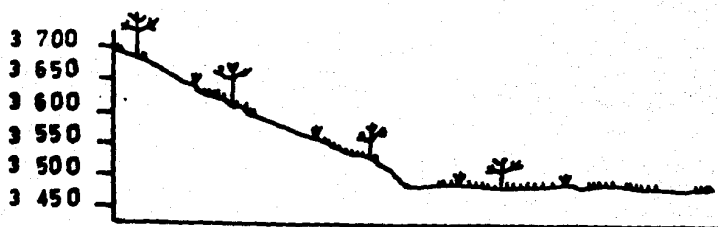
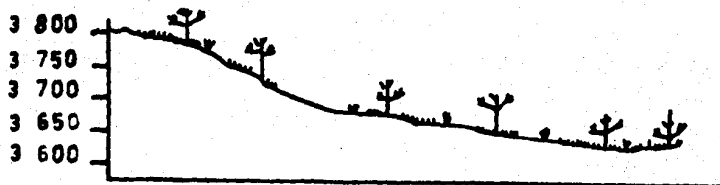
Sobre las partes planas es importante el dosel herbáceo y sólo en porciones localizadas donde el pastoreo desprotege el suelo, evoluciona la erosión difusa para posteriormente desarrollarse en regueros que se intensifican en pequeñas rupturas de pendiente de 10'.

Cruz de Colica

Aunque toda la ladera posee un estrato herbáceo muy denso y uno arbóreo abierto, se llega a desarrollar la erosión difusa en laderas convexo - cóncavas que prosiguen con la erosión en regueros desde la cima de 9' de pendiente. Siendo los procesos más severos en intensidad en la ladera localizada al este, apreciándose que aún sobre la

SAN MIGUEL Y CRUZ DE COLICA

CUBERTA FORESTAL



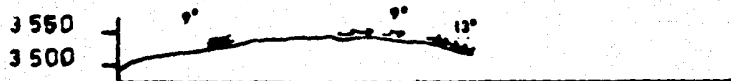
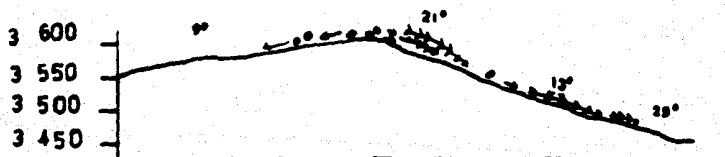
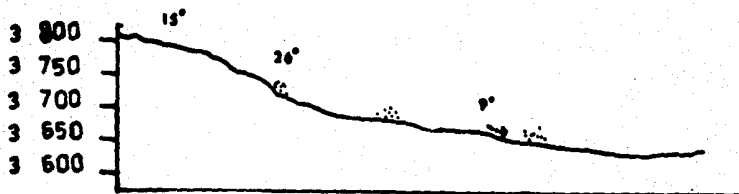
ESCALA HORIZONTAL 1:10 000

ESCALA VERTICAL 1:5 000

B MARTINEZ O J VALENCIA

SAN MIGUEL Y CRUZ DE COLICA

PROCESOS GEOMORFOLOGICOS



ESCALA HORIZONTAL 1: 10 000

ESCALA VERTICAL 1: 5 000

R. MARTINEZ OJ. VALENCIA

vegetación herbácea hay un desarrollo de cárcavas muy avanzado. También es muy avanzado en pendientes de menor intensidad, observándose que la erosión lineal se intensifica en rupturas de pendiente de 25' y que carecen de cualquier tipo de vegetación.

Sobre la pendiente de 9' se observa la compactación del suelo ocasionado por el pisoteo del ganado vacuno, desarrollándose sólo en pequeñas porciones.

Existen algunos principios de erosión concentrada que se intensifican en interarroyuelos por debajo de la vegetación herbácea, donde pasan posteriormente a alimentar algunas cárcavas, localizadas en una convexidad y concavidad de 13'.

Cabe resaltar que el estrato arbóreo no puede impedir dichos procesos porque la cobertura es demasiado abierta. (apreciar perfiles).

4.3. AGUA DE LEONES

Análisis Ambiental de la Vegetación Forestal

La superficie de muestreo corresponde a una ladera que se encuentra a los 3400 msnm orientada al S 30° W, a partir del vivero forestal Agua de leones.

Cubierta y Cobertura Forestal

El estrato arbóreo y el herbáceo son los únicos estratos presentes en la zona de análisis. El estrato arbóreo está representado por el Pinus hartwegii en un 10%, siendo

su cobertura abierta y el Abies religiosa en un 3% , de cobertura abierta aunque de carácter dominante con respecto al de los pinus, conforme van disminuyendo de altitud el predominio del Abies es mayor en un 15%.

El Pinus radiata localizado en altitudes de 3500 a 3300msnm siendo este árbol de carácter inducido y de cobertura cerrada.

El estrato herbáceo constituido por la Festuca toulescensis y por la Alchemilla procumbens (como arbusto), ocupa un 20%, teniendo una cobertura por grupos de densidad cerrada.

Características Fisionómicas y Daños

Los Pinus hartwegii se encuentran muy dañados a alturas de los 3800 msnm su daño se presenta en el follaje con una clorosis muy avanzada, conservando sólo las ramas altas. A estas altitudes los Abies tienen una mejor apariencia en su follaje y una mejor capacidad de retención foliar, aunque en las partes bajas el daño es más severo en un 60% donde el 45% se encuentra muerto en pie. Con respecto a los Pinus radiata todos se encuentran plagados y con clorosis. Los daños por pastoreo son intensos en la ladera W .

Análisis de Algunas Características Geomorfológicas

Litología

La composición es idéntica a la zona de muestreo anterior, con brechas piroclásticas brechoides del Terciario superior, prosiguen las Andesitas y posteriormente

se encuentra una importante capa de aluvión del cuaternario con espesores de 15 a 30 m.

Edafología

Se reconocen los Feozem háplico y lúvico de texturas franco arenoso - limoso.

El pH. es de 4.3 a 5.0.

La cantidad de materia orgánica varía del 15 al 30 %.

La humedad varía en verano del 10 al 20% .

Análisis de la Pendiente

Angulo

Esta ladera no presenta importantes variaciones en toda su extensión, aunque en las partes altas superiores a los 3500msnm, los ángulos o inclinaciones son del orden de 25° a 27°, prosiguiendo a intensidades menores de 17° a 22° conforme la altitud desciende.

En una parte de la ladera hay una ruptura de pendiente notoria que va de los 25° a 45° aumentando bruscamente.

Longitud

En las intensidades superiores a 25° poseen por lo general una longitud entre los 200 a 350 m ocurriendo la intercalación en pendientes menores pero con igual longitud, es el caso de las intensidades de 19° a 22°, que a veces sobrepasan las longitudes de pendiente mayores a 400m.

Geometria

Las pendientes de 22' a 27' comprenden por lo general formas convexas, para posteriormente pasar a cóncavas convexas - rectas y planas.

Las geometrias cóncavas son las que poseen grandes longitudes siendo las convexas y rectas las de cortas longitudes.

En las laderas convexas es donde se promueven las rupturas de pendiente en mayor grado que en las cóncavas.

Cuantificación de los Procesos de Erosión Laminar
en mm / ha.

Entidad: Parque Nacional Desierto de los Leones

Fecha de muestreo: 23 de May. de 1988 al 30 de Sep. de 1989

Geometria: Convexo - cóncavo - convexo.

Pérdida de suelo por erosión laminar		\bar{X} lámina anual perdida por eros. lam.
1988	1989	
10.0	12.0	
10.0	13.0	
5.0	7.0	
8.0	5.0	
10.0	13.0	88.5 mm
8.0	8.0	
8.0	10.0	
10.0	13.0	
7.0	8.0	
8.0	4.0	
Total=84.0	Total=93.0	

Para el año de 1988 los resultados variaron de 5.0 mm / ha a 10 mm / ha aunque el rango más generalizado es el segundo.

Para el año de 1989, el valor mínimo fue de 4.0 a 8.0 mm / ha. Aunque los valores de 10 a 13 mm / ha muestran un aumento en el proceso laminar para el año de 1989.

La diferencia entre ambos años es de 9.0 mm / ha.

Considerándose alto el valor de suelo perdido por láminas que fue de 88.5 mm / ha.

Concentración de Datos para la Erosión en Cárcavas

	Medida inicial 1988	Final del periodo de lluvias Oct.1988	Segunda medida Abr.- Sep. 1989	Resultados
Medida	Inicial m	Intermedia m	Final m	Crec.relat. m
Longitud	100	0.0	0.0	0.0
Amplitud	5.15	7.70	8.30	3.15
Profundidad	1.0	1.40	1.70	0.70

La amplitud de las cárcavas tuvieron un desarrollo muy por arriba de la longitud y profundidad.

La amplitud para el año de 1988 fue de 2.55 m y en 1989 de 0.60 m para que en dos años representara un incremento de 3.15 m.

La profundidad sigue en importancia, presentándose un desarrollo de 0.70 m producido por concentración de la escorrentía que tiene un efecto encajonante sobre el material brechoide compuesto de arenas y limos .

El proceso de alargamiento carece de un incremento, donde creemos que para su incremento se necesite un periodo de tiempo más largo.

Correlación Cubierta Forestal - Procesos Geomorfológicos

Se desarrollan tres procesos degradatorios con múltiples variantes.

Uno de ellos se inicia con las terracetas o las llamadas "pisadas de vaca", que posteriormente evolucionan en cárcavas. Donde aun poseyendo un estrato herbáceo por grupos no impide el desarrollo de estas, evolucionando en laderas convexas - cóncavas y cóncavas - convexas de 22° a 26°. Otra variante en estas laderas de geometría convexa, carentes de vegetación herbácea y con pendientes de 9° a 22°, es el desarrollo de las "pisadas de vaca" que dan origen a los "regueros" y posteriormente a las cárcavas.

Dentro de esta variante se encuentran las "pisadas de vaca" que aun no evolucionan en ningún tipo de erosión concentrada aunque la secuencia inicia en cortos espacios. La erosión en regueros presente en pendientes convexo - cóncava cubiertas abundantemente por el estrato herbáceo en pendientes de 15° a 27° se desarrolla donde existen pequeños claros que no presentan ningún indicio de crecimiento ya que el estrato herbáceo lo impide, además que no se encuentran alimentando a otro proceso. La erosión difusa y en regueros que son fuente de alimentación de cárcavas, se presentan en laderas forestadas

con estratos arbóreos y herbáceos, siendo la cobertura abierta y densa.

Morfológicamente las laderas son ligeramente convexas y convexas-cóncavas de 17° a 27°. En el pasado alimentaron cárcavas activas y que hoy por la presencia del pastizal se encuentran inactivas, aunque en las partes donde no se encuentra el pastizal los procesos son activos o bien comienzan activarse.

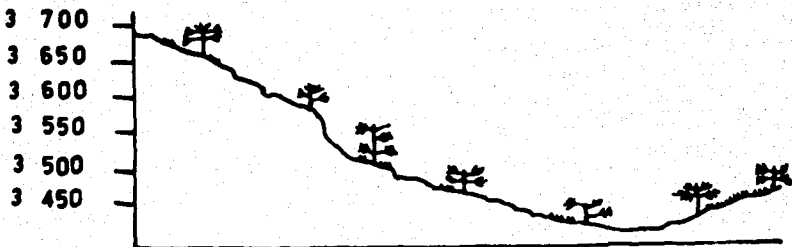
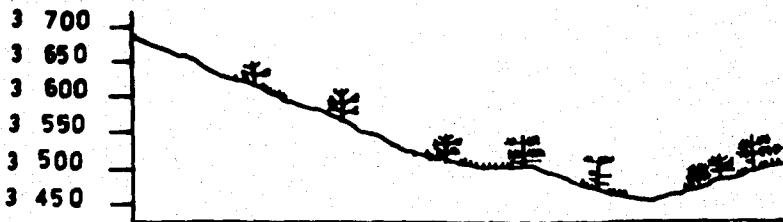
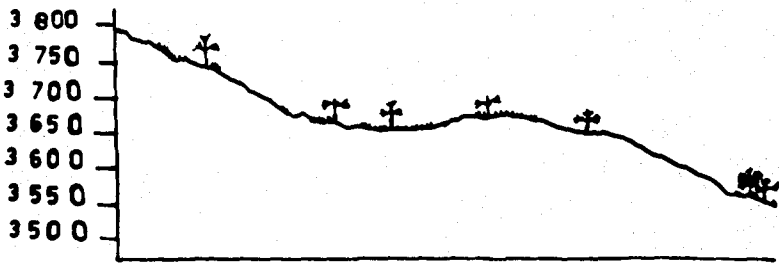
La erosión remontante es una fase de la erosión muy activa, ya que se presentan las condiciones necesarias para su desarrollo, dados sobre una geoforma convexa-cóncava en una ruptura de 22° a 45° careciendo totalmente de vegetación o bien donde el estrato arbóreo se distribuye muy abiertamente.

La erosión remontante o regresiva ha ido actuando sobre material redepositado compuesto generalmente por gravas, y arenas con substratos arcillosos, donde la ladera tiende a ir retrocediendo.

Los movimientos en masa como la caída libre, se desarrollan en vertientes convexas - rectas de 17° a 23° que presentan movilizaciones periódicas hasta alcanzar su ángulo de reposo dependiendo de que los doseles de vegetación sean densos o no, para que puedan impedir su movimiento. Observándose al igual que sobre el material redepositado comienzan a desarrollarse regueros y cárcavas. (apreciar perfiles).

AGUA DE LEONES

CUBIERTA FORESTAL



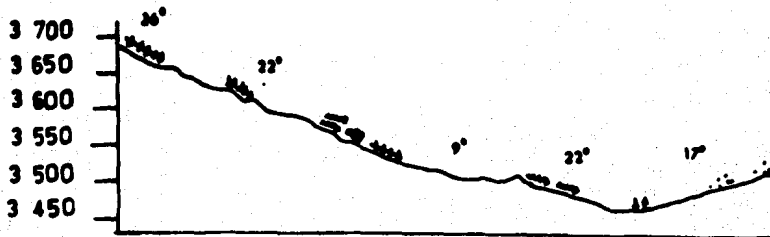
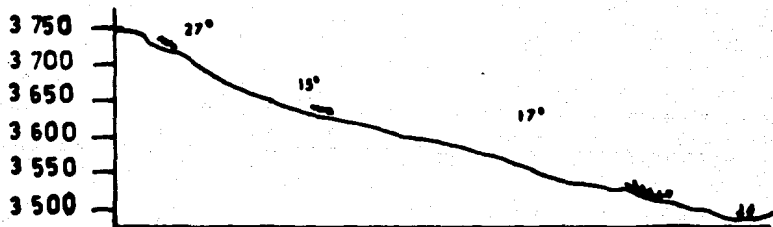
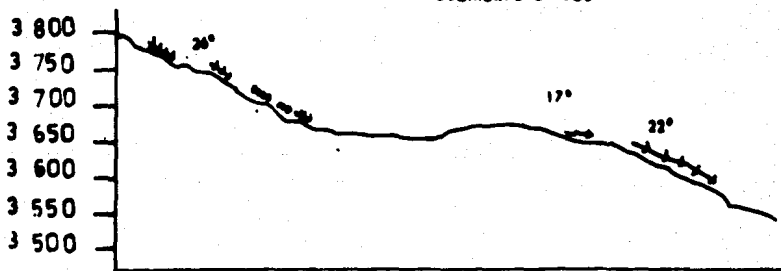
ESCALA HORIZONTAL 1: 10 000

ESCALA VERTICAL 1: 3 000

R MARTINEZ O J VALENCIA

AGUA DE LEONES

PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS



ESCALA HORIZONTAL 1:10 000

ESCALA VERTICAL 1:5 000

R. MARTÍNEZ O. J. VALENTÍN

4.4." Palomas y Agua Azul "

Las zonas de análisis están localizadas sobre una cima interfluvial y de laderas respectivamente, poseen altitudes que van de los 2900 a 3050 msnm orientadas a 93° SE a partir del Convento las "Carmelitas".

Cubierta y Cobertura Forestal

Domina el estrato arbóreo en un 45% compuesto por un rodal multietáneo a través del Abies, Quercus y el Cupressus, donde cada especie ocupa espacios proporcionales del 15%.

Los abies están distribuidos irregularmente siendo su cobertura abierta; los Quercus (encinos) y el Cupressus están distribuidos por grupos, poseyendo una cobertura cerrada y en algunas zonas es irregular (apreciar perfil).

Los estratos herbáceos y arbustivos poseen una cubierta muy diferencial con respecto al estrato arbóreo ocupando aproximadamente un 5% del total vegetativo y abarcando únicamente las partes altas. Las especie herbácea es la Festuca toulescensis y por parte de la especie arbustiva los encinos y senecios platanifolios, que poseen una cobertura por grupos.

Características Fisionómicas y Daños

Los abies poseen el 60% de follaje muerto entre el cual 15% del arbolado está muerto en pie, que según la clase Kraft corresponde al número 3 (fuertes daños).

Los cupressus presentan un intenso secamiento en sus

ramas aproximadamente un 15%. Los encinos aunque conservan la mayoría de su follaje éste se ve afectado por la clorosis de color amarillo.

Aparentemente no se presentan en estas laderas daños por acción antrópica.

Análisis de Algunas Características Geomorfológicas

Litología

Constituida por las brechas piroclásticas del terciario superior con espesores de 5 a 10 m., andesitas con espesores de 10m de profundidad y por último la capa principal conformada por el aluvión del cuaternario con un espesor de 15 a 30 m.

Edafología

Ambas zonas muestras poseen los andosoles húmico, andosol ócrico, feozem lúvico y háplico, poseyendo una textura franco arenosa que predominan sobre texturas francas.

El valor de p.H. es de 6.3 a 6.7.

La cantidad de materia orgánica varía de 18% a 53%.

La humedad varía del verano al invierno siendo en el verano de hasta el 20% y en el invierno de apenas 5%.

Análisis de la Pendiente

Angulo

Para la Cañada las Palomas se tienen pendientes tanto de baja como de alta intensidad, predominando las de los intervalos de 3° a 12° sobre las de intervalos de 30° a 45°.

donde generalmente pasan a formar rupturas de pendiente. Para el caso de "Agua Azul" en la parte alta de la ladera presenta pendientes de 3' a 7' ; presentándose de varias intercalaciones en donde evolucionan rupturas de pendiente de 29' a 35' de intensidad.

En las partes bajas encontramos intensidades de 20' a 30' y con intercalaciones de rupturas de pendiente de 45' a 50' de intensidad, siendo las laderas planas y semiplanas muy escasas encontrándose sólo una de 6' de inclinación.

Longitud

No existe un patrón para poder relacionar el ángulo con la longitud, ya que tanto las pendientes poco intensas como las intensas poseen longitudes variables. Tal es el caso de las pendientes de 3' a 13' que tienen longitudes que van desde los 25 a los 200 m y donde para las altas intensidades que son de 20' a 45', las longitudes van disminuyendo de 150 a 15m.

Geometría

Las pendientes intensas son de una geometría convexo-recta sólo bajo una gran excepción hay porciones cóncavo - recto.

Las pendientes de mediana intensidad y las poco intensas presentan laderas cóncavo - recto, siendo muy importantes las secuencias cóncavo - convexo - recto - cóncavo .

Cuantificación de los Procesos de Erosión Laminar
en mm / ha.

Las "Palomas"

Entidad: Parque Nacional Desierto de los Leones

Fecha de muestreo: 23 de May. de 1988 a 30 de Sep. de 1989

Geometría: cóncavo - convexo.

Pérdida de suelo por erosión laminar		\bar{X} lámina anual perdida por eros.lam.
1988	1989	
20.0	25.0	
50.0	60.0	
30.0	35.0	
50.0	0.0	
40.0	0.0	295.0 mm
30.0	40.0	
40.0	50.0	
30.0	25.0	
30.0	35.0	
Total=320.0	Total=270.0	

Para esta zona la erosión laminar cobra mayor importancia ya que el material litológico se encuentra muy suelto, lo que ocasiona el fácil transporte de suelo hacia las partes bajas.

Para el año de 1988 la erosión laminar fue mayor relativamente al año de 1989 en 90mm, aunque se tuvieron valores más altos para el año de 1989.

En el transcurso de dos años en estas zonas erosionadas crecieron algunas plantas y hierbas de sotobosque muy irregularmente que fue estabilizando la ladera, reflejándose en la disminución de la erosión laminar.

Agua Azul

Pérdida de suelo por erosión laminar 1988	1989	\bar{X} lámina anual perdida por eros.lam.
3.0	5.0	
1.0	1.0	
3.0	5.0	
2.0	0.0	
3.0	1.0	27.5 mm
5.0	5.0	
3.0	2.0	
4.0	6.0	
3.0	1.0	
2.0	0.0	
Total=29.0	Total=26.0	

Como puede apreciarse los valores para los dos años no muestran un incremento considerable, ya que tan solo fue de 4.0 mm, efectuándose la pérdida de suelo en zonas desprotegidas que son principalmente caminos para excursionistas.

Concentración de Datos para la Erosión en Cárcavas

	Medida inicial 1988	Final del periodo de lluvias Oct.1988	Segunda medida Abr.- Sep. 1989	Resultados
Medida	Inicial	Intermedia	Final	Crec.relat.
	m	m	m	m
Longitud	8.0	11.0	12.5	4.5
Amplitud	1.70	1.90	2.0	0.30
Profundidad	2.5	2.9	3.5	1.0

El alargamiento es el procesos predominante incrementándose en 4.5 m en sólo dos años, aún con las técnicas de gabiones empleadas. En el proceso primero se profundizan luego se alargan y nuevamente profundiza por

debajo del gabi6n, y aunque la profundidad es de tan s6lo 1.0m de incremento. S6lo basta que profundise algunos centimetros para posteriormente buscar nuevos niveles de cauce por donde puedan ir alarg6ndose y profundiz6ndo las c6rcavas.

La amplitud no es muy significativa comparada con los anteriores procesos, aunque cabe se6alarse que tan s6lo en dos a6os su incremento fue de 0.30 m.

Agua Azul

	Medida inicial 1988	Final del periodo de lluvias Oct. 1988	Segunda medida Abr.- Sep. 1989	Resultados
Medida	Inicial	Intermedia	Final	Crec. relat.
	m	m	m	m
Longitud	10.0	10.5	11.5	1.5
Amplitud	1.33	1.47	1.47	0.14
Profundidad	20.0	21.0	22.5	2.5

El proceso m6s destacado es la profundizaci6n de las c6rcavas que en dos a6os se incrementaron en 2.5 m: lo que induce que tiene efectos de encajonamiento. La longitud tambi6n act6a conjuntamente con la profundizaci6n aunque en menor intensidad. La amplitud creemos act6a de una forma m6s lenta por la acci6n de la cubierta herb6cea que se presenta en las paredes de las c6rcavas.

Correlación Cubierta Forestal - Procesos Geomorfológicos

Como en estas laderas muestra, se presentan gran cantidad de procesos degradativos entremezclados se convino separar la explicación de dichos procesos sin por ello perder la secuencia.

La erosión en regueros y arroyuelos se presentan con algunas variables.

En el bosque de encinos de hoja cáduca aproximadamente de los 2900 a los 3200 msnm. se desarrollan sobre laderas recto - planas de 7° de pendiente pequeños regueros, afianzándose más donde se carece de vegetación, aunque éstos se pierden donde comienza a ser importante y densa la cubierta arbórea de encinos, además de encontrarse en el suelo gran cantidad de hojaresca que impide su desarrollo. Otra variedad de proceso sobre el bosque de Cupressus y Abies son los regueros que posteriormente forman interarroyuelos aunque esto no es muy común en esta ladera, lo que provoca la rápida aceleración y su posible alimentación son, por un lado, la falta de una capa protectora en la superficie, conjuntamente relacionado con la intensidad de la pendiente de 24° que provoca que el proceso se intensifique. La segunda opción es que existe un camino de terracería erosionado donde ambos procesos al desarrollarse sobre una geoforma convexa, intensifican su desarrollo en una ladera cóncava con posibilidades de desarrollar una cárcava.

Otra variedad es la presentación de algunas " pisadas de vaca", que inmediatamente desarrollaron regueros y posteriormente interarroyuelos sobre una geometría cóncava - convexa en pendientes de 23' a 27', a pesar que la densidad arbórea que es muy densa se carece de un estrato vegetativo superficial, por donde el agua de lluvia al escurrir sobre los troncos desarrolla pequeños regueros y cuando la pendiente cambia a 27' el proceso se intensifica en arroyuelos.

Los procesos de erosión muy intensos son la erosión en cárcavas y la erosión remontante, que poseen una gran variedad en sus formas de dinámica y expresión.

Los regueros se intensifican en cárcavas de gran longitud por cambios bruscos de pendiente de 3' a 24', aún cuando la densidad de vegetación sea muy densa, lo que cabe suponer es que la cárcava sea relicta ya que en los dos últimos años no se presentó ningún tipo de crecimiento, lo que nos hace creer que estuvo anteriormente presente antes del desarrollo de la vegetación .

Otro caso es cuando en partes carentes de vegetación se presenta una concentración de varias cárcavas dadas en laderas cóncavas de 11' a 17' de intensidad donde hay otras que se intensifican por debajo del dosel arbóreo por la también intensificación de la pendiente a 26', presentándose en geofomas convexos - cóncavas.

En el caso de laderas convexas de 30', donde la vegetación es nula, se desarrolla un proceso de

profundización sobre el material denudado y retrabajado.

Al igual, donde los suelos presentan un alto grado de compactación, las cárcavas intensifican su proceso de ampliación y profundización influyendo la pendiente de 36'.

La erosión remontante es un proceso muy severo que afecta porciones muy cortas de terreno pero donde hay posibilidad que ésta se desarrolle hacia atrás efectuándose una regresión de la ladera.

Se presenta regularmente donde hay cambios bruscos de pendiente de 11' a 30', de 19'a 25' y de 30'a 45'. Las laderas están totalmente carentes de vegetación siendo la geometría donde se desarrolla indistinta ya que puede ocurrir en convexo - cóncava o bien en cóncava - convexo. Tal parece que lo que motiva dichos cambios son la alta intensidad de la pendiente y el escaso follaje presente en el suelo.

En dos porciones de la ladera hay dos procesos continuos de erosión remontante que tienden a juntarse muy rápidamente, en ambas laderas hay un retroceso que tiende a alcanzar a la segunda y alcanzar a formar una superficie de deslizamiento cóncava.

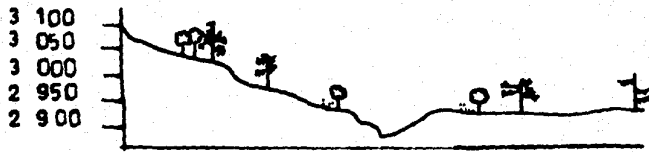
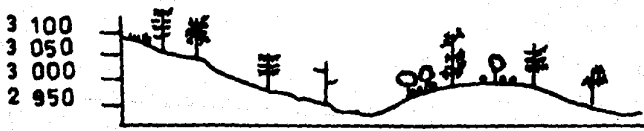
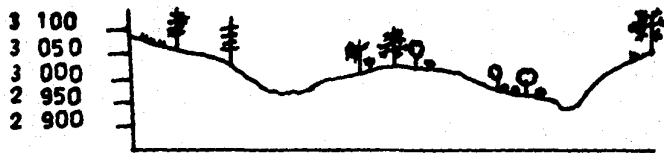
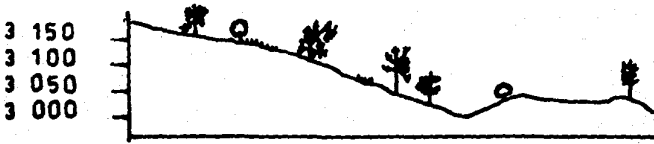
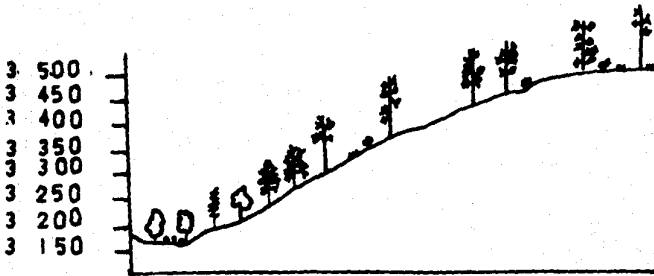
Una característica muy peculiar es que se presentan en los bordes de la mayoría de los lechos fluviales.

También es muy característica, en los bordes de estos lechos la compactación del suelo o también sobre

superficies que son usadas para el pastoreo. Este proceso se presenta independientemente de la pendiente aunque dependiendo de la geometría convexa - recta - plana. (apreciar perfiles).

PALOMAS - AGUA AZUL

CUBIERTA FORESTAL

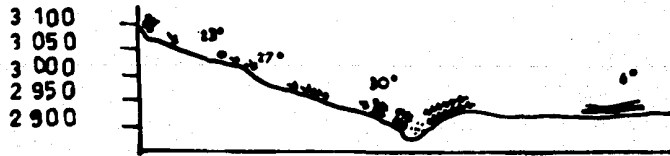
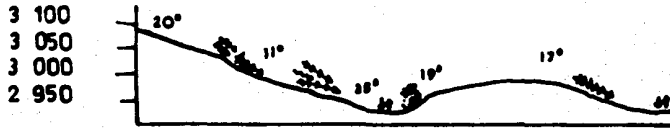
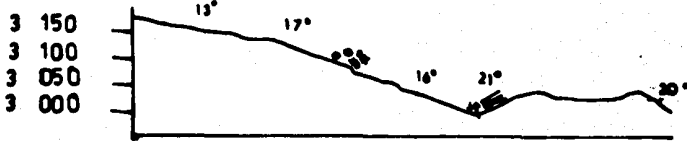
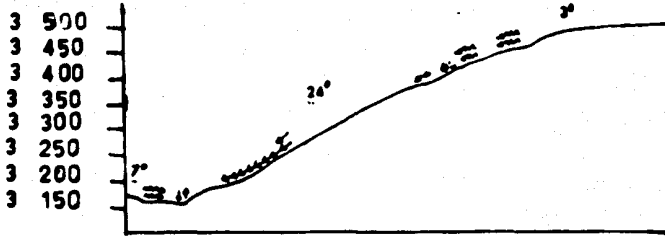


ESCALA HORIZONTAL 1: 10 000
ESCALA VERTICAL 1: 5 000

R. MARTINEZ OJ. VALENCIA

PALOMAS - AGUA AZUL

PROCESOS GEOMORFOLOGICOS



ESCALA HORIZONTAL 1: 10 000

ESCALA VERTICAL 1: 5 000

R. MARTINEZ O. VALENCIA

CONCLUSIONES

Es muy importante señalar dos tipos de conclusiones:

- 1.- Las de carácter global o espacial
- 2.- Las de carácter local o puntual

Conclusiones Globales

Los bosques que poseen usos netamente ecológicos y de exparcimiento, generalmente son afectados por usos de explotación que se llevan a cabo en las cercanías de las reservas naturales, siendo inherentes a todas las áreas forestales protegidas aunque expresadas distintivamente en duración e intensidad.

Antes de profundizar en las conclusiones, queremos enfocarnos sobre algunos puntos de carácter reflexivo, refiriéndonos particularmente a la atribución de los valores del bosque que tienen generalmente prioridad, como los valores ecológicos y con potencial económico que a menudo son desplazados por los valores económico-extractivos y los de uso poblacional.

Generalmente en los bosque aledaños a las grandes ciudades por ejemplo, en el caso de la Ciudad de México y particularmente hablando de la Sierra de las Cruces, se presentan varias reservas protegidas como el Desierto de los Leones que de uno u otro modo está incluido en un sistema más vasto de intereses y valores diferentes al puramente ecológico, ya que los Parques Nacionales hacen confluencia con sectores boscosos utilizados para distintos fines. Para

citar algunos ejemplos, señalaremos la gran variedad de intereses y valores tanto de comuneros, grupos privados y instituciones.

Los comuneros que poseen tierras cerca de los Parques Nacionales, les gustaría continuar con la explotación de productos forestales y aclareando el bosque para posteriormente utilizarlo para cultivo o pasturas para el ganado; a los ecologistas les agradaría ver un bosque intacto y preservado ante cualquier ingerencia humana y a los del servicio forestal les interesaría llevar a cabo un manejo del bosque (Parque Nacional) con el fin de hacerlo más funcional.

Por lo que podemos darnos cuenta, en los comuneros dominan los valores económicos (extractivos) ya que viven muy próximos al bosque.

Para los ecologistas y forestales se espera que protejan los valores ecológicos e indirectamente todos aquellos valores que pueden asociarse a ellos.

A los visitantes provenientes de la ciudad, les interesan algunos valores culturales generalmente recreativos y así sucesivamente podríamos citar innumerables ejemplos. Lo que tratamos de dar a comprender con esto, es que los problemas históricos del bosque deben ser abordados y planteados desde una perspectiva global y local de intereses y valores tratando de conciliar en lo posible los más importantes y necesarios.

La tala para asentamientos humanos ha invadido desde tiempos atrás, los antiguos límites de la reserva del Desierto de los Leones y Dinamos y aunque hoy se ejerce una estricta vigilancia en sus límites, no están exentos a las invasiones de ganado o incendios naturales y provocados ganando terreno al bosque sea éste protegido o no, notándose ya consecuencias ecológicas negativas para las masas arbóreas (Abies y Pinos) implicando en algunos casos, el "stress" en que se encuentra el bosque.

La extracción de agua y la propagación de plagas generalmente provocan cambios rápidos en la sucesión vegetal.

La "lluvia ácida" creemos que actúa espacialmente con efectos a largas distancias provocando el debilitamiento y en cierta forma la "muerte silenciosa" de gran número de masas arbóreas, principalmente con las pináceas y posteriormente con las latifoliadas.

Conclusiones Puntuales

En las reservas protegidas, como los Dinamos y el Desierto de los Leones, las áreas arboladas durante más de treinta años nunca fueron manejadas, se dejó que regularan por sí mismos sus funciones de regeneración vegetal natural.

Siendo uno de los principales problemas la presencia de gran cantidad de arbolado viejo de 90 a 120 años, constituido por el Abies religiosa, por lo que ahora tenemos un bosque

climax que fue acelerado por la problemática histórica y actual, anteriormente mencionada, que influye en su decadencia.

Los problemas de los distintos procesos erosivos tuvieron y tienen un desarrollo intrínseco, por un lado al desarrollo de la vegetación, sea ésta arbórea, arbustiva y herbácea o mezclada y por otro a las formas geométricas de las laderas, principalmente convexas-cóncavas con intensidades altas de pendiente. Aunque esto varió en diversos casos.

Las cubiertas arbóreas de cobertura densa pero de escaso ó nulo follaje, en nada coadyuvan a la protección del suelo, pero cuando el follaje es superior a un 50% realmente crean una cubierta protectora contra el inicio de procesos erosivos, volviéndose más efectiva a medida que los porcentajes de follaje aumentan.

Cuando las laderas en la zona del Abies son protegidas por estratos herbáceos y arbustivos, en la mayoría de los casos, se encuentran estables. Pero por otro lado representan síntomas de perturbación que si bien estabilizan un terreno contra procesos erosivos, cambian las condiciones meso y microclimáticas ganando espacios a los posibles renuevos de árboles de coníferas.

Por otra parte es importante mencionar que en los procesos erosivos si bien no se presentan valores altos por deslave laminar, si existe una dinámica en el alargamiento,

amplitud y profundización desde erosión en surcos hasta la erosión en cárcavas. También es importante señalar los procesos gravitacionales desarrollados sobre laderas inestables, donde se pierden grandes volúmenes de suelo en periodos cortos de tiempo.

Desde nuestro punto de vista, la erosión puede nulificarse en gran medida a partir del control de las etapas primarias (erosión en surcos) que inducen a procesos degradativos más avanzados (erosión en cárcavas; corrientes de lodo; desplome de laderas; etc.). Para ello es necesario conocer los procesos degradativos más que los efectos, para de esa manera saber donde podemos promover la propagación de especies y técnicas de plantación, todo ello con un doble propósito: la estabilización de las laderas mediante una planeación de individuos vegetales capaces de adaptarse a zonas de diversa estabilidad morfológica y por otra parte el desarrollo vegetal y forestal en terrenos montañosos que aseguren el óptimo desarrollo de ésta.

SUGERENCIAS

- 1.- Es necesario fomentar una educación ambiental, que promueva la conciencia y preocupación por los problemas ambientales, sus causas y consecuencias y cuestionar los valores personales y sociales si fuese necesario.
- 2.- La educación de los valores ambientales debe ser incorporada deliberadamente a los programas educativos para las reservas naturales.
- 3.- Es muy importante aumentar la vigilancia forestal, protección adecuada (fomento de zonas amortiguadoras) y apoyo político-administrativo adecuado.
- 4.- Las plantas jóvenes, principalmente coníferas, deben cultivarse en pequeños viveros ubicados en zonas diversas del bosque, con la finalidad de aumentar su poder de adaptación.
- 5.- Para la protección contra contaminantes promover la conformación zonal de cortinas rompevientos a través de especies ecológicas y económicas menos valiosas, con el objeto de proteger durante el crecimiento a las coníferas más sensibles.
- 6.- El arbolado viejo, muerto o con una deficiencia mayor del 75% de follaje debe ser derribado con la finalidad de ayudar al desarrollo de las plantas jóvenes.

7.- Los problemas de erosión y sedimentación deben tratarse también de acuerdo al proceso geomorfológico predominante. Para ello es necesario promover los estratos arbóreos con substratos arbustivos (encino) donde se desarrolla la erosión laminar y surcos; para la erosión en arroyuelos, interarroyuelos y cárcavas continuar con los trabajos de gaviones .

8.- Los movimientos en masa y erosión regresiva, tratar de contenerlos mediante una intercalación de gaviones, mallas de alambre y el desarrollo de estratos herbáceos y arbustivos de los géneros fétuca y senecio creando una propagación abundante en las rupturas de pendiente, a la vez se pueden intercalar aisladamente las pináceas según la intensidad y tipo del movimiento en masa.

Bibliografía

- 1.- Aguilar A. " Los Incendios Forestales en México " Ecología - Política - Cultura. México, 1987.
- 2.- Arnberger E." Thematische Kartographie ".(Cartografía Temática). ed. Holler und Zwick.Alemania Federal,1987.
- 3.- CETENAL . " Manual para la aplicación de Cartas Edafológicas para fines de Ingeniería Civil". México, 1977.
- 4.- Ciesla W.M. et. al." Forest Decline Inventory Methods in West Germany ". USA. 1986.
- 5.- ----- , " Evaluación de Arboles individuales de Coníferas ".(informe interno) 1987.
- 6.- COCODER " Proyecto de las Areas Verdes en la Ciudad de México". DDF. 1986.
- 7.- Colegio de México. " La Ciudad y el Medio Ambiente en América Latina " México, 1985.
- 8.- Compton R.." Geología de Campo ". ed. Pax - México,1983.
- 9.- Chapter. ITC." Textbook of Photo - Interpretation ". VII.2 ITC. System of Geomorphological Survey,1968.
- 10.- DAV. " Der Bergwald stirbt ". Eine information des Deutschen Alpen Verains. Deutchland,1985.
- 11.- DDF. " Estudio de Control y Conservación de Suelo y Recarga del Acuífero en la Zona Poniente de la Ciudad de México ". Consultores en Geología, Biblioteca DGCOH. 1986.
- 12.-----. " Situación Actual de la Contaminación Atmosférica en el Area Metropolitana de la Ciudad de México ". Memorandum técnico SMA-DGS. México, 1978.
- 13.- Derrua M." Geomorfología ". ed. Ariel,España 1981.
- 14.- Dollfus O.." El Espacio Geográfico ".ed. Oikus - Tau. España,1980.
- 15.- Eckholm P.E.. "La Tierra que Perdemos ". Crisis y Agotamiento de los Recursos Naturales.ed.Asociados.México,1976.
- 16.- Ern H.. " Estudio de la Vegetación en la parte Oriental del México Central " . Comunicaciones 15, Proyecto Puebla-Tlaxcala y sus alrededores.México 1978.

- 17.- FAIC. " Proyecto Puebla - Tlaxcala, los Suelos de la Cuenca Alta de Puebla - Tlaxcala y sus alrededores " FAIC.- VI. México 1978.
- 18.- Finke L.." Landschaftökologie ". Das Geographische Seminar. (Ecología del Paisaje).ed.Holler und Zwick.Alemania Occidental 1986.
- 19.- García E. " Modificaciones al Sistema Climático de Köppen adaptado a las condiciones de la República Mexicana " Instituto de Geografía UNAM. México, 1975.
- 20.- Glawion R.." Geoökologische Kartierung und Bewertung ". (Cartografía Geoecológica y su significado). Die Geowissenschaften Nr.10.Alemania Occidental,1988.
- 21.- Guerasimov, et.al.." El Hombre, la Sociedad y el Medio Ambiente ". Academia de Ciencias de la URSS., Instituto de Geografía .ed. Progreso.URSS.,1976.
- 22.- Gorshkov G., Yakushova A.." Geología Física".ed.Mir Moscú 1977.
- 23.- Hernández B. y Calderón E. " Crecimiento Actual de la Población de México". Revista Ciencia y Desarrollo Núm. 76 año XIII, 1987.
- 24.- IEIFB. . " Instrucciones para levantar el inventario de Daños en los bosques de Bavaria . Inédito, RFA.,1985.
- 25.- Jauregui O. E. " Zonas Climáticas de la Ciudad de México ". Revista Recursos Hídricos. México 1974.
- 26.- Kelley W.H.." Mantengamos viva la Tierra ":causas y remedios de la erosión del suelo.FAO. - GTZ. 1983.
- 27.- Kirkby M.J., Morgan R.P.C.." Erosión de Suelos".ed.Limusa México, 1984.
- 28.- Lacoste Y.." La Geografía un Arma para la Guerra ". Elementos Críticos No.9.ed.Anagrama.España,1977.
- 29.- Longwell y Flint.Geología Física.ed.Limusa.México,1981.
- 30.- López R. R. " Cambios y Permanencias de un Paisaje (D.F.) ". Revista Geografía Universal.
- 31.- Lugo H. J. " Geomorfología del sur de la Cuenca de México " Serie Varia Tomo I Núm. 8 México. 1984.

32.- McCormac J..Topografía.ed.Prentice / HallInternacional. México, 1976.

33.- Mooser F. " La Cuenca Lacustre del Valle de México ". Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, 1963.

34.- Murtha P.A. . " Estimación de Daños Forestales ". (informe interno) México 1987.

35.- Neugebauer B. . " Proyección de los Fenómenos de Contaminación Ambiental de la República Federal de Alemania" IX Congreso Mundial Forestal SARH. México, 1985.

36.-Neumeister H.." Geoökologie - Denk und Arbeitsweise in den Geowissenschaften".(Geoecología -pensamiento y trabajo en las Geociencias).Akademie der Wissenschaften DDR. Institut fur Geographie und Geoökologie. Leipzig,DDR.,1988.

37.- ----- . " Geoökodynamik - Okögeomorphologie - Geoökologie" .Leipzig,DDR. 1989.

38.- Nienhaus et. al." Farbatlas Waldschäden ". Ulmer. Deutschland 1988.

39.- Odum E.P." Fundamentos de Ecología ". ed. Interamericana México, 1987.

40.- Rapapot et. al. " Aportes a la Ecología Urbana de la Ciudad de México ". ed. LIMUSA, 1987.

41.- Riábchikov A.M.." Estructura y Dinamica de la Esfera Geográfica". ed.Mir,Moscú URSS.,1976.

42.- Rzedowski J. " La Vegetación de México " ed. LIMUSA, México, 1986.

43.- SARH. . " Seminario Itinerante sobre Análisis de Datos Meteorológicos para Evaluar la Degradación del Suelo y Transporte de Polvo y Arena" .(informe interno) México 1987.

44.- SPP - UNAM. " Geología de la República Mexicana " Facultad de Ingeniería . México, 1984.

45.- Soms G. E. " La Hiperurbanización en el Valle de México I ". UAM. Unidad Azcapotzalco,México, 1986.

46.- Strahler A.N. . " Geografía Física". ed. Omega,España 1974.

47.- Tricart J., Kilian J.." La Ecogeografía y la Ordenación del Medio Natural ". Elementos Críticos No. 22.ed.Anagrama. España,1982.

48.- ----- " Pro-Lagos". Los Lagos del Eje Neovolcánico de México. Instituto de Geografía UNAM. México, 1985.

49.- ----- " La Epidermis de la Tierra ". ed. Labor. España, 1969.

50.- Wentzel F. K. et. al. " Hilfe für den Wald ". Falken - Verlag , Deutschland, 1984.

51.- Werner G.. " La Desforestación en el Volcán la Malinche" . Comunicaciones 13, Proyecto Puebla-Tlaxcala, México, 1976.

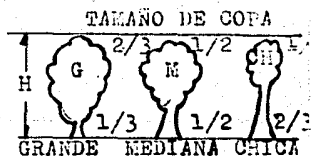
ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA VEGETACIÓN FORESTAL

UBICACION

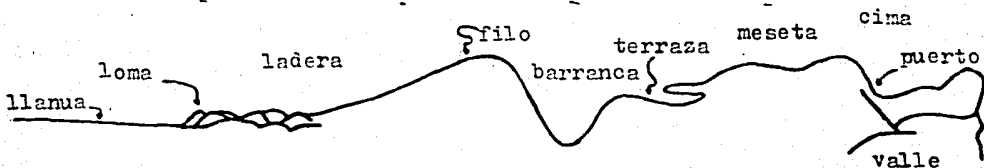
Zona _____

Altitud _____

Factor Exposición _____



llanura loma ladera filo barranca
 terraza meseta cima puerto valle



TIPO DE CUBIERTA FORESTAL	FACTOR GENERO	DENSIDAD DE ESPESURA DADA EN %

EVALUACION DE LA CLASE SOCIAL SEGUN KRAFT	ENCUESTA DE CLASE DE DAÑOS AMBIENTALES	CLASE DE DAÑOS PARA LLUVIA ACIDA	PROCESOS DE AZARILLAMIENTO DEL FOLLAJE

CUANTIFICACION DE LA EROSION LAMINAR

Puntos	Pérdida por erosión laminar mm	L ^x Lámina perdida por erosión mm/ha

**CONCENTRACION DE DATOS
PARA EVALUAR LOS PROCESOS DE EROSION DE CARCAVAS**

	Medida inicial Abril 1988 m.	Medida intermedia Octubre 1988 m.	Medida final Octubre 1989 m.	Crecimiento Relativo m.
Longitud				
Amplitud				
Profundidad				